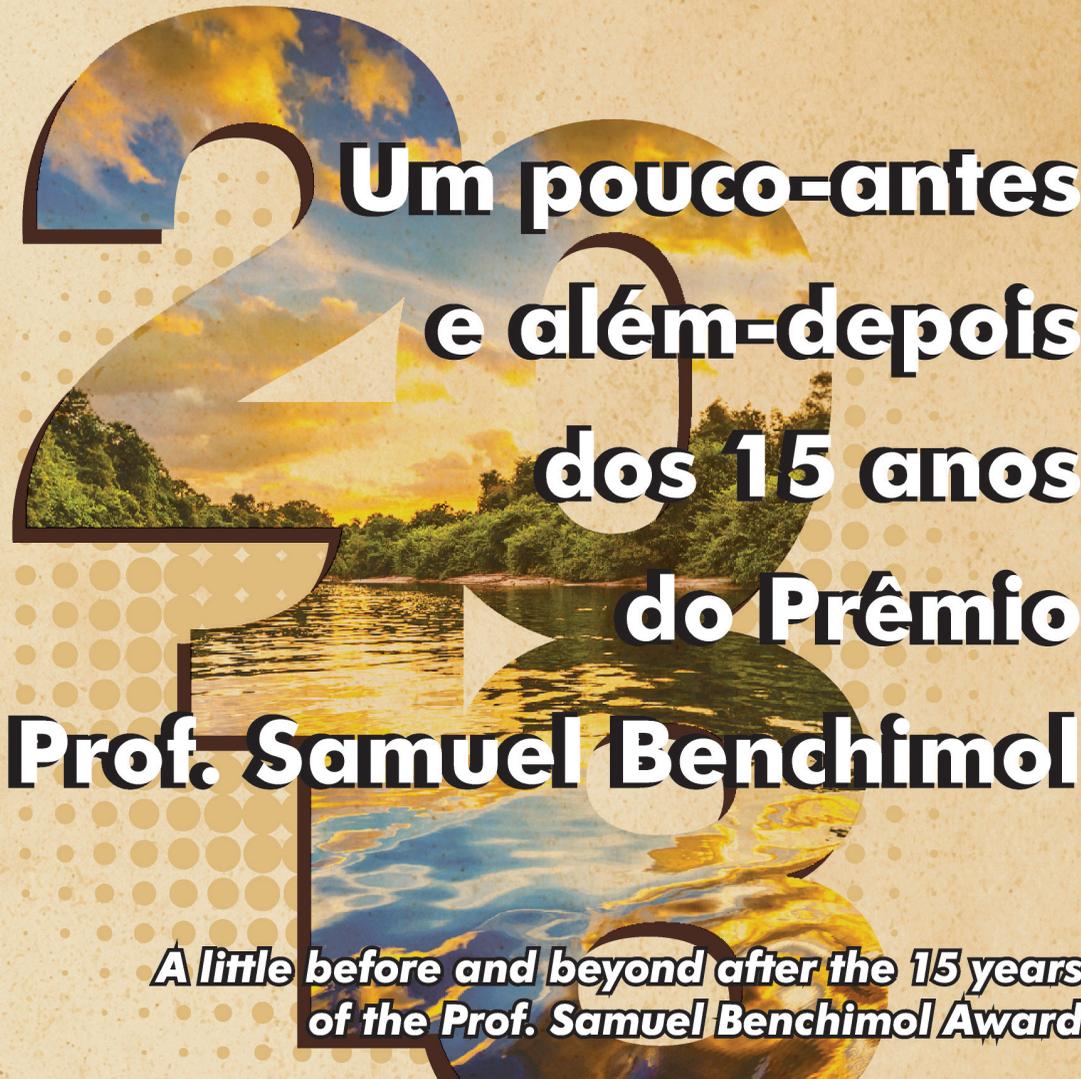


# Inclusão Social

v.12 n.1 jul./dez. de 2018



## **Um pouco-antes e além-depois dos 15 anos do Prêmio Prof. Samuel Benchimol**

***A little before and beyond after the 15 years  
of the Prof. Samuel Benchimol Award***

***Un poco antes y después de más allá  
de los 15 años del Premio Prof. Samuel Benchimol***



**Prêmios  
Prof. Samuel Benchimol  
e Banco da Amazônia  
de Empreendedorismo  
Consciente**



**Inclusão Social**  
**v. 12 n.1 jul./dez. 2018**

ISSN 0100-1965 eISSN 1518-8353

Número Especial

**Um pouco-antes e além-depois dos 15 anos do**  
**Prêmio Prof. Samuel Benchimol**

*A little before and beyond after the 15 years*  
*of the Prof. Samuel Benchimol Award*

*Un poco antes y después de más allá*  
*de los 15 años del Premio Prof. Samuel Benchimol*

## **Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)**

### **Diretoria**

Cecília Leite Oliveira

### **Coordenação-Geral de Pesquisa e Desenvolvimento de Novos Produtos (CGNP)**

Arthur Fernando Costa

### **Coordenação-Geral de Pesquisa e Manutenção de Produtos Consolidados (CGPC)**

Bianca Amaro

### **Coordenação-Geral de Tecnologias de Informação e Informática (CGTI)**

Marcos Pereira Novais

### **Coordenação de Ensino e Pesquisa, Ciência e Tecnologia da Informação (COEPPE)**

Lena Vânia Ribeiro Pinheiro

### **Coordenação de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação (COPAV)**

José Luis dos Santos Nascimento

### **Coordenação de Administração (COADM)**

Reginaldo de Araújo Silva

### **Seção de Editoração**

Ramón Martins Sodoma da Fonseca

### **Indexação**

**Inclusão Social** tem seus artigos indexados ou resumidos.

**Bases Internacionais:** Paschal Thema: Science de L'Information, Documentation  
Library and Information Science Abstracts  
PAIS Foreign Language Index  
Information Science Abstracts  
Library and Literature  
Páginas de Contenido: Ciencias de la Información  
EDUCACCION: Noticias de Educación, Ciencia y Cultura Iberoamericanas  
Referativnyi Zhurnal: Informatika. ISTA Information Science & Technology Abstracts. LISTA Library, Information Science & Technology Abstracts. SciELO Scientific Electronic Library On-line. Latindex – Sistema Regional de Información em Línea para Revistas Científicas de América Latina el Caribe, España y Portugal, México. INFOBILA: Información Bibliotecológica Latinoamericana.

### **Indexação em Bases de Dados Nacionais**

**Portal de Periódicos:** LivRe – Portal de Periódicos de Livre Acesso  
Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen). Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

**Portal de Associações Nacionais:** Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ciência da Informação (Ancib).

**Bases de Dados Nacionais:** Base de Dados Referenciais de Artigos de Periódicos de Ciência da Informação da Universidade Federal do Paraná (Brapci). Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais (Peri).

---

**Editada em setembro de 2018.**

**Última edição em dezembro de 2018.**

**Publicada em novembro de 2018.**

**Inclusão Social**  
**v. 12 n.1 jul./dez. 2018**

ISSN 0100-1965 eISSN 1518-8353

Número Especial

**Um pouco-antes e além-depois dos 15 anos do**  
**Prêmio Prof. Samuel Benchimol**

*A little before and beyond after the 15 years*  
*of the Prof. Samuel Benchimol Award*

*Un poco antes y después de más allá*  
*de los 15 años del Premio Prof. Samuel Benchimol*



## Equipe técnica

### Editora científico deste número

Lillian Maria Araújo de Rezende Alvares

### Editor executivo

Ramón Martins Sodoma da Fonseca

### Editora assistente

Gislaine Russo de Moraes Brito

### Revisão gramatical e visual

Margaret de Palermo Silva

### Diagramação

Dayane Jacob de Oliveira

Ramón Martins Sodoma da Fonseca

### Normalização de referências

Danielly dos Santos Ribeiro

### Projeto gráfico original

Anderson Moraes

Leila Mendonça Raulino

### Capa

João Bosco Nunes Galvão

### Tradução inglês/espanhol

SEEDIT/Ibict

## NOTAS DO EDITOR

Agradecimento especial aos autores, aos avaliadores e à professora Lillian Maria Araújo de Rezende Alvares, que trabalharam na produção deste número.

Para baixar o PDF de cada artigo da revista *Inclusão Social* a partir do seu smartphone ou tablet, escaneie o QR Code publicado em cada artigo da versão impressa.

Título em homenagem ao trabalho BENCHIMOL, S. Amazônia: um pouco-antes e além-depois. Manaus: Umberto Calderaro / Universidade do Amazonas / Codeama, 1977. 840p.

Mais informações pelo telefone: (61) 3217-6145

---

Inclusão Social/Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

– vol. 1, n. 1 (out./mar. 2005) – Brasília: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2005 – v. 26 cm. Semestral.

Publicação suspensa a partir de out. 2007/mar. 2008, sendo continuada a edição do v. 3 n. 2, em jan./jun. 2010.

ISSN 1808-8392. eISSN 1808-8678.

1. Inclusão social – periódicos I. Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia.

CDU 316.42 (05)

---

## Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)

Setor de Autarquias Sul (SAUS)  
Quadra 05, Lote 06, Bloco H – 5º Andar  
Cep: 70070-912 – Brasília, DF  
Telefones: 55 (61) 3217-6360 / 55 (61) 3217-6350  
[www.ibict.br](http://www.ibict.br)

Rua Lauro Muller, 455 - 4º Andar - Botafogo  
Cep: 22290-160 – Rio de Janeiro, RJ  
Telefones: 55 (21) 2275-0321  
Fax: 55 (21) 2275-3590  
<http://www.ibict.br/capacitacao-e-ensino/pos-graduacao-em-ciencia-da-informacao>  
<http://www.ppgci.ufrj.br>

# Comitê Editorial da revista *Inclusão Social* (período de vigência agosto de 2017 a agosto de 2019)

## Editor Científico

### **José Rincon Ferreira**

Doutor em Educação Corporativa pela Universidade Fernando Pessoa (UFP), Portugal. Coordenador dos Prêmios Samuel Benchimol e Banco do Amazônia de Empreendedorismo Consciente.

<http://lattes.cnpq.br/1786468148821190>

Email: [rinconfer@uol.com.br](mailto:rinconfer@uol.com.br)

## Membros Honorários

### **Eduardo Moacyr Krieger**

Livre-docência pela Universidade de São Paulo (USP), Brasil. Doutor em Fisiologia Cardiovascular pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FMRPUSP), Brasil. Diretor Executivo da Comissão de Relações Internacionais (CRInt) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). Vice-Presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - SP, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2222628122237100>

Email: [edkrieger@incor.usp.br](mailto:edkrieger@incor.usp.br)

[edkrieger@abc.org.br](mailto:edkrieger@abc.org.br)

### **Ricardo Young**

Membro do Conselho Deliberativo do Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social – São Paulo, SP.

<http://www.iea.usp.br/pessoas/pasta-pessoar/ricardo-young-1>

Email: [ricardoyoung@camara.sp.gov.br](mailto:ricardoyoung@camara.sp.gov.br)

### **Mercedes Caridad Sebastián**

Catedrática do Departamento de Biblioteconomia e Documentação da Universidade Carlos III.

Madri, Espanha.

<https://www.directorioexit.info/ficha1598>

Email: [mercedes@bib.uc3m.es](mailto:mercedes@bib.uc3m.es)

## Comitê Editorial

### **Nara Maria Pimentel**

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil. Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Brasil. Professora da Universidade de Brasília (UnB) - Brasília, DF – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0805401717504312>

*E-mail:* [nara.ead@gmail.com](mailto:nara.ead@gmail.com)

[nara.pimentel@ead.unb.br](mailto:nara.pimentel@ead.unb.br)

### **Tania Chalhub de Oliveira**

Pós-Doutorado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), Brasil. Doutora em Social Work pela University of Minnesota (U of MN), Estados Unidos. Professora do Instituto Nacional de Educação de Surdos (Ines), Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6737749200665570>

*E-mail:* [chalhubtania@gmail.com](mailto:chalhubtania@gmail.com)

### **Geraldo Moreira Prado**

Doutor em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Brasil. Professor do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Departamento de Ensino e Pesquisa (Ibict) - Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/4611487449721174>

*E-mail:* [geraldobictbr@gmail.com](mailto:geraldobictbr@gmail.com)

[geraldoprado@ibict.br](mailto:geraldoprado@ibict.br)

### **Maria Helena Silveira Bonilla**

Pós-Doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), SC - Brasil. Doutora em Educação pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), Brasil. Professora da Universidade Federal da Bahia (UFBA) - Salvador, BA – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2730520955520609>

*E-mail:* [bonillabr@gmail.com](mailto:bonillabr@gmail.com)

### **Eduardo Costa Taveira**

Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Brasil. Secretário Executivo Adjunto da Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Amazonas - Manaus, AM – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6017285302986906>

*E-mail:* [etaveira77@gmail.com](mailto:etaveira77@gmail.com)

## AVALIADORES DESTE NÚMERO

**Almecir de Freitas Câmara** é pós-graduada em Gestão para Excelência pelo SENAI-SC, em Estudos Avançados do Lazer pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e em Gestão de Iniciativas Sociais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Superintendente da Federação das Indústrias de Roraima (Fier).

**André Fernandes Pontes** é pós-graduado em Auditoria e Controladoria. Diretor de Administração e Finanças do Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Pará (SEBRAE-PA).

**Andrea Viviana Waichman** é doutora em Biologia de Água Doce e Pesca Interior pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Professora da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

**Anselmo Alencar Colares** é doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professor da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

**Belisário Arce** é mestre em Relações Internacionais pela Universidade Aoyama Gakuin, de Tóquio. Diretor Executivo da Associação Pan-amazônia.

**Carlos Gilberto Vieira da Silva Júnior** é mestre em Engenharia pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Coordenador de Planejamento e Custos Compartilhados no Sistema Federação das Indústrias do Estado do Pará (Fiepa) e professor do Centro Universitário do Pará (Cesupa).

**Dilson Augusto Capucho Frazão** é doutor em Agronomia e pesquisador aposentado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Amazônia Oriental. Atualmente é Diretor da Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento Agropecuário e Florestal da Amazônia (Funagri).

**Edete Coletti Baptista** é graduada em Direito pela Faculdade de Rondônia (FARO) e em Comércio Exterior pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Presidente do Conselho Municipal de Trabalho e Emprego de Porto Velho.

**Edson Barcelos da Silva** é doutor em Melhoramento Genético e Biotecnologia do Dendzeiro pela Universidade de Montpellier, França. Diretor Presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam).

**Eduardo Costa Taveira** é mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Superintendente Técnico-Científico da Fundação Amazonas Sustentável (FAS).

**Eduardo Daher Santos** é pós-graduado em Marketing. Empresário e Presidente da Pará Nefro, atuando com o desenvolvimento de atividades no Campo das Ciências Biológicas e Desenvolvimento Sustentável.

**Emanuel Marçal Cavalcante Soares Júnior** é mestre em Desenvolvimento Regional. Docente nas seguintes instituições de ensino superior: Centro Universitário Fametro, Faculdade Salesiana Dom Bosco (FSDB), Universidade Estácio de Sá e Universidade Nilton Lins (Uniltonlins).

**Emeleocipio Botelho de Andrade** é mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade de São Paulo (USP). Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

**Fernando Antonio Teixeira Mendes** é pós-doutor em História Econômica pela Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Portugal. Auditor Fiscal Federal Agropecuário do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

**Gonzalo Enrique Vásquez Enríquez** é doutor em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (UnB). Professor e Diretor da Agência de Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Pará (UFPA).

**Helder de Paula Mello** é pós-graduado em Gestão Pública pelo Centro de Ensino Superior do Pará. Professor da Faculdade Ideal (Faci) e do Centro de Ensino Superior do Pará (Cesupa). Diretor Presidente da Fundação Amazônia Paraense de Amparo à Pesquisa (Fapespa).

**Iyad Amado Hajoj** é mestre em Engenharia de Produção pela UFAM. Consultor e Instrutor do Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Amazonas (SEBRAE-AM). Diretor do Centro Universitário Maurício de Nassau (Uninassau).

**Jaime Samuel Benchimol** é mestre em Administração de Empresas pela Universidade da Califórnia, Berkeley. Presidente da Sociedade Fogás Ltda.

**Jair Max Furtunato Maia** é doutor em Ecologia pela Universidade de Brasília (UnB). Professor da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

**José Aldemir de Oliveira** é doutor em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

**José Avando Souza Sales** é pós-graduado em Administração e Planejamento de Recursos Humanos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Diretor-Geral da Associação Telecentro de Informação e Negócios (ATN).

**José Maria da Costa Mendonça** é pós-graduado em Avanços de Terras para o Mar pelo Instituto Brugge, Bélgica e em Saneamento pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Presidente do Centro das Indústrias do Pará (CIP).

**Josimara da Silva Almeida** é mestre em Planejamento do Desenvolvimento pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Membro da equipe da Gerência Executiva de Planejamento do Banco da Amazônia.

**Lailson do Nascimento Lemos** é doutor em Biodiversidade Tropical pela Universidade Federal do Amapá (Unifap) e professor na mesma Universidade.

**Lucas Silva da Trindade** é graduado em Engenharia de Produção pela Universidade do Estado do Amapá (UEAP). Coordenador do Fundo Municipal de Meio Ambiente em Serra do Navio e co-fundador e responsável pelas áreas financeira e de operações da startup Undobox.

**Marcel do Nascimento Botelho** é doutor em Gestão Educacional pela University of Wolverhampton, Inglaterra. Professor e Reitor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

**Maria de Fátima Chamma** é graduada em Direito pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Empresária da Chamma da Amazônia e Segunda Secretária da Federação da Indústria do Estado do Pará (FIEPA).

**Maria José Monteiro** é mestre em Planejamento Urbano pela Universidade de Brasília (UnB). Membro do Comitê Distrital da Reserva da Biosfera do Cerrado.

**Maria Lúcia Bahia Lopes** é doutora em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Economista da Coordenadoria de Sustentabilidade, Meio Ambiente e Estudos Econômicos do Banco da Amazônia.

**Mauro Oliveira Pires** é mestre em Sociologia pela Universidade de Brasília (UnB). Analista ambiental do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO).

**Rangel Vieira Miranda** é pós-graduado em Gestão de Pequenos Negócios pela Fundação Instituto de Administração (FIA). Coordena projetos de Inovação com foco em startups e espaços de co-criação e co-inovação.

**Raphael Barbosa Di Salvi Rodrigues** é pós-graduado em Políticas Públicas, Gestão Econômica e Estratégica de Negócios pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Gerente de Relações Institucionais da Edenred Brasil.

**Reginaldo Gomes de Oliveira** é doutor em História Social pela Universidade de São Paulo. Professor da Universidade Federal de Roraima (UFRR).

**Renee Fagundes Veiga** é pós-graduada em Ciências Jurídicas. Gerente de Meio Ambiente da Federação das Indústrias do Estado do Amazonas (FIEAM).

**Rita Arêas** é graduada em Direito pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Vice-Presidente da Federação das Indústrias do Estado do Pará.

**Roberto Ramos Santos** é doutor em Ciência Política pela Universidade de São Paulo (USP). Professor da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Coordenador Científico do Núcleo de Pesquisas Eleitorais e Políticas da Amazônia.

**Suzana Dias Rabelo de Oliveira** é doutora em Geografia pela Universidade de Brasília (2017). Assessora Especial da Secretaria Nacional de Articulação Social da Secretaria de Governo da Presidência da República.

# Inclusão Social

Volume 12 - número 1 - jul./dez. 2018

Um pouco-antes e além-depois dos 15 anos do Prêmio Prof. Samuel Benchimol  
*A little before and beyond after the 15 years of the Prof. Samuel Benchimol Award*  
*Un poco antes y después de más allá de los 15 años del Premio Prof. Samuel Benchimol*

## Sumário

*Table of Contents / Sumario*

<b>Apresentação / Foreword / Presentación</b>	<b>13</b>
<b>Prêmios fomentam a inclusão social na Amazônia</b> <i>Premios fomentan la inclusión social en la Amazonia</i> <i>Awards promote social inclusion in the Amazon</i> Valdecir José de Souza Tose	
<b>Editorial</b>	<b>19</b>
Marcel do Nascimento Botelho	
<b>Artigos / Articles / Artículos</b>	<b>23</b>
<b>Técnicas alternativas de tratamento de água voltadas para indígenas do Vale do Javari</b>	<b>25</b>
<i>Alternative water treatment techniques targeting Javari Valley indigenous people</i> <i>Técnicas alternativas de tratamiento de agua de dirigidas a indígenas del Valle Javari</i> Adriana Ribeiro Francisco José Euclides Stipp Paterniani Jaime da Silva Mayuruna	
<b>Tecnologias para a potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia – aplicação prática em benefício da população</b>	<b>36</b>
<i>Amazon's black and white waters' purification technology - practical application for the population's benefit</i> <i>Tecnologías para la potabilización de las aguas blancas y negras de la Amazonia - aplicación práctica en beneficio de la población</i> Alex Fabiano Ribeiro de Magalhães	
<b>Manejo e plantio de bacurizeiros (<i>Platonia insignis</i> Mart.): a experiência no manejo e domesticação de um recurso da biodiversidade amazônica</b>	<b>48</b>
<i>Management and planting of bacuri trees (<i>Platonia insignis</i> Mart.): the domestication and management experience of an amazonian biodiversity resource</i> <i>Manejo y plantación de árboles de bacuri (<i>Platonia insignis</i> Mart.): la experiencia en el manejo y la domesticación de un recurso de biodiversidad del amazonas</i> Alfredo Kingo Oyama Homma Antônio José Elias Amorim de Menezes José Edmar Urano de Carvalho Grimoaldo Bandeira de Matos	
<b>Os ativos naturais de imóveis rurais na Amazônia, acesso a crédito e capitalização do produtor</b>	<b>58</b>
<i>The natural assets of rural properties in the Amazon, access to credit and producer capitalization</i> <i>Activos naturales de propiedades rurales en la Amazonia, acceso al crédito y capitalización del productor</i> Antônio Cordeiro de Santana	

<b>Turbina hidrocínética para comunidades isoladas na Amazônia: aperfeiçoamento e adequação do uso do produto</b>	<b>73</b>
<i>Hydrokinetic turbine for isolated communities in the Amazon: improvement and suitability of the use of the product</i>	
<i>Turbina hidrocínética para comunidades aisladas en la Amazonia: mejora y adecuación del uso del producto</i>	
Cândido Justino de Melo Neto	
<b>Tecnologias para conservação do pescado amazônico</b>	<b>80</b>
<i>Technologies for the conservation of amazon fish</i>	
<i>Tecnologías para la conservación de amazon fish</i>	
Carmelita de Fátima Amaral Ribeiro	
Kil Jin Park	
Miriam Dupas Hubinger	
Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro	
Eder Augusto Furtado Araújo	
<b>Serviço Nacional de Carbono Rural da Amazônia (SNCRA)</b>	<b>95</b>
<i>National Service of Rural Carbon of Amazônia (SNCRA)</i>	
<i>Serviço Nacional de Carbono Rural da Amazônia (SNCRA)</i>	
Ederson Augusto Zanetti	
Marcelo de Castro Souza	
<b>A relação do Homem com o processamento de energia e seu consumo</b>	<b>103</b>
<i>The relation of Mankind with energy processing and consumption</i>	
<i>La relación de la humanidad con el procesamiento de la energía y su consumo.</i>	
Elton Márcio da Silva Santos	
<b>Implementação de Tecnologia Social em Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Estado do Amazonas</b>	<b>114</b>
<i>Implementation of Social Technology in Sustainable Development Reserves (RDS) of the State of Amazonas</i>	
<i>Implementación de Tecnología Social en Reservas de Desarrollo Sostenible (RDS) del Estado de Amazonas</i>	
Jadir de Souza Rocha	
Katia Bastos Loureiro Ramos	
Tereza Maria Farias Bessa	
Cynthia Lins Falcone Pontes	
Vania Maria Oliveira da Camara Lima	
<b>Escola de gestão da Amazônia</b>	<b>122</b>
<i>Amazon management school</i>	
<i>Escuela de gestión de la Amazonia</i>	
João Meirelles Filho	
<b>Casa sustentável modular para a Amazônia</b>	<b>128</b>
<i>Sustainable modular house for the Amazon</i>	
<i>Hogar sostenible modular para la Amazonia</i>	
Marilene Gomes Sá Ribeiro	
Ruy Alexandre de Sá Ribeiro	

<b>Aproveitamento de resíduos sólidos do caranguejo-uçá: alternativa de renda e uso sustentável</b>	<b>134</b>
<i>Uçá-crab solid waste management: alternative income and sustainable use</i>	
<i>Aprovechamiento de residuos sólidos del cangrejo-uçá: alternativa de renta y uso sostenible</i>	
Michel Salin Guterres Ribeiro	
Marcus Emanuel Barroncas Fernandes	
<b>Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas</b>	<b>141</b>
<i>Environmental services stock valuation as a development strategy in the State of Amazonas</i>	
<i>Valoración del agua de servicios ambientales como estrategia de desarrollo en el Estado de Amazonas</i>	
Philip Martin Fearnside	
<b>Avaliação econômica dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre</b>	<b>152</b>
<i>Economic evaluation of the Acre River Basin's environmental services</i>	
<i>Evaluación conómica de los servicios ambientales de la Cuenca de Rio Acre</i>	
Rubicleis Gomes da Silva	
<b>Nova técnica para extração de fibras de juta e malva em processo a seco no Estado do Amazonas: o resgate da utopia</b>	<b>161</b>
<i>New juta and malva fibers dry processing extraction technique in the State of Amazonas: the rescue of utopia</i>	
<i>Nueva técnica para extracción de fibras de juta y malva en procedimiento a seco en el Estado de Amazonas: el rescate de utopia</i>	
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe	
Aldenor da Silva Ferreira	
<b>Teçume-Igapó: mulheres unidas pela Amazônia</b>	<b>172</b>
<i>Teçume-Igapó: women united by the Amazon</i>	
<i>Teçume-Igapó: mujeres unidas por la Amazonia</i>	
Thiago Cavalli Azambuja	
Jolemia Cristina Nascimento das Chagas	
Francisca Dionéia Ferreira	
<b>Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental</b>	<b>183</b>
<i>Rainwater for human consumption: a case study in the Eastern Amazon</i>	
<i>Agua de la lluvia para consumo humano: estudio de caso en Amazonia Oriental</i>	
Vania Neu	
Victor Martins Guedes	
Maria Gabriella da Silva Araújo	
Leandro Frederico Ferraz Meyer	
Ian Rodrigues Brito	
Lucas Mota Batista	

**A tecnologia produtiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliada ao desenvolvimento sustentável da região amazônica** **199**

*The productive technology of rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) as allied to the sustainable development of the Amazon region*

*La tecnología productiva del palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliado al desarrollo sostenible de la región amazónica*

Luis Antônio Serrão Contim

Luciana Silva Rocha Contim

**Geração de eletricidade em comunidades isoladas a partir de resíduos de biomassa: uma opção para a região amazônica** **208**

*Electricity generation in isolated communities from biomass residues: an option for the Amazon region*

*Generación de electricidad en comunidades aisladas a partir de residuos de biomasa: una opción para la región amazónica*

Suani Teixeira Coelho

Vanessa Pecora Garcilasso



## APRESENTAÇÃO

# Prêmios fomentam a inclusão social na Amazônia

Comemoram-se, em 2018, os 15 anos de realização do Prêmio Samuel Benchimol. O Banco da Amazônia sente-se muito honrado em fazer parte da história e ser forte parceiro dessa premiação, que visa estimular o pensar criativo e inovador de pesquisadores e empreendedores. Em prol de soluções para o desenvolvimento sustentável da Amazônia, desde sua primeira edição, em 2004, em função da *expertise* sobre as necessidades e realidades da região, o banco apoia o Prêmio Samuel Benchimol como copatrocinador e colabora na fase de identificação dos melhores projetos, integrando a comissão julgadora e apoiando financeiramente algumas pesquisas agraciadas.

Ao longo desses 15 anos, algumas mudanças ocorreram para fortalecer essa ação. A principal delas se deu em 2009, quando o Prêmio Samuel Benchimol foi incorporado à outra iniciativa, que também valoriza a inovação: o Prêmio Banco da Amazônia de Empreendedorismo Consciente – tornando-se uma premiação unificada desde então.

Os dois prêmios estimulam, reconhecem e valorizam as empresas e iniciativas de suporte ao desenvolvimento regional que utilizam projetos inovadores no setor econômico e educacional. Consistem em reconhecer a promoção e reflexão das perspectivas econômicas, tecnológicas, ambientais, sociais e de empreendedorismo para o desenvolvimento sustentável da região, assim como o fomento e interação permanente entre diversos setores.

De 2004 a 2016, o Prêmio Samuel Benchimol já somou 2.668 inscrições, sendo 86% distribuídas na Região Norte, enquanto o Prêmio Banco da Amazônia de Empreendedorismo Consciente recebeu 553 inscrições no período de 2009 a 2016.

Em 2017, foram mais de 170 inscrições, distribuídas nas seis categorias que compõem os dois prêmios. As categorias do Prêmio Samuel Benchimol são: Projetos de Natureza Ambiental, Projetos de Natureza Econômico-Tecnológica e Projetos de Natureza Social, além disso, são reconhecidas personalidades que contribuem para o desenvolvimento da região. Já o Prêmio Banco da Amazônia é composto pelas seguintes categorias: Economia Criativa e Economia Verde, “Empresa na Amazônia” e Microempreendimentos na Amazônia, divididas em dois quesitos de reconhecimento: Prêmio Florescer Rural e Prêmio Florescer Urbano. Os dois itens foram as novidades de 2017 e foram criados pelo Banco da Amazônia para destacar a importância do microcrédito na geração de emprego e na inclusão social, além de premiar pequenos empreendedores e suas ideias inovadoras. Assim, utilizou o seu programa de Microcrédito Produtivo Orientado – o Amazônia Florescer – que no ano passado completou uma década de atuação na Região Norte.

O Amazônia Florescer é um programa de ações nas zonas urbana e rural, voltado para conceder microcrédito para mini e pequenos empreendedores, incluindo os informais. Os empreendedores do meio urbano que trabalham por conta própria e os agricultores familiares atendidos pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) que queiram desenvolver seus negócios, mas têm dificuldades de obter empréstimos por falta de garantias reais, podem acessar os créditos do Amazônia Florescer. Nesses dez anos, foram liberados mais de R\$ 470 milhões a pequenos e microempreendedores, principalmente os informais, gerando a inclusão social de mais de 264 mil pessoas que não tinham acesso ao sistema tradicional de crédito.

Esse foi o caso de Rosicléia Bentes, moradora do município de Santarém, ganhadora do Prêmio Florescer Urbano 2017. Ela, que é portadora de atrofia nas pernas, lançou-se aos desafios e superou suas limitações, empreendeu e iniciou trabalhos com costura e bordados. Através do programa Amazônia Florescer do Banco da Amazônia em 2011, Rosicléia comprou material para confeccionar redes e tapetes, conseguiu expandir sua casa para atender sua clientela e aumentar o negócio, e hoje, tem seu próprio ateliê e obtém lucros suficientes para sustentar sua família.

Além de Rosicléia, o programa já atendeu, ao longo de sua existência, a mais de 28 mil empreendedores. É o Banco da Amazônia contribuindo decisivamente para diminuir as desigualdades intra e inter-regionais, por meio da concessão de crédito de forma criteriosa, com sustentabilidade e de acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR).

A instituição reconhece a importância de ações socioambientalmente responsáveis e busca incorporar esses princípios na condução de seus negócios, nos financiamentos e nos projetos que apoia ou desenvolve em parcerias. Busca atender a segmentos da população e setores carentes de crédito, tais como populações indígenas, micro e pequenos empreendedores informais e agricultores familiares, bem como favorece iniciativas que visam a manutenção das florestas através de projetos que contemplem o manejo florestal e o reflorestamento.

O banco atua em 100% dos municípios da Região Norte e é responsável por mais de 63% do crédito de fomento na região. A empresa investe na modernização dos empreendimentos locais para incentivar o comércio de produtos produzidos na Amazônia, auxilia empresas de todos os portes e contribui para ampliar as oportunidades de emprego, renda e valor.

A instituição é consciente da complexidade do contexto em que atua e acredita que o desenvolvimento da região prescinde de distintas abordagens e do investimento dos vários segmentos da sociedade.

O Prêmio Samuel Benchimol, criado há 15 anos pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), e o Prêmio Banco da Amazônia de Empreendedorismo Consciente representam incubadoras de ideias e iniciativas que podem proporcionar a diminuição das distâncias sociais e gerar efetiva inclusão social na Amazônia.

### **Valdecir José de Souza Tose**

Presidente do Banco da Amazônia. Empregado de carreira do Banco da Amazônia. Membro Nato do Conselho de Administração do Banco da Amazônia – Brasil. Especialização em Administração e Estratégia Empresarial pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) - Brasil. Especialização em Direito Tributário pela Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) - Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/7660232380677793>

## FOREWORD

# Awards promote social inclusion in the Amazon

The 15 years of the Smauel Benchimol Award are celebrated. In 2018, Banco da Amazônia is honored to be part of history and a strong partner of the award, that stimulates creative and innovative thinking of researchers and entrepreneurs. In support of solutions for the sustainable development of the Amazon, since its first edition in 2004, based on its expertise on the needs and realities of the region, the Bank supports the Samuel Benchimol Award as a co-sponsor and contributes to the identification of the best projects, integrating the judging committee and financially supporting a few of the winning research.

Over these 15 years, some changes have taken place to strengthen this action. The main one took place in 2009, when the Samuel Benchimol Award was incorporated into the other initiative, which also values innovation: the Banco da Amazônia Award for Conscious Entrepreneurship - becoming a unified award since then.

The two awards encourage, recognize and value regional development support companies and initiatives that use innovative projects in the economic and educational sectors. They recognize the promotion and reflection of the economic, technological, environmental, social and entrepreneurial perspectives for the sustainable development of the region, as well as the promotion and permanent interaction among diverse sectors.

From 2004 to 2016, the Samuel Benchimol Award has already totaled 2,668 submissions, of which 86% are distributed in the North Region, while the Banco da Amazônia Award for Conscious Entrepreneurship received 553 submissions from 2009 to 2016.

In 2017, there were more than 170 submissions, distributed in the six categories that make up the two awards. The categories of the Samuel Benchimol Award are: Environmental Nature Projects, Economic-Technological Nature Projects and Social Nature Projects, in addition, personalities that contribute to the development of the region are acknowledged. The Banco da Amazônia Award is composed of the following categories: Creative Economy and Green Economy, "Company in the Amazon" and Microenterprises in the Amazon, divided into two recognition levels: Rural Prosperity Award and Urban Prosperity Award. The two items were the novelties of 2017 and were created by Banco da Amazônia to highlight the importance of microcredit in employment generation and social inclusion, in addition to rewarding small entrepreneurs and their innovative ideas. Thus, it used its Guided Productive Microcredit Program - the Prosper Amazon - which last year completed a decade of activity in the Northern Region.

The Prosper Amazon is a program of actions in urban and rural areas, geared at granting microcredit to mini and small entrepreneurs, including informal entrepreneurs. Self-employed urban entrepreneurs and family farmers assisted by the National Program for Strengthening Family Farming (Pronaf) who want to develop their businesses, but have difficulty obtaining loans due to lack of real guarantees, can access credits from the Prosper Amazon. During these ten years, more than R\$ 470 million were released to small and microentrepreneurs, mainly the informal ones, generating social inclusion of more than 264 thousand people who did not have access to the traditional credit system.

This was the case of Rosicléia Bentes, a resident of the municipality of Santarém, winner of the Urban Prosperity Award 2017. She, who is a carrier of leg atrophy, threw herself to face the challenges and overcame her limitations, started a business on sewing and embroidery. Through the Prosper Amazon Program of the Banco da Amazônia in 2011, Rosicléia bought material to make nets and carpets, was able to expand her home to serve her clientele and increase the business, and today, has her own atelier and makes enough profits to support her family.

In addition to Rosicléia, the program has, over its lifetime, served more than 28 thousand entrepreneurs. It is the Banco da Amazônia contributing decisively to reduce the intra and interregional inequalities, through the granting of credit in a judicious way, with sustainability and in accordance with the National Policy of Regional Development (PNDR).

The institution recognizes the importance of socially responsible actions and seeks to incorporate these principles in the conduct of its business, in the financing and in the projects that it supports or develops in partnerships. It seeks to serve segments of the population and sectors lacking credit, such as indigenous populations, micro and small informal entrepreneurs and family farmers, and favors initiatives aimed at maintaining forests through projects that address forest management and reforestation.

The bank operates in 100% of the Northern Region municipalities and is responsible for more than 63% of development credit in the region. The company invests in the modernization of the local enterprises to encourage the commerce of products produced in the Amazon, assists companies of all sizes and contributes to increase the opportunities of employment, income and value.

The institution is aware of the complexity of the context in which it operates and believes that the development of the region does not have different approaches and the investment of the various segments of society. The Samuel Benchimol Prize, created 15 years ago by the Ministry of Industry, Foreign Trade and Services (MDIC), and the Banco da Amazônia Award for Conscious Entrepreneurship represent incubators of ideas and initiatives that can reduce social distances and generate effective social inclusion in the Amazon.

**Valdecir José de Souza Tose**

President of Banco da Amazônia. Career employee of Banco da Amazônia. Member of the Board of Directors of Banco da Amazônia - Brazil. Specialization in Business Administration and Strategy from Universidade Luterana do Brasil (Ulbra) - Brazil. Specialization in Tax Law from the Lutheran University of Brazil (Ulbra) - Brazil.

<http://lattes.cnpq.br/7660232380677793>

## PRESENTACIÓN

# Premios fomentan la inclusión social en la Amazonia

Se conmemoran, en 2018, los 15 años de realización del Premio Samuel Benchimol. El Banco de la Amazonia se siente muy honrado en formar parte de la historia y ser fuerte socio de esa premiación, que pretende estimular el pensamiento creativo e innovador de investigadores y emprendedores. En apoyo de soluciones para el desarrollo sostenible de la Amazonía, desde su primera edición, en 2004, en función de la experiencia sobre las necesidades y realidades de la región, el banco apoya al Premio Samuel Benchimol como copatrocinador y colabora en la fase de identificación de los mejores proyectos, integrando la comisión juzgadora y apoyando financieramente algunas investigaciones agraciadas.

A lo largo de estos 15 años, algunos cambios ocurrieron para fortalecer esa acción. La principal de ellas se dio en 2009, cuando el Premio Samuel Benchimol fue incorporado a la otra iniciativa, que también valora la innovación: el Premio Banco de la Amazonía de Emprendedorismo Consciente - convirtiéndose en una premiación unificada desde entonces.

Los dos premios estimulan, reconocen y valoran las empresas e iniciativas de apoyo al desarrollo regional que utilizan proyectos innovadores en el sector económico y educativo. Se trata de reconocer la promoción y reflexión de las perspectivas económicas, tecnológicas, ambientales, sociales y de emprendimiento para el desarrollo sostenible de la región, así como el fomento e interacción permanente entre diversos sectores.

De 2004 a 2016, el Premio Samuel Benchimol ya sumó 2.668 inscripciones, siendo el 86% distribuidas en la Región Norte, mientras que el Premio Banco de la Amazonía de Emprendedorismo Consciente recibió 553 inscripciones en el período de 2009 a 2016.

En 2017, fueron más de 170 inscripciones, distribuidas en las seis categorías que componen los dos premios. Las categorías del Premio Samuel Benchimol son: Proyectos de Naturaleza Ambiental, Proyectos de Naturaleza Económico-Tecnológica y Proyectos de Naturaleza Social, además, son reconocidas personalidades que contribuyen al desarrollo de la región. El Premio Banco da Amazonia está compuesto por las siguientes categorías: Economía Creativa y Economía Verde, "Empresa en la Amazonia" y Micro emprendimientos en la Amazonia, divididas en dos ítems de reconocimiento: Premio Florecer Rural y Premio Florecer Urbano. Los dos elementos fueron las novedades de 2017 y fueron creados por el Banco de la Amazonía para destacar la importancia del microcrédito en la generación de empleo y en la inclusión social, además de premiar pequeños emprendedores y sus ideas innovadoras. Así, utilizó su programa de Microcrédito Productivo Orientado - el Amazonia Florescer - que el año pasado completó una década de actuación en la Región Norte.

El Amazonia Florescer es un programa de acciones en las zonas urbana y rural, orientado a conceder microcrédito para mini y pequeños emprendedores, incluyendo los informales. Los empresarios del medio urbano que trabajan por cuenta propia y los agricultores familiares atendidos por el Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (Pronaf) que quieren desarrollar sus negocios, pero tienen dificultades para obtener préstamos por falta de garantías reales, pueden acceder a los créditos del Amazonas florecer. En estos diez años, se liberaron más de R\$ 470 millones a pequeños y micro emprendedores, principalmente los informales, generando la inclusión social de más de 264 mil personas que no tenían acceso al sistema tradicional de crédito.

Ese fue el caso de Rosicléia Bentes, moradora del municipio de Santarém, ganadora del Premio Florescer Urbano 2017. Ella, que es portadora de atrofia en las piernas, se lanzó a los desafíos y superó sus limitaciones, emprendió e inició trabajos con costura y bordados. A través del programa Amazonia Florecer del Banco de la Amazonía en 2011, Rosicléia compró material para confeccionar redes y alfombras, logró expandir su casa para atender a su clientela y aumentar el negocio, y hoy, tiene su propio taller y obtiene beneficios suficientes para sostener a su familia.

Además de Rosicléia, el programa ya atendió, a lo largo de su existencia, a más de 28 mil emprendedores. Es el Banco de la Amazonia contribuyendo decisivamente para disminuir las desigualdades intra e interregionales, por medio de la concesión de crédito de forma juiciosa, con sustentabilidad y de acuerdo con la Política Nacional de Desarrollo Regional (PNDR).

La institución reconoce la importancia de acciones socioambientalmente responsables y busca incorporar estos principios en la conducción de sus negocios, en las financiaciones y en los proyectos que apoya o desarrolla en alianzas. Se busca atender a segmentos de la población y sectores carentes de crédito, tales como poblaciones indígenas, micro y pequeños emprendedores informales y agricultores familiares, así como favorece iniciativas que apuntan al mantenimiento de los bosques a través de proyectos que contemplan el manejo forestal y la reforestación.

El banco actúa en el 100% de los municipios de la Región Norte y es responsable de más del 63% del crédito de fomento en la región. La empresa invierte en la modernización de los emprendimientos locales para incentivar el comercio de productos producidos en la Amazonia, auxilia empresas de todos los tamaños y contribuye a ampliar las oportunidades de empleo, renta y valor.

La institución es consciente de la complejidad del contexto en que actúa y cree que el desarrollo de la región prescinde de distintos enfoques y de la inversión de los diversos segmentos de la sociedad. El Premio Samuel Benchimol, creado hace 15 años por el Ministerio de Industria, Comercio Exterior y Servicios (MDIC), y el Premio Banco de la Amazonía de Emprendedorismo Consciente, representan incubadoras de ideas e iniciativas que pueden proporcionar la disminución de las distancias sociales y generar efectiva inclusión social en la Amazonia.

### **Valdecir José de Souza Tose**

Presidente del Banco de la Amazonía. Empleado de carrera del Banco de la Amazonia. Miembro Nato del Consejo de Administración del Banco de la Amazonia - Brasil. Especialización en Administración y Estrategia Empresarial por la Universidad Luterana de Brasil (Ulbra) - Brasil. Especialización en Derecho Tributario por la Universidad Luterana de Brasil (Ulbra) - Brasil.  
<http://lattes.cnpq.br/7660232380677793>

# EDITORIAL

A presente edição especial, comemorativa dos 15 anos de instituição da premiação, é dedicada aos ganhadores do **Prêmio Professor Samuel Benchimol** e recebe o título “**Desenvolvimento Regional e Inclusão Social na Amazônia**”.

O maior desafio desta e das futuras gerações é encontrar o equilíbrio entre o desenvolvimento, a inclusão em todas as suas instâncias (social, étnica, digital, deficientes e, etc...), a manutenção dos recursos naturais, o crescimento econômico e a qualidade de vida das pessoas em uma era em que há um excesso de informação, que às vezes leva à desinformação. O desenvolvimento sustentável tem sido tema em diferentes regiões do mundo. É preciso buscar o conhecimento e aprender a administrar os recursos presentes no Planeta Terra de forma sustentável. Muitas vezes, esse conhecimento já está instalado ou pode ser gerado nas diversas regiões; contudo, é preciso reconhecê-lo e difundi-lo. A região amazônica, com todas as suas riquezas naturais (fauna, flora, mineral, etc...), carece de investimentos e de ações que tenham como objetivo promover e reconhecer os variados talentos ali instalados. Nesse sentido, ressaltar-se-á o **Prêmio Professor Samuel Benchimol**.

O professor e pesquisador Samuel Isaac Benchimol nasceu em 1924 em Manaus - Amazonas, sendo professor da Universidade Federal do Amazonas, deixando ao longo de vários anos incontáveis contribuições para a região amazônica. Segundo o Prof. Benchimol, “o mundo amazônico não poderá ficar isolado ou alheio ao desenvolvimento brasileiro e internacional, porém ele terá que se autossustentar em quatro parâmetros e paradigmas fundamentais: o mundo amazônico deve ser economicamente viável, ecologicamente adequado, politicamente equilibrado e socialmente justo.” Após a sua morte (2002), há 16 anos, foi instituído o **Prêmio Professor Samuel Benchimol**, que diverge das demais premiações uma vez que tem como principal objetivo estimular novos pensadores para a região amazônica e o reconhecimento do mérito das excelentes ideias geradas por cidadãos comuns e voltadas para o desenvolvimento sustentável da região.

Assim, a referida premiação não é baseada em currículos, sendo este, portanto, um marcante diferencial – contribui para a promoção do desenvolvimento regional e a inclusão social na região amazônica. Vários cidadãos comuns já foram contemplados com o referido prêmio, desde sua instituição, há 15 anos.

A cada ano, a referida premiação é realizada em um estado que integra a área geográfica da Amazônia Legal: Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, buscando promover a inclusão social por meio da demonstração de seu potencial.

A região amazônica é carente de iniciativas que visem o combate à pobreza e promoção da inclusão. Desse modo, é de suma importância ações que busquem incentivar, identificar e valorizar iniciativas regionais, que detectem e reconheçam o mérito de grandes ideias ligadas ao desenvolvimento regional, impactando diretamente na qualidade de vida da população da região.

Para finalizar, agradeço o convite para redigir o editorial deste número especial, e resalto a importância de se discutir com diferentes segmentos da sociedade para incentivar o desenvolvimento regional e a inclusão social. Convido a todos os leitores da revista *Inclusão Social* para apreciar esta edição especial, a qual reúne vários autores que promovem uma reflexão sobre o desenvolvimento sustentável e a inclusão social na Amazônia.

## **Marcel do Nascimento Botelho**

Reitor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Belém, PA - Brasil (2017 - 2021). Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Belém, PA - Brasil. Doutor em Gestão Educacional pela University of Wolverhampton (UW) – Inglaterra.  
<http://lattes.cnpq.br/2289364621368345>

# EDITORIAL

This special issue, celebrating the 15<sup>th</sup> anniversary of the awards, is dedicated to the winners of the Professor **Samuel Benchimol Award** and it is entitled “**Regional Development and Amazon Social Inclusion**”.

The great challenge of this and future generations is to find the balance between development, inclusion in all its forms (social, ethnic, digital, disabled, etc...), the maintenance of natural resources, economic growth and people's quality of life in an era where there is an excess of information, which sometimes leads to misinformation. Sustainable development has been a theme in different regions of the planet. It is necessary to seek knowledge and learn how to manage the resources of planet earth in a sustainable way. Frequently, this knowledge is already installed or it can be generated in different regions; however, it must be acknowledged and disseminated. The Amazon Region, with all its natural resources (fauna, flora, mineral, etc...), lacks investments and actions that aims to promote and recognize the different talents installed in the region. In this sense, the **Professor Samuel Benchimol Award** is emphasized.

The Professor and Researcher Samuel Isaac Benchimol, was born in 1924 in Manaus - Amazonas, being Professor of the Federal University of Amazonas, leaving for several years countless contributions to the Amazon Region. According to the Prof. Benchimol: - “The Amazonian world cannot be isolated or aliened to Brazilian and international development; however, it will have to be self-sustaining in four fundamental parameters and paradigms: the Amazonian world must be economically viable, ecologically adequate, politically balanced and socially fair”. After his death (2002), sixteen years ago, the **Professor Samuel Benchimol Award** was created, which diverge from other awards since its main objective is to stimulate new thinkers for the Amazon Region and to recognize the merit of great ideas, generated by ordinary citizens and focused on the sustainable development of the Amazon Region.

Therefore, this award is not based on curricula, which is a great differential - it contributes to the promotion of regional development and social inclusion in the Amazon Region. Several ordinary citizens have already been granted with this award since its institution, fifteen years ago. Each year, this award is realized in a different state that integrates the geographical area of the Legal Amazon: Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima and Tocantins, seeking to promote social inclusion by demonstrating its potential.

The Amazon Region is lacking in initiatives that aims to combat poverty and promote inclusion. In this way, it is very important actions that aims to encourage, identify and value regional initiatives, which detect and recognize the merit of great ideas, which are linked to regional development, directly affecting the quality of life of the population of the region. Finally, thanking for the invitation to write this editorial for this special edition and considering the importance of discussing this in different segments of society and also encouraging regional development and social inclusion in the Amazon, I invite all the readers of “*Revista Inclusão Social*” to appreciate this special edition that assembled several authors that promote a reflection on sustainable development and social inclusion in the Amazon.

## **Marcel do Nascimento Botelho**

Dean of the Federal Rural University of Amazonia (UFRA) - Belém, PA - Brazil (2017 - 2021). Professor at the Federal Rural University of Amazonia (UFRA) - Belém, PA - Brazil. PhD in Educational Management from the University of Wolverhampton (UW) - England.  
<http://lattes.cnpq.br/2289364621368345>

# EDITORIAL

Esta edición especial, que celebra el 15º aniversario de la premiación, está dedicada a los ganadores del **Premio Profesor Samuel Benchimol** y recibe el título “**Desarrollo Regional e Inclusión Social en la Amazonía**”.

El gran desafío de esta y de las futuras generaciones es encontrar el equilibrio entre el desarrollo y la inclusión en todas sus formas (sociales, étnicas, digitales, de discapacitados, etc.), el mantenimiento de los recursos naturales, el crecimiento económico y la calidad de vida de las personas, en una era donde hay exceso de información, lo que a veces conduce a la desinformación. El desarrollo sostenible está siendo un tema en diferentes regiones del planeta. Es necesario buscar conocimiento y aprender cómo administrar los recursos del planeta tierra de una manera sostenible. Con frecuencia, este conocimiento ya está instalado o puede generarse en diferentes regiones; sin embargo, debe ser reconocido y difundido. La Región Amazónica, con todos sus recursos naturales (fauna, flora, minerales, etc.), carece de inversión y acciones que tengan como objetivo promover y reconocer los diferentes talentos instalados en la región. En este sentido, se enfatiza la importancia del **Premio Profesor Samuel Benchimol**.

El Profesor e Investigador Samuel Isaac Benchimol, nació en 1924 en Manaus - Amazonas, siendo profesor de la Universidad Federal de Amazonas, dejando durante muchos años innumerables aportes para la Región Amazónica. Según el Prof. Benchimol: “El mundo amazónico no puede aislarse o ser ajeno al desarrollo brasileño o internacional, pero tendrá que ser autosuficiente en cuatro parámetros y paradigmas fundamentales: el mundo amazónico debe ser económicamente viable, ecológicamente adecuado, políticamente equilibrado y socialmente justo”. Después de su muerte (2002), hace dieciséis años, fue instituido el **Premio Profesor Samuel Benchimol**, que se diferencia de otras premiaciones por su objetivo principal ser estimular nuevos pensadores para la Región Amazónica y reconocer el mérito de las grandes ideas generadas por ciudadanos comunes, centradas en el desarrollo sostenible de la Región Amazónica.

Siendo así, el referido premio no está basada en currículos, siendo este su gran diferencial - pues contribuye para la promoción del desarrollo regional y la inclusión social en la Región Amazónica. Varios ciudadanos comunes ya han recibido este galardón desde su creación hace quince años. Cada año, este premio se realiza en un Estado diferente que integra el área geográfica de la Amazonía Legal: Acre, Amazonas, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima y Tocantins, buscando promover la inclusión social por medio de la demostración de su potencial.

La Región Amazónica carece de iniciativas que aspiren al combate de la pobreza y la promoción de la inclusión. De esta forma, es de gran importancia acciones que visan incentivar, identificar y valorar iniciativas regionales, que detectan y reconozcan el mérito de las grandes ideas, que están vinculadas al desarrollo regional, afectando directamente la calidad de vida de la población de la región. Para finalizar, agradeciendo la invitación para escribir el editorial de este número especial y considerando la importancia de debatir en diferentes segmentos de la sociedad y también fomentar el desarrollo regional y la inclusión social en la Amazonía, invito a todos los lectores de la “*Revista Inclusão Social*” a apreciar este número especial que reúne a varios autores que promueven una reflexión sobre el desarrollo sostenible y la inclusión social en la Amazonía.

## **Marcel do Nascimento Botelho**

Rector de la Universidad Federal Rural de la Amazonia (Ufra) - Belém, PA - Brasil (2017-2021). Profesor en la Universidad Federal Rural de la Amazonia (UFRA) - Belém, PA - Brasil. Doctorado en Gestión Educativa de la Universidad de Wolverhampton (UW) - Inglaterra.  
<http://lattes.cnpq.br/2289364621368345>



# **Artigos**

*Articles / Artículos*



# Técnicas alternativas de tratamento de água voltadas para indígenas do Vale do Javari

**Título Original:** Métodos alternativos de tratamento de água aplicados em aldeias indígenas do Vale do Javari.

**Prêmio Benchimol:** 2016, Primeiro Colocado, Categoria Social

## **Adriana Ribeiro Francisco**

Pós-doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP – Brasil. Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP - Brasil. Pesquisadora em qualidade de águas apropriadas para pequenas comunidades, como o uso de filtração lenta, coagulação natural a partir da semente de moringa oleífera e desinfecção solar.

<http://lattes.cnpq.br/3536932445757908>

E-mail: z\_drica@yahoo.com.br

## **José Euclides Stipp Paterniani**

Livre-docência pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) - Campinas, SP - Brasil. Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP) – SP - Brasil. Professor em qualidade da água na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/4516468913453315>

E-mail: pater@feagri.unicamp.br

## **Jaime da Silva Mayuruna**

Graduação em Ciências Políticas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – SP - Brasil. Indígena mayuruna. Tradutor de projetos sociais, debates de política e movimentos indígenas na militância pela causa dos povos indígenas do Vale do Javari, Amazonas.

<http://lattes.cnpq.br/6166014751153202>

E-mail: jaimemayuruna.atn@hotmail.com

## **RESUMO**

A região Amazônica é conhecida por sua abundância em água na superfície terrestre, embora em muitas desses locais a água não esteja própria para consumo humano, em função de apresentar impurezas que impossibilitam o seu uso adequado. No Alto Solimões, por exemplo, a água tem características naturais de turbidez elevada, o que torna necessário o prévio tratamento antes do consumo. Diante disso, indígenas e comunidades ribeirinhas que vivem em torno dessas regiões enfrentam muitas dificuldades para o consumo e uso da água, embora muitas vezes essa seja a única opção para garantir sobrevivência. Existem várias técnicas alternativas de tratamento para pequenas comunidades que vivem em regiões afastadas de grandes centros urbanos, porém, grande parte dessas técnicas difundidas em estudos e trabalhos de pesquisas não são muitas vezes divulgadas e destinadas a atender as necessidades sociais. Em razão disso, este estudo preconiza difundir o uso de tecnologias de tratamento de água testadas em laboratório para atender comunidades indígenas do Vale do Javari. O projeto foi dividido em três etapas: adaptação das técnicas de tratamento para a região; capacitação e treinamento; e aplicação em aldeia indígena. Até o presente momento, encontram-se em desenvolvimento a primeira e a segunda etapas.

**Palavras-chave:** Saneamento rural. Técnicas de tratamento de água. Capacitação social. Qualidade de água. Moringa oleífera.

## **Alternative water treatment techniques targeting Javari Valley indigenous people**

### **ABSTRACT**

*The Amazon region is known for its abundance of water on the earth's surface, although in many of these places water is not good for human consumption because of impurities that make it impossible to use it properly. In regions of the upper Solimões, for example, the water presents natural characteristics of high turbidity, which makes necessary a previous treatment before the consumption. In view of this, indigenous and riverine communities living around these regions present many difficulties for the consumption and use of water, although often this becomes the only option to ensure survival. There are a number of alternative treatment techniques for small communities living in remote areas of large urban centers, but much of these techniques disseminated in studies and research are often not disclosed and designed to meet social needs. As a result, this study refers to the dissemination of the use of laboratory-tested water treatment technologies to serve indigenous communities in the Javari Valley. The project was divided in three stages: adaptation of treatment techniques to the region, training and training and application in indigenous village. To date, the first and second stages are under development.*

**Keywords:** Rural sanitation. Water treatment techniques. Social empowerment. Water quality. Moringa oleifera.

## **Técnicas alternativas de tratamiento de agua de dirigidas a indígenas del Valle Javari**

### **RESUMEN**

*La región del Amazonas es conocida por su abundancia de agua en la superficie de la tierra, aunque en muchos de estos lugares el agua no es buena para el consumo humano debido a las impurezas que hacen imposible su uso adecuado. En las regiones de los Solimões superiores, por ejemplo, el agua presenta características naturales de alta turbidez, lo que hace necesario un tratamiento previo antes del consumo. En vista de esto, las comunidades indígenas y ribereñas que viven alrededor de estas regiones presentan muchas dificultades para el consumo y el uso del agua, aunque a menudo esto se convierte en la única opción para asegurar la supervivencia. Existen varias técnicas de tratamiento alternativas para pequeñas comunidades que viven en áreas remotas de grandes centros urbanos, pero muchas de estas técnicas difundidas en estudios e investigaciones a menudo no se divulgan y están diseñadas para satisfacer las necesidades sociales. Como resultado, este estudio se refiere a la difusión del uso de tecnologías de tratamiento de agua probadas en el laboratorio para servir a las comunidades indígenas en el Valle de Javari. El proyecto se dividió en tres etapas: adaptación de las técnicas de tratamiento a la región, capacitación y capacitación y aplicación en pueblos indígenas. Hasta la fecha, la primera y la segunda etapa están en desarrollo.*

**Palabras clave:** saneamiento rural. Técnicas de tratamiento de aguas. Empoderamiento social. Calidad del agua. Moringa oleífera.

## INTRODUÇÃO

A falta de saneamento básico em muitas regiões do Brasil é algo que ainda está um pouco distante de acabar, ainda mais quando se tratam de regiões isoladas de grandes centros urbanos, aos quais técnicas de tratamento de água e esgotamento sanitários são mais limitadas. O difícil acesso à água tratada em áreas rurais provoca uma série de doenças e contaminação constante devido ao consumo de água não tratada, e por consequência disso, muitas enfermidades de veiculação hídrica fazem parte da rotina diária da população.

Na Amazônia, embora exista abundância de água, ainda se verifica um dos piores índices de investimentos no setor de saneamento, e o acesso à água tratada não é realidade em muitos municípios. No caso de áreas isoladas, como terras indígenas, o acesso à água potável se torna ainda mais limitado (GIATTI, 2007). Os índices de doenças de veiculação hídrica nessas regiões são maiores, e para minimizar essa problemática, a aplicação de tecnologias simples de tratamento de água poderia favorecer a diminuição de tais moléstias, proporcionando o aumento da qualidade de vida nas comunidades.

No município de Atalaia do Norte concentra-se uma das maiores Terras Indígenas (TI) do Brasil, habitada por diferentes etnias, e a maior parte das aldeias enfrenta essas questões cotidianamente, o que reflete no aumento do número de casos de diarreia, diminui a qualidade de vida e o desenvolvimento da população.

Para garantir água de melhor qualidade aos povos indígenas, comunidades ribeirinhas, quilombolas e rurais, técnicas simples de tratamento de água podem minimizar doenças de veiculação hídrica, viabilizando água de qualidade para consumo. Muitas dessas técnicas de tratamento são voltadas a atender exclusivamente essas regiões, e elas podem ser implementados com materiais de baixo custo ou reutilizáveis, além de recursos encontrados na natureza.

Entre os tratamentos alternativos amplamente difundidos encontra-se o uso da semente de *Moringa oleífera*, que atua como coagulante natural no processo de tratamento de água. Trata-se de uma árvore originária do nordeste indiano, e que hoje pode ser encontrada em muitos países em desenvolvimento, devido a seu elevado uso nutricional, medicinal, além de também na melhoria de água (GALLÃO et al., 2006; BORBA, 2001). É resistente a secas, cresce em regiões semiáridas com precipitação anual de 250-1500 mm, como também em regiões úmidas com precipitações anuais acima de 3000 mm; em um ano a árvore já tem capacidade de gerar frutos (GHEBREMICHAEL, 2004).

As sementes de *Moringa oleífera* são utilizadas na clarificação de águas turvas em diversas regiões carentes do Planeta (BORBA, 2001). Arantes et al. (2012) avaliaram diferentes maneiras de processar a semente de *Moringa oleífera* no tratamento de água, desde técnicas mais rudimentares, como a maceração em pilão, como também a trituração em moedor manual e elétrico. Arantes et al. (2015) analisaram diversas aplicações da *Moringa oleífera* no tratamento de água, testando-se até mesmo a aplicação da semente em sachês. Logo, pode-se observar que existem várias formas de aplicar o coagulante natural, o que pode ser difundido para distintas situações e populações.

As possíveis desvantagens devido a não sedimentação dos flocos obtidos pelo uso do coagulante à base de *Moringa oleífera* podem ser reduzidas pelo uso do filtro lento de areia (BELTRÁN-HEREDIA e SÁNCHEZ-MARTIN, 2009). O uso da semente de *Moringa oleífera* em conjunto com sistemas de filtração pode ser uma alternativa eficaz na remoção de microrganismos presentes em águas.

A filtração lenta atua como uma barreira física com escoamento para promover água com qualidade adequada ao consumo, e em locais que não há tratamento em larga escala a filtração lenta pode ser uma opção favorável (VERAS e DI BERNARDO, 2008).

Na utilização dessas duas etapas de tratamento, com a inclusão da desinfecção solar (SODIS, 2018), é possível atender a pequenas comunidades. Em regiões com forte abundância de energia solar, a desinfecção a partir da ação do UV solar pode garantir a inativação de organismos causadores de doenças.

Assim, torna-se favorável adaptar tecnologias alternativas de tratamento de água em regiões sem acesso fácil, como em aldeias indígenas do Vale do Javari, uma vez que minimizam casos de doenças e visam garantir melhora na qualidade de vida da população. Por essa razão, os pesquisadores deste artigo idealizaram um projeto em técnicas de tratamento de água destinado a essa região amazônica, o qual objetivou transmitir à população indígena de aldeias Mayuruna a importância de tratar a água, a partir do uso de tecnologias simples e de baixo custo.

Isso só foi possível a partir da primeira colocação na categoria do Prêmio Samuel Benchimol em 2016, o qual possibilitou o desenvolvimento do projeto social na região. Por essa razão, este artigo visou descrever o surgimento e desenvolvimento do projeto social destinado à aplicação de conhecimento para às populações indígenas Mayuruna do Vale do Javari, no Amazonas, em relação às técnicas alternativas de tratamento de água voltadas a atender pequenas comunidades, além de possibilitar a aplicação de algumas técnicas difundidas por pesquisadores em qualidade de água.

## **METODOLOGIA**

### **DEFINIÇÃO DO PROJETO**

O projeto surgiu a partir de diversas conversas entre participantes do grupo de pesquisa em qualidade da água da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp, a partir de uma crítica destacando que todas as pesquisas desenvolvidas em laboratório para atender regiões sem acesso ao saneamento urbano nem sempre se destinavam diretamente a pequenas comunidades populações sem acesso à água tratada, ficando sempre o projeto de pesquisa restrito às

publicações dentro da comunidade acadêmica, com pouca difusão da aplicação às pessoas junto às quais os estudos eram idealizados.

Não havia um planejamento que possibilitasse pôr em prática, projetos desenvolvidos em universidades para que fossem colocados à disposição da sociedade, a fim de atender às dificuldades relacionadas ao saneamento básico. Pesquisas sanitárias relacionadas ao tratamento de água sempre existiram, a dificuldade é difundi-las. Por essa razão, o projeto foi voltado diretamente a pequenos grupos afastados de regiões urbanas e que não possuem alternativas para consumo de água tratada.

Na seleção do local de aplicação do estudo já existia o foco na Amazônica, na Terra Indígena do Vale do Javari, uma vez que a realidade sanitária já tinha sido observada e vivenciada por pesquisadora que integra o projeto. Por se tratar de uma região que apresenta problemas graves de saúde devido à falta de água tratada, o objetivo foi ajudar os povos indígenas Mayuruna, habitantes dessa TI.

A Terra Indígena do Vale do Javari é considerada a segunda maior do país, com aproximadamente 8,5 milhões de hectares de área de florestas, banhada por rios, na qual vivem diferentes etnias, que incluem índios Matis, Kanamari, Marubo, Mayuruna, Korubo, Kulina, além de diversos povos isolados, contabilizados pela Fundação Nacional do Índio (Funai), conforme Arisi e Milanez (2018).

Conhecendo a realidade dos povos Mayuruna, a pesquisadora observou que além das dificuldades durante as tarefas diárias, também havia limitação pela demanda de água, a qual nem sempre era extraída de rios, e por isso, quando utilizada de outras fontes, como igarapés ou poços não artesianos, apresentava algum tipo de contaminação por bactérias, gerando diversos episódios de diarreias, que eram frequentemente relatados pela população.

Mesmo havendo alternativas de consumo, a água utilizada não passa por qualquer forma de tratamento, tendo como consequência a incidência de diversas doenças, muitas vezes manifestadas por

diarreia, mas que nem sempre eram diagnosticadas. Esse problema hídrico ocorre em praticamente todas as aldeias que compõem a região.

Em visita à comunidade de Flores, uma das aldeias da região, foi possível constatar que a falta de qualidade de água para consumo direto torna-se frequente os casos de diarreia entre crianças e adultos. A partir de uma amostra coletada de duas principais fontes de consumo, os testes físico-químicos e microbiológicos mostraram que as fontes de consumo revelaram problemas nos parâmetros de qualidade da água investigados (tabela 1). Na figura 1 é possível notar visualmente a coleta de amostra de duas fontes mais utilizadas para consumo da comunidade local, sendo água de poço e do igarapé.

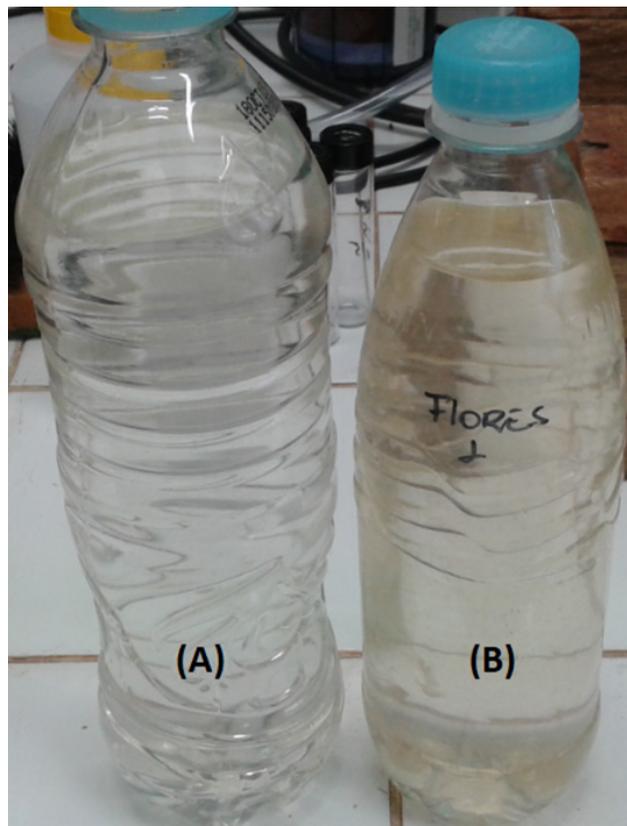
Tabela 1 – Resultados das amostras de água da comunidade Flores

Parâmetros de qualidade de água	Poço	Igarapé	Anexo XX da Portaria de consolidação nº5 do Ministério da Saúde
Turbidez (NTU)	1,13	6,43	1,0 *
Cor (UH)	3	99	15
pH	4,57	5,09	6,0 a 9,0
CE	39,8	9,97	-
E. coli	Presença	Presença	Ausente

\*Valor Máximo Permitido (VMP) para água subterrânea de poço seguida de desinfecção e no caso de água superficial tratada por alternativas de tratamento.

De acordo com os valores dos parâmetros descritos na tabela 1, foi possível notar que as duas fontes de água (figura 1) utilizadas pela comunidade de Flores indicam valores acima do permitido pelo Anexo XX da portaria de consolidação nº 05 do Ministério da Saúde.

Figura 1 – Amostra coletada das duas principais fontes de abastecimento de água da comunidade de Flores (Mayuruna)



Tendo em vista as dificuldades relacionadas ao uso da água observadas na região, bem como a preocupação com a saúde das comunidades indígenas, originou-se a elaboração de um projeto que possibilitasse a conscientização da população indígena local sobre a importância da qualidade da água, apresentar técnicas de tratamento de água apropriadas para atender às condições ambientais de vida nas aldeias, e por fim, projetar algumas técnicas de tratamento alternativo de água apropriadas para a situação local.

Entre as inúmeras dificuldades que englobam a questão da água, a implementação de um projeto a partir do uso de técnicas voltadas para comunidades indígenas representa uma tarefa mais complexa que em áreas rurais comuns.

A região apresenta difícil acesso, o deslocamento é realizado apenas por via fluvial ou aérea. Por essa razão, grande parte do projeto será desenvolvido a partir de reuniões e cursos no município de Atalaia do Norte, o qual abriga muitos indígenas de várias etnias, que se deslocam das aldeias para os mais diversos eventos indígenas, como cursos, reuniões e treinamentos.

## DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

### 1ª ETAPA: LABORATÓRIO

Alguns protótipos e testes para o desenvolvimento de técnicas alternativas de tratamento de água foram desenvolvidos no laboratório de hidráulica da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

Muitos desses estudos foram executados sempre visando empregar técnicas de baixo custo, a partir do uso de materiais de custo acessível ou reutilizáveis. Entre as técnicas mais utilizadas e difundidas encontram-se o uso da coagulação com a semente de *Moringa oleífera*, diferentes técnicas de filtração e desinfecção solar. Em laboratório, foram empregadas variadas maneiras de aplicação da *Moringa oleífera* com objetivo de melhorar a eficiência de tratamento, além de otimizar de maneira mais prática a aplicação do coagulante em água. Nos estudos de filtração, sempre foram difundidas diversas técnicas de filtração, empregando a combinação entre diferentes tipos de filtros operando em série, a partir do uso da pré-filtração, combinada com a filtração lenta, além de testes com vários meios filtrantes. No processo de desinfecção solar (SODIS), a partir da técnica idealizada por pesquisadores da Suíça, foram utilizados materiais e estudos que possibilitassem melhor eficiência e otimização da atuação do UV solar.

A partir do uso dessas principais tecnologias buscou-se obter um estudo mais difundido para aplicação durante o desenvolvimento do projeto com os povos indígenas.

Muitos materiais que são empregados em laboratório não estão presentes no cotidiano de uma comunidade, e por essa razão, muitos desses estudos continuam sendo adaptados para atender às necessidades de tratamento de água condizentes com a realidade local.

Todas as técnicas de tratamento propostas estão sendo testadas em laboratório, entretanto, tendo em vista que nem todos os materiais e recursos existentes em laboratórios são encontrados durante a aplicação em campo, foi necessário realizar algumas adaptações nos experimentos.

A turbidez é um parâmetro de extrema relevância que permite direcionar o tratamento mais apropriado em função de seus valores, e dependendo de valores de turbidez elevado, pode significar a utilização da coagulação durante o processo de tratamento (KATAYON et al., 2006). De acordo com as características da água existentes no local do projeto, a turbidez apresenta valores de aproximadamente 100 NTU, o que significa que para tratamento de água alternativo, pode ser conduzido o processo de coagulação natural a partir do uso da semente de *Moringa oleífera*, seguida de filtração lenta e desinfecção solar.

Como geralmente as comunidades coletam a água para consumo em recipientes, propõe-se utilizar técnicas mais caseiras para tratar água para consumo direto. Entretanto, quando for selecionada a aldeia para sugerir um tratamento específico, será projetado um tratamento, que abrange maiores valores de vazões, possibilitando tratar maiores volumes de água.

Para tratamento simplificado e conduzido de maneira caseira, o uso da coagulação com a semente de *Moringa oleífera* seguido da filtração compacta em garrafa PET e desinfecção solar pode ser uma proposta adaptável para atender à primeira necessidade de tratar a água, e também difundir o processo de aplicação imediata às pequenas comunidades, uma vez que ele possibilita melhorar a qualidade da água, eliminando, por exemplo, elevado grau de turbidez e microorganismos causadores de doença pela água.

Geralmente, em laboratório, o uso da *Moringa oleífera* no tratamento de água é efetuado em condições controladas, como o teor de umidade e armazenamento da semente (KATAYON et al., 2006), quantidade em massa da semente triturada, velocidades de misturas por equipamentos durante o processo de coagulação e floculação. Como em regiões afastadas não há infraestrutura para manter tais condições de controle, tornou-se apropriado conduzir diversas adaptações para que o uso da semente seja realizado e que as etapas de tratamento não sejam comprometidas. Por essa razão, algumas adaptações com a semente foram efetuadas, como triturar a semente manualmente, misturas para coagulação e floculação em garrafas PET.

No primeiro momento foram feitas as adaptações e ensaios para o uso do coagulante *Moringa oleífera* em ensaios com águas turvas preparadas sinteticamente pela adição de bentonita. As sementes foram processadas a partir da maceração e lançadas diretamente em garrafa PET, utilizando água com turbidez em torno de 60 a 70 NTU, preparada sinteticamente pelo uso da bentonita. Utilizaram-se valores abaixo dos encontrados no rio Javari para observar valores mínimos de utilização da *Moringa oleífera* no processo de coagulação. Para observar a coagulação e floculação, foram utilizadas 3, 5 e 8 sementes maceradas e diretamente lançadas em garrafa PET 2 litros, contendo a água turva a ser tratada. Homogeneizou-se manualmente a garrafa por cerca de 30 segundos de mistura rápida e 5 minutos de mistura lenta.

## **2ª ETAPA: REUNIÕES NO MUNICÍPIO DE ATALAIA DO NORTE**

O projeto social está em desenvolvimento no município de Atalaia do Norte, localizado no extremo oeste do Amazonas (latitude: 04° 22' 20" S longitude: 70° 11' 31" W). O espaço é referência por abrigar a segunda maior Terra Indígena do Brasil, o Vale do Javari. Ali são conhecidas etnias como Marubo, Kanamary, Matis, Mayuruna, Korubo e Kulina.

Por obter maiores informações referentes às aldeias do povo Mayuruna até o momento, o projeto está sendo voltado inteiramente para essa etnia, embora, por tratar-se de um projeto de inclusão, não sejam descartadas possibilidades de agregar outras etnias que possam ter interesse nessa iniciativa.

A região central do município de Atalaia do Norte foi definida como o ponto para divulgação do projeto para as comunidades, de maneira que fosse possível estabelecer o maior número de parcerias com organizações indígenas encontradas no local e divulgação do trabalho junto às lideranças indígenas, uma vez que na região mais urbanizada do município concentram-se grupos de lideranças e organizações, o que torna mais viável a interação para executar o projeto.

A divulgação do Prêmio Samuel Benchimol 2016 na Categoria Social foi feita em reunião com os representantes da Organização Geral dos Mayuruna (OGM), durante reunião com eles no município, ocasião na qual se mostram receptivos à ideia.

A proposta inicial de divulgação descrita em projeto seria a capacitação junto aos professores indígenas, entretanto foi observada uma grande dificuldade para reuni-los, pois estavam alocados em diferentes aldeias espalhadas na região.

Por essa razão, houve uma apresentação geral do projeto e capacitação com os indígenas presentes no município, proporcionando a participação de indígenas de outras etnias, além dos Mayuruna.

Para o curso de capacitação, foram previamente preparados materiais necessários para demonstração e alguns testes de qualidade da água do manancial, a fim de apresentar de maneira visual os tratamentos propostos.

O local para ministrar o curso foi possível a partir do apoio da Fundação Nacional do Índio, com sede no município de Atalaia do Norte, na utilização do espaço físico e projetor para ministrar o treinamento para estudantes indígenas e outros indígenas interessados em conhecer a proposta, além de difundir e demonstrar a importância de tratar a água, apontando algumas tecnologias apropriadas para a realidade da região.

O curso teve uma duração de três dias e o objetivo principal foi difundir a luz do conhecimento sobre a importância da qualidade de água para a saúde e o bem-estar de uma população quando há água tratada, as vantagens de evitar o elevado número de doenças de veiculação hídrica que estão relacionadas a água sem tratamento.

Depois foram demonstradas algumas tecnologias de tratamento de água voltadas para a realidade da região, a partir do uso de água coletada do rio Javari, que passa pelo município, o qual apresenta características de turbidez similares às aldeias. Por fim, foram mostrados alguns aparelhos portáteis que contribuem no monitoramento de alguns parâmetros importantes de qualidade de água (figuras 2 e 3).

Figura 2 – Apresentação curso de capacitação



Figura 3 – Treinamento curso de capacitação



### 3ª ETAPA: ALDEIA INDÍGENA MAYURUNA

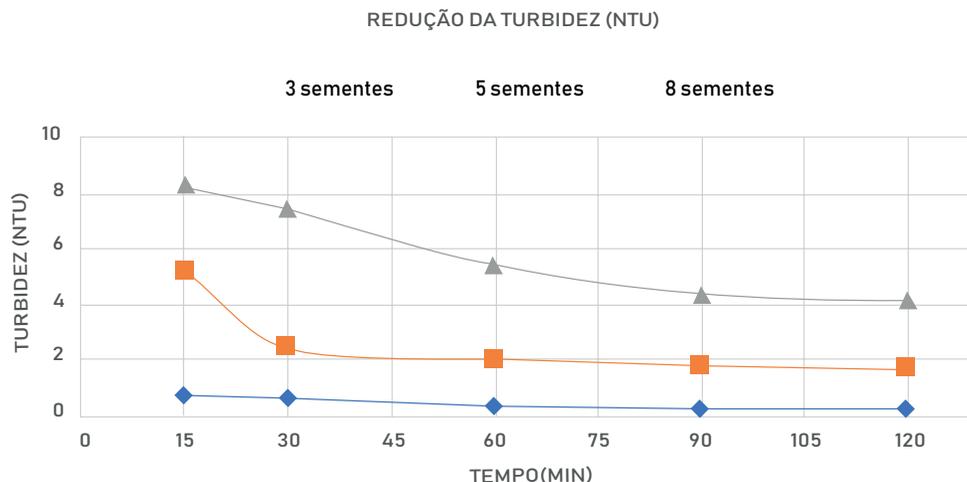
O projeto em prática de técnicas de tratamento de água será desenvolvido em aldeia indígena. Existem diversas aldeias Mayuruna que estão espalhadas pelo Rio Javari e seus afluentes. Ainda não foram selecionadas quais aldeias serão contempladas primeiramente com o desenvolvimento prático do projeto. A proposta inicial será o desenvolvimento de um estudo prévio, o qual abrange as características do local, como especificidades de relevo, disponibilidade hídrica existente e diagnóstico dos problemas e dificuldades diárias em relação ao uso da água. Para isso será feita visita em algumas aldeias para verificar a possibilidade de aplicação do projeto.

## RESULTADOS PRELIMINARES

### 1ª ETAPA: ADAPTAÇÕES EM LABORATÓRIO

Dos ensaios conduzidos com *Moringa oleífera* em laboratório foi possível notar que houve formação de flocos para todas as quantidades aplicadas do coagulante, embora na leitura dos valores de turbidez para verificar a redução dos flocos sedimentados em água tratada fosse possível notar que, empregando 3 sementes maceradas, os valores mostraram eficiência considerável, atingindo cerca de 0,7 NTU após 15 minutos de sedimentação. Na figura 4 é possível observar os detalhes dos ensaios de turbidez no tratamento com a *Moringa oleífera* coagulada diretamente em garrafa PET.

Figura 4 – Redução da turbidez (NTU)



Desta maneira observa-se que se para águas com turbidez variando entre 60 a 70 NTU foi possível observar a formação do floco e consequentemente sedimentação para clarificação da água tratada, considera-se positivo o momento de aplicação com a amostra diretamente coletada do rio Javari. Segundo consta no anexo XX, número 5 do Ministério da Saúde, que determina padrões de qualidade de água para consumo humano, valores de turbidez para tratamento alternativo de água devem estar abaixo de 1NTU. Nos testes conduzidos em laboratório, observaram-se valores de turbidez empregando apenas três sementes de *Moringa oleífera* abaixo dos valores permitidos, e por essa razão, torna-se adequado conduzir a prática observando o comportamento da *Moringa oleífera* em águas do rio Javari.

#### REUNIÕES NO MUNICÍPIO DE ATALAIÁ DO NORTE

O processo de divulgação do Prêmio Samuel Benchimol para os representantes da organização geral dos Mayuruna e indígenas habitantes no município foi um marco de extrema relevância ao projeto, uma vez que se não houvesse uma manifestação positiva dos indígenas, por parte do desenvolvimento do projeto social, não seria possível dar-lhe continuidade, uma vez que, para que ações sejam desenvolvidas, é fundamental a comunidade estar conivente com o desenvolvimento dos trabalhos propostos.

De acordo com Lobo et al. (2013), a aplicação de tecnologias sociais só é possível se a população em questão estiver de acordo com a execução do projeto.

Durante as discussões foi possível perceber a insatisfação dos indígenas com a qualidade da água encontrada nas aldeias, apontando a incidência de episódios de diarreias da população, e as opções de água para consumo sem o devido tratamento. Os indígenas se demonstraram satisfeitos com a proposta e se colocaram à disposição para seu desenvolvimento nas aldeias. As informações dos indígenas de São Gabriel da cachoeira sobre o assunto também foram levantadas por Giatti et al. (2007), e eles também revelaram insatisfação com a falta de saneamento na região.

Durante a capacitação com os indígenas que vivem na cidade ou que estavam por lá na ocasião do curso, foi necessário preliminarmente testar a água do rio Javari aplicando as sementes de *Moringa oleífera* para demonstrar a tratabilidade da água naquela região com o uso do coagulante. Por essa razão foram conduzidos alguns testes com sementes maceradas e lançadas nas amostras de água do rio para observar a eficácia do tratamento. Como não havia condições controladas como em laboratório, os testes foram conduzidos de maneira “grosseira”, apenas para observar se havia ou não a presença de flocos e sedimentação deles para a clarificação da água.

Na figura 5, é possível observar a água antes e após o tratamento com a *Moringa oleífera*. Utilizaram-se 4 sementes para tratar água com turbidez, que variou de 92 a 100 NTU.

Figura 5 – Garrafas de água do rio Javari antes e após o tratamento com *Moringa oleífera*



Obtendo a leitura de turbidez para as amostras do Rio Javari após tratamento de água com a *Moringa oleífera*, encontraram-se valores médios em torno de 1,89 NTU. Esses valores estão um pouco acima dos permitidos no anexo de consolidação XX, número 5 do Ministério da Saúde, em relação aos índices máximos permitidos para tratamentos alternativos de água, no qual consta 1 NTU. Entretanto, o tratamento usando o coagulante à base de *Moringa oleífera*, complementado pela técnica de filtração lenta, pode atingir valores abaixo do permitido em relação à turbidez de água tratada.

## CONCLUSÕES

A partir do prévio desenvolvimento do projeto social para aplicação de técnicas de tratamento de água para aldeias Mayuruna no Vale do Javari (AM), foi possível concluir que diante das dificuldades salientadas, é possível observar que existe a necessidade de implementação de diversos trabalhos sociais na área de saneamento, educação e saúde para populações isoladas, uma vez que tratam-se de indivíduos que estão dispostos a trocar conhecimentos.

Como o prêmio foi agraciado no final do ano de 2016, algumas etapas necessitam de implantação e conclusão para mostrar em outros aspectos os benefícios trazidos a partir do desenvolvimento do projeto. Por essa razão, ainda é preciso a aplicação e observação das etapas posteriores para obter melhores dados em relação às perspectivas atribuídas ao projeto social. Além disso, todos os testes estão ainda em fase de análise para otimização de valores adequados aos parâmetros de qualidade de água, buscando assim maior credibilidade no tratamento voltado às comunidades do Vale do Javari.

---

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos organizadores e idealizadores do Prêmio Samuel Benchimol por possibilitar o desenvolvimento de diversos projetos benéficos à região Amazônica, incluindo projetos de natureza social, proporcionando o desenvolvimento de diversas comunidades habitantes da região.

Agradecemos também ao povo Mayuruna que acolheu o projeto de maneira positiva para que fosse possível o desenvolvimento do mesmo, em prol do benefício e melhorias na qualidade de vida de seu povo.

---

## REFERÊNCIAS

- ARANTES, C.C.; RIBEIRO, T.A.P.; PATERNIANI, J.E.S. Processamento de sementes de Moringa oleifera utilizando-se diferentes equipamentos para obtenção de solução coagulante. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, n. 16, v.6. p. 661-666, 2012.
- ARANTES, C.C. et al. Diferentes formas de aplicação da semente de Moringa oleifera no tratamento de água. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, n. 9, v.3, p. 266-272, 2015.
- ARISI, B.; MILANEZ, F. Isolados e Ilhados: indigenismo e conflitos no Vale do Javari, Amazônia. *Estudos Ibero-Americanos*, n.43, v.1, p. 49-66, 2017.
- BELTRÁN-HEREDIA, J.; SÁNCHEZ-MARTIN, J. Improvement of water treatment pilot plant with Moringa oleifera extract as flocculant agent. *Environmental Technology*, n.30, v.6, p.525-534, 2009.
- BORBA, L. R. *Viabilidade do uso da Moringa oleifera no tratamento simplificado de água para pequenas comunidades*. 2001. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº05, anexo XX, setembro de 2017. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, 2017. <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html)>.04.Ago. 2018.
- GALLÃO, M. I.; DAMASCENO, L. F.; BRITO, E. S. Avaliação química e estrutural da semente de Moringa. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, p.106-109, 2006.
- GIATTI, L.L. et al. Condições sanitárias e socioambientais em Iaurê, área indígena em São Gabriel da Cachoeira, AM. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.12, n.6, p.1711-1723, 2007.
- GHEBREMICHAEL, K. A. *Moringa seed and pumice as alternative natural materials for drinking water treatment*. Sweden: KTH Land and Water Resources Engineering, 2004. 56 p.
- KATAYON, S. et al. EffectsofstorageconditionsofMoringa oleiferaseedson its performance in coagulation. *Bioresource Technology*, v.97, p. 1455-1460, 2006.
- LOBO, M.A.A. et al. Avaliação econômica de tecnologias sociais aplicadas à promoção de saúde: abastecimento de água por sistema Sodis em comunidades ribeirinhas da Amazônia. *Ciência&SaúdeColetiva*, v.18, n. 7, p. 2119-2127, 2013.
- SUIÇA. *Desinfecção Solar*. SODIS. Disponível em:< <https://www.sodis.ch/>>. Acesso em: 06 ago. 2018
- VERAS, L. R. V.; DI BERNARDO, L. Tratamento de água de abastecimento por meio da tecnologia de filtração em múltiplas etapas - FiME. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, n. 1, p. 109-116, 2008.

# Tecnologias para a potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia – aplicação prática em benefício da população

**Título Original:** Tecnologias para a potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia aplicação prática em benefício da população.

**Prêmio Benchimol:** 2014, Primeiro Colocado, Categoria Econômico-Tecnológica

## **Alex Fabiano Ribeiro de Magalhães**

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP – Brasil. Analista de infraestrutura na Secretaria de Assuntos Internacionais do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/4092317078143805>

E-mail: [afrdm@uol.com.br](mailto:afrdm@uol.com.br)

## **RESUMO**

Considerando o baixo atendimento por água potável na Região Norte do Brasil, o desenvolvimento de pesquisas sobre sistemas alternativos de tratamento de água, adaptados à realidade regional, beneficia principalmente os amazônidas que não são atendidos por nenhum sistema de abastecimento. Respeitando as especificidades regionais, o projeto utilizou o resultado do trabalho de quase 6 anos investidos no desenvolvimento de tecnologias para potabilização das águas brancas (como as do Rio Solimões) e pretas (como as do Rio Negro) da Amazônia. Objetivou-se a implantação de duas estações de tratamento de água, a disseminação do conhecimento sobre as tecnologias desenvolvidas e o fomento da discussão sobre seu uso em benefício da população, a partir da disponibilização de água potável para uso doméstico, comercial e industrial. Propôs-se que as estações fossem instaladas em comunidades tradicionais localizadas às margens de rios de águas brancas e pretas e que a disseminação do conhecimento alcançasse profissionais de engenharia e governos locais e estaduais. Os beneficiários diretos seriam as populações abastecidas pelas estações de tratamento e os beneficiários indiretos seriam as populações com potencial de receber outras estações de tratamento a partir da capacitação de profissionais de engenharia e de governos locais e estaduais.

**Palavras-Chave:** Amazônia. Tratamento de água. Abastecimento de água. Rio Negro. Rio Solimões.

## **Amazon's black and white waters' purification technology - practical application for the population's benefit**

### **ABSTRACT**

*Considering the low attendance for drinking water in the Northern Region of Brazil, the development of research on alternative water treatment systems, adapted to the regional reality, benefits mainly Amazonians who are not served by any system of supply. Respecting the regional specificities, the project used the result of the work of almost 6 years invested in the development of technologies for the purification of white waters (such as the Solimões River) and black waters (such as Rio Negro) in the Amazon. The objective was to establish two water treatment plants, to disseminate knowledge about the technologies developed and to promote the discussion about their use for the benefit of the population, through the provision of drinking water for domestic, commercial and industrial use. It was proposed that the stations be installed in traditional communities located on the banks of white and black water rivers and that the dissemination of knowledge would reach engineering professionals and local and state governments. The direct beneficiaries would be the populations supplied by the treatment plants and the indirect beneficiaries would be the populations with potential to receive other treatment plants from the training of engineering professionals and local and state governments.*

**Keywords:** Amazonian. Water treatment. Water supply. Negro River. Solimões River.

## **Tecnologías para la potabilización de las aguas blancas y negras de la Amazonía - aplicación práctica en beneficio de la población**

### **RESUMEN**

*Teniendo en cuenta la escasa asistencia para el agua potable en la región norte de Brasil, el desarrollo de investigaciones sobre sistemas alternativos de tratamiento de agua, adaptados a la realidad regional, beneficia principalmente a los amazónicos a los que no atiende ningún sistema de suministro. Respetando las especificidades regionales, el proyecto utilizó el resultado del trabajo de casi 6 años invertido en el desarrollo de tecnologías para la purificación de aguas blancas (como el río Solimões) y aguas negras (como Río Negro) en el Amazonas. El objetivo era establecer dos plantas de tratamiento de agua, difundir el conocimiento sobre las tecnologías desarrolladas y promover el debate sobre su uso en beneficio de la población, a través del suministro de agua potable para uso doméstico, comercial e industrial. Se propuso que las estaciones se instalen en comunidades tradicionales ubicadas en las orillas de los ríos de aguas blancas y negras y que la difusión del conocimiento llegue a profesionales de la ingeniería y gobiernos locales y estatales. Los beneficiarios directos serían las poblaciones abastecidas por las plantas de tratamiento y los beneficiarios indirectos serían las poblaciones con potencial para recibir otras plantas de tratamiento de la capacitación de profesionales de la ingeniería y gobiernos locales y estatales.*

**Palabras clave:** Amazonia. Tratamiento de aguas. Suministro de agua. Río Negro. Río Solimões.

## INTRODUÇÃO

...Dissemina-se a sensação de que o amazônida é responsável pela manutenção do bem-estar ambiental do planeta. Dele exige-se toda a sorte de sacrifícios para beneficiar o planeta, ainda que isso choque com o seu direito a uma vida materialmente mais confortável. Desse modo, o amazônida, em nome da qualidade planetária, é segregado como intruso em seu próprio território e não tem nenhuma compensação por tal ato de abdicação de si. A região amazônica passa a ser o paraíso e os seres humanos que o habitam estão privados do direito de ter as mesmas necessidades dos demais moradores da Terra... (HANAN e BATALHA, 1999).

Esta citação representa bem o que acontece com parte da população da Amazônia em relação ao tema água, ou seja, apesar da abundância hídrica, a população está sujeita a reduzidos padrões de atendimento por sistemas de abastecimento de água potável, além de existir uma realidade de seca nos rios da região durante o verão amazônico.

Em relação aos baixos índices de abastecimento de água, contribuem para isso vários fatores: (i) a grande variação sazonal dos níveis dos rios da região amazônica, que chega a mais de 16 metros em Manaus-AM, (ii) a extensa distância de algumas cidades em relação à capital do estado, que chega a ser de cerca de 1.570 km entre Manaus-AM e Guajará-AM, além (iii) da vasta extensão territorial dos municípios e (iv) da falta de investimentos no desenvolvimento, implantação, ampliação e operação dos sistemas de abastecimento de água potável. Logo, apesar da abundância hídrica, parte da população da região ainda está sujeita ao consumo de água sem qualquer tipo de tratamento.

Nesse contexto, o desenvolvimento de estudos e de pesquisas aplicadas sobre sistemas alternativos de tratamento de água adaptados à realidade da região amazônica atende a uma demanda por água tratada nos inúmeros municípios e comunidades isoladas e/ou ribeirinhas, as quais, na grande maioria das vezes, não possuem qualquer sistema de abastecimento de água potável. Novos estudos e pesquisas aplicadas também atendem ao Item V do Art. 3º da LDNSB (Lei 11.445/2007) que indica a “adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais” (consulta em 24/08/2018).

Assim, dada a escassez de estudos e pesquisas voltados para o desenvolvimento de tecnologias para a potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia, a pesquisa que serviu de base para o projeto utilizou a tecnologia da Filtração em Múltiplas Etapas (FiME) como base para o desenvolvimento de tecnologias regionalizadas para atendimento das comunidades amazônicas, principalmente, onde a mão de obra qualificada e a logística são um problema para a implantação de estações de tratamento de água convencionais.

## A PESQUISA

A pesquisa aplicada que serviu de referência para o projeto premiado em 2014 teve início em 2005, a partir de amplo levantamento bibliográfico. O levantamento teve como foco o entendimento sobre as características da Bacia Hidrográfica Amazônica e a identificação de possíveis tecnologias de tratamento alternativas que poderiam se adaptar à realidade da região amazônica, no que se refere à potabilização das águas dos inúmeros cursos d'água naturais que cortam a região.

A partir de 2006, deu-se início aos trabalhos de campo, que devido à sua complexidade e à realidade da região, se estenderam até o ano de 2010, quanto se obteve o esperado êxito na obtenção de duas tecnologias específicas para a potabilização das águas brancas e das águas pretas da Amazônia, inovações que foram executadas a partir de duas unidades piloto implantadas às margens do Rio Negro e do Rio Solimões.

Destaca-se, sobretudo, que diferentemente das tecnologias criadas em laboratório ou que utilizem água bruta com características semelhantes, mas produzidas em laboratório, esta pesquisa utilizou unidades piloto implantadas diretamente nas margens de grandes rios da região, estando submetidas às mesmas condições naturais e climáticas das futuras estações de tratamento em escala real que utilizariam as novas tecnologias geradas.

## **ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE A BACIA HIDROGRÁFICA AMAZÔNICA**

De acordo com Cunha (2006), a bacia hidrográfica do Rio Amazonas, diferentemente das bacias hidrográficas dos rios de falhas (depressões originadas pelo afundamento brusco do terreno geológico de modo a criar uma calha que passa a drenar a área), é originada do que restou de um mar, formado por um profundo golfo, encaixado entre o Escudo das Guianas e o Escudo do Brasil Central, sendo fechado a leste pelo Escudo Africano, que na época ainda não havia se separado do continente americano.

Ainda segundo a mesma autora, alguns processos dinâmicos ocorridos na crosta terrestre modificaram esse panorama. Há mais de 100 milhões de anos, houve um levantamento do terreno onde hoje se situa a Bacia Hidrográfica Amazônica e, como consequência, o mar se afastou, à medida que áreas muito baixas se elevaram, a poucos metros acima da superfície oceânica, no fenômeno denominado regressão marinha. O leito primitivo da enorme depressão, elevando-se acima do nível do mar, deixou de constituir um golfo, porém, sendo mais baixo que o restante da superfície terrestre, passou a receber todas as águas de chuvas provenientes da drenagem dessa parte do continente. Nessa condição, o antigo mar interior passou a constituir um verdadeiro e imenso rio correndo na direção do Oceano Pacífico. Em seguida (há menos de 70 milhões de anos), o continente africano se separou do continente americano, encurtando a distância, a leste, até o Oceano Atlântico. Mas só bem mais tarde, há cerca de 12 milhões de anos, a elevação da Cordilheira dos Andes bloqueou a saída do rio para o Pacífico, obrigando-o a fluir em direção contrária, para despejar suas águas no Oceano Atlântico, o que acontece até os dias de hoje.

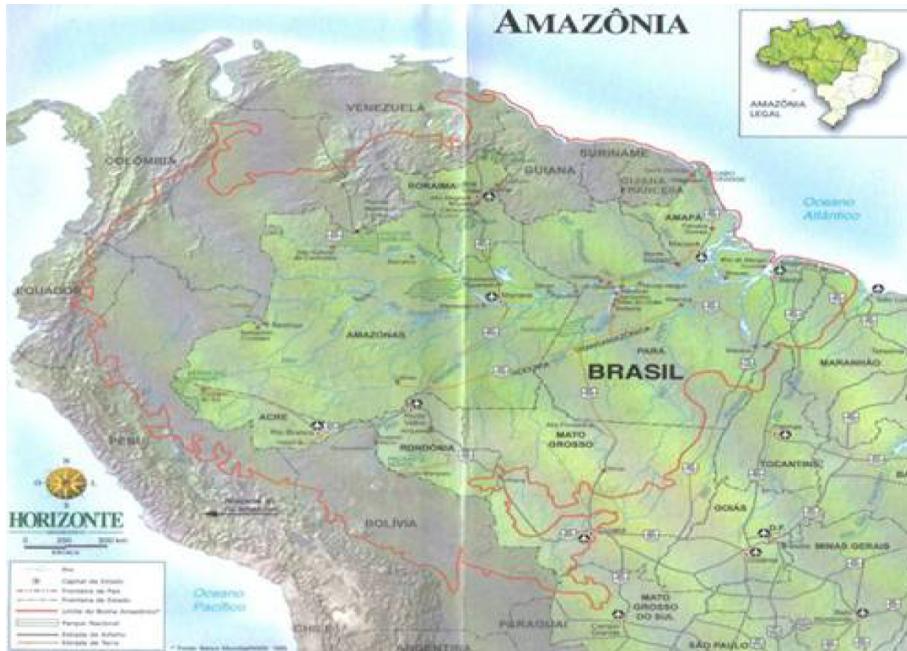
Segundo informações contidas no Plano Nacional de Recursos Hídricos, a atual Bacia Hidrográfica Amazônica, no que cabe ao território brasileiro, apresenta área de 3.843.402 km<sup>2</sup> e a vazão média de longo período estimada para o Rio Amazonas é da ordem de 108.982 m<sup>3</sup>/s (68 % do total do País) (PNRH (2006)).

Na figura 1 é apresentada a delimitação aproximada da Bacia Hidrográfica Amazônica, que abrange áreas de nove países da América do Sul, Brasil, Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. Já em território brasileiro, a região amazônica incorpora áreas territoriais dos estados do Amazonas, Acre, Roraima, Amapá, Pará, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso e Rondônia.

Utilizando informações do Caderno Regional (CR) da Região Hidrográfica (RH) Amazônica, que integra o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH (2006)), são apresentados, a partir da tabela 1, valores relacionados à abundância das águas do Rio Amazonas.

Em relação à qualidade das águas da Bacia Hidrográfica Amazônica, os rios que a compõem apresentam três diferentes características de água bruta, sendo elas as águas claras (ou verdes), as brancas (ou barrentas) e as pretas (ou negras).

Figura 1 – Delimitação aproximada da Bacia Hidrográfica Amazônica



Fonte: Milko (2001).

Tabela 1 – Informações sobre a vazão de água do Rio Amazonas

Local	Área de drenagem (km²)	Vazão (m³/s)	Vazão específica (L/(s.km²))	Rme (Qmáx/Qmín)
Manaus-AM	2.854.300	131.600	46,1	2
Óbidos-PA	4.618.650	168.700	35,5	2
Foz	6.112.000	209.000	34,2	-

Fonte: PNRH (2006).

Ainda de acordo com o mesmo Caderno Regional (CR) (PNRH (2006)), os três tipos de águas superficiais característicos da Região Hidrográfica Amazônica são assim descritos:

- os rios de água clara são, geralmente, transparentes, mas chegando a apresentar coloração esverdeada naqueles de maior profundidade. São originados em terrenos cristalinos, principalmente os Escudos Guianense e Brasileiro, onde o processo erosivo, comparativamente ao existente na região andina e subandina, desfavorece o transporte de grandes massas de material em suspensão;

- os rios de água branca possuem elevada turbidez e carregam grande quantidade de matéria em suspensão, em consequência da intensa erosão, resultante, entre outros fatores, da forte declividade da bacia na porção andina e subandina;
- já os rios de água preta ou negra possuem grande quantidade de ácidos húmicos em suas águas, que são os responsáveis pela sua coloração escura. As propriedades químicas dessas águas são determinadas pelos solos arenosos e pela vegetação característica que nelas floresce, conhecida como campinarana.

Na tabela 2 são apresentadas algumas características dos três tipos de águas típicos da região amazônica.

Tabela 2 – Características típicas das águas da região amazônica

Tipo de água	Rio típico	Origem das águas	Condut. Elétrica (µS/cm)	pH	Carga de MES (mg/L)
Branca	Solimões, Madeira, Juruá e Purus	Andina e Subandina	> 60	6,5 a 7	> 100
Verde	Trombetas, Tapajós e Xingu	Escudos	6 a 5	5 a 6	< 100
Preta	Negro, Uatumã e Urubu	Escudos e solos arenosos	8	4 a 5,5	< 10

Fonte: PNRH (2006).

Para o desenvolvimento da pesquisa aplicada que serviu de referência para a proposta do projeto, não foram analisadas as águas claras (verdes) originadas no Planalto Central, estudando-se, porém, as águas escuras (pretas) e as águas barrentas (brancas) da região amazônica, tanto em função da maior dificuldade do tratamento destas, como também pela proximidade dos rios com essas colorações em relação à cidade de Manaus-AM (onde a pesquisa aplicada foi realizada).

## METODOLOGIA UTILIZADA NA PESQUISA E RESULTADOS OBTIDOS

Segundo Magalhães (2010), para o desenvolvimento da pesquisa aplicada foram construídas duas unidades piloto de tratamento de água, sendo uma delas no município de Manaus-AM, para tratamento das águas do Rio Negro (águas pretas), e outra no município de Careiro da Várzea-AM, para tratamento das águas do Rio Solimões (águas brancas).

As duas unidades piloto de tratamento foram construídas utilizando como base a tecnologia de Filtração em Múltiplas Etapas (FiME), contemplando as etapas de captação, pré-filtração dinâmica, pré-filtração vertical ascendente e filtração lenta, sendo que para o êxito da pesquisa foram identificadas as adaptações e as etapas complementares necessárias à potabilização dos tipos de água estudados.

Nas figuras 2 e 3 são apresentadas as duas Estações de Tratamento de Água (ETA) piloto utilizadas na pesquisa aplicada.

Figura 2 – Configuração final da ETA piloto Rio Negro



Fonte: MAGALHÃES (2010).

Figura 3 – Configuração final da ETA piloto Rio Solimões



Fonte: MAGALHÃES (2010).

Para o tratamento das águas pretas, foi disponibilizada uma tecnologia regionalizada composta das etapas de pré-filtro dinâmico, pré-filtro vertical ascendente em camadas, filtro lento e filtro de carvão ativado.

Já para o tratamento das águas brancas, foi disponibilizada uma tecnologia regionalizada composta das etapas de pré-filtro dinâmico, pré-filtro vertical ascendente em camadas e filtro lento, com adição de solução de coagulante entre a segunda e a terceira etapa.

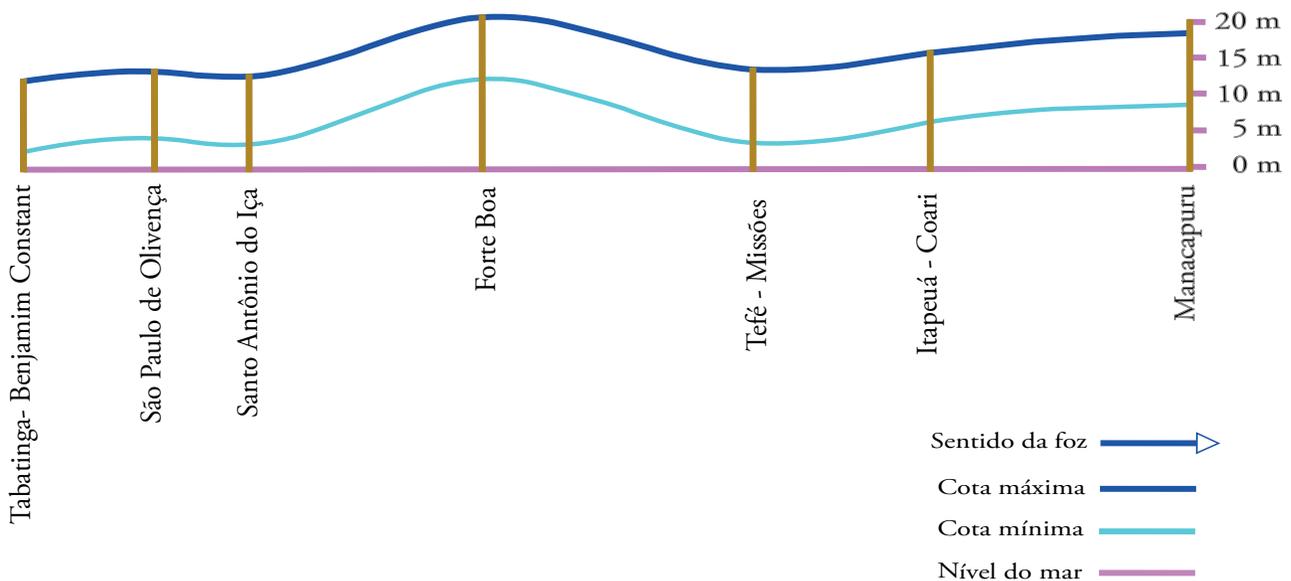
## DESCOBERTAS PARALELAS

Durante a realização da pesquisa aplicada, uma característica típica da região amazônica despertou forte interesse e ao mesmo tempo intensa preocupação como o que pode ocorrer no futuro, que é a grande variação do nível das águas dos rios amazônicos ao longo do seu curso em território brasileiro, cujas cotas altimétricas em determinados trechos são crescentes, ao invés de serem decrescentes.

Como exemplo disso, Magalhães e Jeronimo (2009) apontam algumas características da bacia do Rio Solimões, citando as oscilações do nível da sua cota altimétrica em território brasileiro. Nesse percurso, em direção à sua foz, o Rio Solimões oscila positivamente da cota de 12,41 m em Tabatinga-AM, passando para 21,37 m em Forte Boa-AM, reduzindo-se a 15,74 m em Coari-AM e se elevando novamente a 18,40 m em Manacapuru-AM. As oscilações de nível são mostradas graficamente pelos autores de maneiras diferentes, uma a partir das cotas médias máximas e mínimas acompanhadas entre os anos de 1971 e 2007, e outra a partir das cotas acompanhadas entre 29/03 e 08/04/09 (em datas próximas).

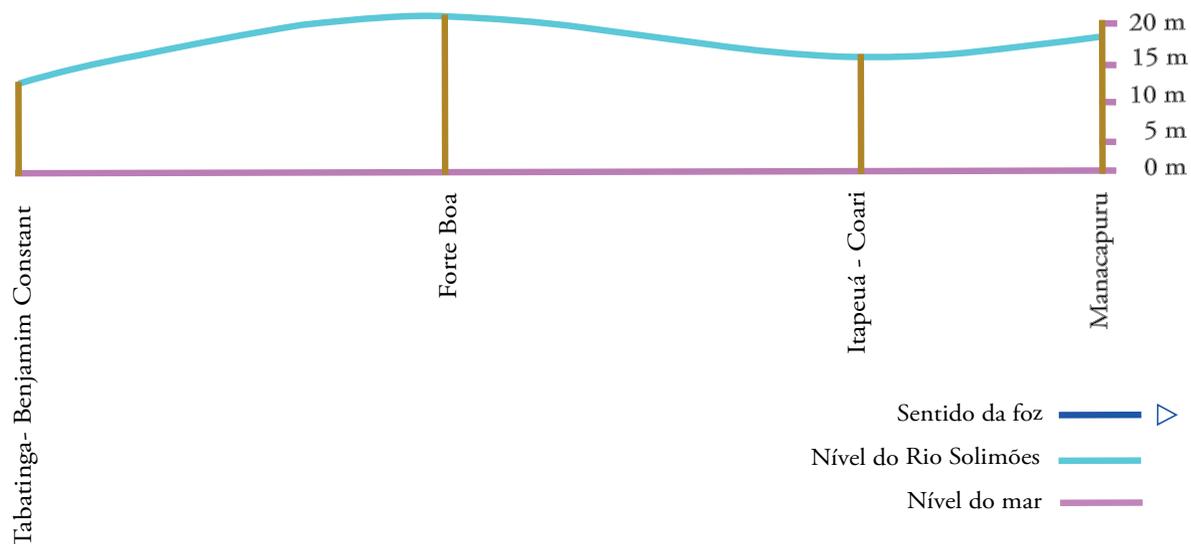
Nas figuras 4 e 5 são apresentados os valores das médias anuais das cotas máximas e mínimas do Rio Solimões e também das cotas em datas próximas ao longo do seu curso em território brasileiro, cujas escalas horizontais e verticais foram ajustadas para se ter uma melhor visualização do efeito das oscilações do nível desse rio em território brasileiro.

Figura 4 – Oscilações do Rio Solimões a partir das médias anuais



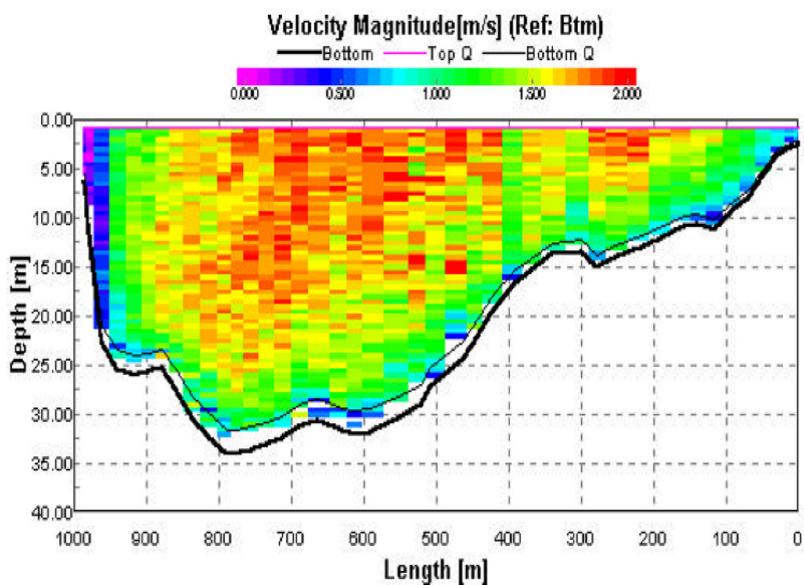
Fonte: Modificado de Magalhães e Jeronimo (2009).

Figura 5 – Oscilações do Rio Solimões a partir de medições simultâneas



Fonte: Modificado de Magalhães e Jeronimo (2009).

Figura 6 – Perfil da calha do Rio Solimões em Tabatinga-AM



Fonte : Hibam (2001).

Ainda em relação ao Rio Solimões, na figura 6 é apresentado, segundo Hibam (2001), o perfil da calha do Rio Solimões em Tabatinga-AM, a partir da qual se pode observar a sua largura e profundidade (em m) e velocidade da água (em m/s). As medições foram realizadas em 18/11/2001 e em 23/11/2001.

A partir do perfil da calha do Rio Solimões, observa-se que a profundidade do rio chega a cerca de 34 m (Hibam, 2001). Destaca-se que a medição ocorreu no mês de novembro de 2001, mês em que a cota altimétrica na superfície chega próximo de sua mínima anual, que acontece em outubro, sendo que esta chega em torno de 2,42 m (MAGALHÃES e JERONIMO, 2009).

Assim, em uma simulação simples, subtraindo-se a cota altimétrica média mínima (2,42 m) da profundidade aproximada do rio (34,00), concluiu-se que a profundidade do Rio Solimões em Tabatinga-AM chega a ficar próximo de 31,58 m abaixo do nível do mar, sendo que isto acontece a cerca de 1.600 km do encontro das suas águas com o Oceano Atlântico.

Como informação complementar, em uma situação extrema, no mesmo local (Tabatinga-AM), em outubro de 2010, na pior vazante já registrada no Rio Solimões, a cota altimétrica do rio chegou a ser de 0,86 m abaixo do nível do mar, isso perto dos mesmos 1.600 km de distância do encontro das suas águas com o oceano (CPRM, 2018).

Lembra-se que tais oscilações positivas e negativas de nível à medida que o rio corre na direção da sua foz, bem como o fato de se ter o talvegue situado abaixo do nível do mar, não são exclusividade do Rio Solimões, acontecendo também com muitos outros rios amazônicos, como o Negro e o próprio Amazonas, por exemplo.

## **POSSÍVEL SALINIZAÇÃO DAS ÁGUAS DA AMAZÔNIA**

A partir das informações levantadas pelo autor, antes, durante e após a pesquisa aplicada, restou uma preocupação sobre o que pode ocorrer no futuro com a Bacia Hidrográfica Amazônica, com enorme impacto em toda a biodiversidade da região e com o que pode ser considerado como uma nova inversão do atual ambiente amazônico.

A preocupação tem início a partir da constatação de que grande parte do Rio Amazonas, bem como de seus principais afluentes, como o Rio Solimões e Rio Negro, possui a cota altimétrica de talvegue situada abaixo do nível do mar. Como já abordado, a cota do talvegue do Rio Solimões em Tabatinga-AM chega a ser de cerca de 31,58 m abaixo do nível do mar, isso a cerca de 1.600 km do Oceano Atlântico.

Soma-se a isso a intensificação do efeito estufa, com o conseqüente aumento da temperatura média do planeta, que tem como dois dos seus efeitos o derretimento das geleiras e a elevação do nível dos oceanos.

O derretimento das geleiras já está em curso e é uma realidade na Cordilheira dos Andes, bem como já há busca por fontes alternativas de água nos países andinos que dependem das geleiras para alimentar seus sistemas de abastecimento de água potável. Também já é de conhecimento público que algumas estações de esqui dos Andes já estão fechadas por mais tempo, devido à redução do volume de neve.

Acontece que o Rio Solimões possui sua nascente formada e alimentada constantemente a partir das águas advindas do derretimento sazonal do gelo da Cordilheira dos Andes. Entretanto, em caso de intensificação do aquecimento global, as geleiras podem diminuir ou até mesmo desaparecer. Neste cenário, a vazão do Rio Solimões e a Rio Amazonas serão diminuídas na mesma proporção.

Considera-se ainda que a intensificação do efeito estufa provocará a elevação do nível dos oceanos, aumentando a massa hídrica que o Rio Amazonas terá que deslocar para manter a atual localização da sua foz.

Essas três situações (cota do talvegue dos rios abaixo do nível do mar, redução da vazão dos rios que nascem na Cordilheira e elevação do nível dos oceanos), atuando de forma conjunta, alterarão o equilíbrio das forças hidrodinâmicas que regulam e determinam o afastamento do mar em relação ao atual território da Bacia Hidrográfica Amazônica. Essa alteração provocará um novo equilíbrio de forças hidrodinâmicas e se apresenta altamente favorável ao avanço do mar sobre o continente.

Assim, com o novo equilíbrio de forças hidrodinâmicas, as águas do Oceano Atlântico avançarão sobre o território da Bacia Hidrográfica Amazônica. Esse avanço pode chegar ao ponto de o mar ocupar todo o volume de água dos rios que hoje se situam abaixo no nível do mar, ou seja, a salinização das águas pode se estender, de acordo com os dados apresentados, a pelo menos 1.600 km continente adentro, chegando até Tabatinga-AM.

Numa eventual ocorrência desse cenário, todos os sistemas de abastecimentos de água implantados ao longo do avanço do mar perderão sua utilidade e terão que ser substituídos, pois eles não estão preparados para tratar o novo tipo de água que prevalecerá, seja ela salina ou salobra.

Lembra-se que o fenômeno do avanço do mar sobre o continente já acontece nos dias de hoje, todavia, provocado por outros motivos (influência da lua sobre as marés), quando o mar avança sobre o continente no fenômeno conhecido como “pororoca”, por exemplo.

O alarmante cenário apresentado foi uma das principais descobertas paralelas da pesquisa aplicada que, desde então, transforma-se em séria fonte de atenção e de preocupação para a sociedade brasileira.

## **O PROJETO**

O projeto premiado em 2014 possui como objetivo a implantação de duas estações de tratamento de água em escala real, bem como a disseminação do conhecimento gerado durante o desenvolvimento das tecnologias a serem utilizadas. O projeto também fomenta a discussão sobre o uso dessas tecnologias em benefício da população, com a disponibilização de água potável para uso doméstico, comercial e industrial.

## **METODOLOGIA**

Uma vez que as tecnologias de potabilização de água já foram desenvolvidas, sugeriu-se que as duas unidades de tratamento previstas fossem projetadas, instaladas e operadas em duas comunidades tradicionais localizadas às margens de rios de águas brancas e pretas. Também se propôs que a disseminação do conhecimento fosse direcionada a profissionais de engenharia e a governos locais e estaduais.

Os projetos das duas unidades de tratamento se utilizariam do resultado da pesquisa realizada durante cerca de 6 anos, de maneira que os resultados alcançados não ficassem armazenados apenas em um trabalho acadêmico, mas que fossem apropriados pela sociedade e utilizados como ferramenta para mudança da realidade da população que vive na Amazônia. Assim, tal população seria atendida com água potável, promovendo as consequentes potencialidades advindas desse atendimento, com ganhos econômicos, sociais e ambientais.

Também foi proposto que a disseminação do conhecimento fosse realizada a partir de eventos de capacitação em todas as capitais dos estados que são banhados pelas águas brancas e pretas da Amazônia. Os eventos de capacitação seriam voltados para que profissionais da área de engenharia passassem a elaborar projetos, implantar, operar e dar manutenção a estações de tratamento de água, com a consequente redução do déficit do abastecimento de água potável na região e consecutivo desenvolvimento social, econômico e ambiental da população.

Previu-se que a execução da proposta tivesse a duração de até 24 meses, quando todas as atividades estariam concluídas.

## RESULTADOS ESPERADOS

O atendimento da população das duas comunidades tradicionais com água potável melhora, substancialmente, a sua realidade social, econômica e ambiental.

Assim, a partir da implantação e da operação das duas estações de tratamento de água, esperava-se grande melhoria na saúde e na qualidade de vida da população dessas comunidades, que passariam a consumir água potável. Também se esperava a agregação de valor e de qualidade em todos os produtos manuseados, beneficiados e/ou fabricados com utilização de água potável. A agregação de valor levaria à geração de mais demanda por esses produtos e à consequente promoção do desenvolvimento regional, contribuindo para a erradicação da pobreza à qual está submetida parte da população da região amazônica. Condição de pobreza incompatível com a abundante riqueza natural e com plena capacidade de transformação de sua realidade.

A partir da disseminação do conhecimento gerado, propôs-se a capacitação de engenheiros e técnicos, que, passariam a elaborar projetos de estações de tratamento de água para atendimento às populações que vivem às margens de mananciais de águas brancas e pretas da região amazônica.

Como benefícios da execução do projeto, havia as seguintes previsões:

- melhoria da saúde e da qualidade de vida da população beneficiada com a construção e operação das duas estações de tratamento de água, com a consequente melhoria dos índices de atendimento da população por abastecimento de água;
- agregação de valor aos produtos manuseados, beneficiados e/ou produzidos com água potável, gerando novas demandas por produtos regionais;

- disseminação do conhecimento sobre as duas novas tecnologias para potabilização das águas dos rios de águas brancas e pretas;
- capacitação de profissionais com o conhecimento sobre as especificidades dos cursos d'água e sobre as tecnologias para potabilização das águas brancas e pretas da Amazônia;
- fomento ao desenvolvimento de novas atividades econômicas na Amazônia, de elaboração de projetos e de construção, operação e manutenção de estações de tratamento de água;
- adequação dos processos de manuseio, beneficiamento e/ou fabricação de produtos a partir do consumo de água potável nas comunidades beneficiadas, com a derrubada de barreiras comerciais e acesso a novos mercados consumidores;
- potencialização das atividades de turismo regional sustentável, a partir da disponibilização de água potável.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a execução do projeto proposto, previu-se a efetivação de parcerias com agentes financiadores e também com instituições coexecutoras interessadas tanto na execução das atividades como na absorção do conhecimento gerado. Como contrapartida para a execução, entretanto, o autor participaria de maneira voluntária.

Essas parcerias, todavia, até o momento não puderam ser efetivadas, por ainda não terem sido identificadas instituições interessadas em realizá-las.

Embora já tenham se passado 4 anos, o projeto ainda continua atual, tendo em vista que a realidade da população amazônica não se alterou, bem como a disponibilidade do autor na execução do projeto.

Segundo o autor, morar na Amazônia é um privilégio que poucos brasileiros já tiveram a oportunidade de vivenciar.

Ainda bem menos brasileiros, todavia, tiveram a privilégio de desfrutar e saborear tudo que a Amazônia oferece e, ao mesmo tempo, de contribuir para o desenvolvimento sustentável de uma população que, muitas vezes, ainda é vista como sendo um intruso em seu próprio território, sem o direito a uma vida materialmente mais confortável e sem o direito de ter as mesmas necessidades dos demais moradores da Terra (adaptado de HANAN e BATALHA (1999).

Assim, sinto-me um privilegiado por ter vivido na Amazônia, por ter me dedicado à Amazônia e, principalmente, por ter me dedicado a desenvolver soluções para equacionar os problemas da população amazônica.

Sou ainda mais privilegiado pois, em fazendo tudo isto, tive meu trabalho reconhecido com a conquista do Prêmio Samuel Benchimol em dois momentos, sendo que, em 2014, o prêmio reconheceu um esforço inédito de cerca de 6 anos. Nesse período, dediquei-me inteiramente em benefício do bem-estar do homem da floresta. Com isso, ainda mais que uma evolução profissional, a conquista do Prêmio Samuel Benchimol representa uma evolução pessoal... da dimensão da Amazônia... e isto... nada é capaz de destruir...

---

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (Fucapi), ao Banco da Amazônia e ao Fundo de Investimento da Amazônia, por terem proporcionado e patrocinado a pesquisa aplicada que inspirou a proposta deste projeto. Também agradeço à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, por ter proporcionado o conhecimento e a orientação necessários à realização da pesquisa aplicada.

Agradeço principalmente a Deus e a todos os integrantes da minha família, que são os principais responsáveis pela formação de meu caráter e inspiradores do meu esforço em busca do meu desenvolvimento pessoal e profissional. Em especial, agradeço à minha mãe, Adélia, à minha esposa, Cristina, à minha filha Ana e a meu filho Caio, aos quais dedico cada novo dia da minha vida.

---

## REFERÊNCIAS

- CUNHA, H. B. da; PASCOALOTO, D. *Hidroquímica dos Rios da Amazônia*. Manaus: Centro Cultural dos Povos da Amazônia, 2006.
- CPRM. *Monitoramento Hidrológico* - Boletim de Acompanhamento Nº 01, de 12/01/2018. 2018.
- HANAN, S. A., BATALHA, B. H. L. *Amazônia: Contradições no paraíso ecológico*. São Paulo: Cultura Editores Associados Ltda., 1999. 265p.
- HIBAM. *Relatório da Campanha Solimões-Amazonas Nov-Dez/2001*. Programa Hidrologia e Geoquímica da Bacia Amazônica. Convênio CNPq/IRD, Acordo de Cooperação Técnica Brasil/França. 2001.
- MAGALHÃES, A. F. R. *Desenvolvimento de tecnologias de tratamento de águas brancas e pretas da Região Amazônica para consumo humano*. 2010. Tese (Doutorado) – Programa em Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.
- MAGALHÃES, A. F. R. de; JERONIMO, C. M. *Oscilação do nível das águas do Rio Solimões ao longo de seu curso em território brasileiro: seus autos e baixos*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25., 2009b, Recife. *Anais...* Recife: ABES, 2009b.
- MILKO, P. *Guias Philips Amazônia Brasil*. São Paulo: Editora Maíra Rocha, 2001.
- PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH). *Região Hidrográfica Amazônica*. Disponível em: < <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 14 out. 2006.
- PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (PNRH). *Caderno Regional da Região Hidrográfica Amazônica*. Disponível em: < <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 14 out. 2006.

# Manejo e plantio de bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.): a experiência no manejo e domesticação de um recurso da biodiversidade amazônica

**Título Original:** Desenvolvimento da Agricultura Peri-urbana com Qualidade de Vida na Região Metropolitana de Belém

**Prêmio Benchimol:** 2010, Primeiro colocado, Categoria Econômico-tecnológica.

## **Alfredo Kingo Oyama Homma**

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa, MG -Brasil.

Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental - Belém, PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1026511676619526>

E-mail: [alfredo.homma@embrapa.br](mailto:alfredo.homma@embrapa.br)

## **Antônio José Elias Amorim de Menezes**

Doutor em Sistemas de Produção Agrícola Familiar pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) - Pelotas, RS - Brasil. Analista de pesquisa da Embrapa Amazônia Oriental - Brasília, DF - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6850518912473618>

E-mail: [antonio.menezes@embrapa.br](mailto:antonio.menezes@embrapa.br)

## **José Edmar Urano de Carvalho**

Mestre em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) - Jaboticabal, SP - Brasil. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental - Belém, PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/9863515446766167>

E-mail: [jose.urano-carvalho@embrapa.br](mailto:jose.urano-carvalho@embrapa.br)

## **Grimoaldo Bandeira de Matos**

Mestre em Agriculturas Amazônicas pela Universidade Federal do Pará (UFPA) - Belém, PA - Brasil.

Assistente de pesquisa da Embrapa Amazônia Oriental - Belém, PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6911258754973906>

E-mail: [grimoaldo.matos@embrapa.br](mailto:grimoaldo.matos@embrapa.br)

## **RESUMO**

O texto comenta o avanço do conhecimento sobre o extrativismo, o manejo e o plantio de bacurizeiros no Estado do Pará e os principais desafios tecnológicos que se apresentam visando ao aumento da oferta desta fruta. O longo tempo para a entrada em produção comercial, o desconhecimento quanto à polinização cruzada que conduz a bacurizeiros improdutivos através do manejo, a competição com “roçados” de pequenos produtores, a dificuldade ao acesso à energia elétrica e do despoldamento mecânico tem sido causas da reduzida expansão das áreas manejadas e dos plantios. Com o crescimento do mercado, está ocorrendo o interesse dos pequenos produtores no manejo de bacurizeiros, e do plantio, por médios produtores. A nova legislação brasileira de acesso aos recursos genéticos está prejudicando a pesquisa com bacurizeiros. O Novo Código Florestal pode ser um estímulo para médios e grandes produtores para utilizar o bacurizeiro para recuperar o passivo ambiental com possibilidade de gerar renda e por ser uma planta que se adapta a solos de baixa fertilidade e com déficit hídrico depois de implantado.

**Palavras chave:** Bacuri. *Platonia insignis*. Biodiversidade. Manejo. Domesticação.

## **Management and planting of bacuri trees (*Platonia insignis* Mart.): the domestication and management experience of an amazonian biodiversity resource**

### **ABSTRACT**

*The text comments on the advancement of knowledge about extractivism, management and planting of bacuri trees in the State of Pará and the main technological challenges presented in order to increase the supply of this fruit. The long time to enter commercial production, lack of knowledge about cross pollination that leads to unproductive bacuri trees through management, competition with subsistence production of small farmers, limited access to electricity and mechanical pulping have been the causes of the reduced expansion of managed areas as well as of the plantations. The growth of the market is increasing the interest of small producers in the management of bacuri trees and the planting by medium producers. The new Brazilian legislation on access to genetic resources is hampering research with bacuri trees. The New Forest Code can be a stimulus for medium and large producers to use bacuri trees to recover environmental liabilities with the possibility of generating income and for being a plant that adapts to soils of low fertility and with water deficit after implantation.*

**Keywords:** Bacuri. *Platonia insignis*. Biodiversity. Management. Domestication.

## **Manejo y plantación de árboles de bacuri (*Platonia insignis* Mart.): la experiencia en el manejo y la domesticación de un recurso de biodiversidad del amazonas**

### **RESUMEN**

*El texto comenta sobre el avance del conocimiento sobre extractivismo, manejo y plantación de árboles de bacuri en el Estado de Pará y los principales desafíos tecnológicos presentados para aumentar la oferta de esta fruta. El largo tiempo para ingresar a la producción comercial, la falta de conocimiento sobre la polinización cruzada que conduce a bacuri improductivos a través de la gestión, la competencia con la producción de subsistencia de los pequeños agricultores, el acceso limitado a la electricidad y la fabricación de pulpa mecánica han sido las causas de la expansión reducida de las áreas manejadas como así como de las plantaciones. El crecimiento del mercado está incrementando el interés de los pequeños productores en el manejo de los árboles de bacuri y en la siembra de los productores medianos. La nueva legislación brasileña sobre acceso a recursos genéticos está obstaculizando la investigación con árboles de bacuri. El Nuevo Código Forestal puede ser un estímulo para que los productores medianos y grandes utilicen árboles de bacuri para recuperar las responsabilidades ambientales con la posibilidad de generar ingresos y para ser una planta que se adapta a los suelos de baja fertilidad y con déficit de agua después de la implantación.*

**Palabras clave:** Bacuri. *Platonia insignis*. Biodiversidad. Administración. Domesticación.

## INTRODUÇÃO

O bacuri é uma das frutas mais populares da região amazônica e do nordeste ocidental (CAVALCANTE, 2010; DANIEL, 2004). Essa fruta, pouco maior que uma laranja, contém polpa agridoce, rica em vitamina C, Ca, K, Mg, Fe, Zn e Cu e proteínas, que é consumida diretamente ou utilizada na produção de sorvetes, sucos, doces, geleias e licores. A casca também é aproveitada na culinária regional e o óleo extraído de suas sementes é usado como anti-inflamatório e cicatrizante na medicina popular e na indústria de cosméticos (SHANLEY et al., 2016). O bacurizeiro (*Platonia insignis* Mart. Clusiaceae) pode atingir mais de 30 metros de altura, com tronco de até 2 metros de diâmetro nos indivíduos mais desenvolvidos. A madeira de coloração bege-amarelada foi muito utilizada no passado para construção de embarcações e para assoalhos e forros. Essa árvore ocorre naturalmente desde o arquipélago de Marajó, na foz do rio Amazonas, até o Piauí, seguindo a costa do Pará e do Maranhão (MATOS et al., 2009) (figura 1).

Figura 1 – Fruto de bacuri cortado mostrando a polpa



Foto: Antônio José Elias Amorim de Menezes.

Os coletores de frutas são pequenos produtores que desenvolvem atividades de roça, pesca artesanal, atividades não agrícolas e com forte dependência de transferências governamentais (Bolsa Família, aposentadorias, Bolsa Verde, seguro defeso, etc.).

Na área de estudo do Projeto Bacuri existe uma Reserva Extrativista, 16 Reservas Extrativistas Marinhas e duas Reservas de Desenvolvimento Sustentado (federal e estadual), podendo ser caracterizadas como populações tradicionais, extrativistas e quilombolas em desagregação, com séria dependência de auxílios governamentais, sem apoio dos órgãos correlatos e do crescimento populacional. Essas comunidades são antigos povoados instalados desde o século XVI e de migrantes nordestinos que se estabeleceram no ciclo da borracha, que passaram a se dedicar à agricultura de subsistência e à pesca. Ao longo dos quatro séculos de ocupação, ocorreu contínuo processo de derrubadas de florestas para roçados, extração de lenha e madeira e a formação de vegetação secundária, nos quais os bacurizeiros foram sendo abatidos. O objetivo do projeto não é manter os coletores/produtores no sistema tradicional com baixa produtividade, mas procurando a profissionalização, mediante treinamentos e introdução de novas tecnologias.

O bacurizeiro é uma das poucas espécies arbóreas amazônica de grande porte que apresenta estratégias de reprodução sexuada (sementes) e assexuada (brotações oriundas de raízes). No último caso, um tipo de reprodução que proporciona clonagem das plantas (CARVALHO, 2007). Esse fenômeno é semelhante ao que ocorre com *Populus tremuloides*, vulgarmente conhecido como choupos tremedores, que em uma colônia clonal no Estado de Utah, Estados Unidos, ocupa 43 ha, com peso estimado de mais de 6 mil toneladas, que a converte no organismo vivo mais pesado da Terra, com 40 mil troncos, cujas raízes vêm se reproduzindo ao longo de 80 mil anos e cujo vigor na reprodução está despertando o interesse dos cientistas (QUAL..., 2014). Espera-se que esse comportamento similar atraia a atenção para os bacurizais nativos, em áreas de vegetação natural (figura 2).

Figura 2 – Bacurizeiro nativo como ocorria no passado, que teve larga utilização como madeira



Foto: Antônio José Elias Amorim de Menezes.

Nas antigas áreas de ocorrência de bacurizais verifica-se o rebrotamento dessa espécie arbórea, alcançando até 40 mil plantas/ha, como se fosse uma planta daninha (MEDINA & FERREIRA, 2004). O controle desses rebentos que nascem espontaneamente, mediante o manejo, que envolve o controle do mato, o desbaste de bacurizeiros permite a formação de pomares de bacurizeiros nas áreas degradadas das Mesorregiões do Nordeste Paraense e Marajó, com reduzida opção para outras culturas (MEDINA & FERREIRA, 2004; SHANLEY et al., 1998). Esse aspecto constitui importante alternativa para promover a recuperação de áreas degradadas e para recompor Áreas de Reserva Legal (ARLs) e de Preservação Permanente (APPs), através de seu manejo ou efetuando plantios atendendo às normas do Novo Código Florestal (Lei 12.651, 25/05/2012).

A produção atual de polpa de bacuri tem origem basicamente na coleta dos frutos de árvores originais ou de regeneração natural que escaparam da expansão de povoados, do avanço da agricultura, da pecuária e da extração madeireira nas Mesorregiões do Nordeste Paraense e Marajó e do Maranhão, nos últimos quatro séculos (HOMMA et al., 2010a).

O mercado de frutas amazônicas tinha, até o final da década de 1980, consumo local e restrito ao período da safra, mas a exposição da região aos meios de comunicação, no país e no exterior, sobretudo após o assassinato de Chico Mendes (1944-1988), chamou a atenção para esses produtos. O aumento da procura pela polpa de bacuri elevou seu valor (o preço por quilo era R\$ 10,00 em 2005 e, atualmente (2018), alcançou R\$ 50,00 a R\$ 60,00/kg nos supermercados de Belém, mas a produção extrativa e manejada não tem condições de atender sequer o mercado local. A pressão de demanda teve reflexos nas áreas de ocorrência, induzindo o manejo dos rebrotamentos e o estabelecimento dos primeiros plantios pelos colonos nipo-paraenses de Tomé-Açu, Pará.

A proposta de manejo de rebrotamento de bacurizeiros financiada pelo Banco da Amazônia S/A decorreu de ser um dos nove trabalhos premiados, no dia 26/11/2004, em Manaus, do I Prêmio Prof. Samuel Benchimol 2004, patrocinado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior/Secretaria de Tecnologia Industrial. Em 2013, foi selecionada entre as 30 Tecnologias Sociais Finalistas do 7º Prêmio Tecnologia Social da Fundação Banco do Brasil, entre 1.011 inscritas.

As pesquisas sobre o manejo de bacurizeiro tiveram o apoio inicial do extinto Fundo Estadual de Apoio a Pesquisa Científica e Tecnológica (Funtec) da antiga Secretaria Especial de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (2004 a 2007). Posteriormente ocorreu a colaboração do Programa Piloto para Proteção de Florestas Tropicais do Brasil (PPG 7) (2005 a 2008), do Banco da Amazônia (a partir de 2006 até 2015) e da Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas (Fapespa) no período de 2014 a 2019. A contribuição do CNPq apoiando a Bolsa de Produtividade e no Auxílio de Bancada foi significativa no período de 2005 até 2019.

## O MANEJO E PLANTIO DE BACURIZEIRO

O manejo consiste em privilegiar as brotações mais vigorosas que nascem nos roçados abandonados. Os agricultores efetuam esse manejo deixando os bacurizeiros em espaçamento aleatório que varia de 4m a 8 m. Os tratos culturais posteriores referem-se apenas a roçagens para evitar a competição do mato. Esses tratos são efetuados durante os primeiros anos de crescimento dos bacurizeiros e, quando adultos, para facilitar a coleta dos frutos. A primeira produção de frutos ocorre entre 5 e 7 anos após o início do manejo. Nas áreas manejadas são necessários cuidados para prevenir a entrada de labaredas provenientes de queimadas efetuadas em áreas próximas, pois a planta é bastante sensível ao fogo (HOMMA et al., 2010a; HOMMA et al., 2010b).

A notável capacidade de reprodução dessa espécie por brotos oriundos de raízes pode determinar, por exemplo, que a área de um hectare seja colonizada por brotações de um só bacurizeiro. Nessa situação, as plantas não apresentam variação genética, pois são originadas do mesmo indivíduo. Essa particularidade constitui fator negativo para o manejo, pois o bacurizeiro é espécie geneticamente autoincompatível, ou seja, não ocorre fecundação de óvulos quando as flores são polinizadas com o próprio pólen ou com pólen de outras flores da mesma planta (MAUÉS et al. 1996) ou, ainda, de plantas diferentes de um mesmo clone. Em outras palavras: não há conversão de flores em frutos quando a fonte de pólen é do mesmo genótipo da flor receptora (CARVALHO & NASCIMENTO, 2018) (figura 3).

Figura 3 – Rebrotamento de bacurizeiro sendo preparado para o manejo



Foto: Antônio José Elias Amorim de Menezes.

Uma estratégia recomendada para assegurar a variabilidade genética em bacurizais manejados consiste em plantar diferentes clones na mesma área, o que pode ser feito enxertando-se algumas plantas presentes na área ou mesmo plantando mudas enxertadas. A enxertia, não obstante ser prática consagrada na fruticultura há bastante tempo, não é dominada pela quase totalidade dos produtores. Para contornar esse problema, são realizadas práticas de enxertia em todos os cursos de manejo realizados, que são rapidamente dominadas até pelos pequenos produtores.

O crescimento do mercado de polpa de bacuri está induzindo, também, o plantio com plantas oriundas de sementes. Plantas assim propagadas levam, em média, 10 anos para produzir os primeiros frutos, porém crescem mais rápido que as plantas oriundas do manejo e apresentam, na idade adulta, tronco retilíneo, com possibilidade de aproveitamento madeireiro. Com a adoção da enxertia por garfagem ou borbullhia que são efetuadas nos plantios definitivos, não há possibilidade de aproveitamento madeireiro. Entretanto são mais precoces, começam a produzir com idade entre 4 e 5 anos, sendo importante efetuar a escolha dos clones, com frutos de qualidade superior, em particular no que concerne ao rendimento percentual da polpa, que deve ser no mínimo de 18%.

Os resultados da adoção podem ser visualizados pela estimativa de 300 pequenos produtores que já estão utilizando as práticas de manejo preconizadas pela Embrapa Amazônia Oriental, com área total de 200 ha nas Mesorregiões do Nordeste Paraense e Marajó, sobretudo nos municípios de Maracanã, Bragança e Augusto Corrêa (MENEZES & HOMMA, 2014; HOMMA et al., 2007; HOMMA et al., 2013; RODRIGUES, 2018).

Nos últimos 11 anos de atuação do projeto (2006 a 05/2018), foram realizados 52 cursos de manejo de rebrotamento de bacurizeiros para 1.478 produtores e técnicos nos municípios de Abaetetuba, Acará, Augusto Corrêa, Barcarena, Belém, Bragança, Capitão Poço, Castanhal, Curuçá, Irituia, Magalhães Barata, Maracanã, Marapanim, Salinópolis, Santarém Novo, São João da Ponta, São João de Pirabas, Tracuateua e Viseu na Mesorregião Nordeste Paraense e Cachoeira Arari, Chaves, Limoeiro de Ajuru, Portel, Salvaterra, São Sebastião de Boa Vista na Mesorregião Marajó. Em muitos municípios nos quais não foram realizados cursos de treinamento, os resultados têm sido atingidos indiretamente porque os produtores já estão adotando práticas de manejo nas comunidades.

Quanto aos primeiros plantios, eles foram realizados no Campo Experimental da Embrapa em Tomé-Açu, consistindo em banco de germoplasma, em 1990. No município de Acará, o agricultor Shigeru Yokokura foi o primeiro a efetuar um plantio de 200 bacurizeiros pé franco em sua propriedade, em 1996, com sementes diretamente na cova, em área de antigo pimental. No município de Tomé-Açu, o agricultor Kunio Matsunaga foi o primeiro a plantar 800 bacurizeiros enxertados através de mudas, em Sistemas Agrofloretais para a Produção Sustentável (SAFs) com pimenta-do-reino, cacaueteiro e mogno africano, em março de 2002. O seu vizinho Francisco Araújo do Nascimento efetuou o plantio de 600 bacurizeiros enxertados em 2003.

Em 2012, foi implantado no município de Aurora do Pará um plantio de 55 ha com mais de 5 mil bacurizeiros enxertados (NOVIDADE ..., 2017). No município de Altamira, o projeto já efetuou duas doações de sementes de bacurizeiros a partir de 2012. São experiências que precisam ser acompanhadas para analisar o desenvolvimento vegetativo, o comportamento das enxertias, floração e frutificação, pois, pelo fato de ainda ser um estágio preliminar de domesticação, ocorrem muitas surpresas (figura 4).

Figura 4 – Bacurizeiro enxertado em plena frutificação, com baixa estatura e reduzido porte



Foto: Antônio José Elias Amorim de Menezes.

## DESAFIOS COM O MANEJO E PLANTIO

A valorização da polpa da fruta representará forte estímulo para os produtores ficarem interessados no manejo e no plantio do bacurizeiro. A plena implementação do Novo Código Florestal (Lei 12.651, 25/05/2012), pelas características do bacurizeiro ser uma planta pouco exigente em tratamentos culturais e suportar períodos secos, pode ser uma maneira de compensar o passivo ambiental das áreas não aproveitáveis para agricultura, obtendo renda em médio e longo prazo.

A domesticação do bacurizeiro está em fase preliminar, se comparada com outras plantas como a laranjeira, a macieira, a mangueira, entre outras. É importante que a sociedade reconheça a necessidade de maiores investimentos visando à domesticação de espécies da biodiversidade amazônica de plantas com potencial de mercado que apresentam conflito entre a oferta e a demanda. Para os produtos que têm uma demanda elástica, as probabilidades para o manejo e o plantio são maiores (HOMMA, 2014; HOMMA, 2018).

A criação da Reserva Marinha Mãe Grande Curuçá, com 36.678,24 ha (13/12/2002), constituiu impedimento legal definitivo para a instalação do Terminal Marítimo de Espadarte, cuja área foi adquirida pela Companhia Vale, em 2006, e anulada em 2015. Esse porto, se fosse concluído, teria a mesma característica do porto do Itaqui, Maranhão. Nesse município estão localizadas as maiores árvores de bacurizeiros originais em floresta primária, além de áreas de ocorrência de bacurizeiros em vegetação secundária. Devido à indefinição de posse, passaram a ser invadidas com a derrubada dos bacurizeiros e a sua venda como madeira. Quando muitos interesses estão em conflito: empresários, quilombolas, movimentos sociais, governos, entre os principais, em que cada um tem condições de prejudicar ações de terceiros, caracteriza-se uma “*anticommons tragedy*”, descrita por Heller (1998), na qual a sociedade sai prejudicada.

Um dos empecilhos para a pesquisa com a biodiversidade brasileira está relacionado à Lei nº 13.123 (20/05/2015), que entrou em vigor em 17/11/2015, regulamentada pelo Decreto 8.772 (11/05/2016), que estabelece normas para o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável da biodiversidade, pois tende a prejudicar os avanços da pesquisa e a desencorajar os empresários a investir nessa área (BOCKMANN et al., 2018; ALVES et al., 2018). No caso de bacurizeiros, uma planta ainda em início de domesticação, a coleta de material genético para programas de melhoramento, bem como o acompanhamento de esforços de produtores quanto ao manejo e plantio ficam sujeitos a dificuldades burocráticas, prejudicando os próprios produtores, populações tradicionais, indígenas e quilombolas que a legislação pretendia salvaguardar.

## PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO BACURIZEIRO

Não existem dados estatísticos sobre a produção e a produtividade do bacurizeiro no Estado do Pará e em outros estados. Diversas frutas amazônicas ainda não estão sendo computadas nas estatísticas oficiais, comportando-se como se fossem um “produto invisível” a despeito da sua importância na estratégia de sobrevivência de pequenos produtores. O fruto de bacuri insere-se em uma cadeia produtiva curta que envolve compradores de fruto, polpa e sementes, feirantes, agroindústrias de polpa, sorveterias, lanchonetes, hotéis, cervejarias, docerias, indústrias de cosméticos, serrarias e carvoarias clandestinas, madeira para construção civil e currais para peixes, entre os principais segmentos.

Há dois trabalhos que tentaram estimar a produção e a produtividade do bacurizeiro, efetuados por Shanley et al. (2010) e Medina e Ferreira (2004). Partem da análise da produção de 16 bacurizeiros durante cinco anos, no período 1995 a 1999, obtendo a média de 338 frutos/árvore.

Verificaram que os bacurizeiros apresentam safra abundante em um ano, para reduzi-la no ano seguinte. Assim, os autores consideram que para determinado ano, 55% são produtivas e 45% estão em descanso. Apesar de os bacurizeiros formarem reboleras com alta densidade de árvores, considera-se em média a existência de 0,5 a 1,5 árvore/hectare.

Para a estimativa da produção, procurou-se associá-la com o último levantamento do Terraclass (2016) coordenado pela Embrapa e Inpe, realizado em 2014, sobre a disponibilidade de áreas de matas, pastagens, entre outras categorias, em nível municipal. Considerando os municípios maiores produtores de bacuri (Augusto Corrêa, Bragança, Tracuateua, Maracanã, Marapanim, Curuçá e Salvaterra), tem-se 201.376 hectares de mata.

Utilizando a estimativa média de 1 bacurizeiro/hectare (SHANLEY et al., 2010; MEDINA & SOCORRO, 2004), ter-se-ão 201 mil bacurizeiros, dos quais 55% estejam produzindo, reduz-se o número para 110 mil com frutos. Relacionando com a produtividade de 338 frutos/árvore, têm-se a previsão de 37 milhões de frutos. Considerando o peso médio de 0,3kg de fruto, obter-se-á estimativa mínima de 11.000 toneladas de frutos. A produção de cupuaçu no Estado do Pará é de no máximo 35 mil toneladas de frutos, proveniente na sua totalidade de plantios. A de bacuri é originada da coleta extrativa e manejada, podendo-se colocar essa estimativa como mínima e com potencial de atingir 13 mil toneladas no máximo.

## O DESPOLPAMENTO MECÂNICO

A casca e a semente do bacuri exsudam uma resina amarelada quando são submetidas ao corte ou pelo atrito no despulpamento, se forem utilizadas as atuais despulpadeiras usadas para o açaí, cupuaçu, acerola, goiaba, entre outros. Portanto, despulpamento é efetuado manualmente com tesoura, sobretudo pelas mulheres, conseguindo no máximo 10kg/polpa por dia de serviço. A despulpa manual, além de penosa e repetitiva é, na maioria das vezes, anti-higiênica, sujeita à presença de insetos, detritos, com honrosas exceções.

Assim, a deamada dos coletores e beneficiadores de polpa está relacionada com o desenvolvimento de uma despulpadeira para o bacuri. O acesso à energia elétrica tem permitindo aos pequenos produtores adquirir freezers ou geladeiras, estimulando a retirada da polpa. Está ocorrendo a redução da venda de frutos in natura, que são muito difíceis de transportar e pesados, em vez da polpa, que fica reduzida a 10% a 15% do peso do fruto, bem como o aproveitamento de frutos menores que apresentam dificuldades na venda, mais fáceis de serem transportados e com maior capacidade de barganha.

A valorização dos frutos, mediante o despulpamento, serviria de estímulo para incentivar o manejo e o plantio. Há, portanto, necessidade de que instituições de fomento à pesquisa, inventores e industriais sejam envolvidos nesse desafio.

## CONCLUSÃO

O recebimento do Prêmio Samuel Benchimol 2004, na sua primeira versão, permitiu que o Banco da Amazônia S/A aprovasse um projeto de financiamento de pesquisa sobre manejo de bacurizeiros. Ocorreu expressivo avanço nas pesquisas sobre esse manejo, razão pela qual mais de 300 pequenos produtores já estão adotando as novas técnicas, bem como o início dos primeiros plantios, levando ao Prêmio de Tecnologia Social Certificada e Finalista em 2013, pela Fundação Banco do Brasil. Os resultados poderiam ser melhores, não fosse a dificuldade do manejo e plantio do bacurizeiro, leva longo tempo para a entrada em frutificação comercial, estimada em 10 anos. O mesmo comportamento ocorre com a castanheira do pará, ambos com extenso mercado.

Para os pequenos produtores, o aproveitamento dos rebrotamentos de bacurizeiros, destinando-lhes uma pequena área, permitiria em médio prazo transformar uma capoeira improdutivo em um pomar de bacurizeiros, aumentando sua renda familiar e valorizando sua propriedade. Pela sua rusticidade, seria apropriado para recompor o passivo ambiental das Áreas de Preservação Permanente e Áreas de Reserva Legal, conforme preconizado pelo Novo Código Florestal, para médios e grandes produtores.

Há necessidade de avançar na pesquisa sobre a domesticação, selecionando clones com maior rendimento em polpa, entender as causas da não frutificação de bacurizeiros, o desenvolvimento da despulpadeira mecânica, o aproveitamento da casca e da semente, estimativas de produção e produtividade, como sendo as mais importantes. Outro tópico relevante cabe aos legisladores para aperfeiçoar a legislação de acesso à biodiversidade, que tende a prejudicar a sociedade regional na busca de novas alternativas econômicas.

O bacurizeiro constitui uma cadeia produtiva curta, na qual coletores e consumidores apresentam pouco envolvimento. A ampliação da oferta mediante aumento da área manejada ou de plantios pode tornar essa cadeia produtiva mais complexa no futuro.

---

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à Funtec, Banco da Amazônia, Fadesp, Fapespa e CNPq, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento das pesquisas sobre manejo e domesticação do bacurizeiro. À Palamaz (Produtos Alimentícios da Amazônia), na pessoa do seu proprietário Francisco de Jesus Costa Ferreira, pelo apoio material e de funcionários visando o desenvolvimento do protótipo da despulpadeira de bacuri.

---

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R.J.V. et al. Brazilian legislation on genetic heritage harms Biodiversity Convention goals and threatens basic biology research and education. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.90, n.2, p.1279-1284, 2018.
- BOCKMANN, F.A. et al. Brazil's government attacks biodiversity. *Science*, v.360, n. 6391, p. 865, 2018.
- CARVALHO, J.E.U. Aspectos botânicos, origem e distribuição geográfica do bacurizeiro. In: LIMA, M.C. (Org.). *Bacuri: agrobiodiversidade*. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 2007. p.17-27.
- CARVALHO, J.E.U. DE; NASCIMENTO, W.M.O. DO. *Técnicas para a propagação do bacurizeiro por semeadura direta no campo*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2018. 8p. (Comunicado Técnico, 298).
- CAVALCANTE, P.B. *Frutas comestíveis na Amazônia*. 7 ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2010. 282p.
- DANIEL, J. *Tesouro descoberto no máximo rio Amazonas*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. v.1, p.450.
- HELLER, M. A. The Tragedy of the anticommmons: property in the transition from Marx to markets. *Harvard Law Review*, v.111, n.3, p.621-688, 1998.
- HOMMA, A.K.O. (Ed.). *Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 468p.
- HOMMA, A.K.O. *Colhendo da natureza: o extrativismo vegetal na Amazonia*. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 219 p.
- HOMMA, A.K.O. Manejando a planta e o homem: os bacurizeiros do Nordeste Paraense e da Ilha de Marajó. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, v.2, n.4, p.119-135, 2007.
- HOMMA, A.K.O. et al. Manejo de Rebrotamento de Bacurizeiros Nativos no Estado do Pará: recuperação de áreas degradadas com geração de renda e emprego. *Inclusão Social*, v. 6 n. 2, p.77-83, 2013.
- HOMMA, A.K.O. et al. (Ed.). *Manual de manejo de bacurizeiros*. 2 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010b. 37p.
- MATOS, G.B.; HOMMA, A.K.O.; MENEZES, A.J.E.A. *Levantamento Socioeconômico do bacurizeiro (Platonia insignis Mart.) nativos das Mesorregiões do Nordeste Paraense e do Marajó*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 81p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 351).
- MAUÉS, M.M.; VENTURIERI, G.C. *Ecologia da polinização do bacurizeiro (Platonia insignis Mart.) Clusiaceae*. Belém: Embrapa-CPATU, 1996. 24p. (Embrapa-CPATU. Boletim de pesquisa, 170).
- MEDINA, G.; FERREIRA, S. B. (*Platonia insignis* Martius): o fruto amazônico que virou ouro. In: ALEXIADES, M.N.; SHANLEY, P. (Ed.). *Productos forestales, medios de subsistencia y conservación*. Bogor: CIFOR, 2004. p. 203- 218.

MENEZES, A.J.E.A. & HOMMA, A.K.O. *Bacurizeiro nativo: práticas de manejo e de produção no Nordeste Paraense*. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 20p.

NOVIDADE na plantação. *Amazônia Viva*, n.69, p.44-46, 2017.

RODRIGUES, E. de C.F. *Estratégias de Famílias agricultoras com enfoque no Manejo de Bacurizeiros (Platonia insignis Mart.) no Nordeste Paraense e Marajo*. 2018. 118p. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Instituto Amazônico de Agriculturas Familiares, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

SHANLEY, P. et al. Amazonian fruits: How farmers nurture nutritional diversity on farm and in the forest. In: STHAPIT, B. et al. (Ed.). *Tropical Fruit Tree Diversity: Good Practices for in situ and on-farm Conservation*. New York: Routledge, 2016. p.147-160.

SHANLEY, P.; CYMERYYS, M.; GALVÃO, J. *Frutíferas da mata na vida amazônica*. Belém: Supercoros, 1998. 127p.

SHANLEY, P.; MEDINA, G.; FERREIRA, S. Bacuri (*Platonia insignis* Mart.). In: SHANLEY, P.; SERRA, M.; MEDINA, G. (Ed.). *Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica*. 2 ed. Bogor: CIFOR, 2010. p.55-64.

TERRACLASS 2004 a 2014. *Mapeamento do uso e da cobertura da terra na Amazônia Legal brasileira*. São José dos Campos: INPE, 2016. 10p.

# Os ativos naturais de imóveis rurais na Amazônia, acesso a crédito e capitalização do produtor

**Título Original:** Valoração Ambiental de Imóveis Rurais na Amazônia, Acesso a Crédito Rural e Capitalização do Produtor

**Prêmio Benchimol:** 2017, Primeiro Colocado

## **Antônio Cordeiro de Santana**

Doutor em Economia Rural pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa, MG -Brasil. Professor titular da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Belém, PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2532279040491194>

E-mail: [acsufra@gmail.com](mailto:acsufra@gmail.com)

## **RESUMO**

Os imóveis rurais da Amazônia apresentam inconsistências ambientais quanto ao enquadramento nos requisitos do Código Florestal Brasileiro, sobretudo no que tange às Áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente. Essas áreas verdes constituem os ativos naturais que geram serviços ecossistêmicos de alto valor econômico, social e ambiental para a humanidade. Ao mesmo tempo que há exigências para a recuperação do passivo ambiental, o produtor enfrenta a escassez de recursos e a dificuldade de acesso a crédito para recuperar áreas degradadas e implementar sistemas de produção sustentáveis. Por outro lado, o capital natural disponível ainda não é reconhecido pelos agentes econômicos nas transações do mercado de capital, bolsas de mercadorias e mercado físico. Este trabalho apresenta metodologia para a valoração desse ativo natural e indica o caminho para a sua utilização como garantia real ao crédito rural demandado das instituições de fomento públicas e/ou privadas. Como todos os imóveis rurais dispõem de um montante desse ativo, a sua inserção no mercado de capitais e de crédito cria oportunidade real para que os produtores tenham acesso a recursos para implementar tecnologias, compensar o passivo ambiental e melhorar sua qualidade de vida. Com isso, viabiliza-se o empreendedorismo rural, a capitalização dos produtores e o desenvolvimento local de forma endógena e sustentável.

**Palavras-chave:** Ativo natural. Serviços ambientais. Desenvolvimento sustentável. Amazônia.

## ***The natural assets of rural properties in the Amazon, access to credit and producer capitalization***

### **ABSTRACT**

*The rural properties of the Amazon present environmental inconsistencies regarding the compliance with the requirements of the Brazilian Forest Code, especially with respect to Legal Reserve Areas and Permanent Preservation Areas. These green areas are the natural assets that generate ecosystem services of high economic, social and environmental value for humanity. At the same time as there are requirements for the recovery of environmental liabilities, the producer faces the scarcity of resources and the difficulty of access to credit to recover degraded areas and implement sustainable production systems. On the other hand, the available natural capital is not yet recognized by the economic agents in the transactions of the capital market, commodity exchanges and physical market. This paper presents a methodology for the valuation of this natural asset and indicates the way to use it as effective collateral for the rural credit, demanded by public and/or private development institutions. As all rural properties have an amount of this asset, their insertion in the capital and credit market creates a real opportunity for producers to have access to resources to implement technologies, compensate for the environmental liabilities and improve their quality of life. As a result, rural entrepreneurship, the capitalization of producers and the local development becomes feasible in an endogenous and sustainable way.*

**Keywords:** *Natural assets. Environmental services. Sustainable development. Amazon.*

## ***Activos naturales de propiedades rurales en la Amazonia, acceso al crédito y capitalización del productor***

### **RESUMEN**

*Las propiedades rurales de la Amazonía presentan inconsistencias ambientales con respecto al cumplimiento de los requisitos del Código Forestal Brasileño, especialmente con respecto a Áreas de Reserva Legal y Áreas de Preservación Permanente. Estas áreas verdes son los activos naturales que generan servicios ecosistémicos de alto valor económico, social y ambiental para la humanidad. Al mismo tiempo que existen requisitos para la recuperación de los pasivos ambientales, el productor enfrenta la escasez de recursos y la dificultad de acceso al crédito para recuperar áreas degradadas e implementar sistemas de producción sostenibles. Por otro lado, el capital natural disponible aún no está reconocido por los agentes económicos en las transacciones del mercado de capitales, las bolsas de productos básicos y el mercado físico. Este documento presenta una metodología para la valoración de este activo natural e indica la forma de utilizarlo como garantía efectiva para el crédito rural, exigido por las instituciones de desarrollo públicas y / o privadas. Como todas las propiedades rurales tienen una cantidad de este activo, su inserción en el mercado de capital y crédito crea una oportunidad real para que los productores tengan acceso a recursos para implementar tecnologías, compensar los pasivos ambientales y mejorar su calidad de vida. Como resultado, el emprendimiento rural, la capitalización de los productores y el desarrollo local se hacen factibles de manera endógena y sostenible.*

**Palabras Zclave:** *Activos naturales. Servicios ambientales. Desarrollo sostenible. Amazonia*

## INTRODUÇÃO

As reservas extrativistas da Amazônia brasileira, especialmente de castanha-do-brasil e açaí, conseguiram gerar R\$ 649,93 milhões de valor bruto da produção em 2016 e um valor de exportação de castanha com e sem casca e da polpa de açaí de R\$ 367,52 milhões em 2015 (SANTANA; GOMES; SANTANA, 2016; IBGE, 2018). Essas reservas abrigam e proporcionam meios para a sobrevivência de um contingente de mais de 25 mil famílias de povos tradicionais e, mesmo assim, não têm conseguido consolidar suas atividades em escala suficiente para promover o desenvolvimento local (SANTANA et al., 2017).

A região Norte, em abril de 2017, registrou 600 mil imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural (CAR), com área de 127,99 milhões de hectares. Esses imóveis apresentam registro de passivo ambiental para com as Áreas de Reserva Legal (ARLs) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) em algum grau e necessitam de correção para contribuir com o desenvolvimento sustentável da Amazônia. No estado do Pará, especificamente, as unidades de conservação, terras indígenas, assentamentos rurais e quilombolas constituem 1.267 imóveis com área de 847,37 mil km<sup>2</sup>. Desses imóveis, apenas os assentamentos rurais são 1.120, com área de 23,15 milhões de hectares, ocupadas por 244.763 famílias. Nesses assentamentos, todos os imóveis apresentam problemas ambientais envolvendo as ARLs, APPs e áreas de vegetação nativa remanescentes (SANTANA, 2017).

A legislação obriga que o imóvel rural tenha o CAR para acesso a crédito e também que as ARLs e APPs sejam recuperadas e/ou restauradas para o manejo sustentável. Essa tarefa exige capital financeiro e tecnologia apropriada para a recuperação e/ou restauração das áreas com espécies arbóreas da floresta amazônica de aptidão ecológica, econômica, social e ambiental (EESA), o que até o momento não é levado em consideração por limitação de tecnologia, informação e conhecimento.

Para contribuir com esse processo, Salomão et al. (2017), por meio de um projeto interinstitucional, envolvendo o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), a Universidade Federal do Pará (UFPA) e a Embrapa Amazônia Oriental (CPATU), com financiamento do Banco da Amazônia, desenvolveram um software livre (<http://www.restaurafloresta.com.br>) para a identificação e definição do conjunto de espécies com as aptidões (EESA) a serem utilizadas na recuperação e/ou restauração de áreas degradadas dos imóveis rurais da Amazônia, em combinação com espécies agrícolas comerciais e/ou espécies animais na forma de sistemas agroflorestais e/ou silvipastoris. A implementação dessa tecnologia exige recursos financeiros que, na maioria das vezes, extrapolam a capacidade dos produtores rurais. Além disso, grande parte deles não tem acesso ao crédito em volume suficiente por falta de garantias nem dispõe de assistência técnica para a implementação dos sistemas.

Nesse contexto, a viabilidade da produção dos imóveis rurais da Amazônia, sobretudo em projetos de assentamento da reforma agrária e em reservas extrativistas está ancorada na organização dos produtores com foco na utilização das boas práticas de produção, assistência técnica qualificada, agregação de valor e certificação dos produtos destinados ao mercado amplo, para a plena inserção no mercado institucional e ampliação da escala para a comercialização coletiva com os agentes dos mercados nacionais e internacionais (SANTANA, 2015; SANTANA et al., 2015a; SANTANA, 2017). A eficácia da produção com qualidade e escala só é possível com a transformação dos produtores da agricultura familiar e extrativistas em empreendedores e a regularização fundiária e ambiental dos imóveis rurais. Isso depende fortemente do crédito (investimento e custeio), em volume suficiente para viabilizar a produção, a agregação de valor e a comercialização para os mercados regional, nacional e internacional, sobretudo participando das cadeias globais de alimentos. O acesso ao crédito, por sua vez, exige a regularização fundiária, o CAR e o capital para garantir o aval do montante de crédito pleiteado pelo empreendedor rural junto às instituições de crédito (bancos, cooperativas de crédito, fundos de investimento e capital de giro).

O capital físico e/ou semovente continua sendo uma barreira quase que intransponível para os pequenos produtores, embora o CAR já esteja disponível para grande parte dos imóveis rurais da Amazônia, especialmente para os municípios do estado do Pará.

Entretanto, os imóveis rurais dispõem de uma categoria de capital que é real, mas ainda não está disponível para os produtores rurais em geral e, em específico, para os agricultores familiares e extrativistas, porque ainda não tem valor de mercado e, por conta disso, não é reconhecido e/ou aceito como garantia para os empréstimos por parte dos órgãos de fomento nem pode ser negociado no mercado de capitais. Trata-se do **capital natural ou ativo natural**, que é representado pela vegetação das ARLs, APPs e áreas remanescentes de vegetação nativa dos imóveis rurais que, conforme Costanza et al. (1997) e Santana et al. (2016b; 2017b) geram produtos (alimentos, essências aromáticas, princípios ativos para a farmacopeia, plantas ornamentais, látex, fibras, madeira) e serviços ecossistêmicos (regulação ambiental, cultural, turístico, formação e manutenção da biodiversidade), cujo valor deve ser estimado e incorporado ao patrimônio dos imóveis rurais. Ou seja, o ponto está na valoração do capital natural das ARLs, APPs e vegetação nativa remanescentes e disponibilizar esse valor para os produtores e extrativistas como ativo real a ser dado em garantia aos bancos para o acesso direto ao crédito. Esta é a maneira mais rápida, direta e eficiente para dar oportunidade aos produtores e extrativistas, com vistas a recuperar e/ou restaurar as ARLs e APPs e alavancarem os processos produtivos de modo racional, agregar valor aos produtos e se capitalizarem. Com isto, promove-se o empreendedorismo em rede, viabiliza-se a implementação com eficácia das políticas de garantia de preços mínimos, consolida-se o mercado institucional por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), garante-se renda e põe-se em funcionamento a logística de produção e comercialização dos produtos da agricultura familiar e do extrativismo por meio das cadeias globais de alimentos.

A valoração ambiental dos ativos naturais dos imóveis rurais constitui fundamento metodológico desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Cadeias Produtivas, Mercados e Desenvolvimento Sustentável (Gecads) para estimar o valor dos serviços ecossistêmicos e contribuir com o desenvolvimento sustentável da Amazônia, em complementação às ações do CAR, que criou as condições para a regularização fundiária, aplicação da política ambiental e a valoração dos ativos naturais. Os primeiros passos foram dados com o desenvolvimento de estudos técnicos e científicos sobre as cadeias produtivas e arranjos produtivos locais, mercados de produtos e de fatores, governança institucional, valoração de ativos naturais e políticas públicas, que subsidiaram o desenvolvimento de um **software livre** para identificar e definir as combinações de espécies arbóreas a serem utilizadas em projetos de recuperação de áreas degradadas, restauração de ARLs e APPs e implantação de sistemas agroflorestais.

A metodologia de valoração dos produtos e serviços ecossistêmicos dos ativos naturais de imóveis rurais na Amazônia envolvendo produtos e serviços com preços de mercado e produtos raros e/ou endêmicos sem preço de mercado está dominada, com aplicação recente por Santana (2015) e Santana et al. (2016a; 2017a) na valoração da castanha-do-brasil no estado do Pará e na região Norte. Santana et al. (2016b; 2017b) desenvolveram e aplicaram o Método Integrado de Avaliação Contingente (MIAC) para estimar o valor econômico total da vegetação de savana metalófito, ou canga, da Flona de Carajás; Bentes et al. (2014) estimaram o valor dos impactos do projeto de energia elétrica de Tucuruí sobre os ribeirinhos; Santana et al. (2015b) estimaram o valor potencial dos impactos potenciais da implantação de UHE na bacia do rio Tapajós sobre as comunidades tradicionais; Rosa et al. (2016) estimaram o valor da reserva ambiental de manguezais do município de Bragança, e Santana et al. (2016c) estimaram o valor de produtos florestais madeireiros para efeito de orientação dos editais para concessão florestal.

Recentemente, Santana et al. (2017c) aplicaram o MIAC para estimar o valor ambiental do Parque Zoobotânico do Museu Paraense Emílio Goeldi, para efeito de negociação da área com o governo do estado do Pará. **Observa-se, portanto, que a metodologia de valoração foi técnica e cientificamente aceita pelo revelado nas publicações recentes em periódicos nacionais e internacionais, todos incluídos no indicador de qualidade da Capes.**

Com efeito, a aceitação do valor do ativo natural dos imóveis rurais (de assentamentos da reforma agrária e/ou de unidades de conservação), especificamente da Amazônia, que é o objeto inicial desta proposta de política sustentável, torna o produtor/extrativista apto a planejar e executar as boas práticas de produção, formação de preço e comercialização para o imóvel, recuperar/restaurar e explorar todo seu potencial socioeconômico e ambiental, envolvendo as atividades produtivas (extrativistas e não extrativistas) e de lazer (turismo rural) como forma efetiva de ocupar a mão de obra local, gerar emprego, renda e empoderar as comunidades rurais por meio do empreendedorismo comunitário e inovador, viabilizado pelo acesso ao crédito, cuja âncora é o capital natural que a comunidade reconhece e preserva como tal pela recompensa recebida como melhoria continuada da qualidade de vida. A qualidade de vida é fruto da exploração sustentável das ARLs, APPs e áreas remanescentes de vegetação natural dos imóveis rurais, que pode ser viabilizada por meio do crédito rural ampliado com as garantias dadas pelo capital natural. Além disso, incorpora-se esse valor ao preço da terra e valida-se o mercado para a venda do imóvel e/ou para negociar áreas de compensação de áreas a serem exploradas.

Se os argumentos apresentados servem como fundamento para a implantação de uma trajetória de desenvolvimento rural e sustentável, apenas por tornar viável o usufruto do capital natural cada vez mais reconhecido pela sociedade (RANDAL; STOLL, 1980; COSTANZA et al., 1997; CARSON, 2012; LAUDATO SI, 2015; SANTANA, 2015; SANTANA et al., 2016b; 2017b), por que ainda não foi reconhecido pelo mercado de capitais e de crédito no Brasil?

Sabe-se que o propósito de um conjunto de políticas públicas é contribuir para o desenvolvimento sustentável das comunidades tradicionais vinculadas ao extrativismo, como modo de inclusão social, empoderamento e melhoria da qualidade de vida das famílias. Nesse aspecto, apresenta-se esta contribuição fundamental na forma de metodologia para estimar o valor do ativo natural e viabilizar as propostas de financiamento das atividades produtivas, com vistas a viabilizar a ampliação do volume do crédito em conformidade com o perfil do empreendedor e/ou organização social. A isto agrega-se a informação sobre o preço mínimo e os canais de comercialização para os mercados institucional e mercado amplo. Isto pode ser feito em complemento aos dados do CAR e da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), que são exigências para a concessão do crédito.

A hipótese é de que ao se contemplar o valor dos produtos e serviços dos ativos naturais dos imóveis rurais como elemento de garantia para acesso aos recursos de crédito e componente do valor das terras, viabiliza-se nova trajetória de desenvolvimento local a partir dos projetos de assentamento e das reservas extrativistas. Assim, produz-se impulso às organizações já em operação das cadeias de castanha e açaí e amplia-se a rede produtiva com a inserção dos produtos da agricultura familiar, mediante o aumento da escala dos produtos, melhoria da qualidade e agregação de valor aos produtos.

Essa ideia é poderosa, uma vez que pode mudar o grau de impulso do crédito na economia, ao eliminar o gargalo que se materializa entre os que acessarem o crédito. Por falta desse elemento, cerca de 40% da produção de castanha-do-brasil das unidades de conservação e do açaí da região de Altamira e de muitos municípios da ilha do Marajó não são colhidos. Além disso, mais de 40% da produção se perde por falta das boas práticas de produção e comercialização. Por fim, mais de 78% da produção do açaí e da castanha ainda é comercializada *in natura* por atravessadores (SANTANA, 2016).

Se a ideia for implementada, uma vez que já é reconhecida por meio das publicações e das propostas em andamento para recuperação e/ou conservação de áreas degradadas de imóveis rurais, muda-se o cenário da economia rural do Pará e da Amazônia por contribuir para romper o ciclo da pobreza e da exclusão ao crédito e ao conjunto de políticas que se destinam a equacionar esse problema no Brasil. Até o momento não se dispõe de um manual de avaliação ambiental de imóveis rurais, limitação que pode ser superada com o desenvolvimento deste trabalho.

Assim, o objetivo é contribuir para o desenvolvimento sustentável da Amazônia via estimação do valor ambiental do ativo natural das ARLs, APPs e áreas de vegetação nativa dos imóveis rurais, incorporar o valor ao seu patrimônio e efetivar tal ativo como capital a ser reconhecido pelos órgãos de fomento como garantia real para o fornecimento de crédito. Para isto, são apresentadas as metodologias de valoração já consolidadas, recentemente aplicadas, publicadas e aceitas para efeito de indenização por parte da Vale do Rio Doce e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), e mais recentemente, pelo Governo do Estado do Pará para negociação da área do PZB do Museu Paraense Emílio Goeldi, a viabilização de treinamento aos técnicos que atuam na Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), Secretarias de Meio Ambiente (SEMAs) e do Banco da Amazônia, que elaboram e/ou analisam os projetos de custeio e investimento para os extrativistas e suas organizações cooperativistas, bem como projetos para recuperação e/ou restauração de áreas degradadas. Ao final, produzir e editar um manual de avaliação ambiental dos imóveis rurais para suprir a lacuna das avaliações econômicas totais dos imóveis rurais no Brasil e, especificamente, da Amazônia.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A cada dia aumenta o contingente de pessoas que percebem e passam a conhecer a importância dos produtos e serviços produzidos pelos ecossistemas para o bem-estar humano. Em função disso, avançam as necessidades de gerenciamento do uso dos recursos naturais como fonte de matéria-prima para os processos industriais e de bem-estar para a população, o que exige a atribuição do valor econômico total desses ativos e o custo de oportunidade de sua preservação e/ou utilização sustentável.

Engajados nessa perspectiva, há organizações governamentais e não governamentais, grupos de pesquisadores, movimentos de ambientalistas e, ultimamente, a Igreja Católica abraçou a causa por meio da *Encíclica Verde* do papa Francisco. No âmbito dos aspectos técnicos científicos da valoração e da aplicação direta como ação para o desenvolvimento sustentável, têm-se alguns dos estudos que marcaram o desenrolar das metodologias ancoradas na integração dos conhecimentos econômicos, sociais e ecológicos. Entre eles, têm-se Costanza et al. (1997) Santana et al. (2016b), que apresentaram metodologias para estimação do conjunto dos serviços ecossistêmicos. Tais serviços, conforme Costanza et al. (1997), foram classificados em quatro categorias: (i) serviços de provisão, que abrangem produtos como alimentos e fibras, madeira, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais, farmacêuticos, ornamentais e água; (ii) serviços de regulação ambiental, que contemplam o controle do clima, polinização, doenças e pragas, purificação da água e do ar e proteção contra desastres; (iii) serviços culturais, que envolvem valores culturais, religiosos e espirituais, conhecimento, recreação, valores educacionais e paisagísticos; e (iv) serviços de suporte, que definem a produção de outros serviços como a formação e retenção do solo, fotossíntese, ciclagem de nutrientes, atividade biológica do solo, ciclagem da água e manutenção da dinâmica do habitat. Portanto, sem esses serviços e produtos não há melhoria na qualidade de vida.

Na linha da valoração dos recursos naturais para efeito de preservação e/ou de indenização, servem de fundamentação metodológica e aplicada os estudos de Santana e Khan (1992), Carson e Mitchell (1993), Loomis et al. (2000), Adams et al. (2008), Groot et al. (2012), Santana (2014a), Bentes et al. (2014), Santana et al. (2015b), Rosa et al. (2016) e Santana et al. (2016a; 2016b; 2017b). Santana (2015) e Santana et al. (2015b) defendem a ideia de valoração dos ativos naturais das unidades de produção (APPs e ARLs), das unidades de conservação em geral e das reservas extrativistas em específico para compor a contabilidade regional e nacional. Além disso, propõem a criação de um fundo de recebíveis para prover um fluxo permanente de recursos com o objetivo de financiar projetos de desenvolvimento local para as comunidades tradicionais que vivem da exploração desses recursos.

Neste trabalho, diante da baixa eficácia do instrumento de crédito do FNO (Santana, 2013), Pronaf e outros recursos direcionados à pequena produção e aos extrativistas, em função de diversas dificuldades, entre elas a falta de garantias para acesso a um montante adequado de crédito para que o produto das atividades financiadas possa mover os efeitos multiplicadores de produto, renda e emprego. Em recentes estudos de Santana (2014a,b; 2016), verificou-se que o gargalo fundamental do “fracasso” relativo do crédito e do conjunto de políticas cuja eficácia depende do sucesso da produção alavancada pelo crédito rural está na falta de garantias, uma vez que o capital natural não é considerado (aceito) como garantia, justamente porque não se (re)conhece seu valor.

Portanto, a incorporação dessa ideia aos financiamentos dos projetos de custeio e investimento para produção rural, para recuperação/restauração de áreas degradadas e para viabilizar áreas com potencial de negociação via política de compensação pode viabilizar a construção de um cenário capaz de alavancar um ciclo virtuoso a partir da consolidação das cadeias de valor sustentáveis do extrativismo e da agricultura familiar.

## ORIGINALIDADE DA PROPOSTA

Atualmente, embora o conhecimento da importância dos produtos e serviços produzidos pelos ecossistemas esteja se generalizando, a valoração já esteja sendo aplicada para a preservação e a compensação e/ou indenização de danos ambientais, a inserção do valor do capital natural ainda não foi incorporado ao preço da terra e à contabilidade nacional. No Brasil, a aplicação do Código Florestal, estabelecendo as ARLs e APPs, bem como as delimitações das áreas de unidades de conservação e, em específico, de reserva extrativista, não foi definido o valor monetário desse ativo natural para compor o patrimônio das unidades de produção. Portanto, embora reconhecida a importância desse ativo para a sustentabilidade da Terra, seu valor não está integrado ao mercado de capitais e, sobretudo, de crédito. Portanto, os produtores e extrativistas não podem oferecer tal capital natural como garantia para obter crédito junto aos órgãos de fomento.

A ideia original desta proposta é estimar o valor do ativo natural (produtos e serviços dos ecossistemas) para que seja incorporado ao patrimônio (contabilidade) das unidades produtivas e possa ser utilizado como garantia para a obtenção de crédito, bem como ser incorporado ao valor das terras para efeito de desapropriação, indenização e/ou venda. Com isto complementa-se o propósito do CAR para viabilizar a produção agropecuária e florestal nos imóveis rurais da Amazônia, bem como a agregação de valor e distribuição dos produtos por canais de comercialização com os mercados nacional e internacional.

Nesse contexto, a proposta representa uma inovação global e uma contribuição original para a inclusão social de produtores que não conseguem acessar o crédito por falta de garantias e para a transformação de muitos deles em empreendedores que, por sua vez, geram o desenvolvimento local e criam o progresso social. Isto contribui diretamente para aumentar a eficiência e a eficácia da política de crédito rural e demais políticas institucionais.

O alcance desta ideia é amplo e sustentável. Somente nos assentamentos rurais do estado do Pará são 244.763 famílias que podem ser diretamente beneficiadas. Com isto, ampliam-se as oportunidades de ocupação de mão de obra, geração de renda, divisas por meio das exportações, impostos sobre a circulação das mercadorias, capitalização dos produtores e empoderamento das famílias tradicionais e da agricultura familiar. Por fim, o alcance da proposta é amplo e incorpora todas as unidades de produção, portanto pode configurar um programa estruturante para o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

## METODOLOGIA

Os ativos naturais das AVNs, ARLs e APPs dos imóveis rurais do município de Tomé-Açu, que será a área de estudo, podem continuar gerando um fluxo infinito de produtos e serviços ecossistêmicos, cuja valoração vai além da análise microeconômica de benefício-custo. Avança para a teoria do bem-estar social e se aninha nos postulados da economia ecológica (BISHOP, 1982; PEARCE, 1993; DALY; FARLEY, 2004; SANTANA, 2014; 2015; SANTANA et al. 2016a). Isto porque os ativos naturais desse ecossistema incorporam o valor de uso direto e indireto e o valor de não uso ou valor de existência. Portanto, a estimativa do valor desses ativos pode ser feita pela combinação das metodologias da análise benefício-custo e da avaliação contingente (SANTANA, 2015; SANTANA et al., 2017b).

## MÉTODOS DE VALORAÇÃO BENEFÍCIO-CUSTO

Na análise benefício-custo deste trabalho não será incorporada a componente social, dada pelo excedente do consumidor, como em Santana (2015), embora se disponha de resultados de pesquisa sobre demanda e oferta de madeira em tora para áreas específicas do Estado do Pará (SANTANA et al., 2011) e outro trabalho sobre o mercado de madeira em tora por mesorregião do Estado do Pará, que deve gerar resultados para a determinação do excedente do consumidor e possibilitar a estimativa do valor presente líquido social do capital florestal

madeireiro. Assim, assume-se que o valor presente líquido do capital madeireiro é subestimado por não incluir a componente social no fluxo de caixa para a vegetação, a ser atualizado por uma taxa de desconto de 4% ao ano, como estabelecido pelo Ibama. Isto é feito a partir da estimativa do estoque de carbono e do volume total da vegetação arbórea das AVNs, ARLs e APPs dos imóveis rurais do município de Tomé-Açu, realizada a partir de inventário florestal das árvores com diâmetro do tronco medido a 1,3 m do solo igual ou maior que 10 cm e do enquadramento do valor de cada espécie madeireira e não madeireira ao preço unitário de mercado (R\$/m<sup>3</sup>) da própria espécie e do valor do estoque de carbono (estoque de carbono em t vezes o preço do crédito de carbono em R\$/t).

Assim, o valor presente líquido do ativo natural que tem preço de mercado é estimado a partir do fluxo da produção florestal madeireira e não madeireira, conforme Santana (2015), Santana et al. (2017c), da seguinte forma:

$$VPLCF_i = \sum_{t=0}^{t=100} VECF_i \left[ \frac{(1+\theta)^t}{(1+r)^t} \right]$$

em que *VPLCF* é o valor presente líquido do capital florestal das AVNs, ARLs e APPs dos imóveis rurais do município de Tomé-Açu, avaliado com base no valor do estoque de carbono dos produtos madeireiros ao preço das cotações internacionais do carbono (R\$/t); *VECF* é o valor do estoque de carbono da parte aérea das árvores em t;  $\theta$  é a taxa média de crescimento do estoque de carbono das espécies florestais madeireiras; e *r* é a taxa de desconto de 4% ao ano considerada na atualização do fluxo. A relação entre o crescimento do estoque de carbono e a taxa de juros orienta o tipo de sustentabilidade do crescimento impulsionado sobre os recursos naturais, ou seja,  $r > \theta$  indica menor risco à sustentabilidade, uma vez que a capacidade de suporte do recurso evolui mais vagarosamente do que o estímulo sinalizado ao mercado pela taxa de retorno.

Esta metodologia avança em relação aos critérios até aqui utilizados em duas direções: a primeira é que em vez do volume de madeira, que apresenta forte variabilidade de preço quanto à utilização comercial, utiliza o estoque de carbono, uma variável que reflete a realidade do crescimento da produção de carbono em consistência com a atividade fotossintética da floresta; a segunda é a inclusão da taxa de crescimento do estoque de carbono de todas as espécies arbóreas identificadas, gerando um produto homogêneo comercializado em mercado amplo, denominado crédito de carbono, cujas transações se aproximam da concorrência pura. Com isto, elimina-se a descontinuidade do fluxo de produção madeireira por considerar o horizonte de tempo como um todo e não apenas os anos em que as parcelas da floresta são cortadas, considerados ciclos de 25 anos. Ou seja, a metodologia tradicional assume claramente que o valor da floresta tende a ser subestimado.

Outro aspecto original do alcance dessa metodologia é que a utilização do estoque de carbono permite determinar os imóveis rurais que utilizam sistemas de produção carbono zero (SCZ), ou seja, os imóveis sustentáveis e não sustentáveis. Se a taxa de crescimento do estoque de carbono for igual ou superior à taxa de retorno dos sistemas em uso, o imóvel é sustentável quanto ao balanço entre a emissão e o sequestro de carbono, assim como da sustentabilidade ambiental em relação ao custo de oportunidade das demais atividades produtivas. Esse conhecimento, portanto, pode orientar o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis do ponto de vista do retorno econômico, do aumento do bem-estar social e da capacidade de suporte dos recursos naturais utilizados e/ou preservados nos imóveis rurais.

Portanto, a contribuição metodológica deste trabalho se refere à inclusão da taxa de crescimento da floresta no modelo matemático para estimar o valor presente líquido do capital florestal madeireiro, sobretudo pela necessidade de estudos empíricos para a obtenção das medidas do diâmetro à altura do peito das espécies ao longo do tempo.

Assim, com base nos resultados empíricos sobre o crescimento das florestas (capoeira fina, capoeira grossa e floresta primária) de diversas áreas do Estado do Pará, pode-se contribuir para determinar uma metodologia geral para a estimação do valor econômico total do capital florestal de maneira mais adequada para refletir a realidade do mercado desse capital natural.

Os dados utilizados na metodologia de análise benefício-custo serão gerados a partir do inventário florestal com DAP (diâmetro do tronco a 1,30 cm do solo) maior ou igual a 10 cm (dadas as características da floresta), computando a classificação taxonômica (nome popular e nome científico da espécie e respectiva família), a determinação das variáveis (diâmetro e altura do fuste e da copa), a biomassa, o volume de madeira das árvores com e sem valor comercial e a taxa de crescimento de grande parte das espécies. Com base nesses dados, estima-se a biomassa, aplicando-se a equação polinomial de segundo grau de Brown et al. (1989):

$$Biomassa_i = 38,4908 - 11,7883DAP_i + 1,1926DAP_i^2$$

em que  $DAP$  é o diâmetro à altura do peito (medida do tronco a 1,30 m do solo) da árvore da espécie  $i$  em cm. O estoque de carbono é estimado tomando-se a biomassa e dividindo por dois, dado que, em média, 50% da biomassa é água (SALOMÃO et al., 2012; 2013). O valor do estoque de carbono das espécies florestais é obtido multiplicando-se o estoque de carbono pelo valor médio das cotações do crédito de carbono negociado na forma de *commodity* em bolsas.

A evolução do estoque de carbono com vistas a estimar o fluxo de produção do carbono é realizada aplicando-se a taxa geométrica de crescimento do DAP para 61 espécies arbóreas de uma floresta primária da Amazônia (SALOMÃO et al., 2014; SALOMÃO; SANTANA, 2017). A taxa geométrica de crescimento das árvores é estimada da seguinte forma (SANTANA, 2003; SANTANA et al., 2017c):

$$\ln DAP_{j,i} = A + BT_i + e_i$$

em que  $\ln DAP_j$  é o logaritmo natural do diâmetro à altura do peito da espécie  $j$ , no período  $i$ , em cm;  $A$  é o  $\ln DAP_0$  o logaritmo natural do diâmetro à altura do peito da árvore da espécie  $j$ , no período zero, em cm;  $B = \ln(1 + \theta)$  em que  $\theta$  é a taxa de crescimento da árvore da espécie florestal  $j$ ;  $T$  é o período de tempo de 1997 a 2009 (SALOMÃO; SANTANA, 2017).

Por fim, esses resultados serão comparados estatisticamente com as estimativas de valor para os ativos naturais das AVNs, ARLs e APPs dos imóveis rurais do município de Tomé-Açu. A partir disso, elabora-se o manual de avaliação ambiental dos imóveis rurais da Amazônia, que representa uma contribuição valiosa para diversos usos empresariais e de políticas públicas no que concerne aos imóveis rurais.

## MÉTODO INTEGRADO DE AVALIAÇÃO CONTINGENTE

A integração entre as funções dos ecossistemas e a qualidade de vida da população exige decisões para viabilizar a combinação do capital natural, capital humano e capital manufaturado com vistas a maximizar o crescimento econômico e o bem-estar humano (RANDALL; STOLL, 1980; HANEMANN, 1994; COSTANZA et al., 1997; SANTANA, 2014; SANTANA et al. 2016b; 2017b; 2017c; 2017d). Assim, a declaração de preferência da população para preservar um ativo natural ou para receber uma compensação pela supressão ou perda desse ativo, configurada na interdependência nas funções de disposição a pagar e disposição a receber, deve ser especificada por um sistema de equações aparentemente não relacionadas (SANTANA, 2014; SANTANA et al., 2017b).

Na análise do benefício apropriado pelas famílias da área do entorno da Flona de Carajás (SANTANA, 2014; SANTANA et al., 2016) e da população visitante do PZB (SANTANA et al., 2017c), o valor dos serviços ecossistêmicos é estimado por meio de uma curva de demanda definida a partir da declaração das pessoas sobre a disposição a pagar um valor máximo para assegurar a continuidade dos benefícios gerados pelos produtos e serviços ofertados pelos ativos naturais (ROSA, et al., 2016; SANTANA et al., 2016a; 2016b; SANTANA et al., 2017b).

Essa técnica capta o valor de uso direto e indireto, revelado pela satisfação obtida com os benefícios proporcionados pelo ambiente, bem como o valor de não uso pelo altruísmo das pessoas que desejam preservar a natureza em benefício de outras pessoas e, por isso, estão dispostos a pagar pela sua permanência. A interação entre flora e fauna nos espaços florestais das AVNs, ARLs e APPs dos imóveis rurais da Amazônia gera os serviços de uso e de não uso para a humanidade (RANDALL; STOLL, 1980; FISHER; HANEMANN, 1987; COSTANZA et al., 1997; FARBER et al., 2002; LIU et al., 2010; CARSON, 2012; BENTES et al., 2014; COSTANZA et al., 2014; SANTANA et al., 2016b; 2017b).

O MIAC, como proposto por Santana (2014; 2015), Santana et al. (2016b) e Santana et al. (2017b; 2017d), contemplando as equações da Disposição a Pagar pelo Benefício da preservação dos recursos naturais (DAP) e da Disposição a Receber uma Compensação pela utilização sustentável ou substituição do ativo natural por outras atividades (DAR) permite integrar os conhecimentos da Teoria Microeconômica sobre o excedente do consumidor e do bem-estar social com as premissas da Economia Ecológica sobre os benefícios que os ativos naturais geram para a economia e os seres humanos. Como referência para a declaração da DAP e da DAR, serão apresentados os valores das terras com agricultura e pecuária com níveis de tecnologias diferentes e com floresta de fácil e de difícil acesso, assim como as terras sob a influência de grandes projetos de desenvolvimento no estado do Pará, conforme Santana (2014) e Santana et al. (2016b). Esses argumentos são considerados fundamento para estimar o valor econômico total do ativo natural pelos serviços ecossistêmicos, definido pela área abaixo da curva de demanda dos recursos naturais, delimitada pelo estoque do ativo disponível considerado na avaliação (HOEN; RANDALL, 1989; COSTANZA et al., 1997; SANTANA, 2015; ROSA et al., 2016; SANTANA et al., 2016a,b; 2017b,d).

Assim, as equações da DAP e da DAR, que representam as demandas dos consumidores pelos serviços ecossistêmicos ofertados pelos imóveis rurais foram especificadas em um Sistema de Equações Aparentemente não Relacionadas, conforme Santana (2014) e Santana et al. (2016b; 2017b; 2017c):

$$DAP_i = a_0 + a_1 Idade_i + a_2 Sexo_i + a_3 Educação_i + a_4 Renda_i + a_5 TFamilia_i + a_6 DEcológica_i + a_7 DAmbientali_i + a_8 VDR_i + u_{1i}$$

$$DAR_i = b_0 + b_1 Idade_i + b_2 Sexo_i + b_3 Educação_i + b_4 Renda_i + b_5 TFamilia_i + b_6 DEcológica_i + b_7 DAmbientali_i + b_8 VDR_i + u_{2i}$$

em que DAP e DAR são a disposição a pagar pelo benefício dos ativos naturais preservados e a disposição a aceitar uma compensação do ativo natural, incorporando o valor econômico total dos serviços ambientais (R\$/ha); Idade do entrevistado em anos; Sexo do entrevistado; Educação é o nível de escolaridade formal do entrevistado em anos de estudo; Renda é a renda média mensal do entrevistado, em R\$/mês; TFamilia é o tamanho da família, dado pelo número de pessoas; DEcológica é o indicador construído para representar a dimensão ecológica dos ativos naturais (existência de estoque de árvores comerciais, animais para caça, espécies animais e vegetais raras e ameaçadas, polinização, potencial turístico, produtos não madeireiros, aptidão das áreas para agricultura, pecuária e silvicultura, desmatamento, áreas degradadas); DAmbientali é um indicador construído com base em um conjunto de variáveis qualitativas (regularidade das chuvas e da temperatura, fotossíntese, queimadas, poluição do ar e da água, regulação do ambiente pelas florestas, paisagem da floresta e relevo, nascentes de água, entre outros), por meio da aplicação da análise fatorial para representar o grau de importância dos serviços ecossistêmicos sobre o bem-estar da população; VDR é uma variável dummy utilizada para captar o efeito dos entrevistados que estão dispostos a pagar um valor máximo pela preservação dos ativos naturais superior às áreas de maior valor comercial;  $u_1$  e  $u_2$  são os termos de erro aleatórios; e  $\alpha_i$  e  $\beta_i$  são os vetores de parâmetros a serem estimados pelo método de máxima verossimilhança com informação completa (EViews7, 2012).

Os dados utilizados na estimação dos parâmetros da equação serão obtidos por meio de pesquisa de campo para consolidação da metodologia aos serviços ecossistêmicos das AVN, ARL e APP dos imóveis rurais do município de Tomé-Açu, mediante a aplicação de um questionário específico a amostras representativas da população local. O tamanho da amostra foi determinado com base na metodologia apresentada em Santana (2013; 2014), Santana et al. (2014) e Santana et al. (2016; 2017b; 2017c).

Para definir as dimensões ecológica e ambiental, que incorporam o valor de todos os produtos e serviços ecossistêmicos na percepção do entrevistado, incluindo o valor de existência, será construído um indicador a partir do conjunto de variáveis relacionadas ao valor de uso direto, valor de uso indireto, valor de opção e valor de existência. Para isto, utiliza-se a técnica da análise multivariada desenvolvida em Santana (1997), Santana et al. (2016b; 2017b; 2017c; 2017d).

## **INTERAÇÃO SOCIAL COM AS POLÍTICAS PÚBLICAS**

A proposta integra o conjunto de políticas públicas que se direcionam para a formação do mercado institucional, fomento, assistência técnica e sustentabilidade: Programa de Aquisição de Alimentos (PAA); Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE); Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM); Política de Garantia de Preços Mínimos para os Produtos da Sociobiodiversidade (PGPMBio); Programa Nacional de Microcrédito Produtivo Orientado (PAMPO); Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR); Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro); Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO); Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); Plano Nacional da Sociobiodiversidade (PNS); Programa de Apoio ao Desenvolvimento do Extrativismo (Prodex); Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (PABC); Programa de Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia (Pradam); Plano de Ação para a Preservação de Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM); Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (Pnater); Cadastro Ambiental Rural (CAR); Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP); Programa Nacional de Fomento e Fortalecimento do Cooperativismo Solidário e Associativismo da Agricultura Familiar e Reforma Agrária (Cooperaf); Plano Nacional de Políticas para as Mulheres (PNPM).

Uma síntese dos resultados dessas políticas públicas implementadas no Brasil e suas limitações está no livro organizado por Bojanic (2016). A generalização dos potenciais efeitos multiplicadores das economias locais no Brasil e no mundo, que podem ser gerados por tais políticas, pode ser superado com a proposta de considerar o valor do capital natural como garantia para o acesso dos agentes ao crédito. Com isso, ampliam-se as possibilidades para viabilizar a exploração sustentável dos projetos de assentamento e das reservas, bem como a recuperação/restauração e manejo das ARLs e APPs dos imóveis rurais da Amazônia.

Não obstante o conjunto de políticas públicas, os resultados do desenvolvimento das áreas de extrativismo e da agricultura familiar no âmbito do programa de reforma agrária está muito aquém do que poderia ser. O principal ponto está na viabilização dos recursos de crédito em montante suficiente para alavancar o processo de desenvolvimento e acionar os multiplicadores de produto, renda e emprego. A principal limitação para isso é a falta de garantia para acesso ao crédito: o crédito mais amplo para viabilizar a utilização de tecnologias e inovação, assistência técnica e a organização para criar escala, agregar valor para melhorar a qualidade, diversificar, diferenciar e certificar a produção. Assim, participar fortemente do mercado institucional e, principalmente, do mercado amplo regional, nacional e internacional.

Por fim, esta proposta pode se transformar no principal instrumento estruturante de uma trajetória de desenvolvimento sustentável capaz de criar as “liberdades substantivas” a partir da capitalização e empoderamento das famílias, propiciadas pela política de crédito rural em articulação com o arranjo institucional que fomenta e coordena as políticas públicas afins.

## **VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA**

A proposta tem ampla viabilidade técnica, uma vez que o custo se restringe à estimativa do valor monetário do capital natural, cujo estoque já é dimensionado pelo CAR nas unidades produtivas e pelos órgãos ambientais no caso das unidades de conservação. O benefício é infinito, uma vez que o capital natural gera um fluxo de produtos e serviços ecossistêmicos de forma contínua e permanente. O mesmo ocorre com o benefício da capacitação de recursos humanos e com o aumento do bem-estar das gerações presentes e futuras

Além disso, os passos metodológicos e tecnológicos para a recuperação e/ou conservação de ARLs, APPs e de vegetação natural foi dado com o desenvolvimento de **software livre**, estudos de cadeias produtivas e de mercado, organização social e governança institucional, faltando o reconhecimento do valor do capital natural, cuja tecnologia será disponibilizada neste trabalho por meio de treinamento e capacitação de capital humano.

Atualmente, o poder do crédito para alavancar os multiplicadores de produção, renda e emprego da agricultura familiar e do extrativismo é baixo ou insignificante. Com esta proposta, cria-se oportunidade para a inclusão de novos produtores na economia e da transformação de muitos em empreendedores. Assim, viabiliza-se a ampliação da escala de produção, a melhoria da qualidade e certificação dos produtos, a organização em cooperativas e a inserção dos produtos nos mercados locais, nacional e internacional. Um passo nesta direção foi dado no estado do Acre, com as orientações para viabilizar a inserção da agricultura familiar e extrativista nos mercados nacional e internacional, por meio das cadeias produtivas globais de alimentos (SANTANA; GOMES; MARTINS, 2017).

Em 2015, 92% da castanha-do-brasil com casca foi exportada para a Bolívia e o Peru, deixando de ganhar cinco vezes mais com a venda da castanha sem casca (SANTANA, 2016). A Amazônia perdeu competitividade. Com esta proposta, pode-se realinhar os instrumentos de política e mudar o cenário.

Esta proposta viabiliza-se tecnicamente, fundamentalmente, por complementar os resultados de pesquisa que vêm sendo gerados no âmbito dos projetos de pesquisa em andamento “Estudo de mercado sobre o potencial da agricultura familiar do Acre para abastecer o mercado e dinamizar a economia local: 2017 - 2018”, “Valor do ativo natural do Parque Zoológico do Museu Paraense Emílio Goeldi, da Universidade Federal Rural da Amazônia e do Bosque Rodrigues Alves:

2017 – 2020”, “Valoração socioeconômica e ambiental da savana metalófito (canga) da Flona de Carajás, estado do Pará: 2014 - 2021” e “Cadeias produtivas, mercados e desenvolvimento local na Amazônia: 2008 – 2025”. Nesses projetos estão engajados alunos de graduação (iniciação científica e trabalhos de conclusão de curso), mestrado e doutorado, técnicos e pesquisadores.

## **BENEFÍCIOS POTENCIAIS**

Os benefícios diretos da proposta são os seguintes: formação de capital humano e capital social para fazer operar com eficiência o capital natural dos imóveis rurais; capitalização dos produtores e empoderamento das famílias rurais; livre acesso ao crédito por parte das comunidades tradicionais, até então total ou parcialmente excluídas dos mercados de crédito e de produtos, assim como das políticas e serviços sociais; contribuição para a gestão sustentável dos recursos naturais, melhoria da qualidade de vida das populações rurais e do bem-estar humano em geral; contribuição para a redução dos gases de efeito estufa e para a melhoria das condições de vida no planeta Terra; melhoria das condições do clima e valorização da floresta e das terras dos produtores rurais; retorno sustentável aos recursos do crédito do FNO, Pronaf e de outros programas afins utilizados na Amazônia, porque permite estruturar as cadeias de valor dos produtos florestais não madeireiros, madeireiros e da agricultura familiar, bem como dos serviços ecossistêmicos.

Com efeito, permite que os produtores e extrativistas consigam utilizar as boas práticas de produção e comercialização para a geração de renda e emprego. Por fim, a ampliação da escala de produção de melhor qualidade, a agregação de valor e certificação dos produtos, a comercialização coletiva tende a produzir um efeito transbordamento capaz de capitalizar os produtores e desencadear uma trajetória de desenvolvimento sustentável a partir do extrativismo e da agricultura familiar dos assentamentos de reforma agrária na Amazônia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ideias apresentadas e fundamentadas neste trabalho tendem a contribuir para a capitalização dos produtores rurais, especialmente dos agricultores familiares e extrativistas da Amazônia, mediante o reconhecimento e uso dos ativos naturais endogenamente disponíveis nos imóveis rurais. A partir da determinação do valor econômico total do capital natural e dos serviços ecossistêmicos produzidos pelas áreas de reserva legal, áreas de preservação permanentes e áreas de floresta remanescentes, que geralmente existem em algum quantitativo nesses imóveis rurais, o produtor pode oferecê-los como garantia real às instituições de fomento ao crédito como aval para acesso aos recursos de investimento e custeio demandados. Logo, o reconhecimento do capital natural pelos mercados de capitais e de crédito aumenta a possibilidade para que o passivo ambiental existente nas unidades de produção seja compensado, e que tecnologias e inovações sustentáveis sejam implementadas. Com efeito, atende-se aos objetivos do desenvolvimento sustentável porque se beneficia de modo equitativo os imóveis rurais, ao mesmo tempo em que se oportunizam as escolhas dos produtores de acordo com os conhecimentos endógenos dos locais, permitindo construir novas trajetórias de crescimento com a complementação e incorporação de alternativas tecnológicas e de inovação nos processos, produtos e formas de gestão e governança das cadeias de valor da Amazônia.

---

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, C. et al. The use of contingent valuation for evaluating protected areas in the developing world: economic valuation of Morro do Diabo State Park, Atlantic Rainforest, São Paulo State (Brazil). *Ecological Economics*, v.66, n.2, p.359-370, 2008.
- BENTES, E. S. et al. Valoração econômica da jusante da barragem de Tucuruí. *Revista de Política Agrícola*, v.23, n.2, p.102-110, 2014.
- BOJANIC, A. J. *Superação da fome e da pobreza rural: iniciativas brasileiras*. Brasília: FAO, 2016. 252p.
- BISHOP, R. C.; ROMANO, D. (Ed.) *Environmental resource valuation: applications of the contingent valuation method in Italy*. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1998. 206p.
- CARSON, R. T. Contingent valuation: a practical alternative when prices aren't available. *Journal of Economic Perspectives*, v.26, n.4, p.27-42, 2012.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v.15, n.2, p.253-260, 1997.
- FISHER, A.C.; HANEMANN, M.W. Quasi-option value: some misconceptions dispelled. *Journal of Environmental Improvement*, v.14, n.2, p.183-190, 1987.
- GROOT, R. et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, v.1, n.1, p.50-61, 2012.
- HANEMANN, W. M. Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ? *The American Economic Review*, v.81, n.3, p.635-647, 1991.
- LAUDATO SI'. *Carta Encíclica do Papa Francisco sobre o cuidado da casa comum*. Roma: A Santa Sé, 2015. 87p.
- LIU, S. et al. Valuing ecosystem services: theory, practice, and the need for a transdisciplinary synthesis. *Ecological Economics Reviews*, v.1185, n.1, p.54-78, 2010.
- LOOMIS, J. et al. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, v.33, n.1, p.103-117, 2000.
- PEARCE, D. W. Environmental sustainability and cost benefit analysis. *Environment and planning*, v.22, n.1, p.97-112, 1990.
- RANDALL, A.; STOLL, J.R. Consumer's surplus in commodity space. *The American Economic Review*, v.70, n.3, p.449-455, 1980.
- ROSA, A. G. et al. Valoração contingente da reserva extrativista de marinha Caeté-Taperaçu, Bragança, estado do Pará - Brasil. *Espacios*, v.37, n.11, p.1-13, 2016.
- SALOMÃO, R. P. et al. *Desenvolvimento e disponibilização de livre acesso de software para restauração de áreas degradadas de reserva legal (ARL) e de preservação permanente (APP) na Amazônia*. Belém: MPEG, 2017. 63p. (Relatório de Pesquisa).

- SANTANA, A. C. *Efeitos do FNO no desenvolvimento socioeconômico da Região Norte*: análise de eficácia. Belém: Banco da Amazônia, 2013. 228p.
- SANTANA, A. C.; GOMES, S. C.; SANTANA, A. L. *Estudo exploratório das cadeias do açaí e da castanha-do-brasil na Amazônia brasileira*. Belém: IPAM, 2016. 127p. (Relatório de Pesquisa).
- SANTANA, A. C. *Valoração ambiental da área de savana metalófito, ou canga, da Flona de Carajás para fins de indenização*. Belém: UFRA, 2014. 89p.
- SANTANA, A. C. *Valoração de produtos florestais não madeireiros da Amazônia*: o caso da castanha-do-brasil. 2015. 103p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2015.
- SANTANA, A. C. *Valoração econômica e mercado de recursos florestais*. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), 2012. 226p.
- SANTANA, A. C.; KHAN, A. S. Avaliação e distribuição dos ganhos sociais da adoção de novas tecnologias na cultura de feijão caupi no Nordeste. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.25, n.2, p.191-203, 1987.
- SANTANA, A. C. et al. O valor econômico da extração manejada de madeira no Baixo Amazonas, Estado do Pará. *Revista Arvore*, v.36, n.4, p.527-536, 2012.
- SANTANA, A. C. Evidências do Mercado de Produtos da Pequena Produção na Região da Transamazônica e BR-163 no Estado do Pará. *Revista de Estudos Sociais*, v.17, n.1, p.186 - 215, 2015a.
- SANTANA, A. C.; AMIN, M. M; COSTA, N. L.; SANTANA, Á. L.; SANTOS, M. A. S. An economic valuation of managed roundwood in the region of Marajó, in the state of Pará. *International Journal of Development Research*, v.6, n.63, p.7222-7227, 2016.
- SANTANA, A. C. et al. Valoração dos danos ambientais causados por hidrelétricas para a produção de energia na bacia do Tapajós. *Reflexões Econômicas*, v.1, n.1, p.31-48, 2015b.
- SANTANA, A. C. et al. O custo socioambiental da destruição de castanheiras (*Bertholletia excelsa*) no estado do Pará. *Revista de Estudos Sociais*, v.37, n.2, p.3-21, 2016a.
- SANTANA, A.C. et al. O valor econômico total da área de savana metalófito, ou “canga”, da Floresta Nacional de Carajás, estado do Pará: uma contribuição teórica e metodológica da avaliação contingente. *Papers do NAEA*, n.361, p.1-48, 2016b.
- SANTANA, A. C. et al. Evaluation of nonlinear econometric models to estimate the wood volume of amazon forests. *African Journal of Agricultural Research*, v.12, n.2, p.382-388, 2017.
- SANTANA, A. C.; SANTANA, Ádina L; SANTANA, Ádamo L. Açaí pulp demand in the retail market of Belém, state of Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.39, p.1-7, 2017.
- SANTANA, A. C. et. al. Valoração e sustentabilidade da castanha-do-brasil na Amazônia. *Revista de Ciências Agrárias*, v.60, n.1, p.77-89, 2017a.
- SANTANA, A. C. et. Al. Theoretical and methodological contributions to the contingent evaluation of the natural resources of the Carajás National Forest. *International Journal of Development Research*, v.7, n.4, p.12468-12474, 2017b.
- SANTANA, A. C.; SALOMÃO, R. P; OLIVEIRA, G. M. T. S. *Valoração dos serviços ecossistêmicos do Parque Zoológico do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Belém: UFRA, 2017c. 53p. (Relatório de pesquisa).
- SANTANA, A. C.; GOMES, A. C.; MARTINS, C. M. *Estudo de mercado sobre o potencial da agricultura familiar do Acre para abastecer o mercado e dinamizar a economia local*. Belém: UFRA, 2017. 35p. (Relatório de pesquisa)

# Turbina hidrocínética para comunidades isoladas na Amazônia: aperfeiçoamento e adequação do uso do produto

**Título Original:** Turbina hidrocínética para comunidades isoladas na Amazônia, aperfeiçoamento e adequação do uso do produto.

**Prêmio Benchimol:** 2010, Primeiro Colocado, Categoria Econômico-Tecnológica

## **Cândido Justino de Melo Neto**

Mestre em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC) - CE - Brasil.

Professor da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - MA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2214235527923548>

E-mail: mcandidomelo@hotmail.com

## **RESUMO**

A Amazônia tem necessidade de expandir seu parque energético, porém os impactos ambientais causados pela construção de grandes usinas hidrelétricas são uma preocupação, sendo os mais conhecidos a inundação de florestas e o deslocamento de populações. Além disso, muitas comunidades não são beneficiadas com a energia vinda das usinas hidrelétricas localizadas na região devido à inexistência de subestações. É comum observar redes de transmissão cortarem cidades que são totalmente dependentes de geradores movidos a diesel. Sabendo-se que a Amazônia é rica em fontes naturais de energia é imprescindível reconhecer o valor desses recursos naturais para a criação de mecanismos de produção de energia. Ela é denominada pelos cientistas “oceano verde”, devido ao processo de formação de nuvens ser similar àquele que acontece sobre os oceanos. Na Amazônia existe um número abundante de cursos de água, que possuem correntezas ou corredeiras que podem ser aproveitadas para a geração de energia utilizando a energia cinética das correntezas dos rios. A partir desse fator, a Universidade Federal do Maranhão resolveu criar um projeto de aprimoramento dos produtos já existentes relacionados com a geração de energia através das correntes dos rios. Esse projeto visa sanar algumas deficiências apresentadas pelos modelos atuais (como por exemplo, os obstáculos impostos pela natureza dos rios, detritos, peixes e outros animais que fazem parte da vida marinha) e também possibilitar a criação de um modelo de fácil instalação em comunidades isoladas de difícil acesso da Amazônia e em todo Brasil, no sentido de melhorar a qualidade de vida das pessoas que ali se encontram.

**Palavras-chave:** Amazônia. Hidrocínética. Turbina. Geração de energia.

## **Hydrokinetic turbine for isolated communities in the Amazon: improvement and suitability of the product's use**

### **ABSTRACT**

*The Amazon needs to expand its energy park, but the environmental impacts caused by the construction of large hydroelectric plants are a concern, the best known being the flooding of forests and the displacement of populations. In addition, many communities are not benefiting from energy from hydroelectric plants located in the region due to the lack of substations. It is common to observe transmission networks cutting cities that are totally dependent on diesel powered generators. Knowing that the Amazon is rich in natural energy sources, it is essential to recognize the value of these natural resources for the creation of energy production mechanisms. It is called "green ocean" scientists because the process of cloud formation is similar to what happens over the oceans. In the Amazon there are a very large number of watercourses, which have rapids or rapids that can be used to generate energy using the kinetic energy of river currents. From this factor, the Federal University of Maranhão decided to create a project to improve the existing products related to the generation of energy through the river currents. This project aims to remedy some of the shortcomings presented by current models (such as the obstacles imposed by the nature of rivers, debris, fish and other animals that are part of marine life) and also to create a model of easy installation in isolated communities of difficult access to the Amazon and throughout Brazil, in order to improve the quality of life of the people who are there.*

**Keywords:** Amazon. Hydrokinetics Turbine. Power generation.

## **Turbina hidrocínética para comunidades aisladas en la Amazonia: mejora y adecuación del uso del producto**

### **RESUMEN**

*El Amazonas necesita expandir su parque energético, pero los impactos ambientales causados por la construcción de grandes centrales hidroeléctricas son una preocupación, la más conocida es la inundación de bosques y el desplazamiento de poblaciones. Además, muchas comunidades no se benefician de la energía de las centrales hidroeléctricas ubicadas en la región debido a la falta de subestaciones. Es común observar redes de transmisión que cortan ciudades que dependen totalmente de generadores diesel. Sabiendo que la Amazonia es rica en fuentes de energía natural, es esencial reconocer el valor de estos recursos naturales para la creación de mecanismos de producción de energía. Se le llama a los científicos "océano verde" porque el proceso de formación de nubes es similar a lo que ocurre en los océanos. En la Amazonia hay una gran cantidad de cursos de agua, que tienen rápidos o rápidos que pueden usarse para generar energía utilizando la energía cinética de las corrientes de los ríos. A partir de este factor, la Universidad Federal de Maranhão decidió crear un proyecto para mejorar los productos existentes relacionados con la generación de energía a través de las corrientes de los ríos. Este proyecto apunta a remediar algunas de las deficiencias presentadas por los modelos actuales (como los obstáculos impuestos por la naturaleza de los ríos, escombros, peces y otros animales que forman parte de la vida marina) y también a crear un modelo de fácil instalación en comunidades aisladas. De difícil acceso a la Amazonia y en todo Brasil, para mejorar la calidad de vida de las personas que están allí.*

**Palabras clave:** Amazonia. Hydrokinetics Turbine. Generación de energía.

## INTRODUÇÃO

A carência de eletricidade é uma das maiores deficiências do interior das regiões Norte e Nordeste. Numa área de dimensão continental, de população rarefeita, é chocante o ainda existente cenário de péssima oferta de energia elétrica nas cidades, a maioria não dispondo desse recurso em pelo menos 50% do dia, e de penúria dos ribeirinhos, às voltas com iluminação a lamparina. A proposta deste projeto é centrada no desenvolvimento sustentável, através da implementação de uma turbina hidrocínética no leito de rios. A autogeração de energia é uma forma viável de solucionar a carência energética nos interiores da região amazônica. O sucesso da difusão das técnicas de construção necessariamente passa pela questão de um projeto de inovação e tecnologia desejável para o êxito de qualquer projeto com inclusão social. Além disto, é necessário financiamento para a construção de máquinas que deverão ser definidas pelas técnicas de inovação e aperfeiçoamento do projeto já desenvolvido no ciclo anterior. Esse protótipo de turbina hidrocínética será o modelo modificado de uma usina hidrelétrica convencional, com inovação e praticidade na montagem e sem agredir o curso natural das águas, mantendo o meio ambiente estável. Além disso, não prejudica o sistema de navegação do rio e os peixes não morrerão, pois a turbina possui sistema rotativo conectado com uma roldana que será conectada com uma correia a uma distância a ser estudada em função do nível do rio em caso de enchente. Ao entrar a água para turbina, será utilizado um T com uma válvula para manutenção do sistema. O sistema de conexão para turbina será todo pré-moldado.

## OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

### OBJETIVO GERAL

- Inovar uma turbina hidrocínética para comunidades isoladas, tomando como base as turbinas existentes e também o aperfeiçoamento de produto e adequação do uso da tecnologia.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um modelo teórico de turbina hidrocínético;
- simular um modelo teórico para testar os melhores parâmetros a serem utilizados na construção de um protótipo de turbina hidrocínética;
- formar e capacitar recursos humanos para pesquisar sistemas hidrocínéticos e áreas afins, envolvendo alunos de graduação;
- construir um protótipo de geração de energia para comunidade isolada da Amazônia e também do Maranhão – Brasil.

### METODOLOGIA

O projeto de aperfeiçoamento do protótipo será desenvolvido em quatro partes, conforme a descrição metodológica resumida a seguir. A primeira parte do desenvolvimento consiste em, antes de fazer qualquer alteração no desenho original, simular primeiro as propostas de alterações em um ambiente virtual, utilizando programas computacionais. A modelagem numérica poderá achar a geometria da turbina. Os programas computacionais utilizados serão o COSMOSfloworks, Ansys e matemática para as simulações de fluidodinâmica e Solidworks/Autocad para desenho. Todos esses programas são comerciais e estão disponíveis para a equipe de pesquisadores.

A segunda parte consiste em conceber um projeto arquitetônico do protótipo. Nessa etapa o projeto de engenharia civil deverá ser aperfeiçoado para levar em conta a acomodação dos equipamentos de transmissão da rotação do eixo para o gerador, o sistema de freios e os painéis de controle.

A terceira parte consiste em aperfeiçoar o sistema de distribuição e acumulação da energia gerada. Os quadros de comandos elétricos serão melhorados e o sistema de distribuição para os locais de consumo projetados em função da potência disponível. Um sistema para acumulação de energia em baterias bem como sua integração ao sistema principal deverá ser concebido para que a potência média gerada seja mantida permanentemente.

A última parte consiste em teste de campo do protótipo. Durante um período de tempo a ser especificado, o protótipo será colocado em local a ser definido pela viabilidade técnica e governo do estado para que os usuários possam utilizar a energia gerada e eventuais problemas relatados. Baseados nos testes de campo, novos aperfeiçoamentos serão concebidos de modo que, ao final do prazo do projeto, um equipamento pronto possa ser utilizado mediante condições mínimas de velocidade da correnteza. As condições mínimas farão parte do manual da turbina hidrocínética e dos equipamentos e constituirão o principal requisito para a sua instalação em determinada localidade.

### **ETAPAS DE EXECUÇÃO DO PROJETO COM RESPECTIVO CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

As etapas de execução do projeto e atividades a serem desenvolvidas em cada etapa, assim como o cronograma a ser seguido, estão listadas a seguir:

Etapa 1: Desenvolvimento de modelo matemático e computacional do sistema.

Etapa 2: Execução de simulações computacionais.

Etapa 3: Elaboração do projeto arquitetônico da interface mecânica.

Etapa 4: Elaboração do projeto de engenharia da interface mecânica (conforme potência especificada).

Etapa 5: Estudo mecânico e projeto técnico do sistema.

Etapa 6: Desenvolvimento de projeto para a interface (acoplamento do eixo) da turbina com o gerador elétrico.

Etapa 7: Desenvolvimento de estudos de adequação dos geradores elétricos.

Etapa 8: Desenvolvimento de projeto eletrônico, conexões, iluminação, carregamento de baterias.

Etapa 9: Desenvolvimento de projeto do quadro de comando do sistema elétrico/eletrônico.

Etapa 10: Execução do projeto de engenharia da interface mecânico.

Etapa 11: Montagem do sistema mecânico da interface (conexões) com o gerador.

Etapa 12: Execução da montagem do quadro elétrico/eletrônico.

Etapa 13: Estudo das condições do local de instalação da turbina hidrocínética.

Etapa 14: Pesquisa social antes de implantação do projeto no local designado.

Etapa 15: Teste computacional do sistema.

Etapa 16: Relatório final.

### **RESULTADOS ESPERADOS**

O principal produto esperado ao fim da execução da proposta é a da construção de uma usina hidrelétrica de pequeno porte, por meio da turbina hidrocínética, após ser montada ao lado de rios de regiões onde as comunidades têm dificuldades de acesso à energia elétrica. Após testes e estudos de viabilidade e com o sucesso da ideia, a equipe estudará propostas de reprodução em escala, apoiados por agências de fomentos, empresas e o próprio governo, a fim de beneficiar as comunidades mais carentes da região amazônica.

### **POTENCIAL DE IMPACTO DOS RESULTADOS DO PONTO DE VISTA TÉCNICO-CIENTÍFICO, DE INOVAÇÃO, DIFUSÃO, SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL**

A Amazônia tem necessidade de expandir seu parque energético, porém os impactos ambientais causados pela construção de grandes usinas hidrelétricas são de intensa preocupação, sendo os mais conhecidos a inundação de florestas e o deslocamento de populações. Além disto, muitas comunidades não são beneficiadas com a energia vinda das usinas hidrelétricas localizada na região devido à inexistência de subestações. É comum observar redes de transmissão cortar cidades que são totalmente dependentes de geradores movidos a diesel.

O modelo desenvolvido de turbina hidrocínética é específico para regiões remotas e comunidades isoladas e visa sanar algumas deficiências apresentadas pelos modelos atuais, como, por exemplo: **Os obstáculos impostos pela natureza dos rios, detritos, peixes e outros animais que fazem parte da vida aquática**, e também possibilitar a criação de um modelo de fácil instalação em comunidades isoladas de difícil acesso da Amazônia e em todo o Brasil. Tem sentido de contribuir para sanar as dificuldades energéticas existentes, em que redes de transmissão não podem ser levadas, impossibilitando que pessoas ali residentes obtenham seus direitos de cidadãos.

A realização desse projeto vai oferecer uma oportunidade de ensino e aprendizado para alunos de graduação que se envolverem na atividade, além de beneficiar comunidades isoladas que não têm acesso à energia elétrica. Trata-se de um projeto multidisciplinar, uma vez que abrange as mais variadas áreas de ensino.

Grande parte das atividades do projeto serão desenvolvidas no Laboratório do Núcleo de Inovação e Energia. As parcerias serão dadas no decorrer do projeto, mas o próprio laboratório conta com toda a disponibilidade técnica necessária.

## **PERSPECTIVAS DE COLABORAÇÕES INTERINSTITUCIONAIS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO**

Até o momento não temos fechado qualquer acordo com outras instituições, mas em outros projetos coordenados pela equipe do projeto acertou-se colaboração com o Instituto Federal Tecnológico do Maranhão, através do Departamento de Engenharia de Materiais.

## **RECURSOS FINANCEIROS**

Este projeto conta somente com recursos financeiros próprios do laboratório do Núcleo de Inovação e Energia e da Universidade.

## **DISPONIBILIDADE EFETIVA DE INFRAESTRUTURA E DE APOIO TÉCNICO**

O Laboratório do Núcleo de Inovação e Energia tem infraestrutura disponível para cumprir todas as etapas do projeto, como uma oficina mecânica totalmente equipada, disponível no Departamento de Física da UFMA. O laboratório conta também com computadores dedicados à realização das simulações, otimização e desenho da turbina hidrocínética.

**CRONOGRAMA**

ETAPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
2							x	x	x	x	x	x												
3			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
4						x	x	x	x	x	x	x												
5									x	x	x	x												
6									x	x	x	x												
7									X	x	x	x												
8									x	x	x	x												
9									x	x	x	x												
10													x	x	x	x	x	x						
11													x	x	x	x	x	x						
12															x	x	x	x	x					
13													x	x	x	x	x	x	x	x				
14																x	x	x	x	x				
15																				x	x	x	x	x
16																				x	x	x	x	x

**ORÇAMENTO DETALHADO**

Tabela 1 – Custeio: relação de materiais

Material de Consumo	Unidade	Quantidade	PREÇO ( R\$)
Eixo-d, volante, correias, mancal de rolamento, rolamentos, corrente de rolos, coroa dentada, parafusos	Metro	1	R\$ 4.000,00
Quadro de comando	Peça	1	R\$ 1.000,00
Materiais de alvenaria (cimento, tijolos, areia, pedra brita e ferro)	Metro quadrado	X	R\$ 4.000,00
Componentes eletrônicos (fios elétricos, lâmpadas, LEDs e acessórios)	Peça	X	R\$ 2.000,00
Chapa e tubos (galvanizada alumínio, cobre, inox)	Peça	4	R\$ 6.000,00
Diárias	X	16	R\$ 5.120,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 22.120,00</b>

Tabela 2 – Custeio: serviços de terceiros

<b>Serviços de terceiros- pessoa jurídica</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Justificativa</b>	<b>PREÇO (R\$)</b>
Soldador/lanterneiro	01	Profissional para soldagem	R\$ 4.000,00
Engenheiro civil e técnicos	02	Profissional para projetar montar sistema	R\$ 9.000,00
Torneiro mecânico	01	Profissional para construção de peças	R\$ 9.000,00
Pintor	01	Profissional para pintura da turbina depois de montada	R\$ 2.000,00
Eletricista	01	Profissional para montagem da parte elétrica	R\$ 2.800,00
Técnico em eletrônica/ eletrotécnica	01	Profissional para montagem de circuitos eletrônicos	R\$ 5.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 31.800,00</b>

Tabela 3 – Capital: relação de materiais permanentes

<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>PREÇO ( R\$)</b>
Notebook para serviço de campo e para as simulações da otimização da turbina	Peça	01	R\$ 3.000,00
Gerador elétrico	Peça	01	R\$ 3.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 6.000,00</b>

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. D. *Computational Fluid Dynamics: The Basis with Applications*. New York: McGraw-Hill, 1995.

COSMOS. *Introducing COSMOSFloWorks*. 2005.

FERZIGER, J. H.; PERIC, M. *Computational Methods for Fluid Dynamics*. 3<sup>rd</sup> ed. [S.l.]: Springer, 2002.

POTTER, M.C.; WIGGERT, D.C.; HONDZO, M. *Mecânica dos Fluidos*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 688p.

WESSELING, P. *Principles of Computational Fluid Dynamics*. [S.l.]: Springer, 2001.

# Tecnologias para conservação do pescado amazônico

**Título Original:** desidratação osmótica e defumação líquida para a obtenção de piraiba seca com melhor qualidade sensorial

**Prêmio Benchimol:** 2008, Categoria Econômico-Tecnológica, Primeiro Lugar

## **Carmelita de Fátima Amaral Ribeiro**

Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP – Brasil. Professora e pesquisadora da Universidade do Estado do Pará (UEPA) – PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/7721870218745681>

E-mail: [carmelita@uepa.br](mailto:carmelita@uepa.br)

[carmelita.uepa@gmail.com](mailto:carmelita.uepa@gmail.com)

## **Kil Jin Park**

Livre-docência pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP - Brasil. Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP – Brasil. Professor e pesquisador da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3265043927968066>

E-mail: [kil@feagri.unicamp.br](mailto:kil@feagri.unicamp.br)

## **Miriam Dupas Hubinger**

Livre-docência pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP - Brasil. Pós-doutorado em Ciências Agrárias pela Universidade de Pau et Pays de L'Adour - França. Pós-doutorado pela Universidade do Porto - Portugal. Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) - Campinas, SP - Brasil. Professora e pesquisadora da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) - Campinas, SP - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6133512943741265>

E-mail: [mhub@fea.unicamp.br](mailto:mhub@fea.unicamp.br)

## **Suezilde da Conceição Amaral Ribeiro**

Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) -Campinas, SP - Brasil. Professora e pesquisadora da Universidade do Estado do Pará (UEPA) -PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3519207052266437>

E-mail: [suziar@yahoo.com.br](mailto:suziar@yahoo.com.br)

## **Eder Augusto Furtado Araújo**

Doutor em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) – Campinas, SP – Brasil. Professor e pesquisador da Universidade Federal do Pará (UFPA) – PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2252474296406344>

E-mail: [ederufpa@gmail.com](mailto:ederufpa@gmail.com)

## **RESUMO**

Apresenta diferentes métodos de conservação do pescado amazônico. Os peixes da espécie *Brachyplatystoma filamentosum* foram transportados para Campinas, onde foram realizados os estudos de desidratação osmótica, defumação líquida e secagem com intuito de encontrar melhores características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Com a pesquisa foi possível realizar a otimização dos métodos de conservação para o pescado, tornado a pesquisa uma referência para outros estudos e para aplicação em diferentes espécies de peixes no país.

**Palavras-chave:** Métodos de conservação. Amazônia. *Brachyplatystoma filamentosum*.

## **Technologies for the conservation of amazon fish**

### **ABSTRACT**

*It presents different methods of conservation of Amazonian fish. The fish of *Brachyplatystoma filamentosum* were transported to Campinas, where studies of osmotic dehydration, liquid smoking and drying were carried out in order to find better physicochemical, microbiological and sensorial characteristics. With the research it was possible to perform the optimization of fish conservation methods, making the research a reference for other studies and for application in different species of fish in the country.*

**Keywords:** *Methods of conservation. Amazon. *Brachyplatystoma filamentosum*.*

## **Tecnologías para la conservación de amazon fish**

### **RESUMEN**

*Se presentan diferentes métodos de conservación de Amazonian fish. El pescado de *Brachyplatystoma filamentosum* fue transportado a Campinas, donde los estudios de la desmovilización de los desórdenes, la liquidación de los cigarrillos y la eliminación se realizaron en orden a encontrar mejor físico, microbiológico y sensorial. Con la investigación, fue posible realizar la optimización de los métodos de conservación de la conservación de la energía, formulando la investigación a referirse a otros estudios y para la aplicación en diferentes especies de pescado en el campo.*

**Palabras clave:** *Métodos de conservación. Amazonas. *Brachyplatystoma filamentosum*.*

## **INTRODUÇÃO**

Um dos grupos mais significativos da biodiversidade ictiofaunística na região amazônica é os grandes bagres migradores que pertencem à ordem dos Siluriformes da família Pimelodidae. Alguns dos pimelodídeos de maior valor comercial são dourada, piraíba, piramutaba, jaú, surubim e o caparari (RIBEIRO, 2013).

A piraíba ou filhote é uma espécie de peixe de couro muito encontrado na região amazônica. A espécie é comercializada na forma de filés em feiras livres e supermercados da região, sendo muito procurada pelo consumidor principalmente pelo agradável sabor e elevado rendimento em carne (RIBEIRO, 2009).

Segundo Soares e Gonçalves (2012), a carne de pescado possui uma constituição química que lhe confere riqueza nutricional, sendo uma das principais fontes de proteína, possui todos os aminoácidos essenciais ao homem, além de ser rica em ácidos graxos poli-insaturados do grupo ômega-3 e possuir baixo teor de colesterol, porém apresenta alto potencial de deterioração.

A vida útil dos produtos alimentícios refere-se ao intervalo de tempo em que o produto pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luminosidade, oxigênio etc., de forma a garantir seus atributos sensoriais e nutricionais. No entanto, durante esse período ocorrem reações de deterioração da qualidade (GONÇALVES, 2011).

Segundo Azoubel et al. (2007), o processo de desidratação osmótica consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou fatiado, em soluções concentradas de sais ou açúcares, originando dois fluxos simultâneos e em contracorrente: uma saída de água do produto para a solução e uma migração de solutos para o produto. Para melhorar o aspecto do produto pode-se ainda utilizar o método de secagem, que poderá fornecer um produto atrativo ao consumo no que se refere a características sensoriais, tais como cor, textura e sabor do alimento.

A defumação líquida é um dos métodos de defumação mais promissores por ser um processo mais limpo, com menor poluição ambiental, possibilidade de grande variedade de fumaças, maior uniformidade de cor e sabor, alta deposição de substâncias antioxidantes e antimicrobianas e menor deposição de compostos cancerígenos como hidrocarbonetos e benzopirenos (COSTA et al., 2008). O processo de defumação líquida é um dos mais rápidos métodos de defumação, sendo um processo de imersão do pescado em soluções de extratos líquidos de fumaça.

Segundo Dionello et al.(2009), o conhecimento do efeito do pré-tratamento osmótico sobre a taxa de secagem por convecção pode auxiliar no estabelecimento das melhores condições operacionais desse sistema combinado de preservação de alimentos. Ademais, as características de secagem de qualquer produto, incluindo a avaliação dos modelos matemáticos que melhor descrevem o processo, são importantes na seleção e desenvolvimento de equipamentos e no cálculo dos custos operacionais.

No processo de secagem de alimentos, o calor é fornecido a determinado produto, que perde umidade até níveis adequados de conservação. Na obtenção de pescado seco, normalmente a secagem é a operação que segue à salga, obtendo-se o pescado seco e salgado (RIBEIRO, 2009).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo estudar diferentes métodos para conservação do pescado amazônico, visto que o pescado é um alimento altamente perecível. Para o estudo foi utilizada a espécie *Brachyplatystoma filamentosum*.

## **METODOLOGIA**

O peixe amazônico utilizado no experimento foi da espécie *Brachyplatystoma filamentosum*, adquiridos em Belém, Pará, e transportados até a Universidade Estadual de Campinas para realização dos experimentos.

No laboratório, os exemplares de peixes foram processados para retirada do filé e para análises físico-químicas (IAL, 2008).

As análises físico-químicas foram realizadas para matéria-prima e produtos desidratados. Para a realização das análises, as amostras foram trituradas e homogeneizadas, sendo utilizadas três amostras para a determinação da composição de umidade(estufa a vácuo 70°C por 24 h), cinzas (mufla a 500°C) e lipídios pelo método de Bligh e Dyer(1959), de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1995). O conteúdo de cloretos foi determinado pelo Método de Mohr (RANGANNA, 1977). A atividade de água foi medida com auxílio de aparelho Decagon (Aqualab Pawkit) modelo WA 99163, e as medidas de pH foram realizadas com auxílio de um potenciômetro.

Para o processamento do pescado amazônico, foram utilizados três métodos combinados de desidratação osmótica, defumação líquida e secagem.

Foram utilizadas amostras de peixes cortadas em geometria cúbica, com aresta de aproximadamente 1,4 cm, com o intuito de minimizar fissuras nas amostras durante o processo de desidratação osmótica.

## **MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DO PESCADO**

### **DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA**

Na desidratação osmótica, foram utilizados dois delineamentos fatoriais de 2<sup>3</sup> com o objetivo de definir as condições ótimas de processo para cada variável estudada. O primeiro planejamento testou um modelo quadrático realizando 8 ensaios nos pontos fatoriais, 3 repetições no ponto central e 6 ensaios nos pontos axiais, totalizando 17 experimentos. O segundo planejamento testou um modelo linear com 3 repetições no ponto central, totalizando 11 ensaios, conforme a tabela 1. Foram estudadas as variáveis de temperatura, concentração de NaCl e tempo de processo. Como variáveis dependentes, foram obtidas as respostas perda de peso (PP), perda de água (PA) e ganho de sal (Gsal).

Tabela1 – Definição dos níveis das variáveis estudadas na desidratação osmótica do pescado *Brachyplatystoma filamentosum*

Variáveis independentes	Níveis				
	-1,68	-1	0	+1	+1,68
Planejamento 1					
Temperatura (°C)	22	25	30	35	38
Concentração de NaCl (mol/L)	0,03	0,1	0,2	0,3	0,37
Tempo (min)	199	240	300	360	401
Planejamento 2					
Temperatura (°C)	-	35	40	45	-
Concentração de NaCl (mol/L)	-	0,7	0,8	0,9	-
Tempo (min)	-	90	120	150	-

As amostras foram cortadas em geometria de cubos de  $\pm 1,4$  cm de aresta, pesadas, identificadas e colocadas em recipientes de vidro de 250 ml contendo a solução osmótica na proporção de 1:20 (amostra:solução) nas concentrações, temperaturas e tempos estabelecidos pelo planejamento experimental. Os recipientes foram colocados em banho-maria, com agitação constante. Após serem retiradas do banho-maria, as amostras foram lavadas com 20 ml de água destilada, para remover o excesso de solução desidratante, drenadas, secas e pesadas. Em cada ensaio, as determinações foram realizadas em triplicata. Os produtos desidratados obtidos foram submetidos a determinações de umidade e cloretos para determinação dos valores de perda de água e ganho de sal, respectivamente, atividade de água e pH para avaliar a influência de cada tratamento sobre a qualidade do produto final.

### DEFUMAÇÃO LÍQUIDA

A solução de aroma de fumaça ou Smoke<sup>®</sup> 1517 IC usada no processo de defumação líquida foi doada pela empresa BKG Adicon/ICL Brasil Ltda., de São Bernardo do Campo, SP.

Os ensaios de defumação líquida foram realizados de acordo com um delineamento experimental 2<sup>3</sup>, tendo como fatores temperatura de secagem, concentração da solução de fumaça e tempo de imersão. Na tabela 2 estão os níveis inferiores (-1) e superiores (+1) e o ponto central (0) das variáveis estudadas. Foi avaliada a influência dos fatores sobre a difusividade efetiva do processo.

Tabela 2 – Definição dos níveis das variáveis estudadas na defumação líquida e secagem do pescado *Brachyplatystoma filamentosum*

Variáveis independentes	Nível		
	-1	0	+1
Temperatura de secagem (°C)	40	50	60
Concentração da solução % (p/p)	20	25	30
Tempo de imersão (s)	20	25	30

### SECAGEM

Para o processo de secagem convectiva, foi utilizado um secador para operar em fluxo paralelo ou perpendicular com bandejas, pertencente ao Laboratório de Secagem de Produtos Agrícolas da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.

Os cubos de peixe foram imersos em solução de NaCl (sal de cozinha da marca Cisne) na concentração de 21% por 2 min. Em seguida foram pré-secos durante 30 min na temperatura de 40°C. As etapas de pré-salga e pré-secagem são necessárias para que as amostras apresentem uma superfície brilhante, redução da umidade superficial e maior uniformidade da coloração nas amostras após serem imersas no aroma natural de fumaça.

As amostras sem tratamento e defumadas, nas condições selecionadas (tabela 2) foram secas em secador de fluxo perpendicular e paralelo para verificar a influência da temperatura de secagem (40, 50 e 60°C) e velocidade do ar de 1,08 m/s.

A pesagem das amostras foi realizada através de uma balança semianalítica em intervalos de tempo predeterminados (15, 30 e 60 minutos), até que o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem fosse alcançado. A temperatura e umidade relativa ambiente foram medidas com auxílio de um termo-higrômetro digital.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos no processo de desidratação osmótica foram avaliados através da hierarquização dos efeitos e análise de variância, avaliando a regressão e a falta de ajuste dos modelos testados. O resultado das avaliações foi expresso através de curvas de superfície de resposta, para os modelos considerados preditivos e com falta de ajuste não significativa.

Os ajustes dos modelos aos dados experimentais da defumação líquida e secagem foram realizados através de regressão linear e não linear do programa Statistica, versão 6.0, através da análise de variância (ANOVA) e teste de Fischer (F). Para a escolha dos melhores ajustes foram utilizados como critérios o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (BARROS NETO et al., 1995). De acordo com Lomauro et al. (1985), um modelo é considerado preditivo para valores de  $P < 10\%$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA E PRODUTO FINAL

Os resultados da análise físico-química do peixe (*Brachyplatystoma filamentosum*) *in natura* e após aplicação dos métodos de desidratação osmótica, defumação líquida e secagem estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 – Composição centesimal do pescado *in natura* e após aplicação dos métodos de conservação

Análises	In natura	Planejamento 1	Planejamento 2	Seco defumado
Umidade (%)*	82,4 ± 0,80	84,45 ± 1,61	71,89 ± 4,9	81,23 ± 5,83
Cinzas (%)	1,01 ± 0,05	3,08 ± 0,99	5,55 ± 0,30	16,17 ± 0,72
Proteínas (%)	16,63 ± 0,80	-	-	-
Lipídios (%)	14,55 ± 0,30	11,51 ± 1,24	9,78 ± 2,20	7,69 ± 0,10
pH	6,68 ± 0,04	6,60 ± 0,18	6,25 ± 0,11	-
aw	0,987 ± 0,006	0,939 ± 0,031	0,89 ± 0,01	-
Cloretos (g/100g)	0,44 ± 0,18	5,93 ± 2,50	19 ± 2,94	8,9 ± 3,0

\* base úmida

Os resultados encontrados para *Brachyplatystoma filamentosum* *natura* foram concordantes aos encontrados por Simões (2007), que estudando a composição centesimal de tilápia do Nilo observou valores médios de cloretos de 0,44 g/100g, pH de 6,68, atividade de água de 0,983, cinzas de 1,09% e proteína de 19,36%.

Observa-se, na tabela 3, que os produtos desidratados osmoticamente apresentaram teores de lipídios, pH e atividade de água menor que o produto seco sem tratamento. Ribeiro (2005) estudou a desidratação osmótica de mapará em solução de NaCl e encontrou elevados teores de cloretos 20,4, 24,23 e 30,84 g/100g e baixos valores de atividade de água (0,78, 0,76 e 0,75) nas amostras pré-tratadas por desidratação osmótica (numa faixa de concentração de 20 a 26%) e secas na temperatura de 40, 50 e 60°C, respectivamente. Esses resultados foram superiores aos encontrados para a *Brachyplatystoma filamentosum* desidratada, em ambos os tratamentos.

Os resultados da análise de umidade (base úmida), cinzas e lipídios do peixe seco defumado foram discordantes aos encontrados por Gonçalves e Cezarini (2008), que realizaram a defumação de filés de jundiá em aroma de fumaça e encontram valores médios de umidade de 58,94%, cinzas de 3,58 % e lipídios de 2,73 %. O aumento dos teores médios de cinzas (16,17%) e cloretos (8,9 g/100g) nas amostras secas defumadas, provavelmente, ocorreu devido à presença de cloreto de sódio (sal de cozinha) e compostos da fumaça no músculo, durante o processo de pré-salga e defumação, sendo que o mesmo efeito (salga) foi observado por Souza (2004).

O pescado apresenta condições intrínsecas que propiciam a multiplicação microbiana, podendo reduzir a vida útil do produto, que passará a representar risco à saúde pública. A elevada atividade de água, a composição química, o teor de gorduras insaturadas facilmente oxidáveis e o pH próximo da neutralidade da carne de peixe são os fatores determinantes no crescimento microbiano (OLIVEIRA et al., 2008).

## **EFEITOS DAS VARIÁVEIS INDEPENDENTES SOBRE AS RESPOSTAS NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA**

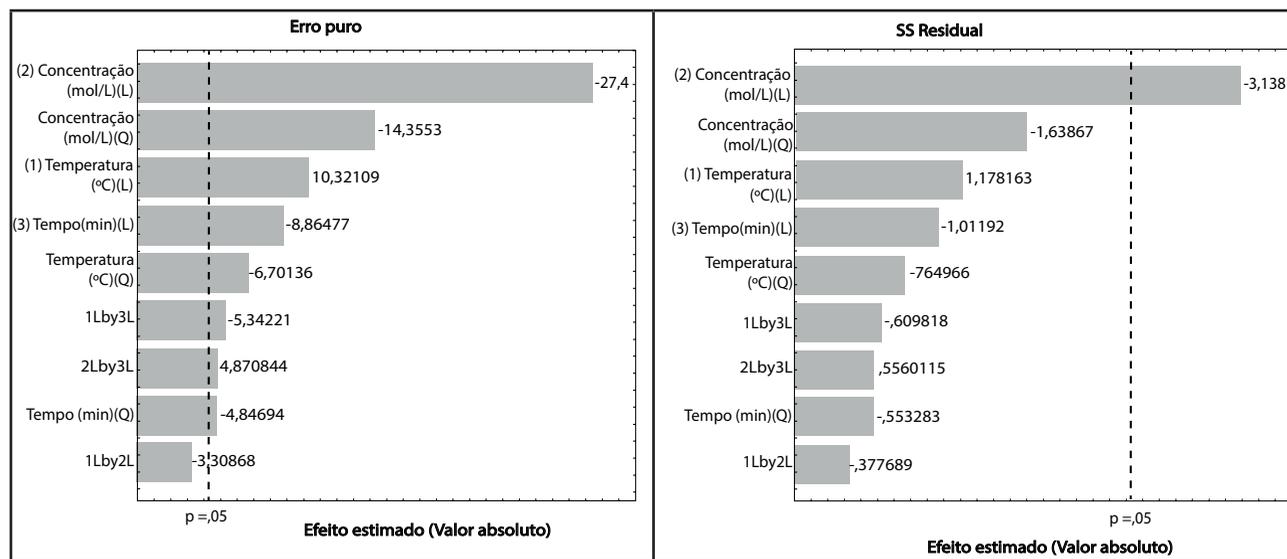
As figuras 1 e 2 mostram os gráficos de Pareto para a desidratação osmótica para planejamento 1 e 2, respectivamente.

Para perda de peso, verifica-se que o maior efeito foi encontrado para a variável concentração molar de NaCl, sendo essa resposta também negativa, ou seja, nessas condições ocorreu o efeito inverso (aumento de peso), o que pode estar relacionado às baixas concentrações molares de NaCl estudadas nesse tratamento.

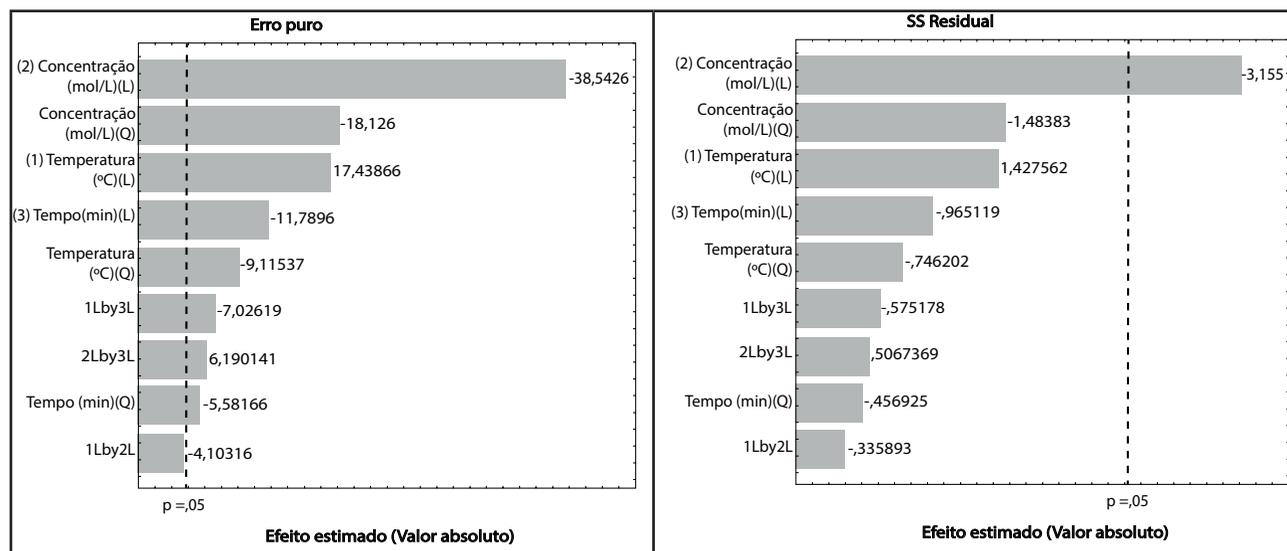
Verifica-se que o maior efeito das variáveis sobre a perda de água foi encontrado para a variável concentração molar de NaCl, seguido da variável temperatura, sendo essa resposta também negativa, ou seja, quanto maior a temperatura, menor a perda de água.

O maior efeito das variáveis sobre ganho de sal foi encontrado para a variável concentração molar de NaCl para o erro puro e SS residual, sendo que a resposta foi positiva, ou seja, nessas condições, o ganho de sal é maior.

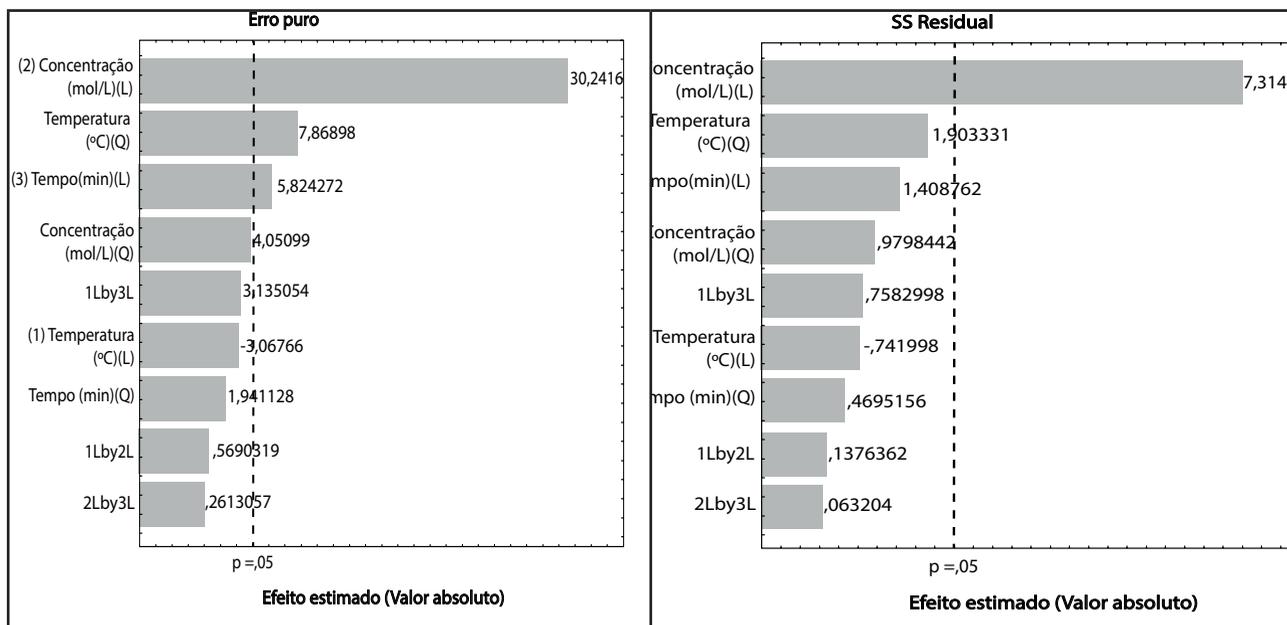
Figura 1 – Efeitos estimados sobre a resposta de perda de peso (a), perda de água (b) e ganho de sal (c) na desidratação osmótica de *Brachyplatystoma filamentosum*, para planejamento 1



(a)

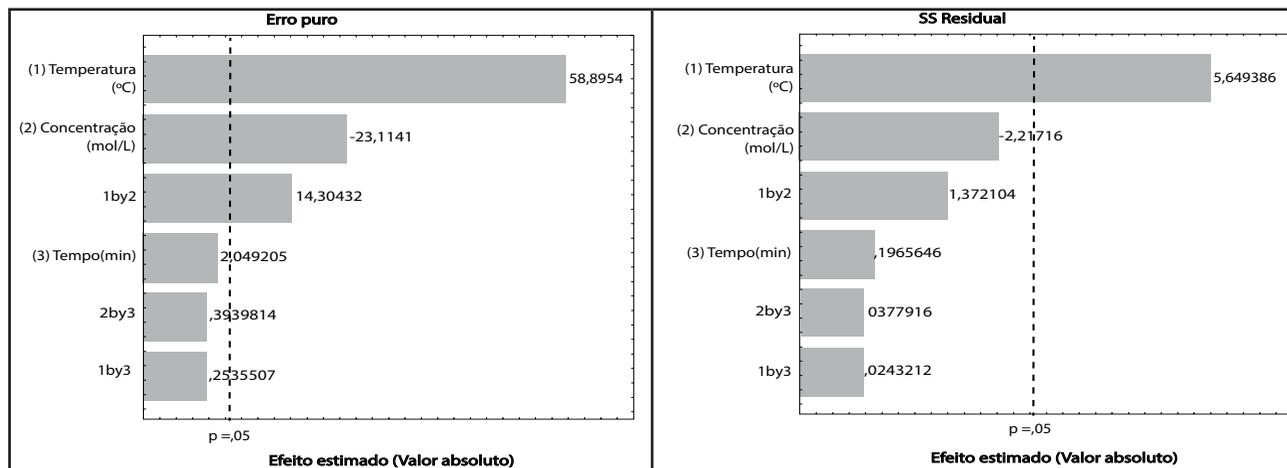


(b)

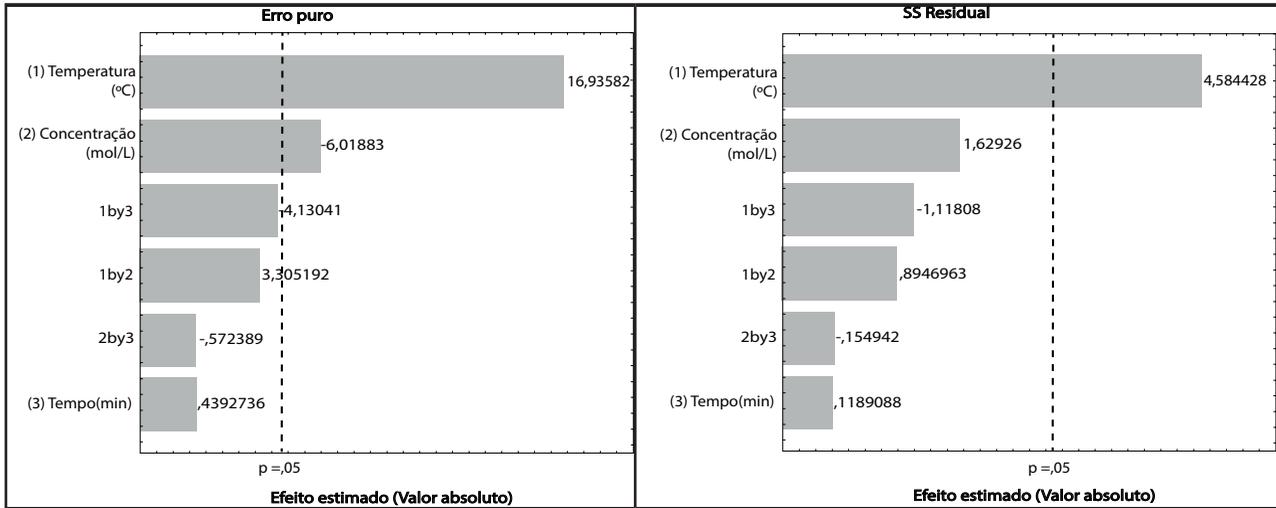


(c)

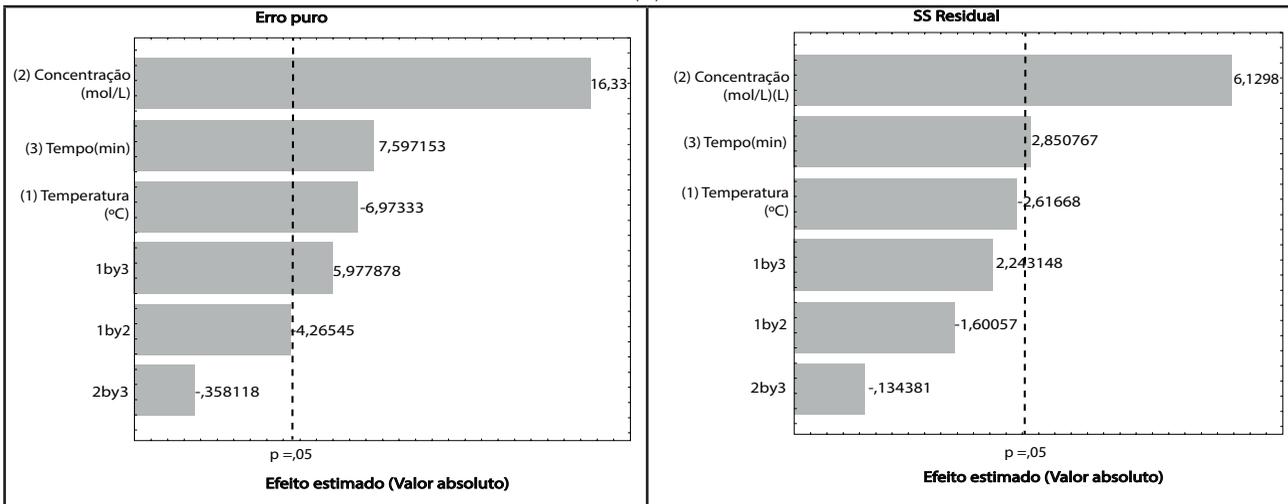
Figura 2. Efeitos estimados sobre a resposta de perda de peso (a), perda de água (b) e ganho de sal (c) na desidratação osmótica de *Brachyplatystoma filamentosum*, para planejamento



(a)



(b)



(c)

Verifica-se na figura 2a que o efeito estimado na perda de peso foi negativo apenas para a concentração de NaCl, indicando que ao passar de um valor mínimo a um valor máximo dessa variável, menores serão as respostas de perda de peso. Observa-se que a temperatura foi o parâmetro com maior efeito sobre a resposta de perda de água. Pode-se visualizar na figura 2c que a concentração molar de NaCl foi o parâmetro com maior efeito sobre a resposta de ganho de sal.

Após a eliminação dos parâmetros não significativos, verificou-se através da análise de variância a significância da regressão e falta de ajuste ao nível de 95% de confiança, conforme tabelas 4 e 5, para planejamento 1 e 2, respectivamente.

Tabela 4 – Resultado da ANOVA do modelo ajustado na desidratação osmótica de peixe, para planejamento 1

Fonte de variação	GL	SQ	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado</sub> (p≤0,05)	R <sup>2</sup>
<b>Perda de peso</b>						
Regressão	8	1515,135	189,392	2,20	3,44	0,69
Resíduo	8	688,621	86,077			
Falta de ajuste	6	686,108	114,351	91,03	19,33	
Erro puro	2	2,513	1,256			
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2203,756</b>	<b>-</b>			
<b>Perda de água</b>						
Regressão	8	1474,532	184,3165	2,22	3,44	0,69
Resíduo	8	662,897	82,86206			
Falta de ajuste	6	661,647	110,2746	176,57	19,33	
Erro puro	2	1,249	0,624551			
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2137,429</b>				
<b>Ganho de sal</b>						
Regressão	3	0,338	0,11259	27,65	3,41	0,86
Resíduo	13	0,053	0,00407			
Falta de ajuste	11	0,05225	0,00475	14,03	19,40	
Erro puro	2	0,00067	0,00034			
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>0,39071</b>				

GL: grau de liberdade      SQ: soma quadrática      MQ: média quadrática

Os modelos ajustados para a perda de peso e perda de água não podem ser considerados preditivos (F calculado menor que o F tabelado).

O F calculado da falta de ajuste foi muito elevado devido ao baixo valor apresentado na MQ do erro puro. O coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi de 0,69, para ambos, ou seja, a porcentagem da variação explicada pelo modelo foi de apenas 69% da variação dos dados experimentais. Esse coeficiente muito baixo não permite que seja tirado o modelo estatístico e as suas superfícies.

Já para ganho de sal, observa-se que o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi de 0,86, indicando que o modelo explicou 86% da variação dos dados experimentais.

O valor do F calculado para regressão foi superior ao F tabelado e falta de ajuste (F calculado inferior ao F tabelado) no mesmo nível de confiança, fazendo com que o modelo seja significativo e preditivo (equação 1).

$$G_{sal}(\%) = 0,276 + 0,071T^2 + 0,301C + 0,058t \quad (1)$$

Onde: *T*: temperatura (°C); *C*: concentração de NaCl (mol/L); *t*: tempo (min).

Tabela 5 – Resultado da ANOVA do modelo ajustado na desidratação osmótica de peixe, para planejamento 2

Fonte de variação	GL	SQ	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado</sub> (p≤0,05)	R <sup>2</sup>
<b>Perda de peso</b>						
Regressão	3	1465,208	488,4028	22,36	4,35	0,91
Resíduo	7	152,927	21,8467			
Falta de ajuste	5	152,230	30,4460	87,43	19,30	
Erro puro	2	0,696	0,3482			
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>1618,135</b>				
<b>Perda de água</b>						
Regressão	2	1289,833	644,9167	15,55	4,46	0,80
Resíduo	8	331,768	41,4710			
Falta de ajuste	6	323,783	53,9638	13,52	19,33	
Erro puro	2	7,985	3,9927			
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>1621,602</b>				
<b>Ganho de sal</b>						
Regressão	4	0,272	0,06796	13,13	4,53	0,90
Resíduo	6	0,031	0,00517			
Falta de ajuste	4	0,0297	0,00743	11,18	19,25	
Erro puro	2	0,0013	0,00066			
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0,3029</b>				

GL: grau de liberdade      SQ: soma quadrática      MQ: média quadrática

Os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) foram de 0,91, 0,80 e 0,90, indicando que a porcentagem de variação explicada pelo modelo é de 91, 80 e 90%. Os modelos para perda de peso, perda de água e ganho de sal na desidratação osmótica foram considerados preditivos, apresentando regressão significativa com 95% de confiança (F calculado superior ao F tabelado) e falta de ajuste (F calculado inferior ao F tabelado). Os modelos codificados propostos na desidratação osmótica utilizando o planejamento 2 encontram-se nas equações 2,3,4.

$$PP(\%) = -15,70 + 12,28T - 4,822C + 2,984TC \quad (2)$$

$$WL(\%) = 11,964T - 4,252C \quad (3)$$

$$Gsal(\%) = 0,811 - 0,063T + 0,148C + 0,069t + 0,054T \quad (4)$$

Onde: T temperatura (°C); concentração de NaCl (mol/L); tempo (min).

### DIFUSIVIDADE EFETIVA

Os valores de difusividade efetiva (baseada no modelo de Fick) da água para um cubo e resultados da análise estatística na secagem de peixe defumado de acordo com o planejamento fatorial de 2<sup>3</sup> estão apresentados na tabela 6. Verifica-se que, quanto maior a temperatura de processo, maior o valor de difusividade efetiva da água.

Tabela 6 – Valores da difusividade efetiva obtidos na secagem de peixe defumado

Ensaio	Variáveis independentes			Respostas		
	T (°C)	C (%)	t(seg)	$D_{ef} \cdot 10^{10}$ (m <sup>2</sup> /s)	P(%)	R <sup>2</sup>
1	40(-1)	20 (-1)	20 (-1)	2,89	0,0819	0,965
2	60(+1)	20(-1)	20(-1)	5,33	0,3077	0,981
3	40(-1)	30(+1)	20 (-1)	2,39	0,0706	0,969
4	60(+1)	30(+1)	20(-1)	4,76	0,3819	0,982
5	40(-1)	20 (-1)	30(+1)	2,71	0,0594	0,972
6	60(+1)	20(-1)	30(+1)	8,54	0,0810	0,981
7	40(-1)	30(+1)	30(+1)	3,82	0,0619	0,972
8	60(+1)	30(+1)	30(+1)	5,32	0,3110	0,981
9	50(0)	25(0)	25(0)	3,26	0,1780	0,979
10	50(0)	25(0)	25(0)	2,87	0,0641	0,975
11	50(0)	25(0)	25(0)	3,46	0,0786	0,971
12	50(0)	25(0)	25(0)	3,28	0,0786	0,972

Os valores da difusividade efetiva obtidos na secagem de peixe defumado foram superiores aos encontrados na literatura. Simões (2007) encontrou para tilápia seca defumada valores máximos de difusividade efetiva de 2,60, 3,07 e 3,27.10<sup>-10</sup>m<sup>2</sup>/s para o processo de secagem convectiva na temperatura de 40, 50 e 60°C, respectivamente.

Ribeiro (2000) realizou a secagem convectiva de matrinhã defumada e encontrou valores de difusividade efetiva de 2,36 a 3,32.10<sup>-10</sup>m<sup>2</sup>/s, 3,79 a 4,44.10<sup>-10</sup>m<sup>2</sup>/s e 3,91 a 5,79.10<sup>-10</sup>m<sup>2</sup>/s para o processo de secagem na temperatura de 40, 50 e 60°C, respectivamente.

Na figura 3 estão apresentados os gráficos de Pareto que dispõem das informações de frequência dos efeitos estimados calculados pelo erro puro e SS residual. Verifica-se que o maior efeito calculado pelo erro puro foi a temperatura, seguida do tempo de imersão em aroma de fumaça.

Figura 3 – Efeito estimado sobre a resposta da difusividade efetiva na secagem de peixe defumado

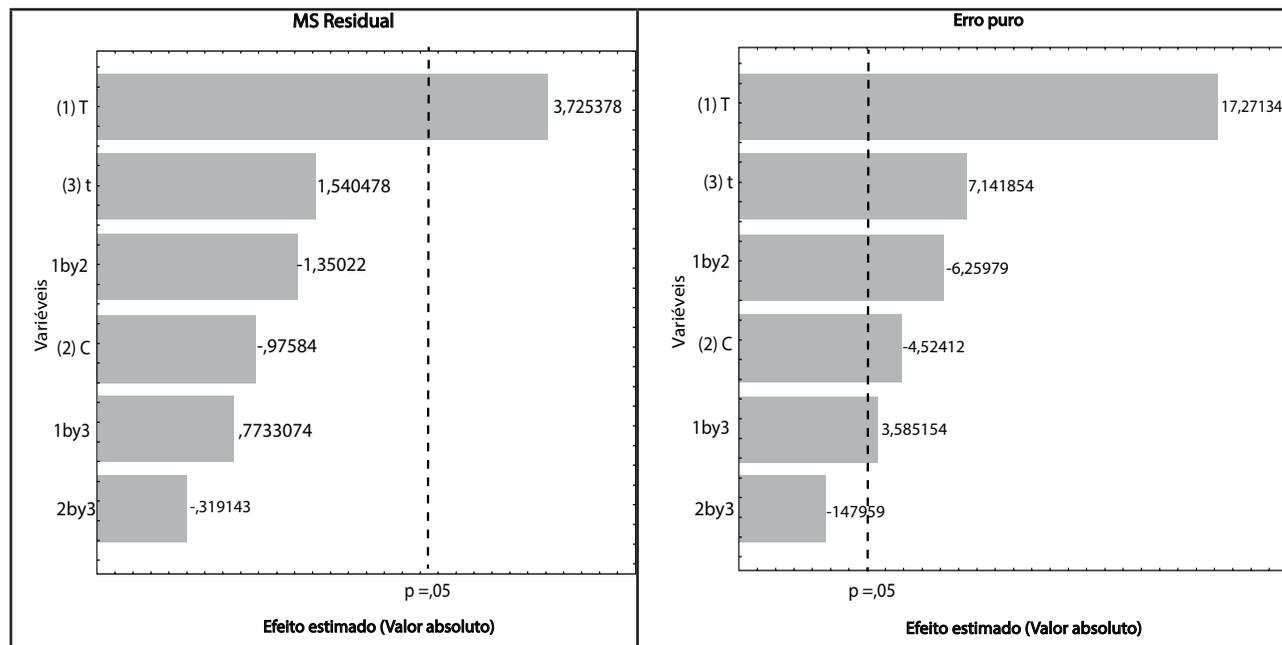


Tabela 7 – Resultado da ANOVA do modelo ajustado para difusividade efetiva na secagem de peixe defumado

Fonte de variação	GL	SQ	MQ	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabelado</sub> (p≤0,05)	R <sup>2</sup>
Regressão	5	26,050	5,2100	4,62	4,39	0,79
Resíduo	6	6,772	1,12871			
Falta de ajuste	3	6,5870	2,19566	35,55	9,28	
Erro puro	3	0,1852	0,06175			
Total	11	32,8226				

GL: grau de liberdade      SQ: soma quadrática      MQ: média quadrática

O modelo apresentado na tabela 7 para difusividade efetiva da água no processo de secagem de piraíba defumada apresentou regressão e falta de ajuste, significativa (com F calculado maior que o F tabelado). O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) explica somente 79% das respostas de difusividade efetiva.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concentração molar da solução osmótica e a temperatura de secagem foram os fatores de maior influência nas respostas de perda de água e ganho de sal na desidratação osmótica do pescado em ambos os tratamentos.

A defumação líquida pode vir a ser um substituto ao método tradicional de defumação de pescados, por proporcionar melhores características sensoriais do pescado.

Os métodos utilizados foram de suma importância para conservação do pescado amazônico. Com a desidratação osmótica, defumação utilizando fumaça líquida e secagem, foi possível melhorar as características físico-químicas e sensoriais do produto final.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e pela Bolsa de Pesquisa concedida. Ao Prêmio Samuel Benchimol, pelo apoio financeiro nas pesquisas.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. *Official Methods of Analysis*. 14. ed. Arlington, 1995.
- AZOUBEL, P. M. et al. Processo agroindustrial: obtenção de um produto seco de caju por desidratação osmótica e secagem. *Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico*, n. 131, 4p, 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36707/1/COT131.pdf>>. Acessado em: 16. set. 2018.
- BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R.E. *Como fazer experimentos-pesquisas e desenvolvimento na ciência e na indústria*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2001. 401p.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A. Rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*, v. 37, p.911-917, 1959.
- CENGEL, Y. A. *Transferência de calor e massa: uma abordagem pratica*. 3.ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2009. 902p.
- COSTA, A.P.R. et al. Defumação de filés de piau-vermelho (*Leporinus scopelandii*) com o uso de fumaça líquida. *Revista Ceres*, v. 55, n.4, p.251-257, 2008. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3319/1216>>. Acessado em: 16 set. 2018.
- DIONELLO, R. G. et al. Secagem de fatias de abacaxi in natura e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.29, n.1, p. 232-240, 2009.
- GONÇALVES, A. A.; CEZARINI, R. Agregando valor ao pescado de água doce: defumação de filés de jundiá (*Rhamdia quelen*). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v.3, n.2, 2008.
- GONÇALVES A. A. *Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação*. São Paulo: Atheneu, 2011.
- RANGANNA, S. *Manual of analysis of fruit and vegetable products*. New Delhi, India: McGraw-Hill Publishing Company Limited, 1977.
- RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. 1.ed. São Paulo: Edgard BlücherLtda, 2004.

RIBEIRO, S. C. A. *Secagem e Defumação de File de Peixe Matrinchá (Bryconcephalus)*. 2000. 111p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2000.

RIBEIRO, S. C. A. *Estudo do Processo de Desidratação Osmótica e Secagem de Files de Mapará (Hypophthalmusedentatus)*. 2005. 278p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

RIBEIRO, S. C. A; TOBINAGA, S. Avaliação sensorial de filés de matrinchá (Bryconcephalus) processados por métodos combinados. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.4, n.2, p.101-106, 2002.

RIBEIRO, S. C. A. et al. Otimização da desidratação osmótica de filés de mapará (Hypophthalmusedentatus) através da metodologia de superfície de resposta. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.28, n.2, p. 485-492, 2008.

SIMÕES, M. R. *Desidratação osmótica, secagem e defumação líquida de filés de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus), variedade Tailandesa*. 2007. 184p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2007.

SOARES, K. M. P.; GONCALVES, A. A. Qualidade e segurança do pescado. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v, 71, n.1, p.1-10, 2012. Disponível em: <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v71n1/v71n1a01.pdf>>. Acessado em: 16 set. 2018.

# Serviço Nacional de Carbono Rural da Amazônia (SNCRA)

**Título Original:** Proposta de criação do Serviço de Carbono Rural da Amazônia (SNCRA)

**Prêmio Benchimol:** 2008, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

## **Ederson Augusto Zanetti**

Doutor em Manejo Florestal Sustentável pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) – PR – Brasil. Membro de 3 Painéis de Trabalhos Técnicos Globais (da United National Framework Convention on Climate Change - UNFCCC CDM AR / IPBES Lead Author / VP da Global Conservation Standard - GCS) e trabalhos com integração ciência-política em 30 países. Atua no assessoramento de investidores, empresas e proprietários rurais nacionais e internacionais para o desenvolvimento de projetos florestais de conservação, reflorestamento, produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

<http://lattes.cnpq.br/9910274260105817>

Email: [eder.zanetti@fulbrightmail.org](mailto:eder.zanetti@fulbrightmail.org)

## **Marcelo de Castro Souza**

Especialista em Políticas Públicas com foco na integração do planejamento, incluindo experiência consolidada com os Consórcios Públicos Intermunicipais. Ex-Vereador e Ex-Presidente da Câmara e Ex-vice-prefeito de Guarantã do Norte – MT – Brasil.

Email: [marcelocastrogta@gmail.com](mailto:marcelocastrogta@gmail.com)

## **RESUMO**

Os 20 milhões de hectares de áreas degradadas na agricultura familiar e outras propriedades rurais da Amazônia brasileira, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a Plataforma Intercontinental de Políticas Científicas sobre a Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), o Acordo de Paris e o cenário de savanização pelo aceleração das mudanças climáticas globais são o pano de fundo do Serviço Nacional de Carbono Rural da Amazônia (SNCRA). Os mercados florestal e de carbono emergem como instrumentos para viabilizar uma estratégia concertada de inclusão da agricultura familiar, através do SNCRA, nas atividades de recuperação das áreas degradadas e mitigação das mudanças climáticas. A estratégia inclui o Fundo Nacional de Carbono Rural da Amazônia (FNCRA), um mecanismo de governança – Comitê de Gestão Bom Tempo, uma certificação: Bom Tempo e uma rede de Armazéns Florestais, entrepostos comerciais e de prestação de serviços. Depois de implantada vai contribuir para o estabelecimento de um Cinturão Florestal na Amazônia Brasileira. A implantação ocorre através da adequação das políticas públicas e privadas, ferramentas de tecnologia da informação (software e APP), práticas inovadoras de uso da terra (AR, REDD+, PFM) e disseminação do conhecimento.

**Palavras-Chave:** Carbono. Agricultura familiar. Áreas degradadas. Mudanças climáticas. Políticas públicas.

## **National rural carbon service of the amazon (sncra)**

### **ABSTRACT**

*The 20 million hectares of degraded areas in family agriculture and other rural properties of the Brazilian Amazon, the ODS, the IPBES, the Paris Agreement and the acceleration of global climate change savanization are the backdrop scenario of the National Rural Carbon Service of the Amazon SNCRA. Forestry and carbon markets emerge as instruments to enable a concerted strategy to include family agriculture, through SNCRA, in the recovery of degraded areas and mitigation of climate change. This strategy includes the National Rural Carbon Fund of Amazonia - FNCRA, a governance mechanism - "Bom Tempo" Management Committee, a certification: "Bom Tempo" and a network of "Forest Warehouses", commercial and service delivery facilities. Once implanted it will contribute to the establishment of a "Forest Belt" in the Brazilian Amazon. The implementation takes place through the adaptation of public and private policies, information technology tools (software and APP), innovative land use practices (AR, REDD +, HWP) and dissemination of knowledge.*

**Keywords:** Carbon. Family farming. Degraded areas. Climate changes. Public policy.

## **Servicio Nacional de Carbono Rural de la Amazonia (SNCRA)**

### **RESUMEN**

*Los 20 millones de hectáreas de áreas degradadas en la agricultura familiar y otras propiedades rurales de la Amazonía brasileña, las SAO, la IPBES, el Acuerdo de París y la aceleración de la salvanización del cambio climático global son el escenario de fondo del Servicio Nacional de Carbono Rural de la Amazonía SNCRA . Los mercados forestales y de carbono emergen como instrumentos para permitir una estrategia concertada para incluir la agricultura familiar, a través de SNCRA, en la recuperación de áreas degradadas y la mitigación del cambio climático. Esta estrategia incluye el Fondo Nacional de Carbono Rural de la Amazonia - FNCRA, un mecanismo de gobernanza - Comité de Administración "Bom Tempo", una certificación: "Bom Tempo" y una red de "Almacenes Forestales", instalaciones comerciales y de prestación de servicios. Una vez implantado, contribuirá al establecimiento de un "Cinturón forestal" en la Amazonia brasileña. La implementación se lleva a cabo mediante la adaptación de políticas públicas y privadas, herramientas de tecnología de la información (software y APP), prácticas innovadoras de uso de la tierra (AR, REDD +, HWP) y la difusión de conocimientos.*

**Palabras clave:** carbono. La agricultura familiar. Zonas degradadas. Cambios climáticos. Política pública.

## INTRODUÇÃO

Na América Latina e no Caribe, mais de 50% das terras estão degradadas. Isto potencializa um círculo vicioso nas zonas rurais: superexploração do solo, desgaste, degradação, maiores exigências para produzir, mais pobreza, insegurança alimentícia, migração. Os produtos florestais são excluídos e marginalizados, com pouco acesso aos mercados e consumidores, estando limitados ao comércio local ou, no máximo, às microrregiões onde existem. A América do Sul pode perder até um quinto de suas terras produtivas até 2025: o processo de desertificação no continente sul-americano tem se intensificado nos últimos anos, principalmente em países de grandes extensões, como o Brasil. São milhões de hectares de florestas degradadas na Amazônia Legal brasileira, com um número indefinido delas em Reservas Legais e Áreas de Preservação Permanente das propriedades rurais de agricultores familiares, pequenos, médios e grandes produtores. Um cenário que contribui para acelerar os efeitos das mudanças climáticas globais.

As mudanças climáticas globais causam diversos efeitos sobre as espécies e ecossistemas nativos; há cenários que descrevem um processo de savanização da Amazônia em função do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico (fertilização) e das temperaturas globais (aquecimento). Estratégias adaptativas que incluam os agricultores familiares e toda sorte de proprietários rurais são fundamentais para diminuir a pressão sobre determinadas espécies. A integração da gestão da paisagem inclui o monitoramento adequado das áreas degradadas, que vai gerar subsídios para implementação de plantios florestais que possam corresponder às necessidades econômicas das regiões em que se encontram, diminuindo as pressões sobre as áreas naturais remanescentes. Esse cenário alternativo possibilita criar uma potencial fonte de recursos para a implementação de medidas para mitigar os efeitos da savanização em áreas de alto valor para conservação, especialmente se integrando os esforços àqueles de construção dos Corredores Ecológicos da Amazônia.

A integração do agricultor familiar no esforço para mitigação das mudanças climáticas depende da geração de condições sociais, econômicas e ambientais adequadas.

O Serviço Nacional de Carbono Rural da Amazônia (SNCRA) foi planejado como um instrumento para a implantação das políticas públicas, incluindo as de inclusão social da agricultura familiar e de combate ao desmatamento e degradação florestal na região. Com o estabelecimento dos ODS e do Acordo de Paris, o papel dos municípios e dos negócios ganhou evidência, fazendo com que o uso de políticas públicas e privadas, tecnologias e investimentos adequados e plataformas de disseminação do conhecimento sejam fundamentais. O SNCRA promove as agendas globais e facilita o acesso dos agricultores familiares e produtores rurais de todos os portes aos mercados de carbono, visando aumentar trabalho e renda com atividades florestais sustentáveis.

## SITUAÇÃO ATUAL

As áreas florestais na Amazônia brasileira são exploradas no sistema de cultivo itinerante, e com o crescimento da população e da pressão sob os solos, essa prática tem levado ao abandono das áreas desmatadas e à abertura de novas áreas, sem recuperar a produtividade das primeiras e terminando por determinar um ciclo de destruição. As terras marginais, aquelas menos produtivas e mais degradadas, são normalmente ocupadas pelos menos favorecidos no sistema econômico. Logo, são as classes mais pobres e desprovidas as maiores beneficiárias de investimentos na recuperação de áreas degradadas. A grande maioria dos projetos designados para a região amazônica tem estruturas rígidas de governança, que exigem um esforço grande da população para conseguir a participação das comunidades locais. Em se tratando de alternativas de geração de renda com recuperação de áreas degradadas, as informações sobre os mercados de carbono não são claras e seguras para os proprietários rurais, principalmente sobre as formas de acessar e as vantagens desses mercados.

Da perspectiva do agricultor familiar, duas barreiras principais podem ser identificadas: a alta incerteza e imprevisibilidade sobre o fluxo dos benefícios e os altos custos potenciais das transações. A comercialização dos créditos de carbono é normalmente feita por intermediários, ou então realizada através das bolsas, sendo que o produtor rural isolado tem poder de barganha limitado. Para transpor essas barreiras, vários países iniciaram programas de política nacional ou regional, para o desenvolvimento e gerenciamento de sistemas comuns de registro de emissões de GEE e de estratégias de redução de emissões e sequestro de carbono voltadas para o mercado oficial e voluntário de créditos. Em Loanda, foi fundada em 2008 a primeira Cooperativa Rural dos Produtores de Carbono do Paraná, para viabilizar a comercialização de créditos de carbono de projetos de reflorestamento voltados para a recuperação de áreas degradadas de Reservas Legais e APPs em pequenas propriedades rurais do estado.

Não há como reconhecer, nos produtos ou serviços, aqueles que lutam para mitigar os efeitos das mudanças climáticas na sociedade. Os produtos e serviços que buscam atenuar os efeitos das mudanças climáticas na economia, na sociedade e no ambiente são ofertados no mercado junto com aqueles que muitas vezes contribuem para expandir esses efeitos. A regra para os produtos florestais é a informalidade, que amplia a dificuldade da falta de mercados estabelecidos, principalmente na Amazônia brasileira. As cadeias internacionais de suprimento de produtos tropicais têm problemas graves nas questões de qualidade e coordenação entre os parceiros. A degradação e variabilidade na qualidade, segmentação da cadeia de suprimento e produtividade baixa dos agricultores familiares prejudica enormemente sua participação nos mercados globais e coloca em xeque sua capacidade de atender à demanda.

## **CAPITAL NATURAL – PRODUTO INTERNO VERDE**

São necessários esforços no sentido de aperfeiçoar a governança das cadeias e práticas silviculturais para melhorar a performance dos agricultores familiares tropicais. Uma das alternativas é a inclusão do capital natural na contabilidade, o PIB Verde ou Produto Interno Verde (PIV). O Sistema de Contabilização Ambiental-Econômica (SEEA)<sup>1</sup> das Nações Unidas inclui um subsistema para contabilização do PIV Florestal, o Waves<sup>2</sup> (WAVES, 2016). No âmbito nacional, merece destaque a seguinte legislação: Lei Federal nº 12.187/2009 (Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC); Decreto Federal nº 7.390/2010 (Plano Nacional de Mudanças Climáticas); Lei Federal nº 12.651/2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa); Decreto Federal nº 8.576/2015 (Comissão Nacional para REDD+); Decreto Legislativo nº 140/2016 (Acordo de Paris/2015); Lei 13.493/2017 Produto Interno Verde (PIV). No Brasil o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) deverá divulgar o PIV junto com o Produto Interno Bruto (PIB). Com índices próximos de 0,6 a 1 bilhão tCO<sub>2</sub>e de emissões GEE, o mercado de carbono no Brasil representa R\$ 6 a 150 bilhões anuais. Nos municípios brasileiros, os pagamentos diretos podem gerar de 0,7 a 1,5% do PIB somente com o mercado de carbono, gerando também empregos verdes associados às cadeias produtivas e de prestação de serviços de qualificação socioambiental.

## **ODS, IPBES E ACORDO DE PARIS**

De acordo com a ONU, as ações de integração social, ambiental e econômica são indispensáveis para atingir o equilíbrio que permita o desenvolvimento sustentável. Para garantir o foco dos países, estados, municípios, negócios e cidadãos, foi elaborada a Agenda 2030, com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os 17 ODS representam o entendimento global dos países reunidos acerca do necessário para um mundo melhorado a partir da terceira década no século XXI, e a valorização do capital natural, a inclusão social e mudanças climáticas integram o esforço.

<sup>1</sup>do inglês: System of Environmental-Economic Accounting

<sup>2</sup>do inglês: Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services

Em 2012 foi estabelecida a Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (IPBES), órgão das Nações Unidas que trata do tema. Atualmente, são as Contribuições da Natureza para as Pessoas (CNP), que definem as contribuições positivas ou benefícios e, ocasionalmente, contribuições negativas, perdas ou detrimientos, que as pessoas obtêm da natureza. O IPBES classificou 4 grupos de políticas públicas e privadas para valorização do capital natural, com 18 instrumentos.

O Acordo de Paris prevê medidas para manter o aumento da temperatura média global abaixo dos 2° C até o ano 2100, de acordo com as Contribuições Pretendidas

Nacionalmente (INDC) dos países. As INDCs, implantadas pelos municípios, podem ser objeto de financiamento climático do Fundo Climático Verde (GCF) e Instalação Global Ambiental (GEF), até US\$ 100 bilhões em 2025. As oportunidades para a Amazônia Legal incluem o planejamento integrado, investimentos inovadores e desenvolvimento de plataformas de conhecimento nas cidades. Nos cenários rurais, envolvem a gestão integrada com reduzir emissões de desmatamento e degradação das florestas, conservação, manejo sustentável e aumento dos estoques de carbono na sociedade, recuperação de áreas degradadas, agricultura e pecuária de baixo carbono, manejo florestal sustentável de florestas naturais e plantadas para produção de madeira industrial e para energia, além de produtos florestais não madeiros (PFNM) e a implantação de infraestrutura verde para proteção de corpos d'água e áreas de alto valor para conservação.

Para os agricultores familiares, a participação na construção dos modelos de remuneração para os pagamentos por desempenho (PPDs), significa a possibilidade de aumentar a renda através da venda de créditos de carbono. Os inventários de balanço de gases de efeito estufa (GEE) das propriedades rurais são uma maneira de identificar atividade que contribui para atingir os objetivos do Acordo de Paris e demonstrar o nível de resiliência climática

Os inventários dos produtores rurais e das atividades urbanas retratam o cenário das cidades em relação ao aumento do aquecimento global e formam o fluxo e estoque de GEE municipal. O fluxo e o estoque de GEE municipal são necessários para o funcionamento de mercados de carbono.

## MERCADOS DE CARBONO

A fim de permitir que os interessados adquirissem os créditos de carbono gerados pelo antigo Protocolo de Quioto e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre a mudança do Clima (UNFCCC) estabeleceu o Novo Mecanismo de Mercado (NMM), uma plataforma para comercialização. As plataformas de comercialização estão espalhadas pelo mundo, e há alguns exemplos no Brasil: Empresas pelo Clima (EPC/FGV) e Bolsa de Valores (BV) Rio, a Plataforma de Negócios em Bens e Serviços Ambientais (PNBSAE)<sup>3</sup>, no Estado de Mato Grosso. Os municípios que realizam seus inventários de GEE e elaboram plano de ação de adaptação e mitigação das mudanças climáticas se tornam elegíveis para participar do novo mecanismo de mercado proposto para atingir as metas do Acordo de Paris, as Opções de Mitigação Comercializáveis Internacionalmente (ITMO).

As plataformas de carbono são mecanismos de transferência de pagamentos por desempenho (PPDs). A estruturação de negócios inclusivos, dentro das plataformas, vai depender dos arranjos territoriais, tecnológicos e políticos ensejados para realizar a progressão do desenvolvimento na direção de emissões GEE controladas, o crescimento de baixo carbono. A inclusão dos agricultores familiares vai depender de políticas públicas e privadas voltadas para facilitar o acesso aos mercados.

<sup>3</sup> [www.pnbsae.com.br](http://www.pnbsae.com.br)

## OBJETIVO

Inclusão da Agricultura Familiar da Amazônia no mercado de carbono, através do SNCRA, nas estratégias para recuperação de 20 milhões de áreas degradadas na Amazônia. Objetivos específicos incluem a implantação do Fundo Nacional de Carbono Rural da Amazônia (FNCRA), um mecanismo de governança – Comitê de Gestão Bom Tempo e uma certificação Bom Tempo, e uma rede de Armazéns Florestais, entrepostos comerciais e de prestação de serviços. Depois de implantada, a estratégia vai contribuir para o estabelecimento de um cinturão florestal na Amazônia brasileira.

## CINTURÃO OU CORREDOR FLORESTAL

Para o desenvolvimento sustentável dos cenários, uma rede que combina práticas de uso da terra, voltada para o múltiplo uso das florestas, vai contribuir para um arranjo regional particular: o corredor ou cinturão florestal. A Amazônia Legal Brasileira apresenta-se como um laboratório gigantesco para a humanidade testar alternativas de desenvolvimento sustentável que permitam inclusão social e crescimento econômico com qualidade ambiental, e o cinturão florestal pode ser uma destas alternativas.

O cinturão deve ter uma orientação legal e técnica específica, voltada para atividades de recuperação de áreas degradadas, segundo o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) e buscando integrar os arranjos produtivos locais do setor florestal aos Corredores Ecológicos e Distritos Florestais Sustentáveis da Amazônia para cultivo de toda a biodiversidade florestal.

## MÉTODO

O SNCRA visa integrar o agricultor familiar nas estratégias de recuperação de áreas degradadas, através do fortalecimento das capacidades públicas e privadas para atuar nos mercados de carbono. O Fundo Nacional de Carbono Rural da Amazônia (FNCRA), é um instrumento financeiro para possibilitar a implantação da estratégia de forma ampla, que para incluir os agricultores familiares precisa ter representatividade deles.

O mecanismo de governança Comitê de Gestão Bom Tempo visa permitir que a inclusão dos agricultores familiares ocorra, atuando junto às entidades que os representam em nível local, estadual e nacional. A busca do reconhecimento do mercado e sua integração aos esforços de melhores práticas de uso da terra deve ocorrer pela certificação: Bom Tempo.

Para garantir que a tecnologia utilizada seja a mais adequada e que os consumidores tenham acesso direto aos agricultores familiares produzindo em bases sustentáveis, é que foi planejada a rede de Armazéns Florestais, entrepostos comerciais e de prestação de serviços. Depois de implantada, a estratégia integrada vai contribuir para o estabelecimento de um cinturão florestal na Amazônia brasileira, voltado para o cultivo consciente da biodiversidade florestal.

Para a implantação, a metodologia inclui o levantamento de áreas degradadas na Amazônia, elegíveis para projetos de reflorestamento das ITMO e/ou dos mercados voluntários, e estabelecer ações prioritárias para a recuperação desses locais, de acordo com o ZEE e suas determinações para a macro, meso e microrregiões. As atividades devem ser planejadas integrando os Corredores Ecológicos e Distritos Florestais Sustentáveis. Para garantir a execução, é necessário viabilizar tecnicamente a implantação de reflorestamentos com espécies nativas, plantações florestais comerciais e / ou industriais (florestas energéticas), sistemas silvipastoris e agroflorestais, palmeiras biocombustíveis em áreas de usos não florestais e a implantação de um sistema de gerenciamento e inventário de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), ao longo da cadeia produtiva. Esse sistema de gestão implantado nos municípios vai fortalecer os múltiplos usos das florestas: recuperação de áreas degradadas, conservação, AR, REDD+ e PFM.

O uso de ferramentas de tecnologia (software, APP) que integram desde produtores até consumidores finais contribui para melhorar as práticas de uso da terra florestais, e seu emprego está previsto na proposta.

A tecnologia da informação facilita a comunicação e a integração com os mercados, fundamental para garantir a sustentabilidade de longo termo. Os mercados vão garantir a formação do cinturão florestal de gestão territorial integrada, que por isso inclui um sistema de apoio ao comércio através dos Armazéns Florestais.

A realização de atividades florestais diminui a pressão do desmatamento sobre as áreas de Unidades de Conservação, permitindo que seu manejo e gerenciamento possa ocorrer de maneira a possibilitar a implementação de estratégias adaptativas para conservação de espécies e habitat importantes. A recuperação das áreas degradadas em reserva legal e preservação permanente com florestas nativas de múltiplo uso é uma prerrogativa legal que o projeto deve cumprir, portanto espécies florestais de uso madeireiro e não madeireiro de ocorrência regional devem ser empregadas nos reflorestamentos. Nas áreas com outros usos fora da RL ou APP, é possível empregar sistemas agroflorestais e silvipastoris, que são sistemas florestais conjugados com a atividade agrícola ou pastoril. Nessas áreas, além das espécies florestais nativas, é possível agregar valor a práticas de plantio direto, plantio de sistemas agroflorestais e silvipastoris, envolvendo, além de espécies nativas, exóticas para fins específicos. Inicialmente, as espécies a serem utilizadas para o cultivo das áreas degradadas devem ser escolhidas levando em consideração o uso econômico dentro dos arranjos produtivos locais do setor florestal.

### **FATORES CRÍTICOS**

Ferramentas tecnológicas apropriadas e adequadas para atender os agricultores familiares e incluir acesso a mercados, incluindo o de carbono são fundamentais para que o SNCRA atinja seus objetivos. Os softwares utilizados precisam estar integrados a sistemas de monitoramento por satélite em tempo real, permitindo definir estratégias para uso dos solos regionalizadas. Uma rede voltada para o monitoramento de emissões de GEE nas propriedades rurais permite que sejam verificados indicadores regionais, por exemplo, de eficiência energética ao longo da cadeia produtiva.

Com base nesses indicadores, é possível estudar o emprego de políticas públicas com maior chance de sucesso, de acordo com a realidade de cada local, para reduzir as emissões de GEE.

A recuperação de áreas degradadas envolve o emprego de tecnologias e espécies adequadas, dada a condição de esgotamento dos solos nesses locais. A transferência de tecnologia propiciada com o emprego do mercado de carbono permite a adoção de metodologias de manejo dos solos modernas e preparadas para enfrentar o desafio das mudanças globais. Os ganhos de produtividade são importantes para a sustentabilidade das populações rurais.

O sistema de governança que inclui a população local nas discussões e decisões sobre ações que irão afetar diretamente o local onde vivem cria bases para que sejam buscadas soluções adaptadas à região que vai implementá-las, levando em consideração os anseios e desejos da população que ali vive e sobrevive. Toda a sociedade sai ganhando com isso, principalmente as camadas menos favorecidas, que por não conhecerem as melhores alternativas acabam migrando para as cidades.

### **RESULTADOS ESPERADOS**

As populações rurais não têm acesso à grande maioria dos mercados, vivendo sempre à mercê de atravessadores. No caso do mercado de carbono, essa distância é aumentada pela burocracia. Criar uma estrutura – SNCRA - que coloque a renda do mercado de carbono para recuperação de áreas degradadas “nas mãos” dos agricultores familiares é fundamental para democratizar o acesso aos benefícios dessas atividades de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. A agricultura e reflorestamento familiar e de pequeno porte devem ser os principais envolvidos, gerando reflexos no controle da qualidade do ar e, com ele, da qualidade de vida de toda a população.

A silvicultura e as florestas são o meio mais importante de vida para as populações rurais, a atividade florestal é o terceiro maior gerador de empregos no setor rural, podendo vir a ser o único em determinadas comunidades. Ao longo do tempo, mais Armazéns Florestais podem ser implementados, aumentando o número de espécies cultivadas, eventualmente levando ao cultivo de toda a biodiversidade das florestas da Amazônia brasileira e ao aumento da participação da região no comércio mundial de produtos florestais e de carbono. A recuperação de áreas degradadas contribui para melhorar a distribuição de renda, pois normalmente são áreas marginais, de posse da população de menor renda. Com o crescimento dos plantios brasileiros da agricultura familiar, o potencial para aumentar a participação no mercado mundial fica fortalecido.

O SNCRA vai contribuir para o estabelecimento de diretrizes e ações prioritárias para recuperação de áreas degradadas que consideram a comercialização de créditos de carbono e o ZEE. O sistema visa retirar o ônus do preparo de documentos para geração de créditos de carbono e metodologias para mensurar, relatar e verificar (MRV) dos agricultores familiares e facilitar o acesso aos mercados de carbono para projetos de Agricultura, Florestas e Usos do Solo (Afolu), incluindo reflorestamento A/R, Redução das Emissões de Degradação e Desmatamento e Manejo Florestal Sustentável REDD+ e Produtos Florestais Madeireiros PFM. Vai possibilitar, com a certificação, que o consumidor reconheça os produtos e serviços oriundos de iniciativas rurais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas, e escolha os produtos que participam dessas atividades, reduzindo o consumo de produtos e serviços que acelerem as mudanças climáticas.

Estabelecer um mecanismo, os Armazéns Florestais, de fortalecimento dos arranjos produtivos locais do setor florestal, levando os produtos e serviços florestais dos produtores até os consumidores. Estimular a saída da informalidade de grande número de produtores locais que atuam no setor florestal.

Com um entreposto comercial como os Armazéns Florestais, incentiva-se o cultivo da biodiversidade local, que vai levar ao fortalecimento de ações de conservação, diminuindo a pressão por novas áreas para outros cultivos.

## CONCLUSÃO

Promover o acesso dos agricultores familiares e produtores rurais aos mercados florestais e de carbono é fundamental para garantir que a recuperação de áreas degradadas resulte em inclusão social e benefícios de longo prazo. O SNCRA visa instrumentalizar os agricultores familiares e agentes públicos para realizar essa tarefa, rompendo o ciclo que leva a migração para as cidades.

A adoção de um cenário alternativo envolve políticas públicas e privadas adequadas, investimento em tecnologia de comunicação e inovação de práticas de uso da terra, assim como promover a difusão e disseminação do conhecimento. O SNCRA busca integrar tais ações através do inventário de emissões GEE e promoção dos mercados de carbono e florestal. A integração com os mercados é fundamental para garantir condições adequadas de geração de trabalho e renda.

A conjuntura global, a legislação nacional e os aspectos sociais, ambientais e econômicos que envolvem a Amazônia brasileira são favoráveis ao estabelecimento de atividades de recuperação de áreas degradadas de agricultura familiar para o mercado de carbono. O SNCRA foi concebido como instrumento para implantar uma ampla estratégia de sustentabilidade para a região, facilitando a articulação institucional que dá suporte às atividades florestais e de carbono.

# A relação do Homem com o processamento de energia e seu consumo

**Título Original:** desenvolvimento de marcador do consumo de energia elétrica residencial em reais.

**Prêmio Benchimol:** 2015, Primeiro Colocado, Categoria Econômico-Tecnológica

## **Elton Márcio da Silva Santos**

Doutor em Física pela Universidade de São Paulo (USP) - SP - Brasil. Professor e pesquisador da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3240855513970442>

E-mail: [elton.uea@gmail.com](mailto:elton.uea@gmail.com)

## **RESUMO**

A relação do Homem com o processamento de energia surge da sua capacidade de produção do fogo, que foi fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias. Neste trabalho se fará uma descrição histórica dos processos de transformação, transporte e consumo de energia, e como essa habilidade alterou definitivamente a condição humana. Analisar-se-á como o consumo consciente de energia, através de um medidor do consumo de energia elétrica residencial em reais, possibilita muitos benefícios para a situação atual da matriz energética brasileira, que se encontra em constante estado de alerta no que diz respeito à falta de energia elétrica. Os mediadores também se farão úteis na elaboração dos orçamentos familiares, servindo como ferramenta de educação ambiental voltada para o uso da energia de forma racional. A sociedade moderna está cada vez mais consciente na busca de soluções sustentáveis que tragam benefícios socioambientais, percebendo a necessidade de interação harmoniosa entre o homem e a natureza, mantendo o equilíbrio entre o preservar e usufruir, no que se refere à relação entre o homem e o mundo natural, mantendo uma relação recíproca e um equilíbrio dinâmico no qual o homem transforma o meio e por ele é transformado.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Consumo consciente. Medidor de energia em reais.

## ***The relation of Mankind with energy processing and consumption***

### **ABSTRACT**

*Mankind's relation to energy processing dates from his ability to produce fire, which was fundamental for the development of new technologies. In this work we are going to make a historical description of the relation of man and his capacity in the processes of transformation, transport, and energy consumption, and how this ability definitively changed the human condition. Let us analyze how the conscious consumption of energy, through a meter of the consumption of residential electrical energy in money, allows many benefits for the current situation of the Brazilian Energy Matrix, which is in constant state of alert regarding the lack of electric energy and will also be useful in the elaboration of family budgets, serving as an environmental education tool aimed at the rational use of energy. Modern society is increasingly aware of more sustainable solutions that bring socio-environmental benefits and affirms the need for an interaction between man and nature more harmonious, maintaining the balance between preserving and enjoying, regarding the relationship between the man and the natural world, maintaining a reciprocal relationship and a dynamic equilibrium where man transforms the environment and transformed by it.*

**Keywords:** Sustainability. Conscious consumption. Energy meter in money.

## ***La relación de la humanidad con el procesamiento de la energía y su consumo***

### **RESUMEN**

*La relación de la humanidad con el procesamiento de energía se debe a su capacidad para producir fuego, que fue fundamental para el desarrollo de nuevas tecnologías. En este trabajo vamos a hacer una descripción histórica de la relación del hombre y su capacidad en los procesos de transformación, transporte y consumo de energía, y cómo esta capacidad cambió definitivamente la condición humana. Analicemos cómo el consumo consciente de energía, a través de un metro del consumo de energía eléctrica residencial en dinero, permite muchos beneficios para la situación actual de la Matriz de Energía Brasileña, que está en estado de alerta constante con respecto a la falta de energía eléctrica. También será útil en la elaboración de presupuestos familiares, sirviendo como una herramienta de educación ambiental dirigida al uso racional de la energía. La sociedad moderna es cada vez más consciente de soluciones más sostenibles que brindan beneficios socioambientales y afirma la necesidad de una interacción entre el hombre y la naturaleza más armoniosa, manteniendo el equilibrio entre preservar y disfrutar, con respecto a la relación entre el hombre y el mundo natural, manteniendo un Relación recíproca y un equilibrio dinámico donde el hombre transforma el ambiente y lo transforma.*

**Palabras clave:** Sostenibilidad. Consumo consciente. Contador de energía en dinero.

### **INTRODUÇÃO**

Um novo conceito de sustentabilidade aponta a necessidade de interação entre o homem e a natureza, a necessidade do equilíbrio entre preservar e usufruir, pois a relação entre o homem e o mundo natural é uma relação recíproca, um equilíbrio dinâmico em que o homem transforma o meio e é por ele transformado. Se, no princípio, o homem pequeno diante da supremacia quase divina da natureza não podia imaginá-la finita, hoje não é mais possível ignorar o fato que o capital natural não é inesgotável e que o progresso precisa frear seu avanço para garantir a possibilidade de um futuro para o mundo e para a Humanidade (COELHO, 2004).

Seguindo a linha de raciocínio exposta por Coelho, expressamos o fato de que, para aproveitar bem os recursos da natureza através das tecnologias desenvolvidas pelo ser humano, precisamos agir de modo racional, em vez de frear seu avanço, buscando formas engenhosas e alternativas para o compulsório cenário progressista global. Energia e desenvolvimento são indissociáveis, mas a dinâmica desse relacionamento resulta em forte pressão sobre o meio ambiente, visto que o crescimento econômico tem estado atrelado à expansão da oferta de energia.

Não obstante, verificou-se um despertar da consciência ecológica justificando maior preocupação com a sustentabilidade energética.

Segundo o relatório *State of the World 2004*, as pessoas no Hemisfério Sul estão consumindo mais energia do que a média dos habitantes do Hemisfério Norte, sendo que o Brasil ocupa o quinto lugar em consumo de energia elétrica, isto é 1.878 quilowatt/hora por pessoa (BBC BRASIL, 2004). Para cada dólar produzido pela economia, o Brasil precisa de 40% mais de energia do que os Estados Unidos e 70% mais do que a Alemanha. Isso se deve menos ao custo de geração do que ao desperdício. O Brasil perde 16,5% (cerca de R\$ 16 bilhões por ano) de toda a energia elétrica produzida. É quase uma Itaipu que se joga fora a cada ano. Para tornar mais eficiente o aproveitamento da energia, seria preciso investir em duas frentes: programas de conscientização dos consumidores e a busca de processos industriais e equipamentos mais econômicos (VEJA, 2008).

Enfim, energia elétrica é uma das questões que mais requerem cuidados, pois seu consumo sempre aumenta e há muito desperdício no que tange à sua utilização.

Quando o consumidor utiliza racionalmente a energia, ele está preservando os recursos naturais do país e, ao mesmo tempo, evitando problemas de abastecimento.

## HISTÓRIA DA EVOLUÇÃO DA ENERGIA

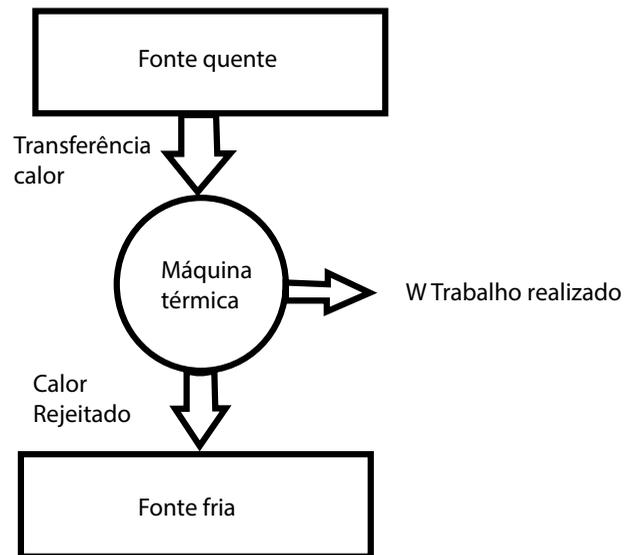
O advento da ciência moderna, que surge com a revolução científica no século XVI e tem como elemento essencial a experimentação de Galileu Galilei e o método científico de René Descarte, provocou uma dicotomia definitiva entre o que hoje nós chamamos de ciência e a filosofia, trazendo como consequência profundas alterações de paradigmas no conhecimento humano a respeito do mundo natural, e dando origem a grandes mudanças sociais, provendo a novas possibilidades antes inexistentes. Esse período de revolução conceitual coincidiu com o período das grandes navegações, quando os povos do velho mundo navegavam em busca de novas terras fazendo uso da energia eólica.

Sérias transformações ocorreram com as leis da mecânica newtoniana, e as contribuições de Newton foram extremamente relevantes para os posteriores avanços da humanidade, surgindo a primeira ampla unificação dentro das ciências básicas, com a proposta de descrição do movimento dos planetas com base na lei de gravitação universal de Newton, através de leis científicas que teriam validade no céu e na terra, mostrando que o cair de um objeto e o movimento dos planetas são aspectos diferentes que podem ser explicados pela mesma lei fundamental. Tudo isso culminou nos séculos XVIII-XIX com o conceito de energia como nós o conhecemos hoje.

A energia é vista como a capacidade de realizar trabalho, como uma constante de movimentos que surgem naturalmente das equações básicas que descrevem o comportamento natural, e que é observada em qualquer processo físico. Nos trabalhos de Joule, Watts, Kelvin, Carnot, nos séculos XVIII-XIX estão a base da termodinâmica, e surge a possibilidade de converter energia térmica em energia mecânica através das máquinas térmicas.

Antes dessas profundas mudanças do conhecimento científico, o processamento de energia ocorria em menores escalas. As máquinas térmicas possibilitaram à humanidade o processamento de energia em larga escala e abriram a possibilidade do crescimento da demanda energética, culminando com o período conhecido como primeira revolução industrial, provocando grandes transformações sociais e econômicas na Europa.

Figura 1 – Esquema de máquina térmica operando em ciclo fechado



Ocorre que as leis naturais impõem limites à nossa capacidade de transformar energia térmica em energia mecânica. Sendo a máquina térmica ideal com o melhor rendimento na conversão de energia, uma máquina de Carnot, operando em ciclo fechado, retira calor de uma fonte quente, transforma parte desse calor em trabalho, e o restante rejeita em uma fonte fria, como representado no desenho da figura 1, sendo o rendimento teórico dessa máquina dependente exclusivamente da temperatura termodinâmica da fonte quente e da fonte fria.

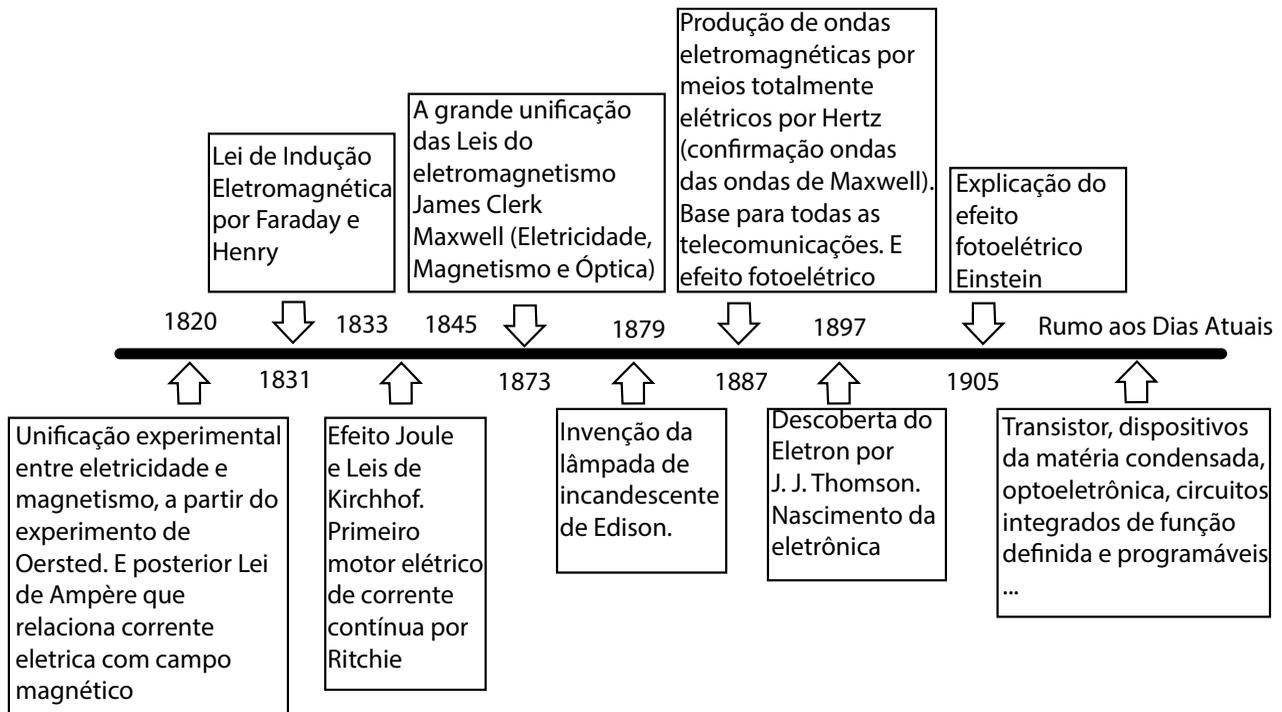
De fato, as máquinas térmicas nesse processo de transformação de energia geram poluição sonora, poluição térmica e poluição atmosférica com emissões de gases tóxicos no processo de combustão.

As descobertas do século XIX em relação ao eletromagnetismo e à possibilidade de transformar de forma eficiente energia mecânica em energia elétrica, pelo princípio de indução eletromagnética de Faraday, permitiram dentre outras coisa a possibilidade de separar os centros produtores de energia dos centros consumidores, ocasionando a segunda revolução industrial na segunda metade do século XIX.

Desde os primórdios da humanidade o homem têm feito uso dos recursos naturais energéticos em menores escalas (energia térmica (combustão), energia eólica hidráulica, energia de tração animal), mas fazia uso rudimentar desses recursos; o processamento tecnológico (técnica+ciência) permitiu o acesso a esses recursos naturais em larga escala.

Após a Revolução Industrial houve aumento vertiginoso do consumo de energia, decorrente do conhecimento sobre o processamento de diferentes formas de energia. Primeiramente, o homem aprendeu a processar a energia térmica, posteriormente a processar energia mecânica transformada em elétrica, logo o conhecimento do homem sobre o controle do elétron e o processamento de energia elétrica provocou uma revolução tecnológica relacionada à capacidade de processamento, transmissão e armazenamento de informação, tornando possível muitas tecnologias e colocando a humanidade em uma profunda transformação social. Os recursos energéticos são um patrimônio comum da humanidade e o acesso a esse bem deve ser garantido (PAPA, 1980).

Figura 2 – Linha do tempo dos principais desenvolvimentos no campo do eletromagnetismo



Entendendo como “tecnologia” o uso da técnica baseada no conhecimento científico, e que as grandes transformações no que se refere ao aproveitamento dos recursos naturais energéticos são decorrentes da capacidade do homem do processamento desses recursos, podemos identificar, no que se refere ao processamento de energia, três principais tecnologias de acordo com suas fontes primárias:

1. máquinas térmicas: quando temos como fonte primária algum tipo de “combustível” que contém energia guardada como energia potencial que em reação libera energia térmica, o processamento tecnológico primário para obter outro tipo de energia (energia mecânica) é realizado através das máquinas térmicas;

2. máquinas de indução: quando temos como fonte primária algum tipo de energia mecânica (hidráulica, eólica), na qual pode se encontrar energia potencial e cinética, que precisa ser transportada para outro local para ser distribuída e usada, o processamento tecnológico primário para obter outra forma energia (energia elétrica), é realizado através das máquinas de indução;

3. painéis solares: quando temos como fonte primária algum tipo de energia luminosa (ondas eletromagnéticas), o processamento tecnológico primário para obter outro tipo de energia (energia elétrica), é realizado através de dispositivos ópticos eletrônicos que compõem-se para formar os painéis solares.

Figura 3 – Esquema que representa as principais tecnologias primárias de processamento

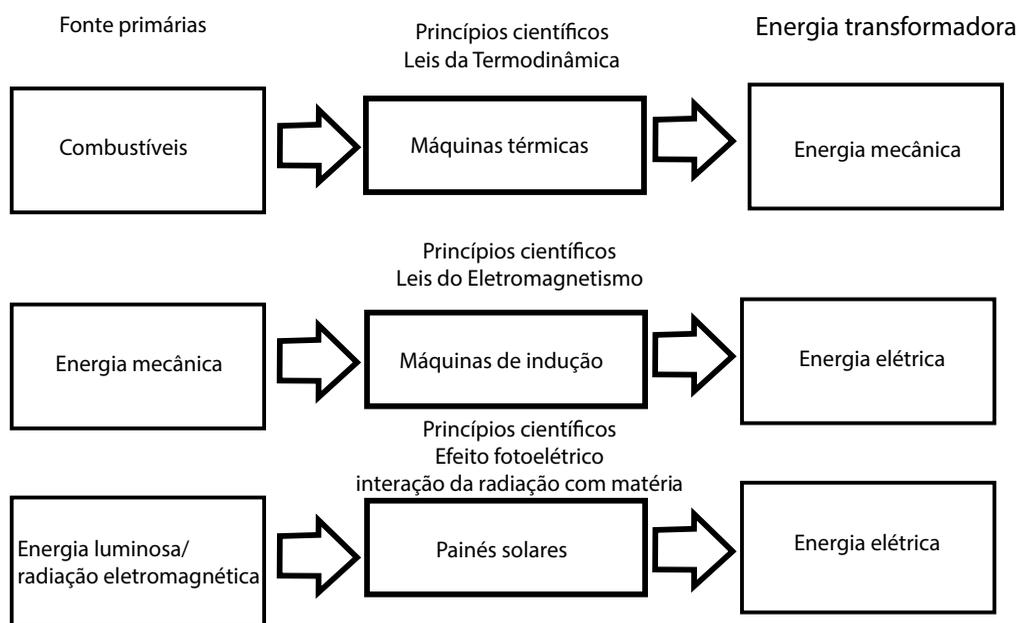


Tabela 1 – Impactos das tecnologias de processamento de energia, com base no Anuário EPE (BRASIL, MME, 2017)

Técno-logias primárias de processamento	Máquinas térmicas	Máquinas de indução	Painéis Solares
Brasil (base 2016)	~ 27,2%	71,6%	~ 1,2%
Mundo (base 2014)	78,9%	20,2%	0,9%

Na tabela 1 apresentamos a porcentagem de energia processada pelas principais tecnologias primárias de processamento. Analisando o impacto dessas tecnologias na matriz energética mundial e para o Brasil, a fim de que possamos quantificar a importâncias dessas descobertas para humanidade, observa-se que grande parte da matriz energética mundial ainda é dependente da máquinas térmicas, com cerca de 80%

Quando comparamos com o Brasil, o impacto das máquinas de indução é prevacente, isso porque temos uma forte componente de energias renováveis na forma mecânica. Se considerarmos a tecnologia de processamento primário, obviamente as máquinas de indução têm papel central em todo o processamento de energia mundial, uma vez que na maioria vezes elas servem de processamentos secundários, necessários para transmitir energia dos centros processadores aos centros consumidores, como é o caso das grandes termoeletricas. Quando comparadas com as outras tecnologias em relação ao processamento primário de energia, verificamos que o uso dos painéis solares ainda é incipiente, quando comparado com os outros métodos de processamento primário.

Em meados do século XX, os trabalhos de Lise Maitner e Otto Hahn (1938) sobre fissão nuclear, juntamente com os trabalhos de Einstein (1905) forneceram o entendimento dos processos de reação nuclear, com a grande quantidade de energia liberada. Isso abriu a possibilidade para o processamento da energia nuclear para fins pacíficos, através do uso de combustíveis nucleares, e forneceu uma alternativa viável para suprir as crescentes demandas de energia da população.

Apesar da descoberta da possibilidade de utilizar a energia nuclear através dos processos de reação em cadeia da fissão nuclear, e esse recurso representar boa parte do processamento dos recursos energéticos não renováveis, ainda assim, como os recursos energéticos advindos desse processo liberam reações nucleares na forma de energia térmica, consideramos o material nuclear como um combustível e a tecnologia de processamento primário as máquinas térmicas.

Ainda no que se refere à utilização da energia solar, existem outros meios de processamento desses recursos energéticos através da geração de biomassa no processo de conversão energia luminosa em energia química, no processo de fotossíntese, sendo esta uma fonte de energia renovável. No entanto, quando se trata de fazer uso desses recursos energéticos, a tecnologia de processamento primário se dá através das máquinas térmicas.

É inquestionável a importância do uso das várias fontes de energia na vida moderna, e muitas vezes seu uso está atrelado ao processamento da mesma, e cabe ao cidadão socialmente consciente estar atento aos impactos ambientais causados pelos processos de conversão energética, fazer uso eficiente dos recursos naturais finitos, e sempre que possível buscar por fontes renováveis e sustentáveis de energia.

Nesse sentido, observamos no Brasil e no mundo políticas públicas de incentivo de energias limpas, como energia solar e parques eólicos, com baixos impactos ambientais.

## **RELAÇÕES DE CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL E NO MUNDO**

Sejam quais forem as soluções para o mundo moderno que contemplem a sustentabilidade, elas naturalmente deverão passar pela educação, e que por sua vez deverá contemplar a interdisciplinaridade entre questões econômicas, científicas, sociais e ambientais. Os *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)* (BRASIL, 2006) servem de base orientacional para professores, com a finalidade de garantir transmissão do conhecimento necessário para que um cidadão possa exercer sua cidadania convivendo harmoniosamente em sociedade e possa usufruir das conquistas coletivas. Embora eles forneçam direcionamentos para a formação integral do indivíduo, os objetivos a serem alcançados passam pelo crivo da qualidade do ensino, e muitas vezes essa formação é deficitária na transmissão de conhecimentos das ciências básicas, tornando obscuro o entendimento do indivíduo das novas tecnologias, nas questões sociais, dificultando o seu entendimento sobre as interações sociais, econômicas e ambientais.

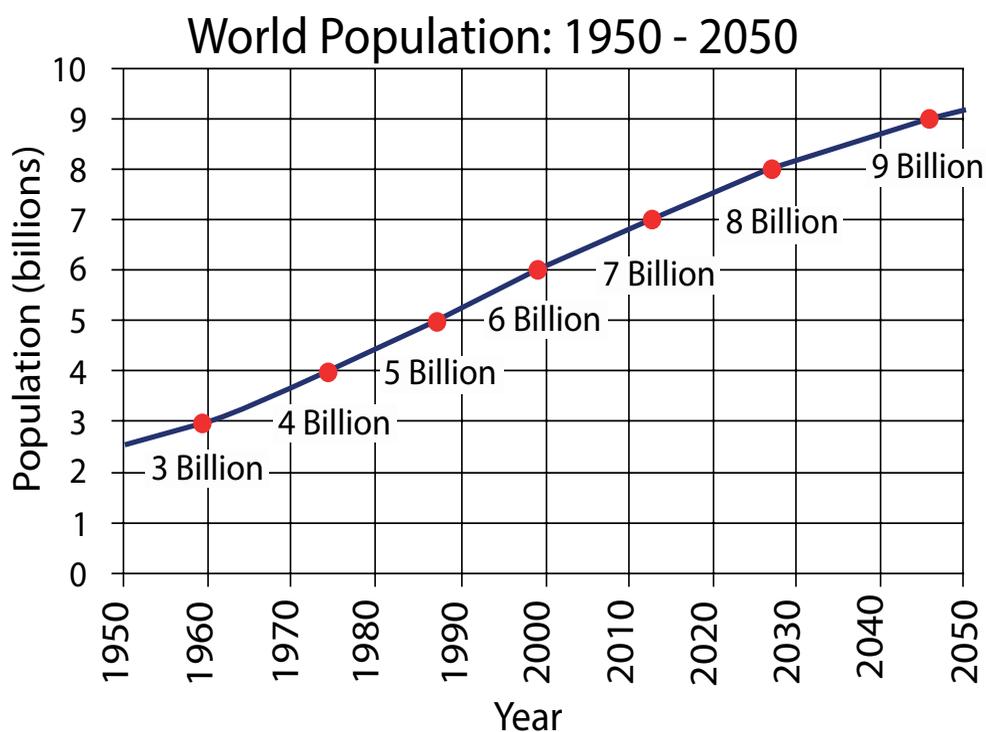
A falta de consciência social muitas vezes leva a atitudes antissustentáveis e tem como consequência o aumento da pressão sobre os recursos naturais finitos, causando fortes impactos ambientais gerados por padrões de consumo não convencionais e levando a perdas econômicas. Outra questão extremamente grave é que muitas vezes a falta de consciência social pode vir acompanhada de falta de conhecimento científico, fazendo indivíduos acreditarem na infinitude dos recursos naturais, sem preocupação com a degradação dos mesmos.

Para fazer um estudo das relações de consumo de energia nos baseamos nos dados obtidos do *Anuário de 2017* (EPE, 2017) do Ministério de Minas e Energia, que fornece dados do consumo de energia nacional e internacional, o que nos permite buscar informações como a sociedade tem lidado com os recursos energéticos no Brasil e no mundo.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), a população da Terra atingiu no final de 2011 a marca de 7 bilhões de habitantes (BUARQUE, 2011) e estimativas do U.S. Census Bureau mostram a continuidade no crescimento populacional mundial, como podemos ver através do gráfico 1, e em 2030 seremos mais de 8 bilhões, apesar das taxas de crescimento sofrerem retração.

Como consequência direta da explosão demográfica, temos aumento da demanda de energia mundial por diversos setores socioeconômicos (setor doméstico, setores de produção primários, secundários e terciários, setores ligados à mobilidade), tornando-se umas das questões primordiais a serem respondidas, nos próximos anos, quais fontes de energia vão ser exploradas para o acréscimo de consumo natural e como podemos tornar o uso dessa energia mais eficiente, evitando a depreciação dos recursos naturais finitos do Planeta.

Gráfico 1 – Estimativa populacional para o futuro



Source: U.S. Census Bureau, International Data Base, December 2009 Update.

Fonte: U. S Census Bureau.

Os indicadores de desenvolvimento sustentável do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012) apontam aumento de consumo de energia per capita do brasileiro que gira em torno de 50GJ/hab (ECODEBATE, 2012). Estudos mostram forte relação entre o indicador de consumo de energia per capita e as questões essenciais que afetam os países em desenvolvimento (GOLDEMBERG, 1998), mostrando que o desenvolvimento de um país está relacionado à demanda de energia disponível à sua população. Quando comparamos o consumo brasileiro per capita com o consumo mundial, o Brasil está um pouco abaixo da média, no entanto, quando o comparamos com os países desenvolvidos, vemos uma grande diferença nesse consumo.

Do ponto de vista dos impactos ambientais causados pelos recursos energéticos na forma de combustível, em que o processamento primário ocorre através de máquinas térmicas, temos que analisar se esses recursos são provenientes de fontes renováveis ou não. No caso dos combustíveis não provenientes de fontes renováveis, devemos nos preocupar com os subprodutos da reação, que podem causar sérios problemas ambientais decorrentes da emissão de gases tóxicos na atmosfera, ou no caso do combustível nuclear, como os dejetos serão descartados. Ainda devem ser observados os impactos ambientais causados devido à localização do parque de processamento desse tipo de recurso. No que se refere a fontes de recursos naturais de energia mecânica (energia hidráulica e eólica), que são fontes de energia renováveis e em que o processamento primário ocorre através das máquinas de indução, devemos ainda observar os impactos causados pela localização da implantação do parque de processamento.

Na tabela 2 apresentamos uma análise do consumo de recursos energéticos renováveis na forma de combustíveis.

Tabela 2 – Percentual de uso combustíveis renováveis no Brasil e no mundo, com base no Anuário EPE (BRASIL, MME, 2017)

Brasil	Mundo
~ 38,2%	~ 10%

Analisando os resultados com relação ao tipo de combustível, observamos que apenas 10% dos combustíveis usados na matriz energética mundial são decorrentes de fontes renováveis. Quando comparamos com o Brasil, que pouco faz uso de energia na forma de combustível, da ordem de 30%, quase 40% desse tipo de recurso advém de fontes renováveis de energia, enquanto observamos que a matriz energética mundial, possuindo uma forte componente dos seus recursos energéticos baseado na forma de combustível, quase 80%, apenas 10% dessa modalidade provém de fontes renováveis.

Tabela 3 – Percentual de uso recursos energéticos totais renováveis no Brasil e no mundo, com base no Anuário EPE (BRASIL, MME, 2017)

Brasil	Mundo
~ 75,5%	~ 26,1%

Na tabela 3 apresentamos uma análise do consumo de recursos energéticos totais renováveis. Observando os dados do Brasil, quase 80% das suas fontes primárias de energia são renováveis. Quando comparado com a situação mundial, observamos que uma forte componente da matriz energética brasileira é baseada em fontes de energia renováveis, isso ocorre principalmente devido à grande quantidade de recursos energéticos na forma de energia mecânica (energia hidráulica e eólica) que compõe grande parte da matriz energética nacional. A situação da matriz energética mundial é preocupante sobre vários aspectos e deve ser repensada em futuro breve. Do ponto de vista ambiental, como a matriz energética mundial se apóia fortemente sobre fontes não renováveis de energia, isso contribui fortemente para a poluição ambiental e o aquecimento global; do ponto de vista da sustentabilidade, esses recursos energéticos são finitos, e o aumento da demanda de consumo per capita e o crescimento da população mundial podem acelerar a degradação desses recursos.

Na tabela 4 apresentamos uma análise de consumo de energia por setores e notamos forte consumo residencial, da ordem de 30%, que junto com o setor industrial representam mais 60% do consumo nacional.

Tabela 4 – Consumo por setores da economia, com base no Anuário EPE (BRASIL, MME, 2017)

Brasil	
Setores	Consumo
Residencial	28,8%
Industrial	35,7%
Comercial	19,1%
Rural	5,9%
Público	9,8%
Próprio	0,7%

Ainda que grande parte dos recursos da matriz energética brasileira seja decorrente de fontes de energias renováveis, o uso abusivo dos recursos energéticos pode levar à degradação dos recursos naturais e finitos e mudar severamente as condições de sustentabilidade da Terra.

## SOBRE A INICIATIVA E CONSAGRAÇÃO DO PRÊMIO

De acordo com tudo que foi apresentado a respeito da exploração dos recursos naturais energéticos, a questão do uso desses recursos demanda atenção e devemos buscar alternativas mais viáveis, que contemplem as questões sociais, ambientais, econômicas, que promovam a sustentabilidade tanto do ponto de vista do processamento dos recursos energéticos, quanto na eficiência do seu consumo. Com base nisso buscamos criar um instrumento que quantifique o consumo residencial de energia elétrica em reais. A nossa proposta foi contemplada pelo Prêmio Professor Samuel Benchimol, na Categoria Tecnologia e Economia, do ano de 2015.

A educação global dos cidadãos prevê que eles recebam formação científica, social, ambiental e econômica mínimas, a fim de que possam interagir harmonicamente com a sociedade e o meio em que vivem. Entretanto, muitas vezes lacunas na formação não permitem que certos conceitos sejam apreendidos. No Brasil, os PCNs, no que se refere à formação científica, prevêm um conhecimento que permita ao indivíduo a compreensão da conservação de energia em um âmbito mais abrangente, ao mesmo tempo em que ilustra importante lei restritiva, que limita processos de transformação de energia e a degradação da mesma (BRASIL, 2006). No entanto, muitas vezes a formação possui deficiências e o indivíduo tem dificuldade em entender seu consumo energético em kWh, como expresso em sua conta mensal de energia elétrica, ou quantificar o impacto financeiro decorrente de suas atitudes de consumo diárias.

Do ponto de vista social, a iniciativa propicia o conhecimento do impacto das atitudes de consumo, permitindo um pensamento reflexivo e interpretativo, a fim de favorecer o ambiente do conjunto, entendendo a necessidade do próximo e a importância de compartilhar esse recurso de modo a garantir relações harmônicas com outros membros da sociedade, buscando um consumo qualitativo e não quantitativo dos recursos energéticos disponíveis.

Economicamente, a iniciativa possibilita um consumo consciente de energia elétrica do ponto de vista financeiro, resultando em economia doméstica, permitindo resultados quantitativos do consumo energético residencial, sendo útil na elaboração dos orçamentos familiares e contribuindo com o país, evitando riscos de racionamentos energéticos e seus possíveis resultados para o sistema econômico nacional.

O aquecimento global tem sido uma questão de ordem primária, e seus impactos ambientais podem ser inimagináveis para os todos os ecossistemas. Vários estudos têm sido feitos no sentido de quantificar os impactos desse aquecimento para as florestas nativas e sua biodiversidade. Estudos apontam que o uso dos combustíveis fósseis têm contribuído para essa realidade. De acordo com dados mostrados anteriormente, o Brasil percentualmente em sua matriz energética não tem usado muito desse recurso energético, no entanto, no interior do Amazonas quase toda energia tornada útil à população advém de termoelétricas movidas a combustíveis fósseis. Portanto a iniciativa também contempla a questão ambiental, possibilitando o uso eficiente dos recursos energéticos evitando a degradação desnecessária de recursos naturais.

O prêmio forneceu liberdade financeira ao projeto, no entanto esse não foi o maior benefício relacionado à contemplação. A iniciativa gozou de visibilidade e outras ações também desenvolvidas no âmbito da pesquisa realizada pelo grupo também foram beneficiadas.

Os benefícios são incomensuráveis pelo valor e credibilidade do prêmio, não somente de modo individual, mas para o grupo e a instituição, fornecendo possibilidade de melhorias estruturais e possibilitando acarear recursos para fomentar a pesquisa.

O investimento em pesquisa não é o caminho mais curto para vencer crises e alcançar o desenvolvimento de uma nação, eu diria que é o único caminho; iniciativas voltadas ao incentivo à pesquisa e a busca por iniciativas socialmente consciente que visem sustentabilidade, pensando em melhorias na qualidade de vida da humanidade, têm valor inestimável.

## CONCLUSÃO

A busca por uma sociedade mais justa e igualitária que leve à erradicação da fome, à diminuição das desigualdades sociais e que possa assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos passa pelas soluções energéticas mundiais, extinção de políticas nocivas e o estímulo a soluções inovadoras que ajudem a manter a sustentabilidade global. A austeridade na demanda de energia pode ser severa ao desenvolvimento de uma nação, tanto no âmbito social como no âmbito econômico, científico e tecnológico. A falta de zelo no consumo dos recursos energéticos traz sérias consequências sobre o meio ambiente e o bem-estar social. O equilíbrio é a solução na busca pela sustentabilidade.

Assim como a educação é um direito básico e fundamental do indivíduo, a fim de que ele possa gozar de conhecimento básico para sua boa interação social, o acesso aos recursos naturais energéticos também deve ser, pois muitos dos recursos tecnológicos só estão disponíveis graças ao fornecimento da energia elétrica. O programa “Luz Para Todos” do governo federal procurou universalizar o acesso à energia elétrica, entendendo que cidadãos estavam sendo privados de um direito básico, e buscou garantir que todos os brasileiros tenham acesso a esse tipo de recurso, promovendo a inclusão social.

Os resultados obtidos na quantificação do consumo energético residencial se farão úteis na elaboração dos orçamentos familiares e servirão como uma ferramenta de educação ambiental voltada para o uso da energia de forma racional. Pois é muito mais significativo identificar o consumo de energia elétrica com os valores expressos em custos financeiros, do que em quilowatts hora, como é feito atualmente, pois nesse sentido é possível sensibilizar as pessoas, deixando-as mais cientes de seus gastos domiciliares e seus prováveis desperdícios, gerando benefícios tanto no âmbito, nacional, regional, estadual e familiar.

---

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Comissão Organizadora do Prêmio e à família Benchimol, ao Banco da Amazônia, à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), à Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

---

## REFERÊNCIAS

- BBC BRASIL. Brasil é 7º mercado consumidor do mundo, mas só 33% estão incluídos. *Folha online*, São Paulo, 2004.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC (DF), 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2017*. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2017.
- BUARQUE, D. População mundial chega a 7 bilhões de pessoas diz ONU. *Portal G1*, São Paulo, 26 out. 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2011/10/populacao-mundial-chega-7-bilhoes-de-pessoas-diz-onu.html>>.
- COELHO, I. M. H. C.; CARTAXO, E. F. *O consumo e o desperdício de energia elétrica e sua relação com a distribuição de renda*. Manaus: UFAM, 2004.
- ECODEBATE. Consumo de energia per capita no Brasil alcança o patamar mais alto em oito anos: 52,9 GJ/hab. 2012. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2012/06/19/consumo-de-energia-per-capita-no-brasil-alcanca-o-patamar-mais-alto-em-oito-anos-529-gjhab/>>.
- GOLDENBERG, J. Energia e desenvolvimento. *Estudos Avançados*, v.12, n. 33, p. 7-15, 1998.
- PAPA JOÃO PAULO II. *Discurso do Papa João Paulo II aos participantes na semana de estudos sobre "Energia e Humanidade"*. Roma: Libreria Editrice Vaticana, 1980.
- REVISTA VEJA. São Paulo: Editora Abril, 2008, n. 2077, set. 2008.
- SANTOS, E. M. S.; SOUZA FILHO, A. G. Desenvolvimento de Marcador do Consumo de Energia Elétrica Residencial em Reais. In: PRÊMIOS PROFESSOR SAMUEL BENCHIMOL E BANCO DA AMAZÔNIA DE EMPREENDEDORISMO CONSCIENTE, 2015, Porto Velho. *Resumos*. Porto Velho: Gráfica Imediata, 2015. p. 91-92.

# Implementação de Tecnologia Social em Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Estado do Amazonas

**Título Original:** Implementação de Tecnologia Social em Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Estado do Amazonas

**Prêmio Benchimol:** 2015, terceiro lugar, Categoria Social.

## **Jadir de Souza Rocha**

Mestre em Ciência e Tecnologia de Madeiras pela Universidade de São Paulo (USP) – SP – Brasil. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8057283628749184>

E-mail: [jadir@inpa.gov.br](mailto:jadir@inpa.gov.br)

## **Katia Bastos Loureiro Ramos**

Doutora em Ciências Biológicas (Botânica) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) – Brasil. Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2824180630705103>

E-mail: [kloueir@inpa.gov.br](mailto:kloueir@inpa.gov.br)

## **Tereza Maria Farias Bessa**

Mestre em Ciências de Productos Forestales pela Universidad de Guadalajara – México. Tecnologista do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/6260122061675538>

E-mail: [tebessa@inpa.gov.br](mailto:tebessa@inpa.gov.br)

## **Cynthia Lins Falcone Pontes**

Graduação em Direito pelo Centro Universitário Nilton Lins (Uniniltonlins) – AM – Brasil. Graduação em Bacharelado em Química pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) – Brasil. Graduação em Tecnologia da Construção Civil pelo Instituto de Tecnologia da Amazônia (Utam) – Brasil. Graduação em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam) – Brasil. Tecnologista sênior do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/7370432209401077>

E-mail: [falcone@inpa.gov.br](mailto:falcone@inpa.gov.br)

## **Vania Maria Oliveira da Camara Lima**

Especialização em Agentes de Inovação e Difusão Tecnológica pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam) – Brasil. Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2055529806678465>

E-mail: [camara@inpa.gov.br](mailto:camara@inpa.gov.br)

## RESUMO

Há de se reconhecer a importância da criação das Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) na Amazônia. Com tal medida, observa-se uma sensibilização comunitária quanto à necessidade de aplicação de leis que garantam, efetivamente, a conservação da biodiversidade de modo sustentável e a geração de benefícios sociais e econômicos para as populações locais. Hoje, as populações dessas reservas têm como meio de sustento o aproveitamento de recursos naturais de forma manejada, tais como as essências florestais do breu-branco e pau-rosa, os óleos medicinais de andiroba e copaíba, o mel de abelha, os alimentos (peixes, quelônios, carne de jacaré, castanha, açaí), entre outros. Uma maneira de aumentar a geração de benefícios sociais e econômicos nessas comunidades é fazer uso das tecnologias sociais desenvolvidas nas instituições de pesquisas existentes na região, as quais são de baixa complexidade, de baixo custo, mas com garantia de escala de produção, além de unir o conhecimento científico, tecnológico e a cultura local. O presente projeto tem por objetivo levar às comunidades oportunidade de fazer o aproveitamento de produtos florestais não madeireiros, a partir de galhos das palmeiras buriti (*Mauritia flexuosa*) e inajá (*Maximiliana maripa*) na fabricação de painéis para usos em forros, divisórias, revestimentos de paredes de residências, auditórios, cinemas, teatros, estúdios, de barcos regionais e de luxo, móveis e artefatos, como alternativa à madeira sólida, seus derivados e outros materiais convencionais. Serão realizados cursos e treinamentos nas comunidades, desde técnicas de extração de impacto zero de galhos das referidas palmeiras, até a confecção dos produtos finais com os respectivos custos de produção e margem de lucro das chapas por m<sup>2</sup>.

**Palavras chave:** Galhos. Buriti. Inajá. Chapas.

## ***Implementation of Social Technology in Sustainable Development Reserves (RDS) of the State of Amazonas***

### **ABSTRACT**

*It is important to recognize the importance of creating Sustainable Development Reserves - RDS in the Amazon. In this way, there is a community awareness about the need for enforcement of laws that effectively ensure the conservation of biodiversity in a sustainable way and the generation of social and economic benefits for local populations. Today, populations of these reserves have as a means of livelihood, the exploitation of natural resources in a managed way, such as the forest essences of breu-branco and pau-rosa, the medicinal oils of andiroba and copaiba, honey, food (fish, chelonians, alligator, chestnut, acai), among others. One way to increase the generation of social and economic benefits in these communities is to make use of the social technologies developed in the research institutions that exist in the region, which are of low complexity, low cost, but guaranteed scale of production, apart from gather scientific knowledge, technology and local culture. The purpose of this project is to provide communities with the opportunity to make use of non-timber forest products, from palm branches buriti (*Mauritia flexuosa*) and inajá (*Maximiliana maripa*), for the manufacture of panels, for use in linings, partitions, wall coverings of residences, auditoriums, cinemas, theaters, studios, regional and luxury boats, furniture and artifacts, as an alternative to solid wood, its derivatives (plywood, particleboard / MDP, MDF and OSB) and other conventional materials. Courses and training will be carried out in the communities, from techniques of extraction of zero impact of branches of said palm trees to the production of the final products with the respective costs of production and profit margin of the plates per m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** Branches. Buriti. Inajá. Plates.

## **Implementación de Tecnología Social en Reservas de Desarrollo Sostenible (RDS) del Estado de Amazonas**

### **RESUMEN**

*Es importante reconocer la importancia de crear Reservas de Desarrollo Sostenible - RDS en la Amazonía. De esta manera, existe una conciencia de la comunidad sobre la necesidad de hacer cumplir las leyes que aseguren de manera eficaz la conservación de la biodiversidad de manera sostenible y la generación de beneficios sociales y económicos para las poblaciones locales. Hoy en día, las poblaciones de estas reservas tienen como medio de medios de subsistencia, la explotación de los recursos naturales de forma controlada, como las esencias forestales de breu-branco y pau-rosa, los aceites medicinales de andiroba y copaiba, miel, alimentos (peces, quelonios, caimanes, castaños, acai), entre otros. Una forma de aumentar la generación de beneficios sociales y económicos en estas comunidades es hacer uso de las tecnologías sociales desarrolladas en las instituciones de investigación que existen en la región, que son de baja complejidad, bajo costo pero con una escala de producción garantizada. Además de reunir el conocimiento científico, la tecnología y la cultura local. El propósito de este proyecto es brindar a las comunidades la oportunidad de utilizar productos forestales no maderables, desde la palma de la mano. anches buriti (*Mauritia flexuosa*) e inajá (*Maximiliana maripa*), para la fabricación de paneles, para uso en revestimientos, tabiques, revestimientos de paredes de residencias, auditorios, cines, teatros, estudios, barcos regionales y de lujo, muebles y artefactos, como Alternativa a la madera maciza, sus derivados (madera contrachapada, aglomerado / MDP, MDF y OSB) y otros materiales convencionales. Los cursos y la capacitación se llevarán a cabo en las comunidades, desde técnicas de extracción de impacto cero de ramas de dichas palmeras hasta la producción. de los productos finales con los respectivos costos de producción y margen de beneficio de las placas por m<sup>2</sup>.*

**Palabras clave:** Ramas. Buriti. Inajá. Platos.

### **PRINCIPAIS OBJETIVOS**

Objetivo geral: Ministrar cursos e treinamentos para populações das Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) na Amazônia, com a finalidade de inserir tecnologias sociais como política de geração de benefícios sociais e econômicos derivados dos recursos florestais não madeireiros.

Objetivos específicos: Apresentar nas comunidades processos de aproveitamento de tecidos vegetais de espécies florestais não madeireiros para diversas categorias de usos (construção civil e naval, móveis e artefatos); ministrar treinamento de técnicas de manejo para aproveitamento de galhos em fase de senescência nas palmeiras buriti e inajá e método de extração de impacto zero, de produção de mudas de alta qualidade e de plantio e de manejo das populações nativas das referidas espécies.

Desenvolver processos de confecção de painéis a partir da utilização de galhos de buriti e inajá, desde a conversão mecânica da matéria-prima, adição de resina vegetal de espécie amazônica como aglutinante e prensagem com prensa manual construída nas próprias reservas.

### **LOCAL DE EXECUÇÃO:**

O projeto será aplicado nas seguintes Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS): RDS Canumã, RDS Piagaçu – Purus, RDS Rio Negro, RDS Cujubim, RDS Madeira, RDS Uacari e RDS Juma.

## INTRODUÇÃO

A extraordinária potencialidade vegetal da Amazônia é estudada científica e tecnologicamente, com o objetivo de preservar e ao mesmo tempo promover o desenvolvimento sustentável da região. Nesse sentido, pesquisas voltadas ao aproveitamento dos recursos florestais não madeireiros, sob o aspecto do uso múltiplo, já apresentam resultados promissores com a descoberta de novas matérias-primas e, conseqüentemente, o desenvolvimento de produtos de excelente qualidade, utilizados em diversas categorias de usos, que podem competir com materiais convencionais, dentre eles a madeira sólida e seus derivados, como o compensado, o aglomerado: painel de fibras de alta ou média densidade (MDF), painel de partículas de média densidade (MDP) e painel estrutural de tiras de madeira (OSB).

No caso específico, a tecnologia desenvolvida com o aproveitamento de galhos das palmeiras buriti e inajá para confecção de painéis contribui, substancialmente, para reduzir a extração predatória de espécies arbóreas amazônicas, com seus beneficiamentos fora da região, na fabricação dos derivados da madeira. Desta maneira, será capaz de promover o desenvolvimento dos recursos florestais não madeireiros do território amazônico, gerar novas oportunidades de sustento nas comunidades e criar novos postos de trabalho e renda nas RDS.

## SITUAÇÃO ATUAL

O Brasil tem se destacado como um produtor de painéis de madeira em função da disponibilidade de cultivo de espécies de rápido crescimento nas regiões Sul e Sudeste, onde são produzidos painéis de aglomerados, compensados MDF e OSB (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI, 2009; BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – BNDES, 2008).

t

Os painéis são estruturas fabricadas com madeiras de espécies arbóreas em forma de lâminas ou em diferentes estágios de desagregação, que são aglutinados com resinas sintéticas e ação conjunta de temperatura e pressão. A produção de painéis surgiu para atender a uma necessidade gerada pela escassez e encarecimento da madeira sólida. Esse tipo de produto substitui a madeira sólida em diversas categorias de usos. (TORQUATO, 2000).

No conjunto, os segmentos de painéis de partículas, de fibra e de compensado exportaram, em 2008, US\$ 760 milhões, que representou queda de 13% sobre o US\$ 869 milhões do ano anterior. O maior estado exportador é o Paraná, detendo 55% do total exportado; Santa Catarina é o segundo estado exportador, com 20%; e São Paulo figura como terceiro, com 10%. Esses três estados juntos detêm 85% do total da exportação brasileira de painéis de madeira (SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR - SECEX, 2015).

Na Amazônia, a produção de painéis de madeira era dominada pela indústria de laminados/compensados, na qual se utilizavam dezenas de espécies de madeiras moles, apropriadas a esse tipo de produtos, o que causou fortemente a redução dos seus estoques. Com o fechamento de dezenas de laminadoras e o retorno de várias delas para as regiões Sul e Sudeste, a produção de compensado tropical brasileira teve queda significativa no PIB da região, e deixou milhares de operários dessa indústria, de base florestal, desempregados, levando-os a atuar na economia informal.

## MELHORIA ESPERADA

No curto, médio e longo prazos, não existe nenhuma expectativa de que o setor madeireiro na Amazônia volte a viver a efervescência existente até a década de 1980, devido a diversos fatores, sendo os mais significativos a falta de inovações tecnológicas, tanto na área florestal quanto industrial, e a forte pressão dos ambientalistas quanto à extração predatória.

As investigações sobre palmeiras na Amazônia

revelam a existência de aproximadamente 180 espécies distribuídas em 39 gêneros. Desse total, estima-se que 70% apresentam grande potencial econômico, ecológico, ornamental, alimentar e medicinal (ROCHA et al., 2002).

Estudos desenvolvidos por Rocha et al. (2002), com palmeira buriti, obtiveram resultados extremamente alentadores, mesmo por se tratar de tecidos vegetais não madeireiros, pois apresentam excelentes características e propriedades tecnológicas que são adequadas à fabricação de painéis, como alternativas à madeira sólida e seus derivados, e também à de outros materiais não originários de vegetais utilizados em diversas categorias de usos.

As espécies buriti e inajá são facilmente encontradas com abundância em toda a região amazônica em grandes populações nativas, e contêm galhos com diâmetros satisfatórios para a retirada de lâminas para fabricação de painéis.

A produção de painéis a partir do aproveitamento dos galhos das referidas espécies pelas comunidades das RDS é uma estratégia de colocar o conhecimento científico / tecnológico a serviço do desenvolvimento econômico, social e ambiental, que irá proporcionar novas experiências que possam gerar respostas inovadoras para a resolução de demandas sociais e, assim, produzir impacto social nas comunidades com a efetiva articulação pelos setores populares e acadêmicos.

O ganho que se espera com essa tecnologia social é grande, pelo fato de ser um produto inovador, ter facilidade de produção, dispensar o emprego de equipamentos sofisticados, competitivo em qualidade e preço em relação aos demais, do respaldo ecológico, devido a sua concepção integral ser fundamentada nos padrões da sustentabilidade e, acima de tudo, ter a aceitação das comunidades das RDS para produzi-lo em escala, e devido a sua consolidada organização, esperam-se resultados de alta eficiência no nível local e sua repercussão por ser apropriado e credenciado pelo conjunto da sociedade, consequentemente pelo mercado.

Outro ganho virá pela óbvia percepção nas demais populações rurais para reaplicarem também a produção desses painéis nas suas localidades, devido à disponibilidade de matérias-primas para tal fim, o que irá gerar postos de trabalho e renda.

## **BENEFÍCIOS ESPERADOS**

É um momento novo na vida das comunidades, o surgimento de tecnologias simples que pode chegar aos lugares mais distantes da região e proporcionar oportunidades de trabalho e renda a partir de recursos naturais já existentes nas próprias localidades.

No caso da tecnologia dessa proposta, em que as espécies fornecedoras da matéria-prima ocorrem em todos os municípios da Amazônia, inicialmente será implementada nas RDS, mas como há facilidade de sua execução e alta disponibilidade de matéria-prima, acredita-se na sua reaplicação em grande parte dos municípios da região, fatores que promoverão o desenvolvimento e a sustentabilidade socioeconômica e ambiental das comunidades, além da geração de divisas para os municípios.

Os estados que compõem a Amazônia brasileira serão extremamente beneficiados com essa proposta, de tecnologia a serviço do meio rural para proporcionar a inclusão social, por meio da geração de postos de trabalho e renda.

Essa é uma tecnologia amazônica que dentre tantos ganhos possibilitará a fixação da população no campo com condições de remuneração adequada e garantia da redução de impacto negativo em termos ambientais, assim pode-se admitir que serão trazidos maiores benefícios para a região.

Nasce na Amazônia uma solução florestal não madeireira como nova opção aos produtos oriundos das espécies arbóreas nativas, cujos estoques, das economicamente desejáveis, foram bastante reduzidos pela ação da indústria de base florestal, cuja atividade foi considerada extremamente predatória, o que contribuiu para inserir o Brasil no rol dos responsáveis pelas mudanças climáticas.

## PRINCIPAIS ATIVIDADES A SEREM GERADAS

Serão ministrados diversos cursos nas RDS: do potencial das palmeiras buriti e inajá para produção de painéis; de manejo sustentado das populações dessas espécies e da seleção dos galhos que podem ser extraídos e, assim, garantir 100% a vida das plantas, sem afetar a geração de seus frutos.

A partir da oportunidade de aproveitamento dos galhos do inajá para produção de painéis de altíssima qualidade, essa espécie deixará de ser um problema para as comunidades rurais e passará a ser uma solução socioeconômica e ambiental, pois o inajá ocorre em propriedades agrícolas e de pecuária, é considerada indesejável, o que resulta na sua derrubada e queima, o que ocasiona o comprometimento gradual da qualidade físico-química do solo, conseqüentemente a perda da produtividade agrícola, além de provocar emissão de CO<sub>2</sub>.

Também será oferecido treinamento para produção de mudas; método de quebra de dormência; técnicas de extração de galhos e processos de confecção de painéis, que englobarão desde a conversão mecânica das lâminas em serra circular, secagem das lâminas, aplicação do aglutinante, prensagem e acabamento superficial dos painéis por meio de lixamento e aplicação de selador e verniz.

A tecnologia será implementada em sete reservas: RDS Canumá; RDS Piagaçu – Purus; RDS Rio Negro; RDS Cujubim; RDS Madeira; RDS Uacari e RDS Juma.

## FATORES CRÍTICOS PARA O SUCESSO DO PROJETO E ESTRATÉGIA DE OBTENÇÃO DOS RECURSOS NECESSÁRIOS À SUA EXECUÇÃO

A facilidade de execução da tecnologia, o baixo custo, a boa margem de lucro e a garantia da proteção ambiental nas localidades que foram selecionadas são fatores que contribuirão para a aceitação integral da proposta pelas comunidades, pelas entidades públicas e não governamentais que estão diretamente envolvidas nas RDS.

A equipe do projeto é composta por cinco pesquisadores com experiência com mais de três décadas em ciência e tecnologia de produtos florestais madeireiros e não madeireiros da Amazônia.

## ENTIDADES PARCEIRAS, PARTICIPANTES OU COEXECUTORAS

Os resultados relevantes que serão alcançados assegurarão, futuramente, a ampliação efetiva de novas parcerias com instituições como o Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ); Fundação Vitória Amazônica (FVA); Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (DSM); Instituto Piagaçu – Purus (IPI) e Prefeituras.

Os participantes serão moradores das comunidades.

## TABELA DE CUSTOS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO

TEMPO (meses)	PESSOAL	TREINAMENTO	VIAGENS	MATERIAL DE CONSUMO	MÁQUINAS, INSTRUMENTOS E QUIPAMENTOS	OBRAS E INSTALAÇÕES	OUTROS SERVIÇOS	TOTAL
1 a 12	21.500,00	25.000,00	28.000,00	35.000,00	25.000,00	25.000,00	26.000,00	185.500,00
13 a 20	10.800,00	18.000,00	27.000,00	21.000,00	15.000,00	15.000,00	22.000,00	128.800,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>32.300,00</b>	<b>43.000,00</b>	<b>55.000,00</b>	<b>56.000,00</b>	<b>40.000,00</b>	<b>40.000,00</b>	<b>48.000,00</b>	<b>314.300,00</b>

## **ATENDIMENTO AOS PLANOS DE GOVERNO E PRIORIDADES DAS POLÍTICAS PÚBLICAS**

Mesmo com a existência de dezenas de tecnologias sociais que já estão incorporadas por alguns ministérios, como: da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; do Desenvolvimento Agrário; do Desenvolvimento Social; da Pesca e da Educação, ainda não existe uma normatização nacional para a real efetivação de todas elas, como políticas públicas a serem conduzidas, de maneira uniforme, pelas esferas federal, estadual e municipal. Porém centenas de técnicas e métodos que nascem da mistura de conhecimentos popular e científico estão em curso em todo o país e, nesse contexto, esta proposta apresenta uma tecnologia social que pode ser usada pelas comunidades dos municípios amazônicos, que considera o capital natural existente nas diversas localidades da região como opção para a solução de problemas relativos ao meio ambiente, habitação, cadeia produtiva e geração de emprego e renda.

A proposta também encontra respaldo na Lei de Gestão de Florestas Públicas nº 11.284 de 2 de março de 2006. Esse instrumento inova quando orienta que cada estado ou município pode gerenciar suas florestas públicas, ou seja, pode planejar, destinar suas florestas para uso comunitário e realizar concessões, sem depender do governo federal.

Destaca-se também que esta proposta está alinhada com o Plano Amazônia Sustentável (PAS), lançado em maio de 2008, em parceria com os governos dos nove estados da região, com o objetivo de definir as diretrizes para o desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira.

## **VALOR DO RETORNO FINANCEIRO ESPERADO**

Pode-se admitir que o retorno financeiro será volumoso a partir dos próximos dez anos, pois a tecnologia não demorará para estar em evidência e ganhará credenciamento no mercado de produtos florestais mais exigentes, assim como o bambu da Ásia, o qual não é uma espécie florestal e sim uma gramínea, mas dela são feitos produtos não madeireiros de excelente qualidade.

Beraldo et al. (2003) relatam que somente na China, o potencial de compensados de bambu é de 4.200.000 m<sup>3</sup>, o que corresponde a quatro vezes sua produção atual de madeiras. A produção total de bambu na China é de oito milhões de toneladas/ano, o que equivale a uma economia de mais de oito milhões de toneladas de madeira/ano, pois o aproveitamento do bambu é maior que o das árvores. A exploração racional dos recursos do bambu tem grande valor para o desenvolvimento econômico e para a proteção ambiental da China (QISHENG, et al., 2003).

Assim como na China, o aproveitamento racional de galhos de buriti e inajá, pelas comunidades, será de fundamental importância para o reaquecimento do setor florestal da Amazônia, porém o mais incentivador serão os benefícios sociais e econômicos para as comunidades e a proteção ambiental da região.

## **AVANÇOS TECNOLÓGICOS**

Entre os principais avanços tecnológicos estão os seguintes: 1) utilizar o grande volume de galhos dessas duas palmeiras para fabricação de painéis sem causar nenhum dano nos seus caules nem afetar a produção de frutos, coisa que não acontece com os de madeira, pois ocorre a derrubada das árvores para obtenção da matéria-prima; 2) produzir painéis de origem vegetal a partir de galhos de buriti e inajá significa um produto cerca de quatro vezes mais leve que os de madeira, facilidade no manuseio e forte redução nos custos de transportes; 3) os painéis de galhos confeccionados com essas palmeiras são excelentes isolantes térmicos, muito superiores aos de madeira e também em termos de acústica; 4) os painéis são produzidos com adição de uma resina vegetal originária da Amazônia e de baixo custo, enquanto os de madeira recebem resinas sintéticas e de preços altos; 5) devido à baixíssima massa específica (leveza) dos galhos, a prensagem dos painéis não necessita de grande pressão (alta carga mecânica), diferentemente do que ocorre com a madeira, dispensando a utilização de prensas elétricas, e, conseqüentemente, há ausência de despesa com energia.

## DESENVOLVIMENTO SOCIAL PARA AS COMUNIDADES

Inicialmente serão beneficiadas as comunidades das sete RDS em que o projeto será executado, posteriormente outras comunidades e também os grupos que vivem da agricultura familiar, os quais poderão incorporar essas duas espécies nos sistemas agroflorestais, criando novas opções de trabalho e renda.

## DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL, PRINCIPAIS ESPÉCIES (ANIMAIS E VEGETAIS), REGIÕES GEOGRÁFICAS E ECOSISTEMAS A SEREM BENEFICIADOS OU AFETADOS

Vislumbra-se uma redução significativa da pressão sobre os estoques das espécies arbóreas de várzea, onde ocorre a maioria das espécies denominadas madeiras moles, as quais são muito procuradas pelas laminadoras.

Conforme o exposto anteriormente pode-se afirmar que as espécies animais e vegetais serão extremamente beneficiadas com a execução desse projeto, pela garantia de uma oferta substancial de frutos e pelo fato de existir uma relação mutualística entre plantas e animais, em que as plantas proporcionam alimentos para os animais, sob a forma de frutos, e os animais são agentes dispersores de sementes, contribuindo para a propagação das espécies de plantas.

As principais espécies arbóreas que sofrerão menor pressão sobre os seus estoques são: assacu (*Hura crepitans* L.), muiratinga (*Maquira coriacea* Karst.), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), sumaúma (*Ceiba pentandra* L.), ucuuba-da-varzea (*Virola surinamensis* Rol.), ucuuba (*Virola venosa* Bth.), jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Comb.), ucuuba, ucuuba vermelha, ucunhuba (*Virola divergens* Ducke), ucuuba-da-folha-grande, ucuuba-da-folha-peluda (*Virola multinervia* Ducke).

Os principais dispersores das sementes de espécies arbóreas e dessas duas palmeiras são cutias, pacas, antas, macacos, jabutis, porcos-do-mato, tucanos, araras, papagaios, periquitos e até algumas espécies de peixes, como tambaqui, pacu, curimatá, pirapitinga e pirarara.

A Floresta Amazônica cobre 260 milhões de hectares. Essa vasta extensão divide-se aproximadamente em 253,5 milhões de hectares ocupados pela floresta de terra-firme e 6,5 milhões de hectares na floresta de várzea. Aproximadamente 75% da madeira exportada da Amazônia são provenientes da floresta de várzea. Portanto, pode-se afirmar que uma diminuição da ação predatória nas espécies arbóreas nesse tão complexo ecossistema será extremamente benéfica devido à relação mutualística entre a extensa quantidade de plantas e animais.

---

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). *Estudo Setorial 2009 ano base 2008*. Curitiba, 2009.
- BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. *BNDES Setorial*, n. 27, p. 121-156, 2008.
- BERALDO, A. L.; FREIRE, W. J. *Tecnologia e materiais alternativos de construção*. São Paulo: Editora Unicamp, 2003.
- QISHENG, Z.; SHENXUE, J.; YONGYU, T. *Industrial Utilization on Bamboo*. China: Imbar, Nanjing Forestry University, 2003.
- ROCHA, J. S. et al. *Aproveitamento do pecíolo do buriti para utilização na construção civil (forros e divisórias)*. Projeto premiado em 1º lugar no Prêmio Fucapi / Cnpq de Tecnologia, 2002.
- SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR (SECEX). *Base de dados*. Disponível em: [HTTP://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/](http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/). Acesso em: 02 set. 2015.
- TORQUATO, L. P. *Caracterização dos painéis MDF comerciais produzidos no Brasil*. 2008. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná.

# Escola de gestão da Amazônia

**Título Original:** Escola de Gestão da Amazônia

**Prêmio Benchimol:** 2012, Primeiro Colocado, Categoria Social

## João Meirelles Filho

Escritor e ativista socioambiental. Atua há 33 anos no terceiro setor, 20 dos quais no Instituto Peabiru, organização da sociedade civil que trabalha na Amazônia, com a missão de facilitar processos de fortalecimento da organização social e da valorização da sociobiodiversidade.

<http://lattes.cnpq.br/8556678143735150>

E-mail: [jmeirelles@peabiru.org.br](mailto:jmeirelles@peabiru.org.br)

## RESUMO

Formar pessoas com visão crítica, capazes de valorizar a diversidade cultural e ambiental e apoiar processos de transformação social na Amazônia para trabalhar em organizações do terceiro setor é um dos grandes desafios do presente. Nesse contexto, destaca-se o fortalecimento institucional por meio da captação e gestão de recursos. Se as organizações sem fins lucrativos logram comunicar a urgência e importância de suas causas, apresentam dificuldade em se organizar em termos administrativos e com um sistema de captação de recursos eficiente, comprometendo sua sustentabilidade. O amadorismo, especialmente das entidades de base local, é patente e precisa ser superado. Diante desse cenário, a partir de metodologias participativas, o Instituto Peabiru realizou diferentes iniciativas de empoderamento de lideranças locais, associados aos projetos que desenvolvemos nos últimos anos. Entre as principais conclusões, destacam-se: 1) é urgente que a academia ofereça capacitação formal para a gestão do terceiro setor; 2) é preciso criar cursos e mecanismos de capacitação para a gestão de organizações de base; e 3) para as organizações de base, deve-se capacitar uma pequena equipe, evitando-se concentrar em um só indivíduo, que pode buscar novos rumos para sua vida; e 4) o fortalecimento deve ser tanto de indivíduos como de instituições, ou seja, trabalhar com a formação e empoderamento de conselhos, grupos diretores, etc.

**Palavras-chave:** Amazônia. Gestão. Mobilização de recursos. Organizações do terceiro setor.

## *Amazon management school*

### **ABSTRACT**

*To train people with a critical vision, capable of valuing cultural and environmental diversity and supporting processes of social transformation in the Amazon to work in organizations of the third sector is one of the great challenges of the present. In this context, we highlight the institutional strengthening through the capture and management of resources. If nonprofits manage to communicate the urgency and importance of their causes, they find it difficult to organize themselves in administrative terms and with an efficient fundraising system, compromising their sustainability. Amateurism, especially of local-based entities, is patent and needs to be overcome. Given this scenario, based on participatory methodologies, the Peabiru Institute has carried out different initiatives for the empowerment of local leaders, associated with the projects we have developed in recent years. Among the main conclusions, the following stand out: 1) it is urgent that the academy offers formal training for the management of the third sector; (2) training courses and mechanisms for the management of grassroots organizations need to be created; and 3) for grassroots organizations, a small team must be trained, avoiding focusing on a single individual, who can seek new directions for his or her life; and 4) strengthening must be both individuals and institutions, ie working with the formation and empowerment of councils, steering groups, etc.*

**Keywords:** Amazon. Management. Mobilization of resources. Third sector organizations.

## **Escuela de gestión de la Amazonia**

### **RESUMEN**

*Formar personas con visión crítica, capaces de valorar la diversidad cultural y ambiental y apoyar procesos de transformación social en la Amazonía para trabajar en organizaciones del tercer sector es uno de los grandes desafíos del presente. En ese contexto, se destaca el fortalecimiento institucional por medio de la captación y gestión de recursos. Si las organizaciones sin fines de lucro logran comunicar la urgencia e importancia de sus causas, presentan dificultades para organizarse en términos administrativos y con un sistema de captación de recursos eficiente, comprometiendo su sostenibilidad. El afamado, especialmente de las entidades de base local, es patente y necesita ser superado. Ante este escenario, a partir de metodologías participativas, el Instituto Peabiru realizó diferentes iniciativas de empoderamiento de liderazgos locales, asociados a los proyectos que desarrollamos en los últimos años. Entre las principales conclusiones, destacan: 1) es urgente que la academia ofrezca capacitación formal para la gestión del tercer sector; 2) es necesario crear cursos y mecanismos de capacitación para la gestión de organizaciones de base; y 3) para las organizaciones de base, se debe capacitar a un pequeño equipo, evitando concentrarse en un solo individuo, que puede buscar nuevos rumbos para su vida; y 4) el fortalecimiento debe ser tanto de individuos como de instituciones, o sea, trabajar con la formación y empoderamiento de consejos, grupos directores, etc.*

**Palabras clave:** Amazonia. Gestión. Movilización de recursos. Organizaciones del tercer sector.

### **INTRODUÇÃO**

Contam-se às dezenas as poucas organizações sem fins lucrativos da Amazônia que, efetivamente, logram mobilizar recursos suficientes para atender a sua missão e, ao mesmo tempo, manter-se em dia com as suas obrigações administrativas e de prestação de contas de projetos. É o que se denomina sustentabilidade organizacional.

A legislação brasileira, cada vez mais exigente quanto às obrigações jurídicas, contábeis e fiscais, inviabiliza de partida a plena formalidade da imensa maioria das organizações, especialmente aquelas de base comunitária (*grass root organizations*).

Ao mesmo tempo, as sucessivas crises econômicas e o menor interesse da cooperação internacional perante o Brasil e, mesmo diante da Amazônia, dificultam o acesso a fontes internas e externas de recursos.

Considere-se que a maioria das organizações sem fins lucrativas, capazes de manter funcionários de forma permanente e gerir um orçamento adequadamente e em porte significativo, foi criada há mais de dez anos.

Isto demonstra tanto o desinteresse das atuais gerações em criar novas entidades sem fins lucrativos, como ocorrido nas décadas de 1980 a 2000, assim como as dificuldades que o presente cenário econômico e político impõe. Pode-se considerar ainda que o modelo de organizações sem fins lucrativos como está posto precisa ser revisto, porém essa discussão é para outro momento.

No caso da Amazônia, praticamente só as instituições com sede nas capitais estaduais conseguem sobreviver. Mesmo assim contamos, para a Amazônia toda, número insignificante de entidades, o que dificulta tanto formar pessoas como criar um ambiente positivo de trabalho, aprendizado e ações de interesse comum. Pode-se elencar não mais que três a quatro organizações com sede em cada capital, e algumas dezenas com sede no Sudeste, principalmente, e que mantêm programas de longo prazo na área. Há ainda outra dezena de organizações internacionais que, mesmo com filial no Brasil, atuam na região. No total, pode-se afirmar que apenas para a área socioambiental há menos de 100 organizações para uma área de dimensões continentais.

É importante recordar que a maioria das organizações, especialmente aquelas de atuação local, foi criada para defender os direitos de agendas socioambientais, comunidades e bairros, mulheres, agricultores, povos e comunidades tradicionais etc. E muitas foram estabelecidas por estímulo de entes externos – orientação de redes de movimentos sociais, como Conselho Nacional das Populações Extrativistas (CNS), Grupo de Trabalho Amazônico (GTA), Fórum da Amazônica Oriental (Faor) e outros, e os programas governamentais federais como o Ministério da Agricultura, o Ministério do Meio Ambiente, entre outros, e estaduais como secretarias de saúde, assistência social, educação, etc., ou de organizações sem fins lucrativos de maiores dimensões como Projeto Saúde e Alegria, Instituto Sócio Ambiental (ISA), Instituto de Pesquisa da Amazônia (Ipam), Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPE), Instituto Peabiru, Instituto Internacional de Educação do Brasil (IEB), etc., ou mesmo empresas, como Natura, e de grupos religiosos<sup>1</sup>.

Oportuno lembrar que, para a Amazônia, é patente que as dimensões regionais, a exclusão generalizada da maioria da população, o baixo nível educacional, o desinteresse da maioria dos formadores de opinião em apoiar essas entidades torna a sustentabilidade dessas organizações, quaisquer que sejam suas dimensões, um desafio ainda maior.

A vivência à frente do Instituto Peabiru nos últimos 20 anos e o acompanhamento de outras entidades ao longo de mais de três décadas e meia de trabalho indica que tais dificuldades aumentam à medida que são raros os profissionais qualificados para a gestão no universo privado sem fins lucrativos. Se dedicarmos maior atenção para os profissionais de mobilização de recursos no terceiro setor, essa especialidade se torna ainda mais difícil de encontrar.

Ao mesmo tempo, observam-se avanços significativos na administração pública e empresarial que, apesar de apresentarem similaridades com a gestão do terceiro setor, ainda não contribuem, de forma efetiva, para fortalecer as entidades sem fins lucrativos.

---

<sup>1</sup>Note-se que, historicamente, há um número bastante representativo de organizações do terceiro setor relacionado a instituições religiosas, especialmente no campo da educação, assistência social e saúde.

Muitas vezes, no caso do poder público, as relações com o setor sem fins lucrativos ocorrem porque o poder público é incompetente para cumprir suas agendas, como oferecer educação, saúde, assistência social etc.

Assim, a incorporação de melhores práticas de gestão e mobilização de recursos em organizações do terceiro setor se apresenta como grande obstáculo para o fortalecimento de organizações privadas sem fins lucrativos na Amazônia e para que elas sejam eficientes e alcancem a sua missão.

Entre as consequências imediatas desta deficiência está a menor representatividade de diversos setores da sociedade civil no cenário sociopolítico, uma vez que muitas das organizações desempenham o papel de facilitadores e aglutinadores de questões socioambientais e econômicas de forte interesse e mobilização social.

No caso da Amazônia, destaque-se a importância das entidades do terceiro setor na defesa dos direitos civis e nas questões socioambientais, à medida que o Estado, em suas diversas instâncias, é ausente na maior parte do território, e sua atuação é extremamente ineficiente e insuficiente.

Comente-se ainda que não se trata de formar apenas bons gestores, mas de formar mulheres e homens com visão crítica, capazes de valorizar a diversidade cultural e ambiental e apoiar processos de transformação social na Amazônia.

## **AS DIFICULDADES PARA UMA FORMAÇÃO PROFISSIONALIZANTE**

O terceiro setor não possui espaço formal para a formação de profissionais, seja em nível técnico ou superior. O universo acadêmico ignora a necessidade de formação para as organizações da sociedade civil. Em verdade, os centros acadêmicos raramente compreendem as dimensões e relevância do terceiro setor como um todo, pois não lhe dá a devida atenção.

Mesmo em questões corriqueiras, como as técnicas de gestão e de mobilização de recursos, por exemplo, existe alta carência de oportunidades, uma vez que inexistem cursos regulares, mesmo que de ciclo curto.

A maior parte das oportunidades está no Centro-Sul do Brasil ou no exterior. E para a maioria das pessoas e organizações, financiar essa capacitação é praticamente impossível.

Em alguns momentos, estados e municípios da região realizaram esforços esporádicos e parciais para fortalecer o terceiro setor, mas mudanças político-institucionais sempre resultaram no abandono dessas iniciativas, por mais meritórias que hajam sido.

As organizações associativas, como, em nível mundial, a Association of Fundraising Professionals (AFP) e a Resource Alliance, e, em nível nacional, a Associação Brasileira de Captadores de Recursos (ABCR), e da academia, com um dos raros cursos de curta duração, o da Fundação Getúlio Vargas, em São Paulo (Gestão de organizações do terceiro setor), que buscam formar profissionais do terceiro setor, realizam eventos regulares que servem como uma grande vitrine do que se passa no setor e oferecem oportunidades de capacitação em ciclo curto.

O surgimento de fundações e institutos empresariais e de famílias também impulsionou esses tipos de formações, seja através do Grupo de Institutos, Fundações e Empresas (Gife), que reúne investidores sociais, ou de outras entidades, permitindo avanços relativos, principalmente ao Centro-Sul e Nordeste do Brasil, em prol de sistematizar o conhecimento (de gestão e mobilização de recursos), de maneira simples e eficaz.

Notório ainda é o esforço de financiadores, como a Brazil Foundation, Fundo Casa, Institutos do Itaú, e outros que, uma vez que apoiam entidades (selecionadas a partir de diferentes critérios), também oferecem assessoria e orientação.

Se aumentou o número de consultores e especialistas em organizações do terceiro setor, onde se destacam, por exemplo, o Instituto Fonte, a maioria das entidades na Amazônia não tem condições financeiras de contar com esse tipo de colaboração, resultando que praticamente não há consultores ou especialistas na região amazônica.

Importante considerar que, em muitas das organizações da sociedade civil, a formalização ocorreu para que houvesse uma personalidade jurídica com quem dialogar, ou mesmo obter acesso a crédito ou outras políticas públicas. Na imensa maioria dos casos, atendido o propósito para os quais foram criadas, essas entidades não receberam orientação suficiente do poder público, especialmente o poder público local, ou de organizações privadas. A principal razão reside no fato que, em termos gerais, não é política pública fortalecer as organizações locais, pelo menos no longo prazo.

Mesmo sem um completo diagnóstico, não seria arriscado afirmar que a maioria das organizações: a) depende de uma única pessoa ou de um grupo muito reduzido para manter as portas abertas; b) não apresenta alternância no poder; c) não tem jovens sendo preparados para a sucessão, especialmente na gestão das organizações; d) não possui plano estratégico ou operacional; e) não é capaz de mobilizar recursos – elaborar propostas, realizar a gestão dos recursos, e nunca ou raramente elaborou propostas consistentes e financiáveis; f) o balanço entre mulheres e homens entre os dirigentes, em geral, é desfavorável a mulheres; e g) está inadimplente com suas obrigações fiscais e públicas e/ou encontra permanente dificuldade em se manter adimplente.

## **ALTERNATIVAS PARA UMA FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

Ao longo de seus 20 anos, o Instituto Peabiru percebeu que são insuficientes as capacitações isoladas de outras ações, como a assessoria técnica, o intercâmbio com entidades em situação similar etc. Ainda que seminários, palestras, publicações, vídeos e outras eventos de capacitação tenham o seu valor, especialmente na atualização de profissionais, são insuficientes para a formação de profissionais, que permita a busca da sustentabilidade financeira e a boa gestão das organizações sem fins lucrativos. O Prêmio Samuel Benchimol possibilitou dedicar-se a desenvolver metodologias de mobilização de recursos e incluí-las na agenda de trabalho.

Diante desse cenário, para o Instituto Peabiru, as experiências mais exitosas foram as que partiram dos problemas locais, e construiu-se, a partir de metodologias participativas, as competências de indivíduos e organizações. Aprendemos assim que a formação de profissionais deve ser um ato contínuo de todo o projeto do terceiro setor, seja este de que tamanho for. E que o fortalecimento institucional é tão importante quanto alcançar os resultados do projeto técnico, uma vez que somente organizações fortalecidas são capazes de realizar entregas de resultados satisfatórios.

Para tanto, uma série de aprendizados se mostram valiosos, entre os quais, aqui mencionamos alguns, como segue:

- a) é importante considerar mecanismos utilizados pela iniciativa privada, para as melhores práticas de gestão, desde a seleção de profissionais de maneira isenta como os editais públicos (recursos humanos), a questões corriqueiras, como as compras, o que deve estar detalhado em manuais de gestão e operação;
- b) à medida que as organizações avançam na sua profissionalização, é preciso fortalecer a capacidade de avaliar, monitorar e receber auditorias e avaliações externas. Nesse sentido, é fundamental adotar critérios contábeis e gerenciais nacionalmente reconhecidos. Recomenda-se, para tanto, buscar apoio externo para que as entidades sejam o mais transparentes, isentas e capazes de superar seus constantes desafios. Por exemplo, contar com a colaboração de financiadores abertos a contribuir além do recurso financeiro pode ser de grande auxílio para fortalecer as organizações sem fins lucrativos, repassando seus padrões de qualidade na gestão, sem com isto tornar a entidade exageradamente burocratizada;
- c) para entidades de pequeno porte, outra recomendação relevante é contar com estagiários nas áreas relacionadas à administração, se possível da mesma comunidade em que atua, o que pode significar formar novas lideranças ao mesmo tempo que se empenha em introduzir novas visões, incorporar o maior uso dos meios digitais, entre outras vantagens como o baixo custo desta mão de obra que, ao mesmo tempo, se capacita para seus desafios profissionais futuros. Importante considerar que estágios remunerados representam, ao mesmo tempo, oportunidade de aprendizado para o estagiário, e para a organização, menores custos;
- d) diferentes metodologias de medição de impacto e de avaliação e monitoramento estão disponíveis. O próprio Peabiru criou seus indicadores para o terceiro setor, que permitem um rápido autodiagnóstico. O importante é utilizar esses mecanismos para acompanhar a evolução da entidade;
- e) também recomenda-se a busca ao apoio voluntário de administradores aposentados ou mesmo na ativa, que possam contribuir com sua experiência na consultoria gratuita e interessada na sobrevivência da organização;
- f) por fim, associar-se a outras organizações da sociedade civil ou de empresas para a troca de experiências, e que permitam transferir tecnologias com altos padrões de gestão também é uma maneira de fortalecimento institucional e promover a capacitação da equipe. Nesse sentido, um dos caminhos é fortalecer o conselho administrativo e consultivo da entidade, em prol de criar um bom ambiente de ponto de encontro entre organizações do terceiro setor, associações comunitárias, empresas, órgãos públicos e outras entidade.

## **CONCLUSÃO**

Este artigo mostrou como a sustentabilidade financeira é um dos grandes desafios para o terceiro setor, especialmente na Amazônia. Ficou claro como são escassas as possibilidades de formação profissionalizante na região, mesmo de atividades de curto prazo.

Assim, é preciso que as próprias organizações, de diferentes tamanhos, atuem como formadores de mão de obra qualificada, especialmente na gestão e mobilização de recursos. A experiência do Peabiru mostra que é possível construir capacidades locais a partir de metodologias participativas e ações simples.

Por fim, é patente que a capacitação de profissionais para o terceiro setor, especialmente na gestão e mobilização de recursos, é urgente para a Amazônia, e as atuais oportunidades são insuficientes para fortalecer o universo privado sem fins lucrativos.

# Casa sustentável modular para a Amazônia

**Título Original:** Desenvolvimento de Inseticidas Botânicos por Tecnologias de Baixo Custo para Agricultores Familiares

**Prêmio Benchimol:** 2007, Primeiro Colocado, Categoria Social

## **Marilene Gomes Sá Ribeiro**

Mestre em Forest and Wood Sciences pela Colorado State University - EUA. Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8347294403655040>

E-mail: [mlene@desari.com.br](mailto:mlene@desari.com.br)

## **Ruy Alexandre de Sá Ribeiro**

Pós-doutorado em Design and Construction of Engineered Tropical Timber Structures for Large Spans pela Colorado State University - EUA. Pós-doutorado em Engineered Building Components with Green Geopolymers pela University of Illinois at Urbana Champaign – EUA. Doutor em Wood Engineering Forest Wood Sciences pela Colorado State University System (CSU) - EUA. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/7615342468040804>

E-mail: [ruy@desari.com.br](mailto:ruy@desari.com.br)

## **RESUMO**

Um projeto sustentável de construção verde em casas modulares com 42 m<sup>2</sup> ou mais foi concebido para a Amazônia. O projeto da casa compreende coleta e aproveitamento da água da chuva, telhado verde e tratamento ecológico de esgoto. Além de materiais tradicionais de construção (cimento, areia, barro e cal), são utilizados painéis modulares de bambu, tomando como precedentes os projetos anteriores desenvolvidos pelos autores. As estruturas, colunas e vigas do painel de parede são pré-fabricadas com estruturas de bambu (colmos e ripas) e cimentadas com microconcreto. Várias composições de microconcreto (composto por cimento, areia, resíduos de bambu, resíduos de madeira, barro e cal hidratada de carbureto) são analisadas. O telhado verde é suportado por um teto de bambu estrutural.

**Palavras-chave:** Bambu. Construção verde-sustentável. Telhado verde. Tratamento ecológico de esgoto. Utilização de água da chuva.

## ***Sustainable modular house for the Amazon***

### **ABSTRACT**

*A sustainable green construction project on modular houses with 42m<sup>2</sup> and over is envisaged for Amazonia. The house project comprises rain water collection and utilization, green roof, and ecological sewage treatment. Besides traditional construction materials (cement, sand, clay, and lime), bamboo based modular wall panels are used, taking as precedents previous sustainable projects developed by the authors. Wall panel structures, columns, and beams are prefabricated with bamboo structures (whole culms and strips) and cemented with microconcrete. Several compositions of microconcrete (consisting of cement, sand, bamboo residues, wood residues, clay, and hydrated lime of carburet) are analyzed. The green roof is supported by a structural bamboo ceiling.*

**Keywords:** *Bamboo. Green building. Green roof. Ecological sewage treatment. Rainwater utilization.*

## Hogar sostenible modular para la Amazonia

### RESUMEN

*Un proyecto de construcción verde sostenible en casas modulares de 42 m<sup>2</sup> y más está previsto para la Amazonia. El proyecto de la casa comprende la recolección y utilización de agua, el techo verde y el tratamiento ecológico de aguas residuales. Además de los materiales de construcción tradicionales (cemento, arena, arcilla y cal), se utilizan paneles de pared modulares a base de bambú, tomando como antecedente proyectos sustentables anteriores desarrollados por los autores. Las estructuras de paneles de pared, columnas y vigas son prefabricadas con estructuras de bambú (vigas enteras y tiras). ) y cementado con microcrédito. Se analizan varias composiciones de microconcreto (consistentes en arena, residuos de bambú, residuos de madera, arcilla y cal hidratada de carburet). El techo verde está sostenido por un techo de bambú estructural.*

**Palabras clave:** Bambú. Edificio verde. Techo verde. Tratamiento ecológico de aguas residuales. Utilización de aguas pluviales.

### INTRODUÇÃO

O déficit habitacional no Brasil é superior a 6,355 milhões de unidades residenciais. Na Região Norte, esse déficit representa 654.537 unidades, das quais 151.658 são para o Estado do Amazonas (FJP, 2018). A casa ecológica modular composta de bambu pode contribuir para reduzir o custo de construção da moradia. Portanto, em termos de desenvolvimento econômico e social, mais unidades residenciais podem ser construídas e diminuir o déficit habitacional.

Em termos de desenvolvimento tecnológico, a execução do projeto resultará nos seguintes avanços:

- 1) desenvolvimento de um processo sustentável de construção verde;
- 2) desenvolvimento de um sistema de captação, armazenamento e utilização de água pluvial;
- 3) desenvolvimento de um sistema de tratamento ecológico de esgoto, com reutilização de água tratada;
- 4) desenvolvimento de um telhado verde.

Em termos de desenvolvimento social, o projeto beneficiará o segmento de habitação sustentável de interesse social para atender às classes com salários de até três salários mínimos. Trata-se de uma construção verde sustentável com substituição de madeira e aço pelo bambu, promovendo maior equilíbrio no ecossistema amazônico e reduzindo a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

A captação e aproveitamento da água da chuva reduzirá o consumo de água potável, preservando-a para as gerações futuras, além de reduzir o impacto nas enchentes das cidades. O sistema de tratamento ecológico de efluentes evitará a contaminação do leito de água (lençol freático), preservando as nascentes e reutilizando a água tratada para a irrigação do jardim, promovendo assim um ambiente saudável para a vida humana. O telhado verde abaixará até 4 °C a temperatura interior, proporcionando mais conforto ambiental e reduzindo os custos de energia.

Como precedentes de projetos, experiências ou iniciativas semelhantes já buscadas, podem ser listadas:

- 1) Projeto CasaEco - uma vila ecologicamente sustentável com oito casas (figura 1) construída em 2007 na Reserva Florestal Adolpho Ducke, km-26 da rodovia AM-010, em Manaus (Sá Ribeiro e Sá Ribeiro, 2008, Sá Ribeiro et al., 2006, Sá Ribeiro et al., 2007, Vetter et al., 2006, Sá Ribeiro et al., 2009, Sá Ribeiro et al., 2017, Vetter et al., 2015);
- 2) Projeto CasaEcoProt - casa ecológica protótipo (figura 2) construída em 2006 para monitoramento e testes no Bosque da Ciência, em Manaus (Sá Ribeiro et al., 2006);
- 3) Projeto Bamboo-Wall - painéis de parede compostos de bambu (figura 3) para habitação na Amazônia (Sá Ribeiro et al., 2004).

Figura 1 – Vila ecológica na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus



Figura 3 – Pannel de parede com enchimento de *barro-bambu* e acabamento em argamassa



Figura 2 – Casa ecológica protótipo no Bosque da Ciência, Manaus



Este artigo tem como objetivo apresentar o projeto de pesquisa que ganhou o primeiro lugar do Prêmio Professor Samuel Benchimol 2007 (SÁ RIBEIRO E SÁ RIBEIRO, 2007), emitido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. O objetivo geral desta pesquisa é a análise e desenvolvimento de uma construção sustentável para casas com área inicial de 42 m<sup>2</sup>, com captação e aproveitamento de água de chuva, telhado verde e sistema de tratamento de esgoto de tratamento ecológico.

Os principais objetivos da pesquisa são:

- 1) projetos arquitetônicos e de engenharia da casa ecológica modular;
- 2) adaptação das instalações de testes laboratoriais de engenharia estrutural;
- 3) coleta do bambu;
- 4) tratamento do bambu;
- 5) testes físicos e mecânicos do bambu;
- 6) pré-fabricação de painéis de parede, colunas e vigas modulares à base de bambu;
- 7) construção do protótipo de casa ecológica modular;
- 8) relatórios e publicações.

## **PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS**

### **PROJETOS ARQUITETÔNICOS E DE ENGENHARIA DA CASA ECOLÓGICA MODULAR**

Os projetos de arquitetura e engenharia (fundação, estruturas, eletricidade e encanamento) da casa ecológica modular devem estar de acordo com os padrões de qualidade para habitações de interesse social. Os projetos verdes devem se concentrar na preservação do ambiente natural e no conforto ambiental do edifício. A casa ecológica modular deverá ter um telhado verde sustentado por teto estrutural de bambu, além de um sistema de captação e aproveitamento da água da chuva

As paredes, compostas por painéis pré-fabricados estruturados com bambu, serão pintadas com tinta de resíduo industrial (cal hidratada de carbureto). A casa deve seguir a orientação norte-sul para aberturas de portas e janelas, obstruindo a luz solar direta para o interior, promovendo assim mais conforto ambiental.

### **ADAPTAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS DE ENGENHARIA**

O Laboratório de Estruturas de Engenharia deve ser adaptado para este projeto de pesquisa, através da aquisição de novos equipamentos e acessórios para testes de compressão de microconcreto.

### **COLETA DO BAMBU**

Serão coletados 107 colmos de bambu (9m de comprimento) disponíveis na região, com média de 4 anos de idade. A coleta deve ocorrer durante o período menos suscetível a ataques de fungos e insetos. Dos colmos colhidos, 95 serão usados para as estruturas pré-fabricadas (painéis de parede, colunas e vigas) e para o teto estrutural da casa protótipo. Os outros 12 colmos devem ser utilizados para os ensaios físicos e mecânicos a serem realizados no Laboratório de Estruturas de Engenharia do Instituto de Pesquisa da Amazônia (Inpa). O trabalho de coleta contratará mão de obra da comunidade local, que será treinada e acompanhada pela coordenação do projeto.

### **TRATAMENTO DO BAMBU**

Os colmos e tiras de bambu a utilizar nas estruturas pré-fabricadas serão tratados pelo método da defumação. Os colmos de bambu para o teto estrutural devem ser tratados por imersão em solução conservante atóxica. Após o tratamento preservativo, as peças de bambu devem ser condicionadas para uso final. Os elementos de bambu tratados devem ser secos até o teor de umidade de equilíbrio, num forno de secagem solar. O trabalho de tratamento e condicionamento contratará mão de obra da comunidade local, que será treinada e acompanhada pela coordenação do projeto.

## **TESTES FÍSICOS E MECÂNICOS DO BAMBU**

Os ensaios físicos e mecânicos do bambu devem ser realizados de acordo com a Norma ISO N315 DTR-2001 (ISO 2001). Serão realizados testes para determinação do teor de umidade, densidade (massa por volume), resistência à tração, resistência à flexão, resistência ao cisalhamento e resistência à compressão. Os testes serão realizados nas instalações do Laboratório de Estruturas de Engenharia.

## **PRÉ-FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS MODULARES À BASE DE BAMBU**

A pré-fabricação dos painéis de parede, colunas e vigas modulares de bambu ocorrerá no Laboratório de Engenharia Estrutural, usando modelos projetados para o projeto. As estruturas, colunas e vigas do painel de parede serão pré-fabricadas com estruturas de bambu (colmos e faixas inteiras) e cimentadas com microconcreto. Várias composições de microconcreto (composto por cimento, areia, resíduos de bambu, resíduos de madeira, argila e cal hidratada de carbureto) serão analisadas.

## **CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DE CASA ECOLÓGICA MODULAR**

Um protótipo de casa ecológica modular será construído em Manaus através do gerenciamento da construção por arquiteta e engenheiro coordenadores do projeto. As obras vão contratar mão de obra da comunidade local, que será supervisionada pela coordenação do projeto. Todos os materiais de construção devem ser adquiridos em locais próximos ao canteiro de obras e suas origens devem estar de acordo com os princípios de sustentabilidade. O cronograma de construção é o seguinte:

- 1) fundações;
- 2) instalações sanitárias e estação de tratamento ecológico de esgoto;
- 3) estruturas (colunas e vigas) e painéis de parede modulares pré-fabricados com instalações sanitária e elétrica embutidas;

- 4) telhado verde sobre o teto de bambu estrutural impermeabilizado;
- 5) instalação de canalizações e conduites nas paredes e sistema de captação de águas pluviais;
- 6) pavimentação em piso cimentado;
- 7) portas e janelas;
- 8) pintura de paredes, portas e janelas;
- 9) serviços complementares.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados esperados do projeto são os seguintes:

- 1) habitação de baixo custo com baixo impacto ambiental;
- 2) habitação de interesse social construída com recursos naturais renováveis;
- 3) desenvolvimento de um processo de construção sustentável;
- 4) desenvolvimento do sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais;
- 5) desenvolvimento de um sistema de telhado verde.

Os resultados econômicos e tecnológicos esperados do projeto são os seguintes:

- 1) transferência monitorada dos resultados para os setores de produção, serviços e governo;
- 2) incorporação dos resultados pelos setores de produção, serviços e governo, através de redução de custos, investimento e retorno financeiro;
- 3) desenvolvimento de produtos de engenharia verde para a construção de habitações ecológicas sustentáveis, utilizando recursos naturais renováveis;
- 4) desenvolvimento de processos para obtenção de produtos de engenharia ecológica a partir de recursos naturais renováveis.

Os resultados sociais e ambientais esperados do projeto são os seguintes:

- 1) padrões de vida mais altos para a população periférica, proporcionando boa moradia e saneamento;
- 2) captação e utilização de água de chuva irá economizar o uso de água potável;
- 3) utilização de bambu, um recurso natural renovável, como material de construção;
- 4) reaproveitamento da água tratada da estação de tratamento ecológico de esgoto;
- 5) telhado verde.

---

## REFERÊNCIAS

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. *Déficit habitacional no Brasil 2015*. Belo Horizonte: Diretoria de Estatística e Informações, 2018. 78p.

International Organization for Standardization- ISO. Technical Report ISO/TC 165 N315. *Laboratory Manual on Testing Methods for Determination of Physical and Mechanical Properties of Bamboo*. 2001. MINKE, G. *Techos verdes sencillo y eficaz: Planificación, ejecución, consejos prácticos*. España: Ediciones EcoHabitar, 2005. 87p.

SÁ RIBEIRO, M.G.; R.A. SÁ RIBEIRO. Casa ecológica modular para a Amazônia. In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. (Org.). *Prêmio Professor Samuel Benchimol 2007*. Brasília, 2007. p. 282-282.

———. Green construction of a prototype eco-village in Brazilian Amazonia. In: TENTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON NON-CONVENTIONAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES, 2008, Colombia. *Anais...* 2008. Colombia, 2008. 21 p.

SÁ RIBEIRO, M.G. et al. Protótipo de vila ecológica na Amazônia. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE MATERIAIS E TECNOLOGIAS NÃO - CONVENCIONAIS: MATERIAIS E TECNOLOGIAS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 2006, Salvador. *Anais...* Salvador: NOCMAT, 2006. 10p.

SÁ RIBEIRO, M.G. et al. Building of a sustainable ecological village in the Amazon - related projects and activities. *Chem. Eng. Trans.* v. 17, p. 343 -348, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.3303/CET0917058>.

SÁ RIBEIRO, M.G. et al. Bamboo Based Wall Panels for Houses in Brazilian Amazonia. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE MATERIAIS E TECNOLOGIAS NÃO-CONVENCIONAIS: HABITAÇÕES E INFRA-ESTRUTURA DE INTERESSE SOCIAL, 2004, São Paulo. *Anais...* São Paulo: NOCMAT, 2004. p. 478 - 427.

SÁ RIBEIRO, R.A. et al. Flexural Bending Strength of Structural Bamboo used in Sustainable House Construction in Amazonia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NON-CONVENTIONAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES: ECOLOGICAL MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE BUILDING IC – NOCMAT, 2007, Maceio, *Proceedings ...* Maceió: NOCMAT, 2007. 9p.

SÁ RIBEIRO, R.A., SÁ RIBEIRO, M.G., MIRANDA, I.P.A. Bending strength and nondestructive evaluation of structural bamboo. *Con. Build. Mater.*, v.146, p. 38 - 42, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.04.074>.

VETTER, R.E.; SÁ RIBEIRO, M.G.; SÁ RIBEIRO, R.A. Observações preliminares sobre a secagem de bambu-imperial (*Bambusavulgaris* var. *vittata*). In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE MATERIAIS E TECNOLOGIAS NÃO-CONVENCIONAIS: MATERIAIS E TECNOLOGIAS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 2006, Salvador. *Anais ...* Salvador: BRASIL NOCMAT, 2006. 6p.

VETTER, R.E. et al. Studies on drying of imperial bamboo. *Eur. J. Wood Prod.*, v.73, n.3, p. 411- 414, 2015. DOI:<http://dx.doi.org/10.1007/s00107-015-0900-6>.

# Aproveitamento de resíduos sólidos do caranguejo-uçá: alternativa de renda e uso sustentável

**Título Original:** Aproveitamento de resíduos sólidos do caranguejo-uçá: alternativa de renda e uso sustentável.

**Prêmio Benchimol:** 2016, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

## **Michel Salin Guterres Ribeiro**

Mestre em Biologia Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA) - Bragança, PA - Brasil. Professor da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA) - Bragança, PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1688587088281150>

E-mail: michel\_guterres@hotmail.com

## **Marcus Emanuel Barroncas Fernandes**

Doutor em Biologia pela Universidade de York, York - Inglaterra. Professor da Universidade Federal do Pará (UFPA), Câmpus de Bragança – Bragança, PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8943067124521530>

E-mail: mebf@ufpa.br

## **RESUMO**

O descarte inadequado dos rejeitos das atividades pesqueiras causa diversos impactos negativos. Esse é o caso dos resíduos sólidos provenientes da atividade de beneficiamento do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*). Nesse cenário, o presente trabalho tem como objetivos descrever o perfil dos atores envolvidos na produção do caranguejo *in natura* e no seu beneficiamento informal (via atravessadores) ou formal (via empresas locais), incluindo o uso desses resíduos para a produção de farinha e a avaliação da sua qualidade. Das 70 entrevistas realizadas, os resultados revelaram que os pescadores, mas não os catadores de caranguejo-uçá da Vila do Treme em Bragança-PA, possuem renda inferior a um salário mínimo, e ambos possuem baixa escolaridade. A análise desse material mostrou que os parâmetros mineralógicos são superiores aos teores já registrados para a farinha obtida do caranguejo morto ou após a extração da carne do caranguejo. O aproveitamento dos resíduos sólidos do caranguejo-uçá, através da produção da farinha, mostrou-se como um produto viável e de fácil reprodução em meio às comunidades pesqueiras, indicando sua relevância na redução do impacto ambiental e seu potencial para aplicações comerciais, além de promover a geração de renda alternativa para essas comunidades tradicionais envolvidas na cadeia produtiva do caranguejo-uçá, como é o caso da vila do Treme, em Bragança-PA.

**Palavras-chave:** Caranguejo-uçá. Resíduos sólidos. Produção de farinha. Geração de renda. Nordeste do Pará.

## **Uçá-crab solid waste management: alternative income and sustainable use**

### **ABSTRACT**

*Inadequate disposal of tailings from fishing activities causes a number of negative impacts. This is the case of solid waste from the processing activity of mangrove crab (*Ucides cordatus*). In this scenario, the aim of this study is to describe the profile of the social actors involved in the reduction of mangrove crab in natura and its informal (via traders) or formal (via local companies) processing, including the use of these residues for flour production and the assessment of its quality. Of the 70 interviews conducted, the results revealed that crabbers, but not crabmeat pickers from Vila do Treme in Bragança-PA have income below a minimum wage and both have low school level. The analysis of this material showed that the mineralogical parameters are higher than the levels already recorded for the flour obtained from the dead or after crabmeat extraction. The use of solid residues from the mangrove crab, through the production of flour, has proved to be a viable and easily reproduced product among fishing communities, showing its relevance in reducing the environmental impact and its potential for commercial applications, besides to promote the generation of alternative income for these traditional communities involved in the production chain of mangrove crab, as is the case of the village of Treme, in Bragança-PA.*

**Keywords:** Mangrove crab. Solid residues. Flour production. Income generation. Northeast Pará.

## **Aprovechamiento de residuos sólidos del cangrejo-uçá: alternativa de renta y uso sostenible**

### **RESUMEN**

*La eliminación inadecuada de los relaves de las actividades pesqueras provoca una serie de impactos negativos. Este es el caso de los residuos sólidos de la actividad de procesamiento del cangrejo de manglar (*Ucides cordatus*). En este escenario, el objetivo de este estudio es describir el perfil de los actores sociales involucrados en la producción de cangrejo de manglar en natura y su procesamiento informal (a través de comerciantes) o formal (a través de empresas locales), incluido el uso de estos residuos para la producción de harina y la valoración de su calidad. De las 70 entrevistas realizadas, los resultados revelaron que los cangrejos, pero no los recolectores de carne de cangrejo de Vila do Treme en Bragança-PA tienen ingresos por debajo del salario mínimo y ambos tienen un bajo nivel escolar. El análisis de este material mostró que los parámetros mineralógicos son más altos que los niveles ya registrados para la harina obtenida de la extracción de cangrejo muerto o después de la extracción. El uso de residuos sólidos del cangrejo de manglar, a través de la producción de harina, ha demostrado ser un producto viable y fácilmente reproducible entre las comunidades pesqueras, mostrando su relevancia en la reducción del impacto ambiental y su potencial para aplicaciones comerciales, además de promover la generación de ingresos alternativos para estas comunidades tradicionales involucradas en la cadena de producción de cangrejo de manglar, como es el caso del pueblo de Treme, en Bragança-PA.*

**Palabras clave:** Cangrejo de manglar. Residuos sólidos. Producción de harina. Generación de ingreso. Pará Noreste.

## INTRODUÇÃO

### MANGUEZAL

O manguezal é um ecossistema costeiro, característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime de marés. Apresenta uma vegetação inconfundível, sendo considerado a principal fonte de matéria orgânica para os sistemas costeiros adjacentes (HOGARTH, 2015). É um sistema de grande importância ecológica, social e econômica, bem como suas áreas possuem relevância para a criação e alimentação de diferentes grupos animais, tais como mamíferos, aves, peixes, répteis, anfíbios e invertebrados em geral, mas especialmente crustáceos e moluscos (FERNANDES, 2000).

Os manguezais mais exuberantes são encontrados nessa região da costa amazônica do Brasil, onde características geomorfológicas similares causaram o desenvolvimento de unidades biológicas semelhantes, com fauna e flora comuns, além dos recursos naturais com padrões análogos de exploração (FERNANDES, 2003). As florestas de mangue da costa amazônica brasileira estão inseridas no bioma Marinho Costeiro, no qual elementos terrestres e marinhos se misturam, formando uma área que é considerada prioridade para a conservação da biodiversidade costeira (ARRUDA, 2001).

Diante dessas perspectivas de conservação, o governo federal criou até o ano de 2009, 53 Reservas Extrativistas (Resex) na Amazônia brasileira, sendo 20 delas somente no Estado do Pará, das quais nove eram Resex Marinhas (Resex Mar), incluindo a Resex Mar Caeté-Taperaçu no município de Bragança. E no dia 13 de outubro de 2014 o governo federal acrescentou mais três Resex Mar no litoral nordeste do Pará (Resex Mar Mocapajuba, Resex Mar Mestre Lucindo e Resex MAR Cuinarana), ampliando as áreas de proteção para os ambientes estuarino-costeiros e marinhos (BRASIL, 2014).

### RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA CAETÉ-TAPERAÇU

Localizada na região estuarino-costeira do município de Bragança, no nordeste do Estado do Pará, a Resex Mar Caeté-Taperaçu recebeu esse nome em função dos seus principais limites, que são o estuário do Rio Caeté e o estuário do Taperaçu. A criação dessa área de proteção foi fruto da iniciativa de moradores das comunidades da península de Ajuruteua e segmentos da sociedade civil organizada local, em Bragança, com a finalidade de reduzir a pesca predatória de crustáceos, principalmente do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*).

### CARANGUEJO-UÇÁ, UCIDES CORDATUS (LINNAEUS, 1763)

A distribuição de *U. cordatus* acompanha as áreas de manguezal do Atlântico Ocidental, desde a Flórida (EUA) até o Estado de Santa Catarina (Brasil), incluindo as Índias Ocidentais (MELO, 1996). A captura desse crustáceo constitui um dos mais importantes componentes da economia dos municípios da região nordeste paraense. Tal atividade, por exemplo, apresentou no ano de 2006 produção de 3.677,5 toneladas, sendo responsável pela ocupação e geração de renda para milhares de famílias que habitam a costa amazônica brasileira (IBAMA, 2007). Assim, em decorrência da alta produção desse marisco, o município de Bragança destaca-se como um dos maiores fornecedores de caranguejo-uçá do estado, sendo grande parte da sua população mantida economicamente por atividades relacionadas à cadeia produtiva dessa espécie de caranguejo (MATOS, 2001).

O caranguejo-uçá desembarcado em Bragança é comercializado de duas maneiras: a) *in natura* – caranguejo vivo e b) beneficiado – massa e pata de caranguejo, sendo a unidade de comercialização mais usada a “cambada” (com 14 indivíduos), para o produto *in natura* (ARAÚJO, 2006).

A extração e comercialização desse recurso é intensa em função da sua elevada procura para a gastronomia local e regional, o que certamente tem auxiliado no crescente impacto sobre suas populações naturais e na produção de resíduos sólidos advindos do beneficiamento de sua carne. Esse argumento pode ser utilizado como a própria definição do problema, em que a de conhecimento e a aplicação de biotecnologia têm impedido o aproveitamento dos rejeitos oriundos da atividade. O mau gerenciamento dos resíduos sólidos, que resultou em consequências negativas às comunidades, principalmente àquelas que desenvolvem atividades de beneficiamento, foi o gatilho para a concepção da ideia de transformar os resíduos em algo mais produtivo.

A partir dessa problemática ambiental, iniciou-se a elaboração de um plano para mitigar os impactos até então gerados, bem como de promover a utilização do recurso caranguejo-uçá de maneira mais sustentável e que pudesse, acima de tudo, auxiliar na economia familiar dos agentes na base dessa cadeia produtiva, em Bragança. Assim, o presente estudo tem relevância no que se refere à análise dos impactos gerados pela produção e descarte dos resíduos sólidos provenientes da atividade de beneficiamento da carne de caranguejo-uçá, bem como no aproveitamento desses resíduos para a produção de farinha, que serve de matéria-prima para a produção de diversos produtos de ampla aplicabilidade, gerando uma alternativa de renda, em um primeiro momento, para os pescadores e catadores da vila do Treme, município de Bragança, Pará.

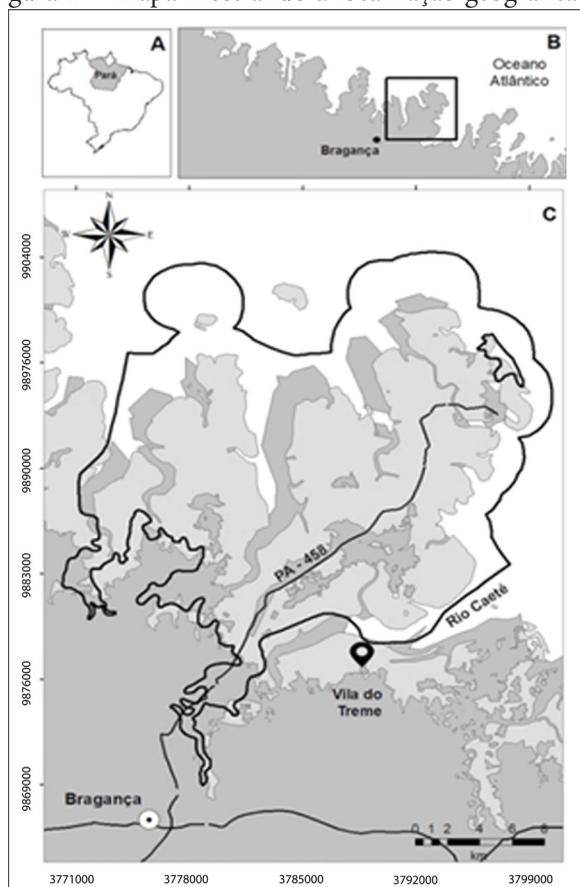
## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na planície costeira bragantina, situada no nordeste do Estado do Pará (figura 1A), abrangendo a faixa costeira do município de Bragança. A península de Ajuruteua localiza-se na costa amazônica brasileira (figura 1B) e é cortada em quase toda sua extensão pela rodovia PA-458, interligando a cidade de Bragança à vila de Ajuruteua, com 36 km de extensão, sendo que 25 km dessa rodovia entrecortam os manguezais (CARVALHO, 2002).

O presente trabalho foi realizado na vila do Treme (00°59'32,9"S e 046°40'17,7"W) que é um dos maiores distritos da região bragantina, com mais de 7.000 habitantes. O acesso à vila do Treme é realizado por um trecho de 18 km, sendo 10 km pela BR-308 e 8 km por uma via vicinal, e tem como principais atividades econômicas a pesca e o beneficiamento da carne do caranguejo-uçá.

Figura 1 – Mapa mostrando a localização geográfica da



área de estudo.

Legenda:

- A) Estado do Pará;
- B) península de Ajuruteua, na costa leste paraense;
- C) cidade de Bragança-PA e vila do Treme.

A linha contínua contornando toda a península representa os limites da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, enquanto a linha no interior da RESEX Mar representa a rodovia PA-458.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente foi efetuada a aplicação de questionários para descrever os indicadores socioeconômicos da população-alvo: os pescadores de caranguejo-uçá *in natura*, dos catadores das empresas de beneficiamento e dos proprietários das empresas de beneficiamento. Em seguida, foi realizada a estimativa do acúmulo dos resíduos sólidos do caranguejo nas zonas de descarte da vila do Treme e a produção de farinha a partir dos resíduos sólidos produzidos, bem como a análise da qualidade da mesma.

## **APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS**

Três questionários foram elaborados com perguntas “fechadas e abertas” para acessar o perfil socioeconômico dos diferentes grupos envolvidos diretamente na atividade extrativista do caranguejo-uçá na Vila do Treme: i) pescadores; ii) catadores de carne e iii) donos das empresas de beneficiamento da carne. Foram entrevistadas 40 pessoas ligadas diretamente à pesca do caranguejo-uçá, 15 catadores de caranguejo-uçá de cada empresa de beneficiamento e os dois empresários da atividade de beneficiamento da carne de caranguejo-uçá. Os principais critérios para a seleção dos pescadores de caranguejo-uçá foram: i) ser maior de 18 anos de idade; ii) ter como principal atividade produtiva a pesca do caranguejo-uçá e iii) concordar em responder ao questionário.

## **DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Os dados oriundos do “Lixão do Mucurão” (0°59’34,30”S e 46°40’12,30”W) foram utilizados para a estimativa da quantidade de resíduos sólidos existentes nessas zonas de descarte. Nesse local foram estabelecidos cinco pontos de coletas, dos quais três foram sorteados para a abertura de uma transecção. Ao longo de cada transecção foram colocados cinco quadrados de PVC de 50x50 cm (0,25 m<sup>2</sup>) de onde os rejeitos sólidos foram coletados para pesagem *in situ*. A área total do lixão foi mensurada para a estimativa da quantidade total de resíduos sólidos descartados.

## **PROCESSO DE PRODUÇÃO DA FARINHA DE CARANGUEJO-UÇÁ**

A metodologia utilizada para a produção da farinha a partir dos resíduos sólidos do beneficiamento do caranguejo-uçá foi adaptada de Araújo (2009).

Os resíduos sólidos utilizados no processo a seguir apresentado foram obtidos nas empresas de beneficiamento da carne do caranguejo-uçá que atuam na vila do Treme, entre os meses de agosto a setembro de 2017. Inicialmente foi realizada uma triagem para separar os dois tipos de resíduos da atividade de beneficiamento (carapaças ainda com vísceras e patas). As carapaças com vísceras foram secas em estufa a 80°C por 12 horas no Laboratório de Ecologia de Manguezal (Lama), Universidade Federal do Pará (UFPA) - Câmpus de Bragança, e não ao sol, já que as vísceras decompõem-se rapidamente, gerando mau cheiro e atraindo moscas. A secagem das patas foi realizada por exposição direta (2-3 dias) à luz do sol. No entanto, apenas os resíduos das carapaças foram utilizados nessa etapa, na qual após a secagem em estufa, os resíduos foram processados em um moinho de facas adaptado com peneira (tela 0,80 mm).

## **VIABILIDADE**

A tecnologia para a implantação da presente proposta já é bem definida. Foi ajustada ao local no que diz respeito à sua implantação junto aos comunitários, adequando-se principalmente ao seu estilo de vida e anseios. O Lama tem seus trabalhos voltados para o manguezal, incluindo o caranguejo-uçá. Além dos aspectos ecológicos, a equipe do Lama também trabalha as questões sociais, facilitando o acesso aos diferentes grupos sociais, principalmente aos pescadores, sendo a maior dificuldade a permissão dos proprietários das empresas de beneficiamento para acesso aos dados de produção e renda.

Por fim, vários foram os fatores que contribuíram para a implantação do projeto junto aos diferentes grupos sociais enfocados, valendo citar o interesse dos empregados e empregadores pela possibilidade de ampliação de renda, adequando assim não só os custos para a compra do material necessário para a produção da farinha de caranguejo, mas para a viabilidade de todas as atividades propostas.

## **RESULTADOS E IMPACTOS ALCANÇADOS**

O perfil socioeconômico dos pescadores de caranguejo revelou que eles são do sexo masculino, jovens de baixa escolaridade e possuem renda inferior a um salário mínimo, sendo dependentes de programas sociais do governo federal. Já, os catadores das duas empresas de beneficiamento possuem perfil socioeconômico bastante semelhantes entre si, ou seja, são na sua maioria do sexo feminino e possuem idade, escolaridade e renda similares, além de apresentarem produção equivalente quanto aos procedimentos de catação do caranguejo.

A atividade de beneficiamento da carne do caranguejo-uçá configura-se como a principal atividade econômica da vila do Treme, no município de Bragança-PA. No entanto, mesmo com a presença de duas empresas de beneficiamento atuando legalmente na comunidade, a tarefa ainda é desenvolvida em sua grande parte na informalidade, pois uma parcela da população ainda cata os caranguejos em sua própria residência, gerando quantidades significativas de resíduos sólidos que não são descartados adequadamente, e muito menos aproveitados, agravando os problemas sanitários e ambientais nessa localidade.

O principal local de descarte desses resíduos na comunidade é um espaço de 270 m<sup>2</sup>, conhecido como “Lixão do Mucurão”, localizado entre uma faixa de manguezal e a área urbana da vila.

Os resultados mostraram que atualmente há o acúmulo de aproximadamente 3,1 toneladas de resíduos sólidos de caranguejo-uçá nessa área já em processo de decomposição, com muitos vetores de doenças (ex. insetos, ratos) sendo atraídos pelo mau cheiro.

O aproveitamento desse material descartado, através da produção da farinha de caranguejo, é capaz de render de 4000 g de resíduos sólidos úmidos, 1.073 g (26,8%) de farinha, com perda de aproximadamente 4% no processo de moagem. Os resultados também mostraram que há viabilidade econômica com baixo custo de investimento na produção dessa farinha. Além de servir como atividade base para melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos das atividades da cadeia produtiva do caranguejo-uçá, como é o caso do beneficiamento da carne, a farinha de caranguejo agrega valor ao produto do beneficiamento, estimulando a sensibilização dos comunitários em direção às questões ambientais e fortalecendo o objetivo de sustentabilidade ambiental da RESEX Mar Caeté-Taperaçu.

A conquista do Prêmio Samuel Benchimol foi de grande importância para o sucesso dessa iniciativa, ajudando a custear certas etapas do trabalho, além de ter proporcionado visibilidade e incentivo à realização de outras atividades inovadoras e sustentáveis a partir dos resíduos sólidos do caranguejo-uçá. Adicionalmente, para a região costeira do Estado do Pará, além de ter servido como piloto, os resultados obtidos são úteis para subsidiar a implementação da produção da farinha de caranguejo, matéria-prima para o enriquecimento de adubo para aplicação na agricultura familiar, bem como são potencial instrumento de geração de renda.

Esses são alguns dos impactos positivos da farinha produzida a partir dos resíduos sólidos do caranguejo-uçá, os quais compreendem desde a mitigação dos efeitos negativos gerados à comunidade e ao ambiente pelas zonas de descarte, passando pelo incremento da cadeia produtiva do caranguejo-uçá, através de desdobramentos como a geração de novos subprodutos e empregos a partir da farinha, até a geração de renda como uma alternativa para promover a redução da pobreza e maior empoderamento e sensibilização ante as questões ambientais, maior responsabilidade socioambiental e melhor qualidade de vida, em iniciativa que pode se expandir para as mais distintas comunidades de pescadores ao longo da costa amazônica brasileira.

FERNANDES, M. E. B. Produção primária: serapilheira. In: FERNANDES, M. E. B. (Org.). *Os Manguezais da Costa Norte Brasileira*. Maranhão: Fundação Rio Bacanga, 2003. p. 61-77.

HOGARTH, P. J. *The Biology of Mangroves and Seagrasses*. 3rd ed. Oxford, England: Oxford University Press, 2015. 304p.

IBAMA. *Estatística da pesca 2006*: grandes regiões e unidades da federação. Brasília, 2007. 98p.

MATOS, A. V. *Vocabulário semi-sistemático da terminologia do caranguejo*. 2001. 170 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Pará, Bragança-PA, 2001.

MELO, G. A. S. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1996. 603 p.

---

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO F. J. F. et al. Aplicação do composto orgânico produzido a partir do caranguejo uçá (*Ucides cordatus*) no cultivo de feijão Caupi vignaunguiculata. *Engenharia Ambiental*, v6, n.3, p. 015-035, 2009.

ARAÚJO, A. R. R. *Fisbery statistics and commercialization of the mangrove crab, Ucides cordatus (L.), in Bragança - Pará - Brazil*. 2006. 193 p. Tese (Doutorado) - Center for Tropical Marine – ZMT, Bremen, 2006.

ARRUDA, M. B. *Ecossistemas Brasileiros*. Brasília: IBAMA, 49 p. 2001.

BRASIL. Decreto de 10 de outubro de 2014. Dispõe sobre a criação das Reservas Extrativistas Marinhas de Mocapajuba, Mestre Lucindo e Cuinarana, nos Municípios de São Caetano de Odivelas, Marapanim e Magalhães Barata no Estado do Pará, e dá outras providências. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/10/2014&jornal=1&pagina=>>>. Acesso em: 24 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova Regulamento Técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília*, DF. 2001.

CARVALHO, M. L. *Aspectos da produtividade primária Aspectos da produtividade primária dos bosques de mangue do Furo Grande, Furo Grande, Bragança-Pará*. 2002. 68 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém-Pará, 2002.

FERNANDES M. E. B. *Association of mammals with mangrove forests: a world wide review*. *Boletim do Lab. Hidrobiologia*, v. 13, n.1, p. 83-108, 2000.

# Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas

**Título Original:** Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas.

**Prêmio Benchimol:** 2007, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

## **Philip Martin Fearnside**

Doutor em Ciências Biológicas pela University of Michigan (UMICH) - EUA. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3176139653120353>

E-mail: [philip.fearnside@gmail.com](mailto:philip.fearnside@gmail.com)

## **RESUMO**

O conceito de serviços ambientais tem avançado bastante no Brasil e no mundo, tanto no campo acadêmico, com melhorias nos dados e nos métodos de cálculo, como no campo prático, com diversas iniciativas para pagamento de serviços ambientais no Brasil. Infelizmente, esse conceito ainda está longe de alcançar seu potencial para mudar o rumo de desenvolvimento na região como alternativa ao padrão atualmente predominante, que se baseia na destruição da floresta. Apesar disto, é cada vez mais evidente a importância da floresta amazônica em fornecer serviços ambientais, tais como a manutenção da biodiversidade, a reciclagem de água que é essencial para manter chuvas não só na Amazônia, mas também no centro-sul do país, e a mitigação do efeito estufa.

**Palavras-chave:** Serviços ambientais. Serviços ecossistêmicos. Desenvolvimento sustentável. Mudança climática. Biodiversidade. Floresta amazônica.

## ***Environmental services stock valuation as a development strategy in the State of Amazonas***

### **ABSTRACT**

*The concept of environmental services has advanced considerably in Brazil and in the world, both in the academic field, with improvements in data and calculation methods, and in the practical field, with several initiatives to pay for environmental services in Brazil. Unfortunately, this concept is still far from reaching its potential to change the course of development in the region as an alternative to the current predominant pattern, which is based on forest destruction. Despite this, the importance of the Amazon rainforest in providing environmental services such as maintaining biodiversity, water recycling that is essential to keep rains not only in the Amazon but also in the south-central part of the country, is increasingly evident. mitigation.*

**Keywords:** *Environmental services. Ecosystem services. Sustainable development. Climate change. Biodiversity. Amazon rainforest.*

## **Valoración del agua de servicios ambientales como estrategia de desarrollo en el Estado de Amazonas**

### **RESUMEN**

*El concepto de servicios ambientales ha avanzado bastante en Brasil y en el mundo, tanto en el campo académico, con mejoras en los datos y en los métodos de cálculo, como en el campo práctico, con diversas iniciativas para el pago de servicios ambientales en Brasil. Desafortunadamente, este concepto todavía está lejos de alcanzar su potencial para cambiar el rumbo de desarrollo en la región como alternativa al patrón actualmente predominante, que se basa en la destrucción del bosque. A pesar de ello, es cada vez más evidente la importancia de la selva amazónica para proporcionar servicios ambientales, tales como el mantenimiento de la biodiversidad, el reciclaje de agua que es esencial para mantener lluvias no sólo en la Amazonia, sino también en el centro-sur del país, y la mitigación del efecto invernadero.*

**Palabras clave:** Servicios ambientales. Servicios ecosistémicos. Desarrollo sustentable. Cambio climático. Biodiversidad. Selva amazónica.

### **INCLUSÃO SOCIAL DA POPULAÇÃO TRADICIONAL**

Grande parte do Estado do Amazonas é habitada por populações que vivem ao longo dos rios e nos seringais e castanhais tradicionais, longe dos centros urbanos e da ocupação recente no “arco do desmatamento”. Embora as populações tradicionais tenham autossuficiência valiosa comparadas com populações menos isoladas, elas também vivem em condições precárias em termos econômicos e com pouco acesso a serviços de educação e saúde. Essas condições representam um fator importante na diminuição desta população nas últimas décadas, especialmente de jovens, devido à forte migração para áreas urbanas (PARRY et al., 2010). A questão de como reverter esse quadro é um dos principais desafios para a inclusão social na Amazônia.

Os recursos financeiros do governo são sempre inadequados para atender todas as demandas para serviços sociais e outras funções do Estado. A população isolada no interior se encontra em uma situação de desvantagem inerente, pois, se os recursos governamentais forem alocados para fornecer serviços como saúde e educação em uma favela urbana, a mesma quantidade de dinheiro beneficiaria muito mais gente do que se for alocada em um local afastado com população esparsa.

No entanto, a população tradicional espalhada no interior fornece serviços ambientais com imenso valor, o que representa a chave para reverter essa situação. Isto se deve ao modo de vida da população tradicional causar pouquíssimo desmatamento, comparado com outros atores, junto com o fato que a presença dessa população possibilita criar áreas protegidas de vários tipos de “uso sustentável”, assim evitando que essas áreas sejam tomadas pelos agentes de maior impacto ambiental, como “grileiros” (grandes apropriadores ilegais de terras), pecuaristas e “sem-terras” (grupos organizados de agricultores sem terra).

Uma vez que, em um futuro previsível, os problemas ambientais globais e nacionais provocados pela perda de Floresta Amazônica tendem a aumentar, espera-se também que aumente a disponibilidade para pagar pelos serviços ambientais da floresta. A captação desse valor poderia ser aproveitada para melhorar a inclusão social dessa população de forma sustentável. No entanto, existe uma série de desafios para que isto aconteça, tanto na área técnica, para quantificar melhor os serviços da floresta, como para o desenvolvimento de maneiras de cálculo mais adequadas sobre o valor dos serviços nas diversas áreas, como sociais, políticas e diplomáticas.

## O QUE SÃO OS SERVIÇOS AMBIENTAIS?

O termo “serviços ambientais” se refere às funções do meio ambiente que têm valor para a sociedade humana, mas que não são produtos físicos com mercados tradicionais, tais como a venda de madeira ou de produtos florestais não madeireiras. Embora existam muitos serviços ambientais, três grupos se destacam com relação à Floresta Amazônica: manutenção da biodiversidade, reciclagem de água e manutenção dos estoques de carbono que evitam o aquecimento global.

O conceito de “serviços ecossistêmicos”, que sobrepõe em grande parte o de “serviços ambientais”, tem várias definições. Poderá considerar amplo leque de valores, incluindo o valor acrescido a imóveis baseado de beleza cênica, valor para turismo, etc. (e.g., COSTANZA et al., 1997). O termo “serviços ecossistêmicos” também é frequentemente usado para incluir os serviços de “provisão”, ou seja, o fornecimento de produtos tais como madeira, pescado, carne de caça, seringa, castanha e outros produtos florestais (e.g., MEA, 2005). O conceito de serviços ambientais utilizado no atual trabalho refere-se às funções do meio ambiente que não são produtos físicos e que tradicionalmente não dispõem de mercados, como manutenção de biodiversidade, ciclagem de água e estocagem de carbono. O princípio de pagar por serviços ambientais (FEARNSIDE, 1997, 2008a) guarda semelhança com a proposta do Prof. Samuel Benchimol (2000) para um “imposto internacional ambiental” para manter a Floresta Amazônica e ajudar tirar a população do interior da região das condições econômicas precárias em que se encontra.

## BIODIVERSIDADE & SOCIODIVERSIDADE

A manutenção da biodiversidade é um serviço que tem benefícios tanto “utilitários” como “não utilitários”. Os serviços utilitários incluem a reserva de material genético, que pode servir futuramente para desenvolvimento de novos cultivos agrícolas e silviculturais, a reserva de compostos químicos que poderiam ser eficazes como fármacos (FEARNSIDE, 1999), e as funções de polinização e outros benefícios às atividades agrícolas e florestais (IPBES, 2016).

Os valores não utilitários incluem o valor de “existência” que a sociedade considera importante manter por razões científicas, éticas e religiosas, sem que tenham “utilidade” aparente. A Amazônia contém um número de espécies extremamente alto, muitas das quais são endêmicas à região.

A manutenção da floresta não apenas mantém a biodiversidade, mas também a “sociodiversidade” com os povos indígenas, em que a manutenção junto com as suas culturas é também visto como um valor que não pode ser sacrificado. Embora o conhecimento tradicional desses povos tenha valor prático no campo “utilitário”, as razões principais pela prioridade para manter tais culturas é ética e de direito. Sem a floresta, também não haveria os povos tradicionais que dependem dela. A biodiversidade e a sociodiversidade têm sido as principais razões pela criação de áreas protegidas na Amazônia até hoje: as Unidades de Conservação, que são criadas para proteger a biodiversidade, e as Terras Indígenas e Terras Quilombolas, que são criadas por razões de justiça social.

A manutenção da biodiversidade é, sem dúvida, uma razão forte para manter a floresta amazônica em pé. O fato que a Floresta Amazônica não é apenas uma jazida de carbono, mas também é lar de uma enorme diversidade biológica e social, é a raiz da paixão do público em geral, e também da comunidade científica, com relação à manutenção da floresta. Não há esta mesma paixão quando se trata de carbono em si: no caso do pré-sal, por exemplo, quase o Brasil inteiro bate palmas pela extração. No caso do pré-sal, é bom notar que o público é pouco informado sobre os riscos de derramamento e outros impactos ambientais (FEARNSIDE, 2018a).

Apesar do apelo da biodiversidade, comparado com o provável valor financeiro da floresta em evitar o aquecimento global, é menos provável que a biodiversidade se transforme em um fluxo monetário significativo na escala de tempo necessária para evitar grandes perdas por desmatamento.

Enquanto os compromissos sob a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), ou *Convenção de Clima*, implicam bilhões de dólares “na mesa” para medidas de mitigação nos próximos anos, a Convenção de Diversidade Biológica (CDB), ou *Convenção de Biodiversidade* depende de futuros royalties para compensar os direitos intelectuais de povos tradicionais. Neste caso, a finalidade socioambiental apenas é alcançada se houver descobertas sobre usos da biodiversidade nas suas áreas ou se forem aproveitados seus conhecimentos sobre estes usos, e ainda apenas se os fármacos e outros produtos resultantes se tornam lucrativos. A descoberta, testagem, licenciamento e comercialização deste tipo de produto levam muitos anos e só resultam em ganhos financeiros em uma minoria de casos, assim limitando o efeito provável desta fonte para financiamento de medidas para evitar o desmatamento nas próximas décadas (FEARNSIDE, 1999). Atualmente a Lei da Biodiversidade (Lei 13.123 de 20 de maio de 2015) tem praticamente parado pesquisas nesta área no Brasil, piorando o quadro ainda mais (BROCKMANN et al., 2018).

## CICLAGEM DE ÁGUA

O desmatamento na Amazônia está, principalmente, transformando a floresta em pastagens (e.g., FEARNSIDE, 2017). Quase toda a água que cai sobre pastagens sai para os igarapés como escoamento superficial, em contraste com água que cai sobre a floresta, como mostrado por uma série de experimentos feitos para medir erosão do solo (FEARNSIDE, 1989; BARBOSA & FEARNSIDE, 2000).

A Floresta Amazônica desempenha um papel essencial na reciclagem de água, fornecendo o vapor de água necessário não apenas para manter o regime de chuvas dentro da Amazônia, mas também nas regiões densamente povoadas no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, além de também em países vizinhos (ARRAUT et al., 2012). Os ventos predominantes na Amazônia sopram de leste para oeste devido à rotação da Terra, e esses ventos trazem para dentro da região vapor de água que evaporou do Oceano Atlântico.

Uma vez que grande parte desta água cai como chuva na Bacia Amazônica, a ausência da floresta implicaria a volta direta da água para o Oceano via Rio Amazonas. A floresta então retira a água do solo através das raízes, e a devolve à atmosfera através dos estômatos das folhas. Parte desta água cai novamente na Amazônia, mas outra parte é transportada por ventos para outras regiões. As quantidades de água são enormes: a entrada anual de vapor de água oriundo do Atlântico é equivalente a 10 trilhões de m<sup>3</sup> de água líquida, e a vazão anual do rio Amazonas na sua foz é de 6,6 trilhões de m<sup>3</sup> (SALATI, 2001). Isto significa que a parte transportada para outras regiões, que é a diferença entre esses números, é de 3,4 trilhões de m<sup>3</sup> de água líquida. Para comparação, essa é quase a mesma quantidade de água que passa anualmente pelo “encontro das águas” perto de Manaus (aproximadamente 3,8 trilhões de m<sup>3</sup>).

Aproximadamente a metade desses 3,4 trilhões de m<sup>3</sup> de vapor de água não consegue passar para a barreira dos Andes, levando os ventos tipo “jato de baixo nível” (LLJ) a fazerem uma curva para o sul, levando a água para a Região Sudeste e as áreas vizinhas (CORREIA et al., 2006). Grande parte precipita como chuva quando os ventos encontram as montanhas costeiras, como a Serra de Mantiqueira em Minas Gerais (MARENGO et al., 2004). Esta é a área das nascentes dos dois principais rios para fornecer água para hidroeletricidade, irrigação e consumo urbano: o rio São Francisco e o rio Paraná/da Prata. Quando a zona de convergência tropical (ITCZ) se encontra na sua posição mais ao sul em dezembro, janeiro e fevereiro, que é a época chuvosa no Sudeste brasileiro, até 70% da precipitação vêm de água amazônica e não diretamente do Oceano Atlântico (VAN DER ENT et al., 2010). Esta é a época crítica para encher os reservatórios naquela região, e uma falha neste pico de chuva se traduziria em graves consequências para as populações humanas. Há evidências de que o desmatamento amazônico já começou a afetar a chuva em Minas Gerais (GETIRANA, 2016). Em outras palavras, se o desmatamento da Amazônia continuar a ser permitido, chegaremos futuramente a uma crise hídrica permanente em São Paulo e outras grandes cidades do Sudeste (FEARNSIDE, 2004, 2015a).

## CARBONO

Quando a Floresta Amazônica é desmatada ou degradada, é liberado para a atmosfera em forma de CO<sub>2</sub> ou outros gases, o carbono que compõe a metade do peso seco das árvores, e também parte do carbono no solo. Esses gases de efeito estufa se juntam com os gases liberados pela queima de combustível fóssil e das outras fontes, para elevar mais a temperatura no planeta inteiro. Esse aquecimento global antropogênico já está causando secas e outros eventos climáticos danosos, inclusive na Amazônia, e as previsões para o futuro na Amazônia são gravíssimas (e.g., IPCC, 2013, p. 1343; MARGULIS & UNTERSELL, 2017).

### O DESAFIO TEÓRICO

A Floresta Amazônica tem dois papéis distintos com relação ao efeito estufa. Um é baseado no fluxo, sendo a emissão de carbono anual com a continuação do desmatamento, e o outro baseado no estoque, que representa o carbono mantido fora da atmosfera, mas que poderia ser liberado para a atmosfera futuramente na forma de gases de efeito estufa (FEARNSIDE, 2009a). O papel de proteger os grandes estoques de carbono na floresta e no solo abaixo dela se deve ao perigo global de entrar em um “efeito estufa foragido” (“*runaway greenhouse*”). Isto aconteceria se o aquecimento global sair do controle humano e continuar aumentando por conta própria devido às retroalimentações positivas (círculos viciosos) entre a temperatura e a liberação de cada vez mais gases. Isto inclui o derretimento da tundra no Ártico, a diminuição da capacidade dos oceanos mais quentes para absorver CO<sub>2</sub>, e a mortalidade de árvores em secas e incêndios florestais, inclusive na Amazônia. A sociedade humana global em 2010 liberava anualmente 14,2 bilhões de toneladas de carbono (52 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente, baseado nas conversões para 100 anos do quinto relatório do IPCC) de forma proposital, principalmente pela queima de combustíveis fósseis, agropecuária e desmatamento (IPCC, 2014, p. 46).

Portanto, o máximo que pode ser feito para controlar o aquecimento global seria evitar a emissão de 14,2 bilhões de toneladas de carbono, não queimando mais nenhum grama de combustível fóssil nem cortando mais nenhuma árvore. Caso as emissões anuais de fontes não propositais, tais como incêndios florestais na Amazônia, somem mais que 14,2 bilhões de toneladas de carbono, o planeta poderia entrar em efeito estufa foragido, a não ser que seja inventada alguma solução tecnológica maravilhosa, hoje inexistente.

Um estudo recente chegou à conclusão que o planeta poderia entrar em uma fase de “Terra estufa” (“*hothouse Earth*”) se a temperatura média global ultrapassasse 2°C acima do nível pré-industrial (STEFFEN et al., 2018). Esse estado “estufa” seria um aquecimento global em fuga, sem retorno. O marco sugerido como crítico seria ultrapassado até 2050, se continuarmos as tendências atuais. O grande estoque de carbono na Amazônia é um fator chave nesse quadro, pois a liberação de uma fração mesmo modesta irá tornar o controle do aquecimento global muito mais difícil (FEARNSIDE, 2016, 2018b). A Amazônia Legal brasileira continha 58,6 bilhões de toneladas de carbono na vegetação em 2013 (NOGUEIRA et al., 2015), e a vegetação nas áreas protegidas (Unidades de Conservação e Terras Indígenas) continha 33,4 bilhões de toneladas de carbono (NOGUEIRA et al., 2018a,b). Os solos na Amazônia Legal contêm 47 bilhões de toneladas de carbono até 1 m de profundidade (MORAES et al., 1995).

O projeto premiado fez a proposta de melhorar a quantificação de estoques de serviços ambientais, incluindo carbono, água e biodiversidade. Isto é distinto de “desmatamento evitado”, pois não presume que os lugares seriam desmatados em curto prazo na ausência do projeto. Estoques são parecidos com saldos em poupanças bancárias, que geram juros baseados no saldo, não baseados em fluxos. Em 2007, o governo estadual do Amazonas lançou a “Iniciativa Amazonas”, no intuito de captar recursos baseados em estoques de serviços.

O Amazonas, por ter pouco desmatamento, fica praticamente excluído de crédito de carbono quando calculado pelo método de “adicionalidade” (additionality) adotado pelo Protocolo de Kyoto (UNFCCC, 1997, Art. 12), fazendo com que formas alternativas sejam necessárias para valorizar as suas florestas.

O crédito de carbono para desmatamento evitado, por exemplo, através da Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD+), enfrenta vários problemas práticos para garantir que os benefícios climáticos sejam, de fato, reais (FEARNSIDE et al., 2014). Para mostrar “adicionalidade”, é preciso demonstrar que, na ausência de um projeto de mitigação, o desmatamento teria sido maior que a quantidade alegada. Isto é feito através de um cenário “linha de base” (*baseline*), para representar o que teria acontecido sem o projeto, e comparando isto com o desmatamento observado durante o período do projeto. O problema é que o cenário linha de base, que é um cenário “contrafactual” (hipotético), muitas vezes acaba sendo construído de forma a exceder o benefício do projeto (e.g., YANAI et al., 2012). No entanto, é possível fazer cenários linha de base que não extrapolem o benefício (e.g., VITEL et al., 2013).

O segundo problema é o efeito de “vazamento” (*leakage*), ou seja, a atividade de desmatamento que teria acontecido dentro da área do projeto simplesmente migrar para outros locais na floresta fora da área prevista. Isto pode acontecer tanto de “dentro para fora”, quando desmatadores morando dentro da área do projeto se deslocam para fora da área, ou de “fora para fora”, em que atores como grileiros e sem-terras vindo de outros lugares escolham locais fora da área do projeto, em vez de entrar e desmatar dentro da área do projeto. O segundo modo é o mais comum na Amazônia brasileira. As perdas por vazamento precisam ser estimadas e deduzidas dos benefícios alegados do projeto. No entanto, se o projeto é a criação de uma área protegida, essas perdas serão recuperadas no futuro, quando a floresta disponível fora da área protegida esteja desmatada, e a presença da área protegida terá um efeito real em evitar desmatamento.

O tempo decorrido e o valor atribuído ao tempo são os fatores que determinarão o benefício climático (FEARNSIDE, 2009b).

O terceiro problema é a falta de “permanência” de carbono florestal, ou seja, o tempo que o carbono fica fora da atmosfera (FEARNSIDE, 2012a). O papel do valor do tempo é essencial em determinar o efeito nos benefícios climáticos de carbono temporário, cujo valor é sempre menor que o de uma mitigação permanente, mas não é zero (FEARNSIDE et al., 2000; FEARNSIDE, 2002). A conversão entre carbono permanente e carbono temporário sempre pode ser feita de maneira que resulta em um benefício climático para manutenção do carbono florestal. Não é o caso que uma tonelada de carbono estocada em árvores justifique que uma tonelada de carbono de combustível fóssil seja emitida em outra parte do mundo: pode ter a conversão para ter duas toneladas, ou três ou outro número de toneladas nas árvores para cada tonelada de crédito concedida.

O quarto problema é a incerteza inerente em projetos para reduzir emissões oriundas do desmatamento, comparado com outros tipos de mitigação, incluindo tanto redução de queima de combustível fóssil, como plantações silviculturais ou mesmo o uso de biocombustíveis. No entanto, há como ajustar para essas diferenças, assim como no caso de permanência e outros fatores, assegurando que haja um ganho para o clima (FEARNSIDE, 1995, 2000). Isto é a chave para permitir que seja aproveitado o grande aumento na escala de mitigação que o sucesso em evitar desmatamento pode representar.

## O DESAFIO POLÍTICO

Uma das principais questões com relação ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é para quem os benefícios financeiros seriam direcionados. Por exemplo, seria para grandes fazendeiros no Mato Grosso ou para as populações tradicionais no Amazonas? Há forte interesse de fazendeiros e plantadores de soja no PSA para pagar grandes proprietários pela recomposição das Áreas de Proteção Permanente (APPs) que desmataram ilegalmente.

Isto é ilustrado pelo evento organizado pela Confederação Nacional da Agricultura (CNA) em São Paulo, em agosto de 2018, para discutir pagamento por serviços ambientais (CNA, 2018). O principal desafio político com relação ao dinheiro oriundo dos serviços ambientais da Floresta Amazônica é de desenhar um sistema para evitar que os recursos sejam desviados.

As áreas protegidas têm o papel de frear as taxas de desmatamento (NEPSTAD et al., 2006; VITEL et al., 2009; NOLTE et al., 2013). No entanto, essas áreas têm um valor maior ainda com relação ao segundo papel da floresta – manter estoques de carbono e diminuir o perigo do “efeito estufa em fuga”. O pagamento de serviços ambientais (PSA) tem importante papel em potencial de estímulo à criação de áreas protegidas (FEARNSIDE, 2008a, 2015b). Pessoas morando dentro de unidades de conservação de “desenvolvimento sustentável” que recebem subsídios com base nos serviços ambientais vivem melhor do que pessoas vivendo fora dessas áreas; isto cria uma motivação natural para comunidades em áreas sem proteção pressionarem o governo para criar novas unidades de conservação desse tipo. Infelizmente, tal oportunidade vem sendo desperdiçada no Estado do Amazonas, e não tem levado à criação de mais áreas protegidas. Ironicamente, o início do programa Bolsa Floresta no Amazonas em 2007 coincide com o fim de um grande avanço na criação de novas áreas protegidas estaduais, e o início de uma longa parada nessa atividade.

O local mais urgente para criação de áreas protegidas é a vasta região ao oeste do Rio Purus, entre Tapuá e Tefé. Essa área, que é do tamanho do Estado de Rondônia, é de terras públicas sem destinação, a categoria fundiária mais vulnerável à invasão por grileiros e sem-terras. O perigo de invasões está rapidamente aumentando com a reabertura da rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho) e estradas laterais previstas, sobretudo a AM-366 (FEARNSIDE & GRAÇA, 2009; FEARNSIDE et al., 2009).

## O DESAFIO DIPLOMÁTICO

A chave para elevar o papel dos serviços ambientais a um nível que consiga mudar o paradigma de desenvolvimento na região é conseguir trazer recursos financeiros dos países ricos, não dependendo apenas dos orçamentos federais e estaduais no Brasil. Um desafio para isto é que os países ricos têm um interesse natural em guardar seu dinheiro dentro desses países, onde cria emprego e renda local. Enviar dinheiro para ajudar manter a floresta amazônica não contribui da mesma forma às economias desses países. Portanto, mesmo que um dado investimento em mitigação tenha muito mais benefício climático se for usado para manter floresta tropical em pé no Brasil do que para medidas “em casa” em um país europeu, a tendência é para esses países apoiarem os serviços ambientais na Amazônia apenas de maneira simbólica, e não como um modo principal de cumprir com seus compromissos para reduzir emissões de gases de efeito estufa. Como consequência, os países ricos querem que o mecanismo institucional seja doações voluntárias a um fundo, como o Fundo Amazônia, e não um mercado onde o crédito de carbono oriundo da Amazônia concorra de forma livre com outros modos de mitigação climática (FEARNSIDE, 2012b).

Outro desafio é da própria diplomacia brasileira, que, por outras razões, também favorece a restrição de fluxos financeiros para um fundo voluntário, ou seja, para o Fundo Amazônia. Esta posição, aparentemente, representa uma continuação pouco modificada da posição diplomática brasileira que prevaleceu até 2007. Até 2007, o Ministério das Relações Exteriores (MRE) resistiu ao recebimento de qualquer compensação internacional por benefícios climáticos da floresta amazônica. Essa resistência se baseava no medo de que receber compensação representaria um perigo de levar à “internacionalização” da Amazônia (FEARNSIDE, 2001).

Isso porque as ações do governo brasileiro eram, aparentemente, incapazes de controlar o desmatamento amazônico, levando à presunção de que compromissos não cumpridos de redução de desmatamento acarretariam em pressões internacionais que prejudicariam a soberania brasileira na região. Em 2007, a taxa de desmatamento já havia diminuído muito em relação a 2004, assim amenizando a falta de confiança nas instituições ambientais brasileiras. Mesmo assim, a posição do MRE mudou apenas para aceitar doações ao Fundo Amazônia, não para aceitar um mercado. Talvez a passagem de mais de uma década possibilite uma mudança maior, permitindo aproveitar a oportunidade que um mercado oferece ao país.

A diferença entre um fundo e um mercado é grande por duas razões. Primeiro, a escala de mitigação é muito menor no caso do fundo, pois não gera crédito “fungível”, que pode ser usado para os países doadores cumprirem com os seus compromissos nacionais de redução de emissões. À medida que os países do mundo se tornam mais sérios na sua determinação de controlar o aquecimento global, eles vão ter que reduzir suas emissões muito mais do que eles têm contemplado até hoje. Assim, é inevitável que as suas prioridades sejam focalizadas em compromissos formais muito maiores, e não haverá recursos financeiros significativos para doações voluntários fora desse contexto.

A segunda razão para o Brasil aproveitar um mercado sob a Convenção do Clima é que o valor de cada tonelada de carbono seria muito maior. A ideia de projetos sob um fundo é de compensar serviços ambientais com base no “custo de oportunidade” de não desmatar. Isto significa que a compensação máxima para não desmatar seria o valor das pastagens de baixa produtividade que predominam nas áreas desmatadas na Amazônia brasileira hoje. No caso de um mercado, o valor seria o resultado do equilíbrio entre oferta e demanda. A oferta refere-se aos diferentes modos de mitigar o aquecimento global, e sendo que é bem mais barato evitar emissão por desmatamento do que por outras opções, o Brasil teria larga vantagem nessa competição.

O lado da demanda é determinado pela magnitude dos compromissos dos países para reduzir as suas emissões, o que precisa ser aumentado em muito para poder controlar o aquecimento global dentro dos limites acordados em Paris em 2015.

## CONCLUSÃO

A inclusão social da população tradicional no interior da Amazônia pode ter uma fonte crítica de sustento financeiro oriundo do valor dos serviços ambientais da floresta, incluindo a biodiversidade e sociodiversidade, a ciclagem de água e a manutenção dos estoques de carbono que evitam o aquecimento global. Uma série de desafios precisa ser superada para tornar o valor dos serviços ambientais uma fonte de sustento. Esses desafios são teóricos, políticos e diplomáticos. Apesar dos avanços em todas essas áreas, as forças levando à destruição da floresta têm se expandido mais rapidamente. Mesmo assim, são os avanços na área de serviços ambientais que oferecem as possibilidades de um embasamento duradouro para manter a floresta e as populações humanas que dependem dela.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Prêmio Professor Samuel Benchimol. As pesquisas do autor são financiadas por: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processos nº305880/2007-1, nº304020/2010-9, nº573810/2008-7, nº575853/2008-5), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) (processo nº 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) (PRJ13.03). O autor agradece a Paulo Vilela Cruz pela revisão do português.

## REFERÊNCIAS

- ARRAUT, J. M. et al. Aerial rivers and lakes: Looking at large-scale moisture transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America. *Journal of Climate*, v. 25, p. 543-556, 2012. DOI: 10.1175/2011JCLI4189.1
- BARBOSA, R. I.; FEARNSSIDE, P. M. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 4, p. 601-613, 2000. DOI: 10.1590/1809-43922000304613.
- BENCHIMOL, S. A Amazônia e o terceiro milênio. *Parcerias Estratégicas*, v. 5, n. 9, p. 22-34, 2000. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\_estrategicas/article/view/113>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- BROCKMANN, F. A. et al. Brazil's government attacks biodiversity. *Science*, v. 360, p. 865. DOI: 10.1126/science.aat7540, 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA (CNA). Pagamento por serviços ambientais. 2018. Disponível em: <http://cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/programacao\_agroemquestao\_psa\_5.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- CORREIA, F. W. S.; ALVALÁ, R. C. S.; MANZI, A. O. Impacto das modificações da cobertura vegetal no balanço de água na Amazônia: um estudo com modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 21, n. 3a, p. 153-167, 2006. Disponível em: <http://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/123/5849/1/impacto\_das\_modificacoes.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260. DOI: 10.1038/387253a0, 1997.
- FEARNSSIDE, P. M. *Ocupação Humana de Rondônia: Impactos, Limites e Planejamento*. Brasília, DF: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 1989. 76 p. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ\_livres/1989/A%20Ocupacao%20Humana%20de%20Rondonia.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSSIDE, P. M. Global warming response options in Brazil's forest sector: Comparison of project-level costs and benefits. *Biomass and Bioenergy*, v. 8, n. 5, p. 309-322, 1995. DOI: 10.1016/0961-9534(95)00024-0.
- FEARNSSIDE, P. M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics*, v. 20, n. 1, p. 53-70, 1997. DOI: 10.1016/S0921-8009(96)00066-3
- FEARNSSIDE, P. M. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: Risks, value and conservation. *Environmental Conservation*, v. 26, n. 4, p. 305-321, 1999. DOI: 10.1017/S0376892999000429.
- FEARNSSIDE, P. M. Uncertainty in land-use change and forestry sector mitigation options for global warming: Plantation silviculture versus avoided deforestation. *Biomass and Bioenergy*, v. 18, n. 6, p. 457-468, 2000. DOI: 10.1016/S0961-9534(00)00003-9.
- FEARNSSIDE, P. M. Saving tropical forests as a global warming countermeasure: An issue that divides the environmental movement. *Ecological Economics*, v. 39, n. 2, p. 167-184, 2001. DOI: 10.1016/S0921-8009(01)00225-7
- FEARNSSIDE, P. M. Time preference in global warming calculations: A proposal for a unified index. *Ecological Economics*, v. 41, n. 1, p. 21-31, 2002. DOI: 10.1016/S0921-8009(02)00004-6.
- FEARNSSIDE, P. M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje*, v. 34, n. 203, p. 63-65, 2004. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2004/203/pdf\_fechado/opiniaio.pdf> Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSSIDE, P. M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 80, n. 1, p. 101-114, 2008. DOI: 10.1590/S0001-37652008000100006.
- FEARNSSIDE, P. M. O valor de áreas protegidas em evitar mudança climática na Amazônia. In: WIEGLAND JR, R.; ALBERNAZ, A. L. (Ed.) *Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade – Bioma Amazônia*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008b. p. 8-11.
- FEARNSSIDE, P. M. *A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais*. [2ª Ed.]. Manaus, AM: Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, 2009. 134 p. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ\_livres/2003/livro%20Floresta%20amazonica%20nas%20mudancas%20globais%202ED%20MIOLO%20web.pdf> Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSSIDE, P. M. Carbon benefits from Amazonian forest reserves: Leakage accounting and the value of time. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 14, n. 6, p. 557-567, 2009. DOI: 10.1007/s11027-009-9174-9, 2009.
- FEARNSSIDE, P. M. The theoretical battlefield: Accounting for the climate benefits of maintaining Brazil's Amazon forest. *Carbon Management*, v. 3, n. 2, p. 145-148, 2012a. DOI: 10.4155/CMT.12.9
- FEARNSSIDE, P. M. Brazil's Amazon forest in mitigating global warming: Unresolved controversies. *Climate Policy*, v. 12, n. 1, p. 70-81, 2012b. DOI: 0.1080/14693062.2011.581571.
- FEARNSSIDE, P. M. *Rios voadores e a água de São Paulo*. Amazônia Real. 2015a. DOI: 10.13140/RG.2.1.2430.1601.
- FEARNSSIDE, P. M. Pesquisa sobre conservação na Amazônia brasileira e a sua contribuição para a manutenção da biodiversidade e uso sustentável das florestas tropicais. In: VIEIRA, I. C. G.; JARDIM, M. A. G.; da ROCHA, E. J. P. (Ed.) *Amazônia em Tempo: Estudos Climáticos e Socioambientais*. Belém: Universidade Federal do Pará, 2015b. p. 21-49. Disponível em: <http://www.ppgca.ufpa.br/arquivos/repositorio/TEXTODOWN/Livro%20Amaz%C3%B4nia%20em%20Tempo\_Estudos%20clim%C3%A1ticos%20e%20socioambientais.pdf> Acesso em: 19 ago. 2018.

- FEARNSIDE, P. M. The impact of land use on carbon stocks and fluxes: Implications for policy. In: NAGY, L.; FORSBERG, B.; ARTAXO, P. (Ed.) *Interactions between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin*. Berlin, Alemanha: Springer, 2016. 478 p. (Ecological Studies No. 227). DOI: 10.1007/978-3-662-49902-3\_16.
- FEARNSIDE, P. M. Deforestation of the Brazilian Amazon. In: SHUGART, H. (Ed.) *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. New York: Oxford University Press, 2017. DOI: 10.1093/acrefore/9780199389414.013.102.
- FEARNSIDE, P. M. *Brazil's offshore oil risks*. Science Online. 2018a. Disponível em: <<http://comments.sciencemag.org/content/10.1126/science.1240162>> Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazonian forest carbon: The key to Southern Amazonia's significance for global climate. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 1, p. 47-61, 2018b. DOI: 10.1007/s10113-016-1007-2.
- FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. BR-319: A rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central. *Novos Cadernos NAEA*, v. 12, n. 1, p. 19-50, 2009. DOI: 10.5801/ncn.v12i1.241.
- FEARNSIDE, P. M. et al. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n. 2, p. 208-233, 2009. DOI: 10.1590/S0102-77862009000200009.
- FEARNSIDE, P. M.; LASHOF, D. A.; MOURA-COSTA, P. Accounting for time in mitigating global warming through land-use change and forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 5, n. 3, p. 239-270, 2000. DOI: 10.1023/A:1009625122628.
- FEARNSIDE, P. M.; YANAI, A. M.; VITEL, C. S. M. N. Modeling Baselines for REDD Projects in Amazonia: Is the carbon real? In: GEROLD, G. (Ed.) *Interdisciplinary Analysis and Modeling of Carbon-Optimized Land Management Strategies for Southern Amazonia*. Göttingen, Alemanha: Univerditätsdrucke Göttingen, 2014. p. 19-28. Disponível em: <[http://webdoc.sub.gwdg.de/univerlag/2014/carbiocial\\_978-3-86395-138-2.pdf](http://webdoc.sub.gwdg.de/univerlag/2014/carbiocial_978-3-86395-138-2.pdf)> Acesso em: 19 ago. 2018.
- GETIRANA, A. Extreme water deficit in Brazil detected from space. *Journal of Hydrometeorology*, v. 17, p. 591-599, 2016. DOI: 10.1175/JHM-D-15-0096.1.
- MARENGO, J. A. Climatology of the LLJ east of the Andes as derived from the NCEP reanalyses. *Journal of Climate*, v. 17, n. 12, p. 2261-2280, 2004. DOI: 10.1175/1520-0442(2004)017<2261:COTLJE>2.0.CO;2.
- MARGULIS, S.; UNTERSELL, N. Shaping up Brazil's long-term development considering climate change impacts. In: ISSBERNER, L. R.; LENA, P. (Ed.) *Brazil in the Anthropocene: Conflicts between Predatory Development and Environmental Policies*. New York, NY, E.U.A: Routledge, 2017. p. 220-241.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). *Guide to the Millennium Assessment Reports*. Nairobi, Quênia: United Nations Environment Programme (UNEP), 2005. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- MORAES, J. L. et al. Soil carbon stocks of the Brazilian Amazon Basin. *Soil Science Society of America Journal*, v. 59, p. 244-247, 1995. DOI: 10.2136/sssaj1995.03615995005900010038x.
- NEPSTAD, D. C. et al. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology*, v. 20, p. 65-73, 2006. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x.
- NOGUEIRA E. M. et al. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. *Global Change Biology*, v. 21, p. 1271-1292, 2015. DOI: 10.1111/gcb.12798, 2015.
- NOGUEIRA, E. M. et al. Brazil's Amazonian protected areas as a bulwark against regional climate change. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 2, p. 573-579, 2018a. DOI: 10.1007/s10113-017-1209-2.
- NOGUEIRA E. M. Carbon stocks and losses to deforestation in protected areas in Brazilian Amazonia. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 1, p. 261-270, 2018b. DOI: 10.1007/s10113-017-1198-1.
- NOLTE, C. et al. Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, v. 110, n. 13, p. 4956-4961, 2013. DOI: 10.1073/pnas.1214786110, 2013.
- POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NGO, H. T. (Ed.). *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. Bonn, Alemanha: IPBES, 552 p. 2016. Disponível em: <[https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/individual\\_chapters\\_pollination\\_20170305.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/individual_chapters_pollination_20170305.pdf)> Acesso em: 19 ago. 2018.
- PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (Ed.). *Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Suíça: IPCC, 2014. 151 p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>> Acesso em: 19 ago. 2018.
- PARRY, L.; DAY, B.; AMARAL, S.; PERES, C. A. Drivers of rural exodus from Amazonian headwaters. *Population and Environment*, v. 32, n. 2, p. 137-176, 2010. DOI: 10.1007/s11111-010-0127-8, 2010.
- SALATI, E. Mudanças climáticas e o ciclo hidrológico na Amazônia. In: FLEISCHRESSER, V. (Ed.) *Causas e Dinâmica do Desmatamento na Amazônia*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2001. p. 153-172.
- STEFFEN, W. et al. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2018. DOI: 10.1073/pnas.1810141115.

- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Alemanha: UNFCCC, 1997. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>> Acesso em: 19 ago. 2018.
- VAN OLDENBORGH, G. J. (Ed.). Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections. In: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 1311-1393. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- VAN DER ENT, R. J. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, v. 46: art. n. 9, 2010. DOI: 10.1029/2010WR009127.
- VITEL, C. S. M. N. et al. Land-use change modeling in a Brazilian indigenous reserve: Construction a reference scenario for the Suruí REDD project. *Human Ecology*, v. 41, n. 6, p. 807-826, 2013. DOI: 10.1007/s10745-013-9613-9.
- VITEL, C. S. M. N.; FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. Análise da inibição do desmatamento pelas áreas protegidas na parte Sudoeste do Arco de desmatamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. *Anais...* São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2009. p. 6377-6384. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbr%4080/2008/11.13.14.42/doc/6377-6384.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- YANAI, A. M. et al. Avoided deforestation in Brazilian Amazonia: Simulating the effect of the Juma Sustainable Development Reserve. *Forest Ecology and Management*, v. 282, 2012. p. 78-91. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.06.029.

# Avaliação econômica dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre

**Título Original:** Avaliação econômica dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre.

**Prêmio Bencimol:** 2012, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

## Rubicleis Gomes da Silva

Pós-doutorado em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) - MG – Brasil. Pós-doutorado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV/SP) – SP – Brasil. Professor e pesquisador da Universidade Federal do Acre (UFAC) – Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2115410763581008>

E-mail: rubicleis@uol.com.br

## RESUMO

A Bacia do Rio Acre disponibiliza para as atividades econômicas uns dos principais fatores de produção (água) e, além disto, disponibiliza para a sociedade um elemento indispensável para a vida humana. Em função destas características, torna-se relevante identificar qual o valor dos serviços ambientais fornecidos por esta bacia e qual a percepção que a sociedade possui sobre seus serviços, bem como quais suas preocupações com este recurso hídrico. Esta pesquisa busca diagnosticar e analisar a percepção que os usuários dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre possuem sobre as externalidades. Para a realização desta pesquisa foi utilizado como referencial teórico as teorias de externalidade e bens públicos em relação; já em relação ao referencial analítico, o modelo utilizado foi o logit. Os resultados indicaram que os serviços ambientais são avaliados em R\$ 87,50 milhões e meio de reais, e que a educação é uma variável que impacta de modo acentuado sobre a disposição a pagar pela manutenção e conservação das externalidades positivas ocasionadas pela bacia.

**Palavras-chave:** Bacia do Rio Acre. Serviços ambientais. Bens públicos. Externalidades. Valoração contingente. Poluição das águas. Estado do Acre.

## *Economic evaluation of the Acre River Basin's environmental services*

### **ABSTRACT**

*The Acre River Basin provides for economic activities one of the main factors of production (water) and, in addition, provides society with an indispensable element for human life. Due to these characteristics, it is relevant to identify the value of the environmental services provided by this basin and the perception society has about its services, as well as its concerns about this water resource. In general, this research seeks to diagnose and analyze the perception that the users of the environmental services of the Acre River Basin have on the externalities. For the accomplishment of this research was used as theoretical reference the theories of externality and public goods in relation to the analytical reference the logit model was used. The results indicated that environmental services are valued at R\$ 87.50 million of Reais, education is a variable that has a marked impact on the willingness to pay for the maintenance and conservation of the positive externalities caused by the basin.*

**Keywords:** *Acre River Basin. Environmental services. Contingent valuation. Pollution. Logit model.*

## **Evaluación Económica de los servicios ambientales de la Cuenca de Rio Acre**

### **RESUMEN**

La cuenca del río Acre proporciona para las actividades económicas uno de los principales factores de producción (agua) y, además, proporciona a la sociedad un elemento indispensable para la vida humana. Debido a estas características, es relevante identificar el valor de los servicios ambientales provistos por esta cuenca y la percepción que la sociedad tiene sobre sus servicios, así como sus preocupaciones sobre este recurso hídrico. En general, esta investigación busca diagnosticar y analizar la percepción que los usuarios de los servicios ambientales de la cuenca del río Acre tienen sobre las externalidades. Para la realización de esta investigación se usaron como referencia teórica las teorías de externalidad y bienes públicos en relación con la referencia analítica del modelo logit. Los resultados indicaron que los servicios ambientales están valorados en R \$ 87,50 millones de reales, la educación es una variable que tiene un marcado impacto en la disposición a pagar por el mantenimiento y la conservación de las externalidades positivas causadas por la cuenca.

**Palabras clave:** Cuenca del río Acre. Servicios ambientales. Valoración contingente. Contaminación. Modelo logit

### **INTRODUÇÃO**

#### **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

A Bacia do Rio Acre nasce no Peru, atravessa o Acre no sentido sul/norte e deságua no Rio Purus, no município de Boca do Acre, Estado do Amazonas, percorrendo um trajeto de aproximadamente de 1.190 quilômetros. No Acre, banha os municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Epitaciolândia, Xapuri, Capixaba, Rio Branco e Porto Acre. Esses municípios compõem a região mais desenvolvida e densamente habitada do Acre.

O processo de desenvolvimento do Estado do Acre possui como núcleo central a região da Bacia do Rio Acre. Os municípios que integram a bacia representam, respectivamente, 64,76% do produto interno bruto (PIB) e 57% da população do estado. Além disso, essa bacia é a mais importante fonte de fornecimento de água potável para a população e para as atividades econômicas.

Verifica-se com bastante ênfase que a Bacia do Rio Acre possui alta relevância no processo de crescimento e desenvolvimento econômico do estado. Contudo, a grande importância dessa bacia não justifica o negligenciamento das questões ambientais.

Durante o processo de desenvolvimento histórico, social e econômico do estado, a preocupação ambiental com esse ativo e seus serviços não estão em sintonia com sua magnitude.

A ocupação desordenada das áreas alagáveis provoca transtornos e até tragédias nas alagações. Por outro lado, períodos mais longos de estiagem são uma verdadeira ameaça ao abastecimento. Em 2005, o rio ficou reduzido a um fio de água, obrigando a instalação emergencial de bombas flutuantes. A situação atingiu um estágio tão preocupante que foi manchete de diversos jornais, conforme indica a figura 1.

Figura 1 – Manchete do jornal Página 20 destacando o colapso de água em Rio Branco, 2005



Fonte: *Jornal Página 20*.

A Bacia do Rio Acre abastece sete municípios, atinge 373.876 pessoas, o que representa 57% da população estadual. Nessa região encontra-se o mais alto nível de desenvolvimento socioeconômico, em função da maior quantidade de assentamentos agrícolas, empreendimentos industriais e comerciais do estado.

A bacia disponibiliza para as atividades econômicas uns dos principais fatores de produção (água) e disponibiliza para a sociedade um elemento indispensável para a vida humana. Em função dessas características, torna-se essencial identificar qual o valor dos serviços ambientais fornecidos por essa bacia e qual a percepção que a sociedade possui sobre seus serviços ambientais, bem como quais suas preocupações com esse recurso hídrico.

A água é um elemento indispensável para a vida e principalmente para a economia. Contudo, a água é um bem público e, como tal, sua utilização está sujeita na maioria das vezes ao uso irracional. Consequentemente, sua qualidade bem como sua disponibilidade são fortemente impactadas pelo uso irresponsável.

Esta pesquisa busca diagnosticar e analisar a percepção que os usuários dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre têm sobre seu bem-estar. Especificamente, pretende-se: a) efetuar a avaliação econômica dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre; e b) verificar quais variáveis socioeconômicas possuem maior relevância para determinação da avaliação econômica da bacia.

Diversas pesquisas abordaram a questão ambiental no Estado do Acre. Silva e Lima (2004) avaliaram economicamente os serviços ambientais fornecidos pelo Parque Chico Mendes; Silva e Ribeiro (2004) determinaram o nível de degradação ambiental no Acre; Silva e Lima (2006) estudaram o impacto das queimadas sobre as morbidades respiratórias no Acre; e Silva e Lima (2006) elaboraram a avaliação econômica da poluição causada pelas queimadas.

O componente inovador desta pesquisa consiste em realizar uma avaliação econômica dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre. Além disso, foi realizada a primeira avaliação da qualidade da água em todos os municípios que compõem a bacia.

Os resultados da pesquisa subsidiarão agentes públicos e privados com informações relevantes para o gerenciamento econômico e ambiental da bacia estudada. Por fim, o banco de dados socioeconômico contribuirá para avaliação de políticas públicas, bem como permitirá melhor caracterização do perfil dos municípios analisados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **O MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE**

O Método de Valoração Contingente (MVC) busca, por meio de surveys (entrevistas) pessoais, revelar as preferências dos indivíduos por um bem ou serviço ambiental, ou seja, busca captar a disposição a pagar para garantir um benefício ou a disposição a aceitar para incorrer em um malefício.

Como os indivíduos possuem diferentes graus de preferência por um bem ou serviço ambiental, estes se tornam visíveis quando os consumidores vão ao “mercado” e pagam valores por tais ativos.

O MVC estima uma medida monetária extraída de entrevistas que refletem as preferências expressas por consumidores, relativas ao acréscimo/decréscimo na qualidade de ativos ambientais e que se reflete em seu bem-estar.

### **FONTE DE DADOS**

Os dados utilizados neste trabalho são oriundos de fonte primária, coletados mediante duas entrevistas nos municípios que fazem parte da Bacia do Rio Acre. A determinação da amostra por município será efetuada por proporcionalidade populacional, ficando assim o município com maior número de habitantes com maior representação amostral.

Para determinação da amostra<sup>1</sup> desta pesquisa, adotaram-se dois desvios-padrão como nível de confiança. Para a probabilidade de ocorrência do evento “p”, adotou-se 0,50, em virtude do não conhecimento da ocorrência desse evento; consequentemente, “q” foi igual a 0,50, e o erro máximo “e” permitido foi de 5%.

<sup>1</sup>Para cálculo do tamanho da amostra, foi utilizada a fórmula da amostra finita.

Como forma de minimizar os possíveis problemas nas respostas dos questionários, acrescentou-se 5% sobre o total da amostra determinado em (08).

Para o cálculo efetivo da amostra, é utilizado o somatório da população dos municípios, conforme indica a tabela 1:

Tabela 1 – Amostra calculada para os municípios pertencentes à Bacia do Rio Acre, 2007

Municípios	Famílias estimadas	%	Quantidade de famílias a serem entrevistadas		
			Cheia	Alta	Total
Rio Branco	72.660	79,56	333	333	66
Brasiléia	4.766	5,22	22	22	44
Capixaba	2.125	2,38	10	10	20
Xapuri	3.603	3,95	16	16	32
Assis Brasil	1.338	1,47	6	6	12
Porto Acre	3.429	3,75	16	16	32
Epitaciolândia	3.359	3,68	15	15	30
<b>TOTAL</b>	<b>93.470</b>	<b>100,00</b>	<b>418</b>	<b>418</b>	<b>836</b>

Obs.: A amostra já contém 5% de margem de erro adicional.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados disponibilizados no IBGE.

Tabela 2 – Variáveis socioeconômicas dos entrevistados residentes nos municípios da Bacia do Rio Acre, 2009

Medidas	Variáveis				
	Idade	Educação	Renda Pessoal	Renda Familiar	Tamanho da família
Média	43,46	9,23	1.231,01	1.932,03	3,69
Mediana	42,00	11,00	800,00	1.200,00	4,00
Desvio-Padrão	16,96	4,29	1.226,35	1.993,85	1,73
Coefficiente de Variação	39,03	46,46	99,62	103,20	46,77

Fonte: Resultado da pesquisa.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

### PERFIL SOCIOECONÔMICO E DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO RESIDENTE NA BACIA DO RIO ACRE

As variáveis socioeconômicas permitem traçar um perfil das famílias residentes nos municípios da Bacia do Rio Acre. Conforme indica a tabela 2, a renda mediana é de R\$ 1.200,00; o coeficiente de variação da renda familiar é de 103,20%, ou seja, a renda familiar em média possui elevada variação em torno da média.

Em relação à educação, observa-se que o ensino médio é o nível educacional mais comum dos entrevistados. O perfil do “chefe” da família é ter 42 anos de idade, ensino médio completo, possuindo renda pessoal de R\$ 800,00, com renda familiar de R\$ 1.200,00 e família com quatro pessoas.

A tabela 3 indica que os funcionários públicos apresentam a maior participação no mercado de trabalho dos municípios que compõem a bacia, sendo seguidos pelos profissionais autônomos e aposentados, estes representam aproximadamente 54%.

Tabela 3 – Profissão dos residentes nos municípios da Bacia do Rio Acre, 2009

Profissão	Frequência	Frequência Relativa	Frequência Acumulada
Funcionário público	207	24,76	24,76
Autônomo	132	15,79	40,55
Empresário	32	3,83	44,38
Doméstica	48	5,74	50,12
Dona de casa	95	11,36	61,48
Aposentado	112	13,40	74,88
Militar	9	1,08	75,96
Comerciários	31	3,71	79,67
<b>TOTAL</b>	<b>836</b>	<b>100,00</b>	<b>-</b>

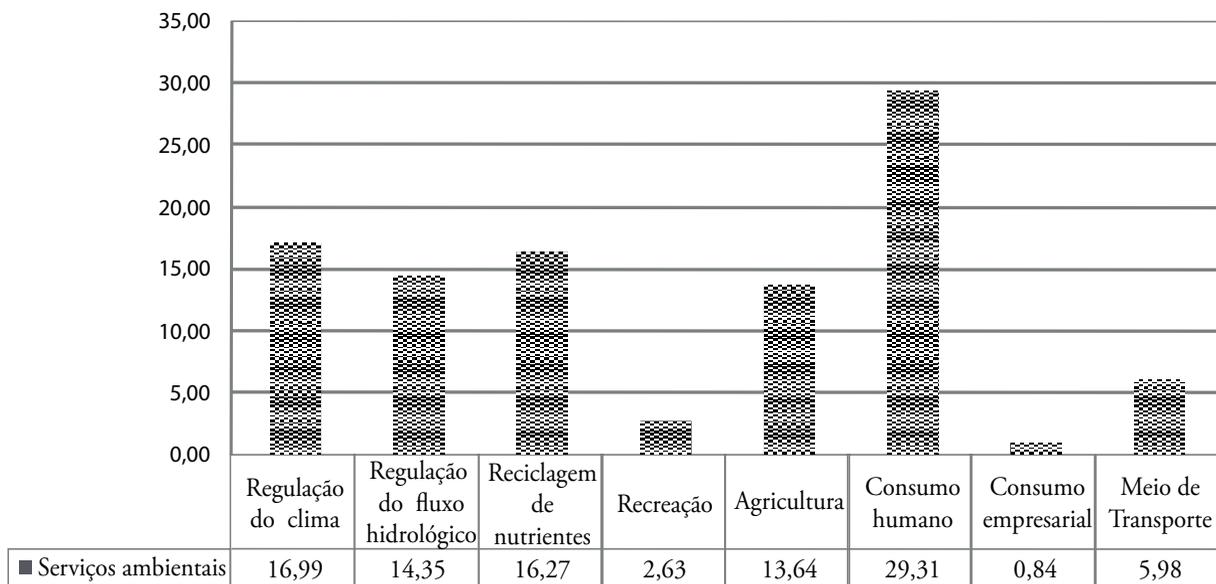
Fonte: Resultado da pesquisa.

Em relação à distância da residência do Rio Acre, 59,20% dos entrevistados declararam que moram próximo. Um aspecto que chamou atenção é que aproximadamente 87% respondentes sabem que os esgotos são despejados sem tratamento prévio na Bacia do Rio Acre, ou seja, possuem o conhecimento de que aproximadamente 100.000 famílias impactam negativamente a qualidade de água.

Os entrevistados foram indagados se tinham conhecimento de que toda a população de seu município utilizava a água do Rio Acre, e 76,4% responderam que tinham total conhecimento perfeito desta utilização. Por sua vez, 82,2% tiveram algum tipo de preocupação ambiental com o rio, o que significa alto grau de importância atribuída ao rio. O que endossa o alto grau de importância dada ao rio é que 81% dos entrevistados manifestaram-se favoráveis a participar de campanhas pela preservação da bacia.

A figura 2 mostra que o serviço ambiental com maior destaque para os entrevistados é o fornecimento de água para o consumo humano, contudo, destacaram-se a regulação climática e reciclagem de nutrientes. Os três serviços ambientais foram apontados por 62,57% como sendo os principais serviços fornecidos pela bacia.

Figura 2 – Participação relativa dos principais serviços ambientais nos municípios da Bacia do Rio Acre, 2009



Fonte: Resultado da pesquisa.

Objetivando criar um mercado hipotético aos entrevistados, foi mostrado a eles um conjunto de fotos do Rio Acre e o índice de qualidade de água em cada município da bacia; após foi interrogado qual a percepção existente sobre o assunto. Aproximadamente 90% dos entrevistados avaliaram o estado da bacia como ruim e regular<sup>2</sup>.

### QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA DO RIO ACRE

A tabela 4 indica as estações de coleta de água no período da cheia e seca da Bacia do Rio Acre. Em cada município foram coletadas duas amostras no meio do rio, uma amostra a jusante e uma a montante, objetivando verificar os impactos das emissões de poluentes sobre os indicadores de qualidade de água e sobre o Índice de Qualidade de Água (IQA)<sup>3</sup>. As estações de coletas foram georreferenciadas e suas localizações podem ser conferidas na tabela 4.

Após a realização das coletas, as amostras foram levadas para a Unidade de Tratamento de Alimentos (Utal) da Universidade Federal do Acre, para a realização dos testes físico-químicos da água.

Tabela 4 – Localização geográfica das estações de coletas de águas nos municípios que compõem a Bacia do Rio Acre, 2009

Municípios	Pontos	Coordenadas geográficas
Assis Brasil	Montante	S 10° 56'42.3" W 69° 34' 10.0" altitude : 248
	Jusante	S 10° 56'40.6" W 69° 33' 49.9" altitude : 247
Brasiléia	Montante	S 11° 00' 27.7" W 68° 45' 50.3" altitude : 199
	Jusante	S 11° 00' 56.6" W 68° 44' 27.0" altitude : 199
Epitaciolândia	Montante	S 11° 01' 05.7" W 68° 44' 50.3" altitude : 199
	Jusante	S 11° 00' 57.1" W 68° 44' 30.7" altitude : 199

(Continua)

(Conclusão)

<sup>2</sup>A percepção atribuída pelos entrevistados foi escalonada da seguinte forma: normal 4,55%; regular 31,22%; bom 6,82% e ruim 57,42%.

<sup>3</sup>O IQA pode ser classificado da seguinte forma: 100 a 80 – ótimo; 79 a 52 – bom; 51 a 37 – aceitável; 36 a 20 – ruim e 19 a 0,00 – péssimo.

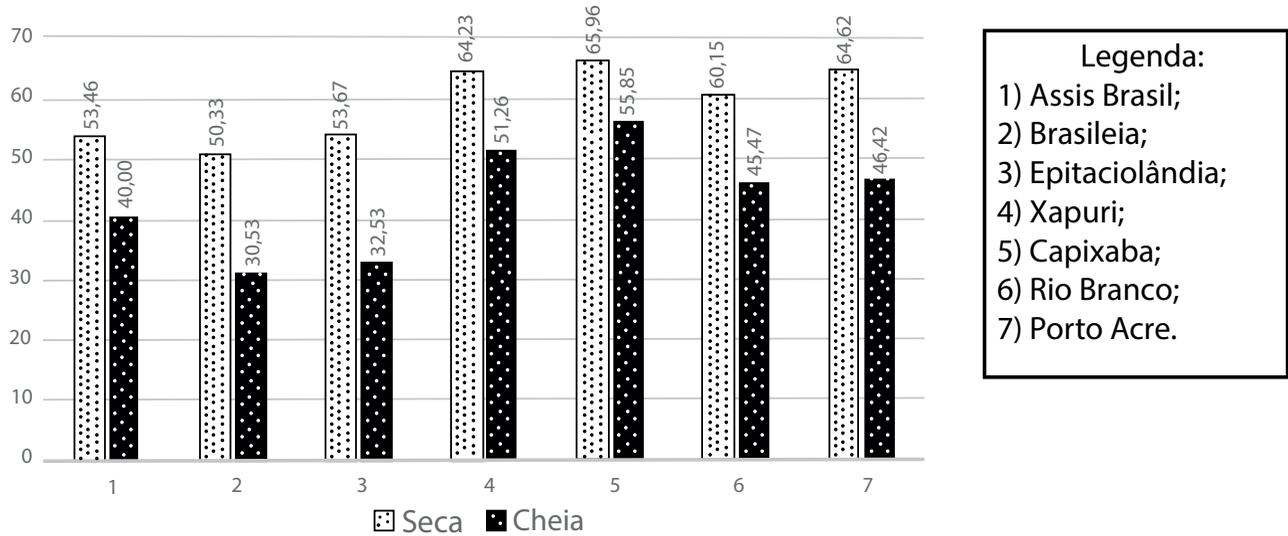
Municípios	Pontos	Coordenadas geográficas
Xapuri	Montante	S 10° 39' 38.5" W 68° 30' 21.5" altitude : 169
	Jusante	S 10° 38' 45.5" W 68° 29' 44.8" altitude : 166
Capixaba	Montante	S 10° 23' 19.3" W 67° 56' 09.5" altitude : 142
	Jusante	S 10° 20' 58.1" W 67° 52' 31.1" altitude : 142
Rio Branco	Montante	S 10° 00' 36.0" W 67° 50' 33.6" altitude : 166
	Jusante	S 09° 58' 26.7" W 67° 48' 09.0" altitude : 166
Porto Acre	Montante	S 09° 58' 26.9" W 67° 31' 34.7" altitude : 167
	Jusante	S 09° 35' 01.8" W 67° 31' 35.3" altitude : 150

Fonte: Resultado da pesquisa.

No tocante à qualidade da água nos municípios acrianos, a figura 3 indica que a qualidade da água mostra pior qualidade no período da cheia amazônica. Os municípios de Brasileia e Epitaciolândia apresentaram a pior qualidade de água tanto na cheia quanto na seca.

A falta de infraestrutura de saneamento básico em conjunto com a inexistência de políticas públicas voltadas à valorização e conservação dos serviços ambientais da bacia contribuem de forma decisiva para deterioração da qualidade de água e dos serviços ambientais da bacia.

Figura 3 – Índice de qualidade de água nos municípios da Bacia do Rio Acre no período da cheia e seca em 2008 e 2009



Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 5 – Estatísticas relativas à disposição de contribuição mensal familiar pelos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre, 2009

Medidas	Amostra Completa	Amostra trucada*
Média	6,80	7,10
Mediana	4,00	4,00
Desvio-Padrão	8,67	9,25
Coeficiente de Variação	127,20	129,37

\*Refere-se somente à média dos entrevistados que se dispuseram a contribuir.

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 6 – Frequência dos lances aceitos da disposição familiar a pagar mensalmente pelos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre, 2009

Dap em R\$	Especificações						
	2,00	4,00	8,00	16,00	20,00	40,00	50,00
Frequência Absoluta	211,00	179,00	82,00	35,00	32,00	11,00	5,00
%	38,02	32,25	14,77	6,31	5,77	1,98	0,90

Fonte: Resultado da pesquisa.

## AVALIAÇÃO CONTINGENTE DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DA BACIA DO RIO ACRE

Do total de 836 entrevistados, 66,40% se dispuseram a contribuir mensalmente em sua conta de água para ajudar na preservação e conservação do Rio Acre. A tabela 5 mostra as principais estatísticas relativas ao pagamento pelos serviços ambientais fornecidos. A média da DAP é de R\$ 6,80; contudo, o coeficiente de variação que indica a variação média em torno da DAP é de 127,20%, apontando alto nível de variação da DAP; por fim, a disposição a pagar mediana é de R\$ 4,00.

A tabela 6 mostra as frequências absoluta e relativa dos valores aceitos pelos entrevistados. Observa-se que à medida que o preço (lance) aumenta, diminui a frequência de aceitação. Em outras palavras, tem-se uma função de demanda pelos serviços ambientais fornecidos pela bacia.

Embora a estatística descritiva possibilite quantificar a disposição média a pagar, ela não permite determinar quais variáveis possuem o maior impacto sobre a disposição a pagar e capta apenas a DAP aparente. A tabela 7 mostra o modelo logístico estimado para captar o efeito das variáveis socioeconômicas sobre a verdadeira disposição a pagar. Dois parâmetros foram significativos: o preço e os anos de estudo, ambos em 1 e 5% respectivamente. A renda familiar não contribuiu significativamente. O sinal negativo do preço indica que à medida que seu valor aumenta, a probabilidade de os entrevistados aceitarem contribuir diminui. Por sua vez, o sinal positivo da escolaridade indica que à medida que ela sobe, a probabilidade de aceitação de uma DAP maior aumenta. A estatística LR indica que pelo menos um dos parâmetros é diferente de zero e o R<sup>2</sup> de McFadden revela um ajustamento bom do modelo. Por fim, o modelo apresenta adequado nível de predições corretas.

Tabela 7 – Modelo estimado para conservação e preservação dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre, 2009

Variáveis	Logit	Logit Robusto
Intercepto	0.598941	0.598941
	(0.185163)*	(0.183078)*
Preço	-0.004428	-0.004428
	(0.000888)*	(0.000930)*
Renda familiar	1.36E-05	1.36E-05
	(4.27E-05) <sup>ns</sup>	(4.16E-05) <sup>ns</sup>
Anos de escolaridade	0.040482	0.040482
	(0.019094)**	(0.018480)**
LR	34.76380*	34.76380*
R <sup>2</sup> McFadden	0.032567	0.032567
Predições corretas	68%	

Em parêntese a estatística F; \* significativo a 1%; \*\* significativo a 5%; NS não significativo.

Fonte: Resultado da pesquisa.

A segunda etapa na avaliação do modelo é a análise dos efeitos marginais e das elasticidades de probabilidade. A tabela 8 indica que o preço apresenta em uma relação inelástica com DAP, ou seja, variações de 1% no preço ocasionaram variações inversas de 0,009% na probabilidade de aceitação na DAP, e aumento de R\$ 1,00 ocasiona redução de 0,09 pontos percentuais na probabilidade de aceitação de contribuir com a conservação e preservação da Bacia do Rio Acre. É interessante observar que a educação possui impacto muito superior ao valor da DAP. Percebe-se que a variação de um ano de escolaridade ocasiona variação de 0,89 pontos percentuais na probabilidade de contribuição.

Tabela 8 – Elasticidade e efeitos marginais para conservação e preservação dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre, 2009

Especificação	Preço	Educação
Elasticidade de Probabilidade	-0,0096	0,0642
Efeito Marginal	-0,0982	0,8926

Fonte: Resultado da pesquisa.

A população residente nos municípios da Bacia do Rio Acre atribuiu valor aos benefícios proporcionados pelos serviços ambientais, valor mensal agregado de R\$ 635.596,00, representando benefício anual de R\$ 7.627.152,00, sendo que o montante de benefícios em um período de 20 anos corresponde a R\$ 87,50<sup>4</sup> milhões.

## CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa indicaram que a Bacia do Rio Acre possui índice de qualidade da água que enseja políticas públicas que contribuam para a melhoria do saneamento básico e da conscientização da sociedade em relação aos serviços ambientais desta bacia.

A disposição a pagar é um reflexo das preferências da sociedade pela preservação e conservação da bacia e, conseqüentemente, de seus serviços ambientais. As características socioeconômicas influenciam de forma singular na avaliação econômica. A população avaliou os serviços fornecidos em 87,5 milhões de reais, recurso que pode ser utilizado como fonte de financiamento de projetos que busquem melhorar a qualidade da água.

Duas são as principais limitações da pesquisa. A primeira reside na questão do IQA, pois seria necessário o monitoramento da bacia mais frequente e em mais pontos; contudo, a realização desse teste é extremamente dispendiosa e os recursos financeiros disponíveis não permitiram efetuar mais testes. O segundo limite diz respeito ao plano de amostragem, que torna os parâmetros estimados válidos somente para a bacia como um todo e não para cada município. Para contornar esse problema, seria necessário estratificar a amostra por município; contudo, isto faria a pesquisa tornar-se muito cara, pois seriam aplicados por volta de 3.000 questionários.

As sugestões para pesquisas futuras estão alicerçadas sobre as limitações. Objetivando melhor diagnóstico físico-químico da bacia, mais testes devem ser realizados durante os períodos de cheia e seca, e a amostra deve ser uma amostra estratificada.

---

## REFERÊNCIAS

HANEMANN, M. W. Welfare evaluation contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, n. 66, p. 332-341, 1984.

SILVA, R. G.; LIMA, J. E. Applying the contingent valuation method to evaluate the cost of air pollution caused by burnings in Western Amazon. *Revista de Gestão Economia*, v. 10, p. 10-19, 2006.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Valoração contingente do parque "Chico Mendes": uma aplicação probabilística do método referendium com bidding games. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, n. 1, p. 685-708, 2004.

\_\_\_\_\_; LIMA, J. E.; CARVALHO, L. A. Impactos das queimadas sobre as morbidades respiratórias na Amazônia: uma abordagem espacial no Estado do Acre. *Redes*, v. 11, p. 169-184, 2006.

\_\_\_\_\_; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 42, p. 93-112, 2004.

---

<sup>4</sup>Foi utilizada a taxa de 6% para calcular o valor presente líquido dos benefícios dos serviços ambientais.

# Nova técnica para extração de fibras de juta e malva em processo a seco no Estado do Amazonas: o resgate da utopia

**Título Original:** Nova técnica para extração de fibras das plantas de juta e malva em processo a seco no Estado do Amazonas.

**Prêmio Benchimol:** 2010, Segundo Colocado, Categoria Econômico-Tecnológica

## **Therezinha de Jesus Pinto Fraxe**

Doutora em Sociologia pela Universidade Federal do Ceará (UFC) - CE - Brasil. Professora e pesquisadora da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - Manaus, AM - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/1464615574272190>

E-mail: [tecafraxe@uol.com.br](mailto:tecafraxe@uol.com.br)

## **Aldenor da Silva Ferreira**

Doutor em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) - Campinas, SP - Brasil. Professor e pesquisador da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) - MS - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/9885729254698394>

E-mail: [aldenorferreira@yahoo.com.br](mailto:aldenorferreira@yahoo.com.br)

## **RESUMO**

Constituindo-se na principal fonte de renda para centenas de comunidades rurais do Amazonas no período de 1960 a 1980, a cultura da juta/malva, a partir da última década, passou a ser novamente pensada como alternativa econômica para o interior do estado. Com a preocupação mundial acerca dos problemas ambientais, o cenário passou a ser favorável para essa modalidade agrícola. As fibras dessas plantas são biodegradáveis, o processo de trabalho é familiar, sendo, portanto, uma atividade que se aproxima muito dos critérios da sustentabilidade. Contudo, uma questão importante precisava ser equacionada: o processo de extração das fibras feito dentro da água, inalterado desde a introdução dessa atividade no estado, a partir da década de 1930, era causa de alguns problemas de saúde para os trabalhadores. Pensando em uma solução, o Núcleo de Socioeconomia da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) resgatou a ideia de descorticação mecânica da juta/malva e, desde 2007, vem trabalhando no aperfeiçoamento de máquinas descortificadoras. Ser agraciado com o Prêmio Samuel Benchimol em 2010 deu novo impulso ao projeto, no sentido de divulgação e ampliação das possibilidades de parcerias. A premiação foi o reconhecimento de um esforço para mudar a dinâmica produtiva de uma atividade quase secular e de fundamental importância para os trabalhadores rurais do Amazonas.

**Palavras-chave:** Juta/Malva. Descorticação. Máquinas. Técnica. Amazonas.

## **New juta and malva fibers dry processing extraction technique in the State of Amazonas: the rescue of utopia**

### **ABSTRACT**

*As the main source of income for hundreds of rural communities in the Amazon from the 1960s to the 1980s, the jute / mallow culture, from the last decade, began to be thought of as an economic alternative for the interior of the state. With the worldwide concern about environmental problems, the scenario became favorable for this agricultural modality. The fibers of these plants are biodegradable, the work process is familiar, being, therefore, an activity that closely approximates the sustainability criteria. However, an important question had to be addressed: the process of fiber extraction made in the water, unchanged since the introduction of this activity in the state, from the 1930s, was the cause of some health problems for workers. Thinking of a solution, the Nucleus of Socioeconomics of the Federal University of Amazonas (Ufam) has rescued the idea of mechanical dewatering of jute / mallow and since 2007 has been working on the improvement of descorticadoras machines. Being awarded the Samuel Benchimol Award in 2010 gave new impetus to the project, in the sense of promoting and expanding the possibilities of partnerships. The award was the recognition of an effort to change the productive dynamics of an almost secular activity and of fundamental importance for the rural workers of the Amazon.*

**Keywords:** Jute / Malva. Uncorrected. Machines. Technique. Amazonas.

## **Nueva técnica para extracción de fibras de juta y malva en procedimiento a seco en el Estado de Amazonas: rescate de la utopia**

### **RESUMEN**

*Se constituyó en la principal fuente de ingresos para cientos de comunidades rurales del Amazonas en el período de 1960 a 1980, la cultura del yute / malva, a partir de la última década, pasó a ser nuevamente pensada como alternativa económica para el interior del estado. Con la preocupación mundial sobre los problemas ambientales, el escenario pasó a ser favorable para esa modalidad agrícola. Las fibras de estas plantas son biodegradables, el proceso de trabajo es familiar, siendo, por lo tanto, una actividad que se aproxima mucho a los criterios de la sostenibilidad. Sin embargo, una cuestión importante necesitaba ser abordada: el proceso de extracción de las fibras hecho dentro del agua, sin cambios desde la introducción de esa actividad en el estado, a partir de la década de 1930, era causa de algunos problemas de salud para los trabajadores. En el marco de una solución, el Núcleo de Socioeconomía de la Universidad Federal del Amazonas (UFC) rescató la idea de descorticación mecánica del yute / malva y, desde 2007, viene trabajando en el perfeccionamiento de máquinas descorticadoras. Ser agraciado con el Premio Samuel Benchimol en 2010 dio nuevo impulso al proyecto, en el sentido de divulgación y ampliación de las posibilidades de alianzas. La premiación fue el reconocimiento de un esfuerzo para cambiar la dinámica productiva de una actividad casi secular y de fundamental importancia para los trabajadores rurales del Amazonas.*

**Palabras clave:** Jute / Malva. Decorticación. Máquinas. Técnica. Amazonas.

## INTRODUÇÃO

Percorridas quase duas décadas do século XXI, a Amazônia ainda não conseguiu resolver seus antigos problemas, como a exploração desequilibrada de madeira, a mineração clandestina, o crescimento desordenado das cidades, a falta de saneamento básico, os conflitos fundiários, a questão indígena, o atraso educacional, os serviços de saúde e de transportes precários, dentre outros. Todos esses problemas têm ligação direta com o ambiente, é impossível solucioná-los sem pôr a natureza no debate. Nesse sentido, a rearmonização da sociedade com o ambiente é um imperativo categórico para a região, ou melhor, o estabelecimento de um novo contrato que, para além do social, seja também um contrato natural, como proposto por Serres (1991).

Na verdade, faz-se necessário o estabelecimento de nova concepção de desenvolvimento. Conforme Leff (2000), um tipo de desenvolvimento que se baseie em sistemas produtivos alternativos, fundado na produtividade ecotecnológica, que emerge da articulação dos níveis de produtividade ecológica, tecnológica e cultural, na manipulação integrada dos recursos produtivos, o que difere necessariamente da produtividade econômica tradicional e de suas avaliações mercadológicas. Na perspectiva de Amartya Sen (2010, p. 23), “o ponto central é como fazer um bom uso dos formidáveis benefícios do intercuro econômico e do progresso tecnológico de maneira a atender de forma adequada aos interesses dos destituídos e desfavorecidos”, um desenvolvimento que traga liberdade, noutras palavras, que vá além da acumulação da riqueza demonstrada por meio dos indicadores de renda frios e desencarnados.

Certamente, conciliar e reconciliar as exigências materiais, estéticas e teleológicas do desenvolvimento como forma de promover a liberdade, a emancipação dos indivíduos e, conseqüentemente, da própria região, fazem parte do dilema amazônico.

Foi a partir desse entendimento teórico-prático e, visando a contribuir de maneira efetiva para o desenvolvimento da região, que o Núcleo de Socioeconomia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (Nusec-FCA/Ufam) resgatou<sup>1</sup> por meio do projeto “Nova Forma de Processamento de Juta e Malva no Baixo Solimões”, a ideia de descorticação mecânica da juta e da malva e, desde 2007, vem trabalhando no aperfeiçoamento de máquinas descortificadoras para serem implantadas nessa atividade.

O objetivo fundamental do projeto foi mudar o processo quase secular de extração das fibras de juta e malva no Estado do Amazonas, feito dentro da água, fator de risco à saúde dos trabalhadores. As máquinas potencializariam a atividade e melhorariam a qualidade de vida dos trabalhadores, uma vez que promoveriam mudanças significativas nas condições insalubres em que a atividade era feita, contribuindo assim para a geração de emprego e aumento da renda de centenas de trabalhadores ribeirinhos na região.

Longe de ser uma tecnologia sofisticada, o desenvolvimento e a implementação dessas máquinas tiveram por base a ideia da inserção, no processo produtivo ribeirinho, das chamadas tecnologias sociais. De acordo com Leff (2001), a compreensão de tecnologia social – isto é, o conceito ecotecnologia – envolve a concepção de método, processo ou artefato, desenvolvido em interação com a comunidade, que promova transformação social e que tenha condição de ser reaplicado em outros lugares ou territórios. É a solução social conhecida por determinado grupo da sociedade e deve ser transferida para outras regiões que convivam com o mesmo problema social.

---

<sup>1</sup>Falamos em termos de resgate, pois desde a década de 1970, na Amazônia, a ideia de descorticação mecânica da juta e da malva esteve presente. Embrapa e Ifibram desenvolveram alguns protótipos de maneira promissora. Contudo, o ponto em comum desses projetos é que todos eles foram abandonados, quase sempre por falta de investimentos.

A conquista do Prêmio Samuel Benchimol, em 2010, foi muito importante para a divulgação do projeto, ampliando as possibilidades de parcerias, sendo também o reconhecimento de um esforço da academia para mudar a dinâmica produtiva de uma atividade quase secular e de fundamental importância para os trabalhadores rurais do Amazonas.

Por ser um produto de grande versatilidade e inúmeras possibilidades, as fibras de juta e de malva se aproximam bastante dos critérios da sustentabilidade, por conta disso, são portadoras de enorme capital ecológico. Diferentemente das fibras sintéticas derivadas do polímero extraído do petróleo, nas quais o processo de biodegradabilidade leva séculos para ser concluído, sendo portanto mais propensas a causar danos ambientais, as fibras de juta e malva são a sua antítese.

Além das características naturais das fibras, a biodegradabilidade das fibras ocorre por conta do processo industrial empregado, em que são utilizados apenas aditivos orgânicos e os óleos vegetais, isso faz com que o produto final se desintegre completamente em pouco tempo quando descartado, sem deixar qualquer resíduo no ambiente, ou seja, um produto que gera externalidades positivas. Além disso, é uma modalidade agrícola já internalizada no saber-fazer do ribeirinho da Amazônia.

### ÁREA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

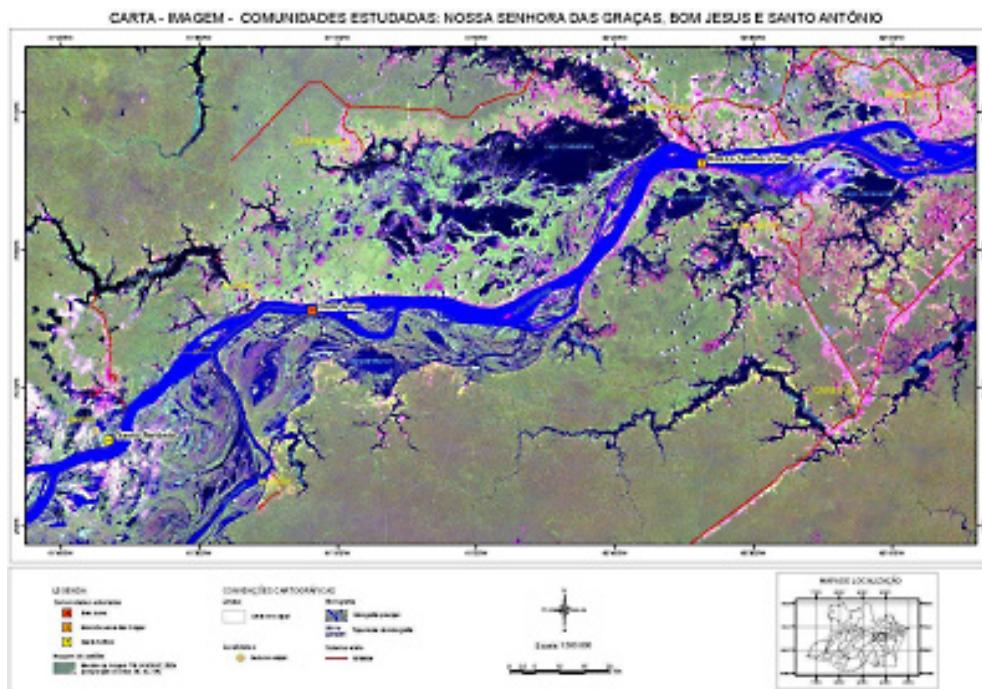
As estratégias e ações do projeto visaram contribuir para a melhoria da qualidade de vida de famílias ribeirinhas, a partir do aperfeiçoamento de uma atividade econômica sustentável. Considerando sempre as especificidades locais, a orientação metodológica assentou-se em princípios e procedimentos participativos, que foram orientados por diagnósticos, monitoramentos e avaliações, visando o acompanhamento das alterações causadas pela implementação de uma nova técnica de extração das fibras ao longo de certo período. As comunidades rurais da área de abrangência do projeto localizam-se no Baixo Solimões, conforme o quadro e o mapa 1.

Quadro 1 – Dados das comunidades contempladas pelo projeto

COMUNIDADE	LOCALIDADE	MUNICÍPIO	COORDENADAS		POPULAÇÃO (%)	
			Latitude	Longitude	Famílias	Habitantes
Nossa Senhora das Graças	Costa do Pesqueiro	Manacapuru	03°20'37"S	60°35'34"W	66 (54,5)	312 (56,2)
Bom Jesus	Paraná do Iauara	Anamá	03°36'39"S	61°17'24"W	38 (31,4)	169 (30,5)
Santo Antônio	Costa da Terra Nova	Anori	03°50'41"S	61°39'47"W	17 (14,1)	74 (13,3)
<b>TOTAL</b>					121	555

Fonte: NUSEC-FCA/UFAM, 2008.

Figura 1 – Área de abrangência do projeto Nova Forma de Processamento de Juta e Malva no Baixo Solimões



Fonte: CEAP/Amazônia, 2009.

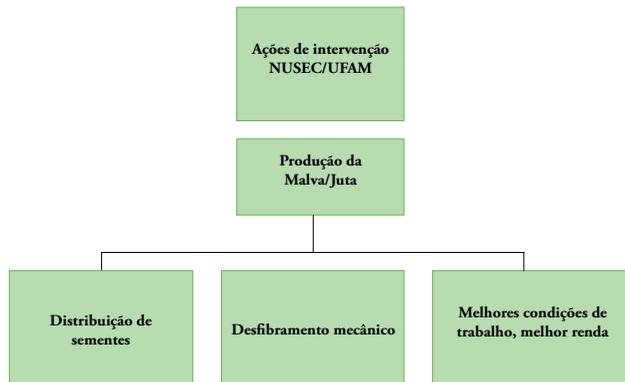
## A EVOLUÇÃO DAS MÁQUINAS: O PROTÓTIPO ARRAIA

No período de 2006 a 2009, o Núcleo de Socioeconomia começou a executar o projeto denominado “Desenvolvimento Rural e Sustentabilidade em Comunidades Ribeirinhas do Amazonas”, financiado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Programa Fome Zero e Petrobras. O projeto contemplava estratégias e ações que visavam contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos trabalhadores da várzea através do desenvolvimento sustentável integrado de nove comunidades rurais localizadas no Rio Solimões.

Dentro desse grande projeto, havia um subprojeto denominado “Nova Forma de Processamento de Juta e Malva no Baixo Solimões”, cujas metas eram: o incremento da produção a partir da distribuição de sementes; melhoria do processo de trabalho, com a tentativa de mecanização do desfibramento e o fortalecimento da organização sociopolítica das comunidades produtoras (figura 2).

Estava lançada novamente a ideia de descorticação mecânica da juta e da malva, depois de três décadas. Se a ênfase dada à mecanização na década de 1970 foi o aumento da produtividade e a dinamização do processo de trabalho, a principal motivação do projeto desenvolvido pelo Nusec foi, antes de tudo, a saúde dos trabalhadores, mesmo sabendo que a produtividade poderia ser aumentada com a mecanização. Outra questão importante diz respeito à forma de utilização dessa tecnologia – a máquina descortecedora deveria ser compreendida como uma tecnologia social, devendo ser usada numa perspectiva socioeconômica coletiva.

Figura 2 – Organograma das atividades desenvolvidas pelo projeto “Novas formas de processamento da juta e/ou da malva”



Fonte: NUSEC/UFAM, 2008.

O protótipo Arraia, figura 3, foi desenvolvido e aperfeiçoado pelo engenheiro agrônomo da Secretária Executiva de Agricultura do Estado do Pará (Sagri - PA), João Figueira Batista, e pelos professores da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Adilson Hara e Carlos Moisés. A máquina foi batizada como Arraia em alusão ao peixe com o mesmo nome, que é considerado um problema durante o processo de desfibramento da juta e da malva. A máquina funcionava a partir de um cilindro com nove facas fixadas por meio de mancais em uma base de aço, tendo como gerador da força motriz um motor Honda de 5.5 HP, a gasolina, conectado à máquina por meio de correias – motor esse bastante utilizado pelos camponeses como motor de popa, denominados “rabetá”.

A máquina retirava a casca do lenho por meio de barras transversais montadas no eixo do batedor que agiam quebrando e removendo o mesmo. Entretanto, por esse processo, a necessidade de água para a maceração das fibras ainda se fazia presente. Nesse sentido, recomendava-se que elas fossem amarradas em feixes com um pedaço da própria fita, pois a amarração seria facilitada e evitar-se-ia o entrelaçamento delas. O processo de descorticação pela máquina Arraia seria mais bem realizado se ela fosse operada por quatro pessoas: a primeira introduziria as hastes na entrada do batedor, a segunda puxaria as fitas de juta e/ou de malva na saída do cilindro, a terceira amarraria os feixes processados, e a quarta os encaminharia para a água.

Figura 3 – Protótipo da máquina descortecedora Arraia em teste experimental



Fonte: NUSEC/UFAM, 2008.

Em campo, a máquina Arraia descortidou um feixe equivalente a 25 kg de malva em apenas 1 minuto. Ao final, o material resultante do beneficiamento do feixe, casca mais fibra, foi pesado, obtendo-se peso médio de 6 kg. Apesar dos ajustes feitos em campo e na oficina, a máquina Arraia não funcionou plenamente, visto que, para seu melhor rendimento, havia a necessidade de estudos ergonômicos para evitar problemas de saúde dos trabalhadores, bem como a melhoria da eficiência mecânica do equipamento. Também não foi possível obter solução para alguns problemas técnicos do protótipo, como: base muito pesada dificultava o transporte até local da plantação; ajuste e o alinhamento do motor e do cilindro; a proteção contra o pó que era gerado durante o processo de descorticação; as correias, que deveriam ser substituídas por engrenagens, e a forma de transporte da máquina até a plantação. Como mostra a tabela 7, além desses pontos, os custos para um produtor individual eram elevados; mesmo que o mecanismo de descorticação fosse efetivado, ainda seria preciso resolver o problema dos custos de todo o processo.

Repetia-se, desse modo, os mesmos problemas do protótipo Iseki Mitsui relacionados aos custos de aquisição da máquina e de trabalho com o equipamento.

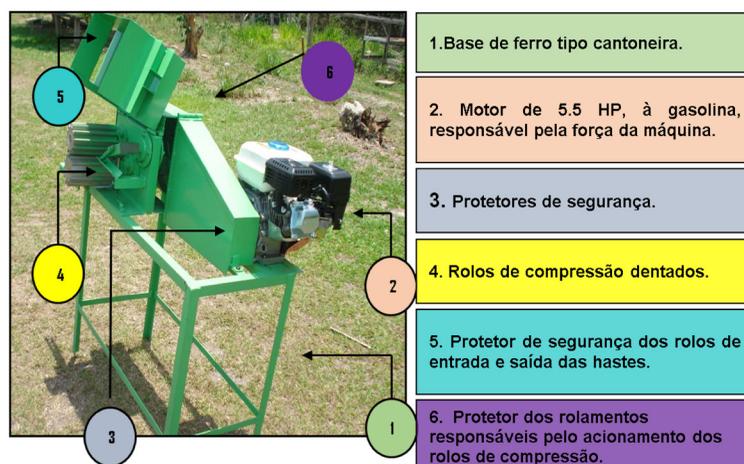
### OS PROTÓTIPOS JASA MD2 E JASA MD12

A busca por uma tecnologia que possibilitasse a retirada total dos trabalhadores da água, na etapa do desfibramento da juta e da malva, continuou sendo uma meta do Núcleo de Socioeconomia. A partir do ano de 2010, com as verbas de outro projeto, intitulado “Inovações tecnológicas em comunidades tradicionais no Estado do Amazonas”, o Nusec comprou algumas máquinas desenvolvidas pelo senhor José Amarante Souza Araújo, profissional com experiência em mecânica industrial que, há mais de 38 anos, atua na fabricação de máquinas e equipamentos para indústrias madeireiras e de cerâmica. Ele desenvolveu um novo modelo de máquina descortecedora, com um princípio mecânico inovador, que retiraria as fibras do caule sem quebrá-lo, e ainda descascaria a fibra, fato que acabaria com a necessidade de maceração. Esse mecanismo possibilitaria a retirada total do agricultor da água, pois o processo de obtenção das fibras seria totalmente a seco, técnica que, em nenhum outro protótipo, havia sido desenvolvida.

A primeira máquina a JASA MD2 (desfibradora), figura 4, era composta de um motor 5.5 HP, a gasolina; dois rolos de compressão dentados com 18 cm de largura, com protetor de segurança; estruturada em uma base de ferro tipo cantoneira, móvel, com dimensões de 96 cm de comprimento por 70 cm de largura e 115 cm de altura, com peso total de 40 kg. Essa máquina teria a função de separar a fibra do lenho, sem quebrá-lo, tão logo se efetuasse o corte das plantas, ou até dois dias após, a critério do produtor. O resultado seria uma fibra que manteria o comprimento todo da haste e com interferência bastante positiva nos demais critérios que definem a qualidade e classificação das fibras.

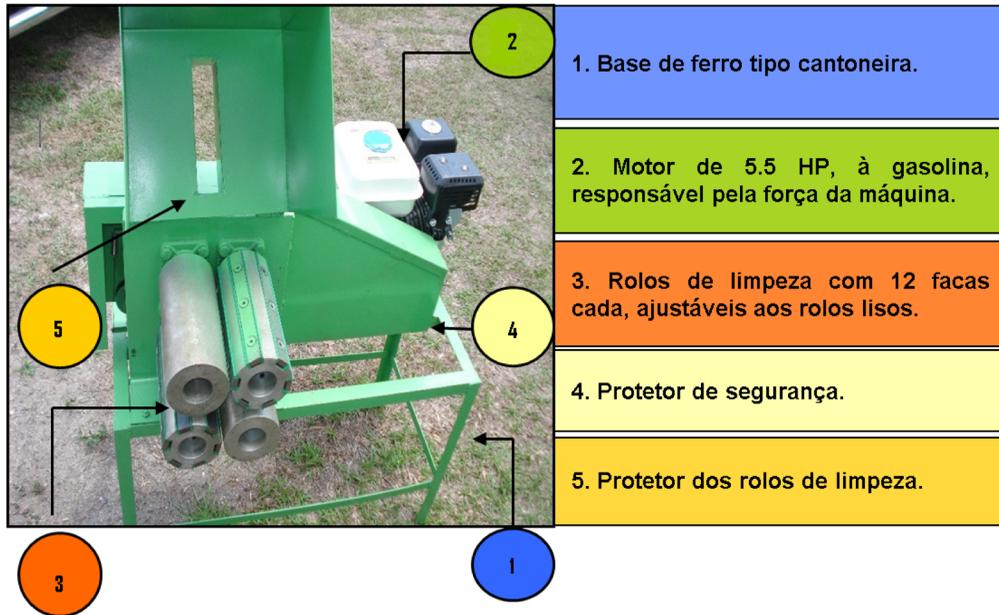
A segunda máquina, denominada JASA MD12 (descascadeira), figura 5, composta também de um motor 5.5 HP, a gasolina; 2 rolos de limpeza com 12 facas cada, com 22 cm de largura, ajustáveis automaticamente conforme a espessura das fibras; protetor de segurança; sistema de embreagem no motor para facilitar a limpeza dos rolos; peso total de 35 kg; estruturada em uma base de ferro tipo cantoneira, móvel, com dimensões de 100 cm de comprimento por 50 cm de largura e 100 cm de altura. Essa máquina teria a função de receber as fitas de juta e/ou de malva já separadas do caule pela primeira máquina, removendo películas que revestem a fibra; cutículas (fragmentos da casca) e as calosidades (pontos endurecidos encontrados ao longo da fibra), também em processo totalmente a seco.

Figura 4 – Partes componentes da máquina descortecedora JASA MD2



Fonte: NUSEC/UFAM, 2009.

Figura 5 – Partes componentes da máquina descortecedora



Fonte: NUSEC/UFAM, 2009.

Os resultados das amostras das fibras obtidas em testes realizados na oficina do senhor José Amarantes em 2010, processadas pelas máquinas JASA MD2 e JASA MD12, conforme parecer técnico do engenheiro agrônomo Ednaldo Lopez de Oliveira, classificador de fibras vegetais credenciado pelo Ministério da Agricultura, apresentaram fibras com características que, a princípio, atenderiam plenamente a todos os requisitos exigidos pelas Portarias n. 149 e 150 de 08 de junho de 1982 daquele ministério, destacando-se os seguintes pontos:

- 1) o equipamento mantinha a fibra no tamanho original da planta, sem perda de comprimento, com média de 2,5m, classificando-a em tipo 1;
- 2) o processo seria totalmente a seco, com a eliminação da água, excluir-se-ia totalmente o risco de enfraquecimento e/ou apodrecimento da planta, o que permitiria a obtenção de uma fibra de melhor qualidade com:
  - a) mesma resistência natural da planta, o que a classificaria como normal tipo 1;
  - b) com uma coloração mais esbranquiçada, classificada também em tipo 1;

- c) livre de substâncias pécticas, que são as substâncias gomosas oriundas das plantas, as quais, ausentes, permitiriam igualmente classificação em tipo 1 para este item;
- d) cascas (películas que revestem a fibra) e cutículas (fragmentos de casca) seriam eliminadas totalmente no processo de limpeza, proporcionando maior brilho e maciez natural. Isso permitiria uma classificação em tipo 1 para os itens: limpeza normal, cascas ausentes de cutículas soltas, brilho normal e maciez natural das fibras;
- e) o desfibramento mecânico não fragmentava o caule durante o processo, tornando a fibra totalmente livre de impurezas e de outros detritos considerados matérias estranhas e, classificando-a, por ausência de ambas, também em tipo 1;
- f) as calosidades (pontos endurecidos encontrados ao longo da fibra) foram totalmente removidas no processo mecanizado, ao contrário do que ocorre no processo manual. Isso permitiria a classificação em tipo 1, com significativo aumento no valor comercial da fibra.

Os testes avançaram e novas versões das máquinas surgiram nos anos de 2012 e 2014. Nessa versão, a máquina ficou mais leve e recebeu uma extensão para que a haste da malva e/ou da juta possa deslizar, facilitando ainda mais o desfibramento. Todavia, os testes realizados em campo revelaram que o processo de descorticação a seco era inviável, pois deixava as fibras secas e quebradiças. Sem a maceração biológica na água, a fibra não obtém a maciez necessária para as máquinas industriais de sacarias. De qualquer forma, o período de afogamento, que era de 12 a 15 dias, diminuiu para 4 a 5 dias, visto que apenas as fitas são imersas na água (figura 6). Ou seja, mesmo o processo sendo realizado somente com a máquina responsável pelo desfibramento, indicando que esses protótipos estão próximos da perfeição, produtos acabados praticamente.

Pode-se afirmar que o protótipo JASA tem potencial para promover enorme mudança no processo tradicional de obtenção das fibras. Ainda que o agricultor tenha que levar as fitas para serem afogadas, já é um grande avanço, pois a maceração poderá ser feita em qualquer local com água. Além disso, se a produção realizada pelo processo tradicional é de aproximadamente 100 kg diários, pelo processo mecânico a produção pode chegar a 300 kg de fibras por dia.

Figura 6 – Teste em campo da versão de 2014 da máquina descortadora. Apenas as fitas são imersas



Fonte: NUSEC/UFAM, 2014.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cadeia produtiva da juta/malva tem forte capacidade de geração de empregos no campo e na cidade. Especificamente no Estado do Amazonas, a produção de fibras foi por longo período a atividade responsável por expressivo percentual na formação da renda do estado, pois o valor de sua cultura representava 20% da renda do setor primário que empregava 51% da população amazonense deste setor, segundo dados do Instituto de Fomento à Produção de Fibras Vegetais da Amazônia (Ifibram) de 1976. Contudo, para alguns, a ideia de mecanização dessas culturas e a consequente revitalização desse setor é uma utopia.

A concepção do projeto “Nova técnica para extração de fibras de juta e malva em processo a seco no Estado do Amazonas”, um dos vencedores do Prêmio Samuel Benchimol, edição de 2010, é um resgate da utopia, entendida não como um processo limitado e depreciativo, irrefletido, abstrato e infundado, mas no sentido dado por Ernest Bloch (1885-1977). Para Bloch (2005), a utopia não é algo irrealizável, quimérico, que deve ser sempre abandonado, sendo substituído por algo concreto e realizável imediatamente ou em curto prazo, para o filósofo alemão, utopia é uma *esperança*. Esta por si só não garante o surgimento do novo, todavia, deve ser baseada em um processo transformador, que ele identifica como o *otimismo militante*.

O projeto continua, o objetivo do Núcleo de Socioeconomia é sempre melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores da juta e da malva, pois essa atividade é responsável pela maior parte da renda desses cidadãos. Ela é garantia de sustento para mais de 100 famílias, apenas nas três comunidades contempladas pela iniciativa. O projeto prima pelo diálogo entre conhecimento tradicional e científico. Nesse sentido, a opinião dos sujeitos sociais é fundamental, pois eles têm ajudado a aperfeiçoar as máquinas a partir de seus conhecimentos práticos.

Por ser um produto de grande versatilidade e inúmeras possibilidades, as fibras de juta e de malva se aproximam bastante dos critérios da sustentabilidade, por conta disso, são portadoras de enorme capital ecológico. Em tempos de crise econômica mundial, políticas públicas voltadas para a substituição de importações são estratégias de controle de saída de capital e de geração de emprego e renda no campo, e também nas cidades, por se tratar de uma agroindústria.

Como dito, diferentemente das fibras sintéticas derivadas do polímero extraído do petróleo, nas quais o processo de biodegradabilidade leva séculos para ser concluído, sendo, portanto, mais propensas a causar danos ambientais, as fibras de juta e malva são a sua antítese. Além das características naturais das fibras, isso se dá por conta do processo industrial empregado, no qual são utilizados apenas aditivos orgânicos e os óleos vegetais, o que faz com que o produto final seja totalmente biodegradável; e quando a embalagem utilizada é descartada, ela se desintegra completamente em pouco tempo, sem deixar qualquer resíduo no ambiente, ou seja, um produto que gera externalidades positivas.

Nesse sentido, não há barreiras para um projeto eficaz de reativamento da produção de fibras na Amazônia. A região possui totais condições para abrigar uma agroindústria pujante nos mesmos moldes da agroindústria indiana, dadas as condições de suas várzeas, áreas propícias para esse tipo de agricultura, a existência de mercado interno, e por ser uma modalidade agrícola já internalizada no saber-fazer do caboclo-ribeirinho da Amazônia.

Além desses fatores, a cultura de juta e/ou de malva é uma atividade agrícola de baixa entropia com largo potencial de mercado, uma vez que pode ser utilizado o mesmo roçado por vários anos; os cultivos são realizados sem correção química do solo, pois ele é anualmente fertilizado pelo acúmulo de sedimentos dos rios, que se dá a partir da hidrodinâmica do complexo Solimões/ Amazonas; não há aplicação de agrotóxicos; não há megafazendas; a produção é camponesa; a área média cultivada por propriedade está na faixa de 1 a 4 hectares; os roçados são feitos em áreas já desmatadas, ou seja, sem a abertura anual de novas áreas, o que significa a preservação da mata ciliar e da floresta de várzea como um todo. Após a colheita, a cheia se encarrega de limpar o terreno, decompondo as hastes que ficaram; o plantio é feito na lama, quando as águas começam a baixar, nesse momento, a vegetação natural da várzea ainda não cresceu, isso significa que não há o processo de queima da vegetação, prática comum a outras culturas.

Por fim, mesmo com todos os entraves, a cultura de juta e de malva é fonte de renda para mais de 15 mil famílias de camponeses apenas no Estado do Amazonas. Esse dado é extremamente importante, pois ajuda na fixação desses trabalhadores no campo, impedindo, desse modo, a migração deles para as grandes cidades, onde o desemprego estrutural veio para ficar.

---

## REFERÊNCIAS

- BLOCH, E. *O Princípio Esperança*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.
- FERREIRA, A. S. *Fios dourados dos trópicos: culturas, histórias, singularidades e possibilidades (juta e malva - Brasil e Índia)*. 2016. 488 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, 2016.
- INSTITUTO DE FOMENTO À PRODUÇÃO DE FIBRAS VEGETAIS NA AMAZÔNIA. *As fibras vegetais da Amazônia e a atuação do IFIBRAM*. Manaus, 1976.
- LEFF, H. *Epistemologia ambiental*. São Paulo: Cortez, 2001.
- \_\_\_\_\_. *Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participativa e desenvolvimento sustentável*. Blumenau: Edifurb, 2000.
- SERRES, M. *O contrato natural*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1991.
- SEN, A. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

# Teçume-Igapó: mulheres unidas pela Amazônia

**Título Original:** Teçume-Igapó: mulheres unidas pela Amazônia

**Prêmio Benchimol:** 2015, Primeiro Colocado, Categoria Social

## Thiago Cavalli Azambuja

Graduação em Odontologia pela Universidade do Oeste Paulista (Unoeste) - Brasil. Graduação em andamento em Comunicação das Artes do Corpo pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP) – SP – Brasil. Presidente da Casa do Rio.

<http://lattes.cnpq.br/8289307667073615>

E-mail: [t\\_cavalli@yahoo.com.br](mailto:t_cavalli@yahoo.com.br)

## Jolemia Cristina Nascimento das Chagas

Doutoranda em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam) - Brasil. Mestre em Agronomia Tropical pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam) - Brasil. Professora da Universidade Federal do Amazonas (Ufam) - Manaus, AM - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3941441599637687>

E-mail: [jolemia1@hotmail.com](mailto:jolemia1@hotmail.com)

## Francisca Dionéia Ferreira

Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam) - Brasil. Graduação em Ciências Econômicas pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam) - Brasil. Atua na Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura Municipal de Humaitá.

<http://lattes.cnpq.br/1446847028524539>

E-mail: [dioneia\\_ferreira@hotmail.com](mailto:dioneia_ferreira@hotmail.com)

## RESUMO

“Teçume – Igapó” é uma proposta de geração de renda e empoderamento das mulheres dos rios Tupana e Igapó-Açu, no Estado do Amazonas, por meio do cultivo, beneficiamento e comercialização dos derivados da mandioca de modo sustentável. A Teçume foi criada a partir da implementação de um empreendimento econômico solidário entre mulheres das comunidades de Santa Izabel do Rio Tupana e do entorno da BR-319. Tem como foco a produção de base familiar e o artesanato. As iniciativas inovadoras empreendedoras por meio da troca de saberes e aprimoramento dos produtos vem garantindo a inserção dos produtos artesanais nos mercados locais, regionais e internacionais. Além disso, vêm sendo implementadas técnicas de cultivos sustentáveis, respeitando as tradições e saberes locais, gerando renda e empoderamento das mulheres amazônidas, além de levá-las a um status de atuação política, social, econômica e ambiental. Os empreendimentos econômicos solidários foram incentivados por meio de capacitações das agricultoras, visando a gestão do empreendimento. A formação da rede de mulheres da Reta e Agroecológica contribuiu com a renda familiar, acesso às feiras para comercialização dos produtos artesanais no mercado slow fashion (moda sustentável). Dentre os resultados, estão a emancipação econômica dos grupos de 50 mulheres, com a inclusão de novas tecnologias nas atividades já exercidas por elas, o manejo sustentável dos recursos na região e conservação dos modos de vida e ambiental.

**Palavras-chave:** Agroecologia. Conservação. Empreendimento solidário. *Slow fashion*.

## **Teçume-Igapó: women united by the Amazon**

### **ABSTRACT**

*"Theological - Igapó" is a proposal for income generation and empowerment of women from the Tupana and Igapó-Açu rivers, in the State of Amazonas, through the cultivation, processing and marketing of manioc products in a sustainable way. The Teúume was created from the implantation of a solidarity economic enterprise between women of the communities of Santa Izabel of the River Tupana and of the surroundings of the BR-319. It focuses on family-based production and craftsmanship. As innovative initiatives, companies through the exchange of know-how and product improvement have ensured the insertion of the products in the local, regional and international markets. In addition, sustainable culture techniques, respecting local traditions and knowledge, generate income and empowerment of Amazonian women, besides providing a status of political, social, economic and environmental performance. The enterprises are supportive, encouraged to empower the farmers, aiming at the realization of an enterprise. The formation of the Reto and Agroecological network contributed with a family income, access to fairs for the commercialization of handicraft products in the slow fashion market. Among the results are an economic emancipation of the groups of 50 women, with a base of new technologies in the activities already carried out by them, the sustainable management of the resources in the region and conservation of the ways of life and environment.*

**Keywords:** Agroecology. Conservation. Solidary enterprise. Slow fashion.

## **Teçume-Igapó: mujeres unidas por la Amazonia**

### **RESUMEN**

*"Teológica - Igapó" es una propuesta de generación de renta y empoderamiento de mujeres de los ríos Tupana e Igapó-Açu, en el Estado de Amazonas, por medio del cultivo, beneficiamiento y comercialización de los derivados de la mandioca de modo sostenible. La Teúume fue creada a partir de la implantación de un emprendimiento económico solidario entre mujeres de las comunidades de Santa Izabel del Río Tupana y del entorno de la BR-319. Tiene como foco una producción de base familiar y la artesanía. Como innovadoras innovadoras, las empresas a través del intercambio de saberes y el perfeccionamiento de productos vienen garantizando la inserción de los productos en los mercados locales, regionales e internacionales. Además, son las técnicas de cultivo sostenibles, respetando las tradiciones y los saberes locales, generando renta y empoderamiento de las mujeres amazónicas, además de proporcionar un status de actuación política, social, económica y ambiental. Los emprendimientos son solidarios, incentivados a capacitar a los agricultores, buscando la realización de un emprendimiento. La formación de la red de Reto y Agroecológica contribuyó con una renta familiar, acceso a las ferias para la comercialización de los productos artesanales en el mercado slow fashion (moda sostenible). Entre los resultados están una emancipación económica de los grupos de 50 mujeres, con una base de nuevas tecnologías en las actividades ya ejercidas por ellos, el manejo sustentable de los recursos en la región y conservación de los modos de vida y ambiental.*

**Palabras clave:** Agroecología. Conservación. Empresa solidaria. Slow fashion.

## O (RE)COMEÇO

A proposta Teçume – Igapó: Mulheres Unidas pela Amazônia é resultado de um processo que vem se estruturando no território da BR-319, Estado do Amazonas. Inicialmente, Thiago Cavalli Azambuja se assenta no Rio Tupana, no município de Careiro, e inicia sua relação com a Amazônia a partir de 2009. No convívio com os moradores da comunidade de Santa Isabel do Rio Tupana, logo percebeu a falta de tudo: educação, saneamento, senso comunitário, esperança.

A partir daí, Thiago trilha um belo caminho, que modifica sensivelmente a vida daqueles com quem compartilha o viver e os saberes. Os desafios foram imensos e um verdadeiro recomeçar. A recuperação de uma pequena casa deixada no lugar fez despertar a vida amazônica. O processo de construção da casa e seus desafios foram essenciais para a integração desse sujeito junto ao grupo social existente naquelas margens, convergindo com a formação de sua primeira rede colaborativa. Aos poucos foi conhecendo os habitantes daquele rio tortuoso de águas negras, sem fazer ideia de como a união e a reciprocidade os levariam a um futuro inimaginado na época. Com mais de 30 crianças fora das escolas, Thiago emprega seu primeiro desafio junto à comunidade de Santa Isabel do Rio Tupana. Levar aquelas crianças à sala de aula com professores capacitados passou a ser o foco.

Em 2011, iniciou um processo de educação informal na varanda de sua casa, e no ano seguinte, consegue junto à prefeitura do município a reabertura da escola local desativada. Entre cozinhar a merenda, estimular os curumins a estudar, engajar os comunitários em torno da importância da formação de seus filhos, surgem novas demandas voltadas para o fortalecimento comunitário, com foco em crianças, jovens e mulheres. Nascia assim a Organização Casa do Rio.

## CASA DO RIO, PRÊMIO SAMUEL BENCHIMOL E O EMPODERAMENTO DE GÊNERO FEMININO

A necessidade de ampliar os horizontes de trabalho, criar soluções inovadoras para resolver problemas estruturais para angariar fundos e dar continuidade aos projetos, estimula a Casa do Rio, permitindo novos projetos para a melhoria das comunidades locais.

Nessa caminhada surge o primeiro projeto: a Teçume, formação de um grupo de mulheres artesãs, um negócio social, sustentável, ético, com bases no *slow fashion* e no manejo correto de matérias-primas da floresta, com o objetivo de colaborar com a autonomia, dignidade e independência financeira delas. Nesse sentido, foram desenvolvidos trabalhos visando melhorar a autoestima das mulheres por meio de processos de empoderamento feminino e alfabetização. As mulheres passaram por processos de capacitação junto à marca Saissu, estimulando a criação de peças artesanais a partir das técnicas manuais de teçumes tradicionais, mescladas a design contemporâneo. O lançamento da primeira bolsa, denominada Paricá, dá visibilidade às artesãs, e a Teçume passa a trabalhar com parceiros de várias marcas do mercado da moda formal, sempre na busca de uma conciliação com o *slow fashion*. A Teçume hoje eleva o artesanato amazônico brasileiro ao nível do mercado de luxo. E agrega melhoria na renda das famílias envolvidas, triplicando a renda média das artesãs. A partir de então, outros horizontes passam a ser possíveis àquelas mulheres, que hoje se intitulam, além de agricultoras, artesãs.

Muito presente para que possam gerir sua marca, a demanda pela alfabetização de todas as artesãs foi atendida. Por meio de uma campanha e acesso ao Prêmio Samuel Benchimol, financiou-se o Projeto Rosa (Regando Saberes).

Durante um ano, a Casa do Rio contou com o apoio das Promotoras Legais Populares (PLPs), grupo formado por assistentes sociais, psicólogas ativistas, militantes que ancoraram junto à Casa do Rio, alfabetizando 30 (trinta) adultos, entre homens e mulheres, entre os anos de 2014 e 2015. Hoje as PLPs desenvolvem outros trabalhos junto à Casa do Rio no fortalecimento e empoderamento principalmente do gênero feminino.

Com o apoio financeiro, a Casa do Rio pode promover o intercâmbio de agricultoras(es) e jovens em programas de agrofloresta, encontros para capacitação de lideranças comunitárias, cursos de mídia, oficinas de grafite, bem como a interação direta com os membros do grupo Intervalo Escola, que desenvolvem trabalhos socioeducativos utilizando arte em métodos dialógicos.

Com o crescimento das demandas por grupos de mulheres, artesãs, jovens, agricultores, extrativistas, pescadores, entre outros colaboradores da Casa do Rio, foi necessária a criação de um espaço na sede municipal do Careiro, denominado Centro de Saberes da Floresta. Atualmente, abarca os encontros, reuniões, oficinas e planos da Casa do Rio. A gestão do espaço é feita em parceria com os jovens Tupigá. A Teçume passou a desenvolver outros produtos e os encontros das artesãs também ocorrem no Centro.

A atuação da organização se estendeu sobre outras problemáticas, como no assentamento Panelão, devastado pelo fogo em 2013, o desafio imposto foi o de recuperar a floresta e as nascentes dos igarapés. A Casa do Rio capacitou moradores do assentamento em um curso de agrofloresta em Brasília. Com esperança renovada, os agricultores iniciam junto com a Casa do Rio a construção de um viveiro com capacidade para 150 mil mudas e implementam unidades demonstrativas para multiplicar as técnicas de cultivo, poda e manejo do solo. Hoje são mais de 50 agricultoras (es) envolvidas (os) das comunidades Santa Izabel do Rio Tupana, PA Panelão, Mamori e Igapó- Açú, estimulando os cultivos de espécies

nativas, alimentícias e comercialização. Também se dissemina o saber sobre o uso de plantas medicinais e criação de abelhas sem ferrão e agroecologia, em parceria com Rede de Mulheres Empreendedoras Rurais da Amazônia (RMERA).

A partir dos encontros entre artesãs da Teçume, o trabalho ganhou outras faces como a necessidade de empoderar as mulheres em relação à importância delas dentro da cadeia produtiva, muitas vezes invisibilizadas. Assim, em parceria com as Promotoras Legais Populares e Rita Teixeira (RMERA), vários encontros foram realizados. Os temas discutidos foram desde violência contra o gênero feminino, reconhecimento das agricultoras, extrativistas, pescadoras, artesãs, domésticas, mães e lideranças femininas. Como ferramenta de empoderamento, são utilizadas ações envolvendo agricultura sintrópica, agroecologia, cultivo de plantas medicinais e criação e abelhas sem ferrão.

A partir dos encontros, as artesãs da Teçume, agricultoras, extrativistas, militantes, pescadoras, entre outras mulheres, puderam almejar novas capacitações voltadas à valorização da cultura e técnicas de manejo dos agroecossistemas locais. As comunidades participantes dos grupos apoiados pela organização vêm caminhando por meio da Cooperativa dos Produtores Agrícolas do Careiro, que conta com mais de 50 (cinquenta agricultores).

Atualmente as ações vêm agregando outros agricultores (as) situados ao longo da BR-319 junto às comunidade Mamori, São Sebastião do Igapó-Açu e Santa Isabel do Rio Tupana. Além de promover a recuperação das áreas degradadas, busca-se a diversificação de produtos alimentícios, geração de renda e incrementação da renda das artesãs e agricultoras em mais de 100%. Atualmente elas participam de encontros para a troca de saberes e aquisição de técnicas de manejo em bases agroecológicas por meio da escola itinerante.

Figura 1 – Foco da Casa do Rio referente ao empoderamento do gênero feminino na BR319

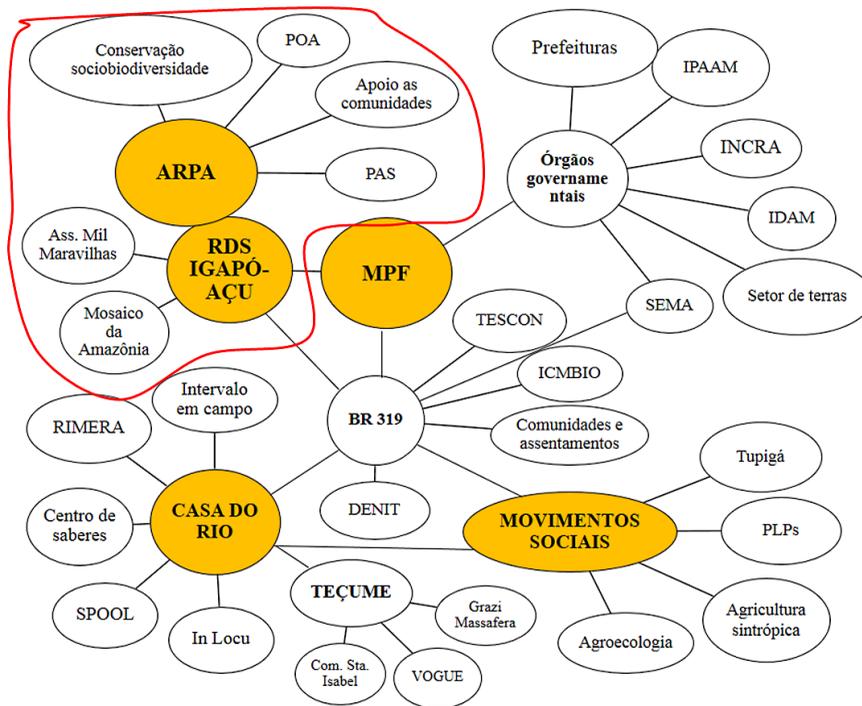
**RESPEITO E VISIBILIDADE AOS DISTINTOS GRUPOS SOCIAIS**



**IGUALDADE DE CONDIÇÕES E REDUÇÃO DAS ASSIMETRIAS DE ESTRUTURAS DE PODER**

Fonte: Casa do Rio, 2018.

Figura 2 – Rede Transdisciplinar da Amazônia (Reta) com foco no território do bem viver



— Elo desconectado da RETA em 2018.

Fonte: Casa do Rio, 2018.

O trabalho desenvolvido pela Casa do Rio vem transformando vidas nos lugares onde os projetos ocorrem. Busca junto à Rede Transdisciplinar da Amazônia (Reta) contribuir com os territórios do bem viver na BR-319. Destaca-se o empoderamento do gênero feminino e a militância de mulheres, agricultoras, pescadoras, artesãs, domésticas, mães e extrativistas nesse processo. O incentivo às agricultoras e artesãs da Teçume (grupo formado em parceria) vem agregando melhorias à vida das mulheres do Rio Tupana, ramal do Mamori, PA Panelão, São Sebastião do Igapó-Açu, por meio da arte e do trabalho materializado em cipós e palhas da floresta, agricultura, meliponicultura e acesso ao mercado local e internacional, com a persistência e interação dos mais diversos parceiros acoplados a rede solidária (figura 2), que vem se consolidando.

A Reta vem se firmando como uma rede com participação de movimentos sociais e encontros articulados pela Casa do Rio. Dentre os parceiros governamentais estão o Ministério Público Federal (MPF), que passou a realizar o fórum da BR-319 junto aos municípios situados no entorno da BR-319. O fórum da BR-319 vem contribuindo significativamente para a participação dos atores sociais, sejam eles representantes de instituições formais e informais. O espaço de diálogo levanta questões e analisa situações apresentadas pelos participantes, o que torna a fala desses atores efetiva nas ações deliberadas pelo MPF, contribuindo com elementos necessários para a promoção da governança.

A agregação estratégica de parceiros junto à Reta tem expandido atividades produtivas e de organização social, contribuindo com a visibilidade e autonomia na gestão dos territórios do bem viver pelas comunidades e atores na região, embora haja a necessidade de reorganização pela rede diante de algumas mudanças durante os processos desenvolvidos pelos atores em rede. Um exemplo nesse aspecto foram as mudanças de governo em 2018, com exoneração de vários gerentes de UCs, significando a perda do apoio junto às comunidades abrangidas pelas áreas protegidas estaduais.

O peso da conjuntura política partidária, entre outros problemas, tem se refletido junto às comunidades. A escassez na oferta de serviços de comunicação, saúde, educação, saneamento e serviços sociais são problemas pertinentes em todo o território ao longo da BR-319. Segundo Viana et al. (2016), “a governança em muitas regiões conta com a atuação de poucas instituições municipais com papel diferenciado na rede de prestação de serviços”. E registram-se modificações a cada mudança de governo.

Além disso, os autores ressaltam a lentidão política e falta de conhecimentos sobre os modos de vida e as organizações da vida amazônica, o que pode levar à atomização e dispersão dos espaços sociais, culminando com o êxodo rural. Em contraponto à centralidade nas capitais, monopolizam-se os sistemas de abastecimento, transporte, provisão de serviços e a condução da vida política, num cenário de fraco protagonismo dos outros municípios e de interação rarefeita entre eles.

Em se tratando da saúde pública, por exemplo, esse cenário nas relações entre a capital e os demais municípios institui uma assistência, na qual os residentes no interior, em casos mais graves de saúde, são obrigados a recorrer regularmente a metrópoles em busca de cuidados.

Nesse sentido, os trabalhos desenvolvidos pela Casa do Rio e os coletivos agregados a ela, visam dar visibilidade aos modos de vida amazônico e suas lógicas econômicas solidárias e de reciprocidade - o que não impede o avanço das melhorias locais e consequentemente regional.

A diversificação de produtos nos agroecossistemas e a recuperação de áreas degradadas são potenciais para a melhoria da renda das famílias envolvidas. Faz-se apenas necessário complementar as técnicas de manejo, utilização dos recursos locais e fortalecimento das organizações sociais e coletivos nos distintos segmentos.

Além disso, a interação entre instituições formais, informais, governamentais e não governamentais, por meio da Reta, contribui para o acesso à informação sobre programas e políticas públicas essenciais para a melhoria na gestão territorial e ofertas de serviços aos lugares de atuação das organizações.

## ÁREA DE ATUAÇÃO

A área de atuação dos projetos desenvolvidos pela Casa do Rio está concentrada nos municípios de Careiro, Borba, Manicoré e Beruri, pertencentes ao Interflúvio Purus-Madeira, no sul do Amazonas. Esses municípios abarcam distintos trechos da rodovia BR-319, desativada na década de 80 do século XX.

As comunidades de Santa Isabel do Rio Tupana, Mamori e Projeto de assentamento Panelão km 60, 160 e 250, respectivamente, e sede municipal do Careiro, situam-se em zonas de risco, uma vez que a partir da paralisação de tráfego pela rodovia mal conservada, os habitantes ficam isolados durante períodos sazonais de chuva na região. Isso dificulta o acesso a serviços tais como educação, atrasando o calendário escolar, e a chegada de serviços de atendimento básico à saúde no combate a epidemias de malária e enfermidades relacionadas à falta de saneamento básico. O acesso às comunidades Santa Isabel do Rio Tupana e São Sebastião do Igapó-Açu também ocorre por meio dos rios Tupana e Igapó-Açu, respectivamente.

A atuação nas distintas áreas varia de acordo com os problemas identificados, relacionados às questões fundiárias existentes nos assentamentos: desmatamento, conflitos, degradação do solo, de nascentes e igarapés, além de violência.

Como parte da Bacia Amazônica, essa região vem sofrendo transformações devido aos eventos extremos percebidos nos últimos anos, afetando tanto o sudoeste como o sul da bacia.

Medidas de mitigação dos impactos vêm sendo tomadas na tentativa de aplacar o contínuo aumento dos fenômenos climáticos extremos em escala temporal, intensificados pelo aquecimento global.

Segundo Nobre (2016), as mudanças climáticas podem causar transformações nas paisagens, erosão das espécies florísticas, que são substituídas por espécies adaptadas às variações climáticas intensas. Para as aves, por exemplo, as quais na Amazônia vivem geralmente distribuídas por calha de rio ou em habitats com vegetação específica ou endêmica, o resultado pode ser desastroso (COHN-HAFT et al., 2007).

Além disso, problemas ambientais desencadeados por práticas desenvolvimentistas intensificam o desmatamento, como queimadas, retirada de madeira por serrarias, abertura de pasto, bem como as inundações decorrentes das barragens no Rio Madeira e mineração que estão em pleno curso na Amazônia, parte de uma política estatal desigual e antiética.

Essas práticas afetam diretamente as sociedades e povos habitantes das margens dos rios e florestas, a partir da descaracterização das suas terras de uso comum, culminando com o êxodo rural, acumulação de uma massa populacional nas cidades e capitais, aumento das desigualdades sociais, violência e da pobreza. Os municípios anteriormente citados têm sua base econômica calcada no setor primário, representada principalmente pela agricultura familiar, a qual possui características distintas em suas relações sociais, de trabalho e processos de trabalho, divergindo do modelo econômico hegemônico.

Outro fator agravante das perdas no interflúvio Purus-Madeira é a abertura de estradas ou reabertura da rodovia BR-319, a qual liga boa parte desta região ao restante do país. Com a reabertura da rodovia, é previsto o desmatamento de novas áreas de floresta pelas frentes de expansão, como madeiras, além do aumento das queimadas, implantação de assentamentos e pastagens.

As comunidades que habitam as terras próximas a corpos d'água, rios e estradas que compõem a bacia o do interflúvio Purus-Madeira desenvolveram, ao longo do tempo e do espaço, grande número de estratégias e técnicas adaptativas nos agroecossistemas em que habitam.

A partir da interação com o ambiente, esses povos reconhecem o valor material e imaterial das espécies, sejam animais ou vegetais, e dos bens comuns como água, ar e energia solar. Possuem saber sobre as espécies cultiváveis e extrativas. As espécies cultivadas obedecem a calendários sazonais e indicativos climáticos. A pesca também obedece à subida e descida (vazante, seca, enchente e cheia) do nível do rio anualmente, porém essas variações nos pulsos das águas vêm se acentuando, ocasionando secas e cheias intensas em curto espaço de tempo.

A intensificação provoca transtornos aos habitantes de áreas afetadas pelas mudanças climáticas, na reorganização do seu modo de vida e adaptabilidade ao meio. Reconstroem-se cultural e socialmente em função das variações ambientais, criando desde estruturas habitacionais como formas de manejo dos agroecossistemas locais. Essas estratégias oscilam em função da dinâmica das águas, sejam elas fluviais, cursos d'água, pluviais e dos vapores d'água carregados pelos rios voadores formados pela Floresta Amazônica, que presta serviços ambientais responsáveis pela umidade da floresta e chuvas em outras regiões do globo terrestre.

## RESULTADOS ESPERADOS E ATIVIDADES

Dentre as atividades executadas, citam-se as seguintes: oficinas nas distintas comunidades de São Sebastião do Igapó-açu, Santa Isabel do Rio Tupana e Centro de Saberes da Floresta no Careiro; um encontro sobre empreendimento solidário com etapas divididas em capacitações nas temáticas de associativismo e cooperativismo; oficina de capacitação em noções de mercado solidário e formação de preços; oficina de capacitação sobre manejo sustentável das unidades de produção, agroecologia e agrofloresta e mecanismos de comercialização (figura 3).

Figura 3 – Registros de atividades desenvolvidas pela Casa do Rio junto aos coletivos da Rede Transdisciplinar da Amazônia



A



B



C



Nota: A) Formação em empreendedorismo solidário das mulheres da Teçume no Cetntro de Saberes da Floresta; B) Viveiro agroflorestal para produção de mudas nativas no PA Panelão na BR-319; C) Bolsas produzidas pela Teçume apresentadas em desfile de moda nacional; D) Artesã da Teçume produzindo cesto com matéria-prima local; E) Curso de capacitação em meliponicultura na comunidade de Mamori; F) Roda de conversa no Centro de Saberes sobre política e melhorias de políticas públicas locais.

Os coletivos vêm recebendo cursos e capacitações para a melhoria na cadeia produtiva dos segmentos de agricultura com base na agroecologia, bem como na produção de doces a partir de frutas da região. Os módulos de empreendimentos solidários devem ser contínuos visando proporcionar a capacitação de novos atores, além de propor novos módulos voltados para a regularização ambiental, sanitária, fiscal e tributária.

Busca-se oferecer oportunidade para os jovens desenvolverem sua criatividade a partir de cursos de design para a criação de logomarcas, embalagens e produtos (figura 4C).

Criam-se parcerias visando a criação dos novos canais de venda, como a feira municipal do Careiro, que já atende as artesãs da Teçume e produtoras de doces da comunidade do Mamori (figura 4B).

A participação no Fórum da BR-319 (figura 4A) vem dando voz aos moradores da rodovia sobre aspectos locais, o que pode contribuir no processo para a governança na região.

Figura 4 – Participação dos segmentos feminino e jovem em eventos e cursos de capacitação e feiras livres no município de Castanho



A



B

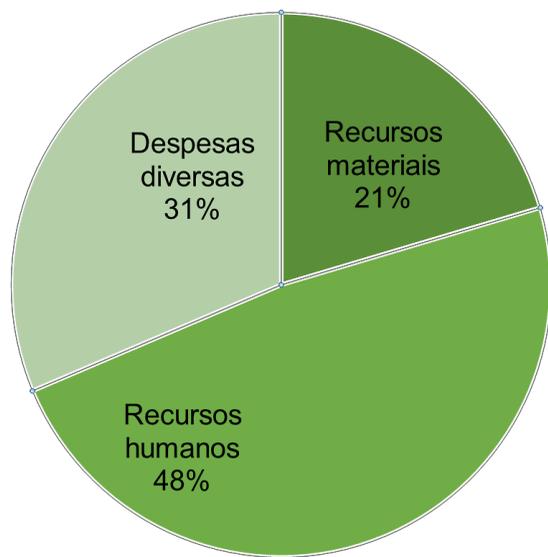


C

Nota: A) Liderança de mulheres da Reta, moradora do Ramal do Mamori participando do Fórum da BR-319; B) Participação do grupo de mulheres Doce Floresta em feira livre no município de Careiro; C) Grupo de jovens protagonistas Tupigá desenvolvendo o projeto Outras Paradas nas comunidades rurais do Careiro.

Os recursos alocados obedeceram ao plano de execução, com 48% dos custos destinados a recursos humanos e 21% para a compra de materiais durante a execução das atividades, alimentação, deslocamento dos comunitários, bem como despesas diversas.

Gráfico 1 - Recursos alocados



Fonte: Casa do Rio, 2018.

## RESULTADOS

Os resultados alcançados com as atividades apresentam melhoria na qualidade de vida dos atores partícipes dos coletivos, como os jovens e mulheres que, por meio dos diálogos, fóruns, rodas de conversa e capacitações têm demonstrado novas iniciativas, como o Tupigá na comunidade e o grupo de mulheres da agroecologia e doceiras do Mamori. Houve incremento na renda das famílias através da comercialização dos produtos oriundos da agricultura e artesanato, como a Teçume.

Ambientalmente as ações estão se consolidando por meio da escola itinerante, projeto que vem demonstrando enorme potencial na recuperação de áreas degradadas, bem como diversificando os cultivos e disseminando técnicas calcadas em práticas da agroecologia e agrofloresta. Valorizam-se as espécies nativas locais, a cultura e os modos de vida amazônicos.

A inserção dos produtos da marca Teçume no mercado nacional demonstra o potencial de conciliar práticas artesanais sustentáveis a partir de matéria-prima local, agregando valor às mercadorias e conservando suas características culturais.

O acesso à premiação Samuel Benchimol contribuiu significativamente com os projetos desenvolvidos pela Casa do Rio, possibilitando a continuidade e o acesso a novos cursos demandados, além de ampliar a rede que vem se tecendo no território da BR-319, voltada para a governança local.

---

## REFERÊNCIAS

COHN-HAFT, M. et al. Inventário ornitológico. In: PY-DANIEL, L. H (Org.). *Biodiversidade do médio Madeira*: bases científicas para propostas de conservação. Manaus: INPA; Brasília: MMA:MCT, 2007. 244p.

NOBRE, A. D. *O futuro climático da Amazônia*: relatório de avaliação científica. São José dos Campos, SP: ARA: CCST-INPE: INPA, 2014. Disponível em: <<http://www.ccst.inpe.br/o-futuro-climatico-da-amazonia-relatorio-de-avaliacao-cientifica-antonio-donato-nobre/>>. Acessado em: 14 set. 2018.

VIANA, A.L.D.; LIMA, L.D.; Ferreira, M.P. Condicionantes estruturais da regionalização na saúde: tipologia dos Colegiados de Gestão Regional. *Cien. Saude Colet.*; v. 15, n.5, p. 2317-2326, 2010.

# Água da chuva para consumo humano: estudo de caso na Amazônia Oriental

**Título original:** Promovendo a Sociobiodiversidade: Restauração Ambiental com Geração de Renda em Comunidades Ribeirinhas na Amazônia Oriental

**Prêmio Benchimol:** 2013, Primeiro colocado, Categoria Ambiental

## **Vania Neu**

Doutora em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP) -SP - Brasil. Professora e pesquisadora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Belém, PA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3604856885451502>

E-mail: [bioneu@yahoo.com.br](mailto:bioneu@yahoo.com.br)

## **Victor Martins Guedes**

Mestrando em Recursos Naturais pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) - Brasil. Graduação em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8594465146609973>

E-mail: [victormguedes@hotmail.com](mailto:victormguedes@hotmail.com)

## **Maria Gabriella da Silva Araújo**

Mestranda em Ecologia Aplicada pela Universidade de São Paulo (USP) - SP - Brasil. Graduação em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0967304306780199>

E-mail: [ma.gabriella\\_araujo@live.com](mailto:ma.gabriella_araujo@live.com)

## **Leandro Frederico Ferraz Meyer**

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) - MG - Brasil. Professor e pesquisador da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0022091921157418>

E-mail: [leandro.meyer@ufra.edu.br](mailto:leandro.meyer@ufra.edu.br)

## **Ian Rodrigues Brito**

Graduando em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8055235324302073>

E-mail: [ianbrito801@hotmail.com](mailto:ianbrito801@hotmail.com)

## **Lucas Mota Batista**

Graduando em Engenharia Ambiental e de Energias Renováveis pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/5910833811483129>

E-mail: [motta-pan@hotmail.com](mailto:motta-pan@hotmail.com)

## RESUMO

O acesso à água potável é um direito fundamental, mas grande parcela da população mundial não tem oferta suficiente ou mesmo sofre com carência absoluta desse bem. O trabalho apresenta uma tecnologia social para aproveitamento da água da chuva no estuário Guajarino, Estado do Pará, discute o dimensionamento dos sistemas e a qualidade da água para fins potáveis. A oferta de água foi estimada com base nos dados históricos de precipitação obtidos da base do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). O dimensionamento dos sistemas foi realizado com base nos dados de precipitação, tamanhos das famílias e usos alternativos da água com o auxílio do software Netuno 4. A qualidade da água foi avaliada por meio de análises físico-químicas, in situ. As simulações indicam que os sistemas podem ser dimensionados para prover água suficiente ao longo de todo o ano. Para os sistemas implantados, com reservatórios de 1.000 litros, a oferta de água atende à demanda em 318 dias do ano (87,33%). As análises de qualidade indicaram que a acidez é ligeiramente acima dos níveis recomendados, porém muito abaixo daqueles encontrados nas águas minerais comercializadas em Belém. A ausência de coliformes (fecais e totais) depende fortemente dos cuidados de manutenção dos sistemas. A tecnologia aqui apresentada tem baixo custo de adoção e mostrou-se eficaz e replicável para comunidades rurais da Amazônia.

**Palavras-chave:** Água potável. Qualidade de vida. Tecnologia social.

## ***Rainwater for human consumption: a case study in the Eastern Amazon***

### **ABSTRACT**

*Although the access to drinking water is professed as a fundamental right, a large part of the world's population still faces insufficient supply or even absolute shortage. This paper discusses the use of rainwater as a possible solution for such problems. It evaluates the design of a proposed system to capture and storage rainwater and its quality for drinking purposes. Historical precipitation data were obtained from INMET for in the Guajarino estuary, state of Pará. Rainfall data indicate a regular supply of water throughout the year. The sizing of the storage capacity and the catchment area were evaluated with the aid of the software Neptune 4 according to household size and alternative uses. If the storage capacity is fixed to 1,000 liters to each family, the demand for water is expected to be fully attended in about 318 days of the year (87.33%), in average. The water quality was measured through in situ physical-chemical analyzes. The measures indicate that the acidity is slightly above the recommended levels, but much lower than those found in the mineral waters commercialized in Belém. The absence of coliforms (fecal and total) depends strongly on the maintenance of the systems. The technology presented here has a low cost of adoption and proved effective and replicable for rural communities in the Amazon.*

**Keywords:** *Drinking water. Quality of life. Social technology.*

## **Agua de lluvia para consumo humano: estudio de caso en la Amazonia Oriental**

### **RESUMEN**

*El acceso al agua potable es un derecho fundamental, pero gran parte de la población mundial todavía presenta dificultades para obtenerla. El trabajo discute el aprovechamiento del agua de lluvia mediante una tecnología social, mensurando el dimensionamiento de los sistemas y la calidad del agua para usos potables, en estuario Guajarino, estado de Pará. Los datos históricos de precipitación fueron obtenidos de la base de INMET, el dimensionamiento se medió por el uso del software Netuno 4, ya la calidad del agua fue evaluada por medio de análisis físico-químicas, in situ. Los datos pluviométricos indican una oferta regular de agua a lo largo del año, siendo suficiente que los sistemas sean dimensionados según el tamaño de las familias y los usos alternativos. Los sistemas implantados tienen capacidad de almacenamiento de 1.000 litros, presentando eficiencia de 87,33%. La calidad del agua indica que la acidez es ligeramente por encima de los niveles recomendados, pero muy por debajo de los encontrados en las aguas minerales comercializadas en Belém. La ausencia de bacterias coliformes (fecales y totales) depende mucho de los cuidados de mantenimiento de los sistemas. La tecnología estudiada presenta bajo costo de adopción e demostró ser eficaz y replicable para las comunidades rurales de la Amazonía.*

**Palabras claves:** *Água potable. Calidad de vida. Tecnología social.*

### **INTRODUÇÃO**

Pelo fato de a água ser essencial para a existência humana e para a sustentabilidade do desenvolvimento das sociedades, a Organização das Nações Unidas (ONU) reconhece o acesso à água potável suficiente como um direito universal. Contudo, o modo de garantir esse direito nunca foi claramente definido e o acesso efetivo à água potável não está assegurado para grande parcela da população mundial. Isso se deve, em parte, ao fato de que a distribuição da água não é equitativa em nosso planeta (ARTAXO, 2014). Cerca de 25% da população mundial ainda não têm acesso regular à água (SELBORNE, 2001).

A falta de água potável não é apenas uma realidade em regiões com baixa disponibilidade hídrica. Na Amazônia, detentora de 74% da disponibilidade hídrica do país e 20% da disponibilidade mundial de água (SOUZA; ROCHA; COHEN, 2003), apenas 24,3% da população rural têm acesso à água potável (IBGE, 2015). A má qualidade da água em regiões de alta disponibilidade decorre diretamente da proliferação das fontes de contaminação. De modo geral, o problema está associado ao crescimento das populações e da atividade econômica sem a devida infraestrutura de saneamento básico e capacidade regulatória.

Embora a consciência ambiental, de modo geral, e a atenção para os problemas da escassez, má distribuição e baixa qualidade da água, em particular, estejam se ampliando ao redor do mundo, o viés produzido por análises de curto prazo e pela confiança exagerada nas soluções tecnológicas tornam os sistemas político e econômico, pouco sensíveis aos efeitos cumulativos que emergem da deterioração dos espaços urbanos, do meio ambiente e dos serviços ecossistêmicos. A lentidão das respostas institucionais e dos setores econômicos que mais contribuem para o desperdício e poluição das águas tem levado ao agravamento do problema da escassez hídrica global.

A ausência ou inadequação dos serviços básicos de saneamento, limitações de acesso à água potável, baixa condição socioeconômica e educacional e maus hábitos higiênicos aumentam os riscos de a população contrair doenças de veiculação hídrica. Victorino (2007) estima que essas causas levem mundialmente 36 mil pessoas a óbito, diariamente. As doenças diarreicas, também conhecidas como feco-orais, estão diretamente relacionadas à ingestão de água contaminada, má higiene dos alimentos e tratamento inadequado dos dejetos (CESA; DUARTE, 2010).

Na Amazônia, além da precariedade do saneamento básico, a contaminação dos sistemas aquáticos com metais pesados utilizados na mineração, como o mercúrio e o arsênio, e pelos agrotóxicos utilizados nas atividades agropecuárias também é preocupante (RUIVO, 2003). A mineração e a queima de florestas são os principais responsáveis pela liberação de mercúrio que está chegando aos corpos hídricos (FENZL; MATHIS, 2003). Além da elevada toxicidade, o mercúrio se destaca pela capacidade de biomagnificação ao longo das cadeias tróficas (KEHRIG et al., 2011). Outros metais pesados como o chumbo, cádmio e cromo, que têm efeitos negativos na saúde humana e no meio ambiente, estão presentes em diversos efluentes e se acumulam na coluna d'água, muitas vezes em concentrações acima dos limites máximos estabelecidos pela legislação (LIMA et al., 2015).

Localizada no Estuário Guajarinó, nas proximidades de Belém, do Porto da Vila do Conde e do Polo Industrial, em Barcarena, onde ocorre o beneficiamento de alumínio e caulim e a produção de fertilizantes, a comunidade do Furo Grande, Ilha das Onças, sofre com a contaminação das águas de que se serve para todas as necessidades domésticas, inclusive o consumo direto (PIRATOBA et al., 2017).

A comunidade recebe elevada carga de poluentes químicos e biológicos, além dos dejetos e efluentes provenientes da própria população. Segundo Neves et al. (2001), as elevadas concentrações de metais pesados encontrados nesse estuário também são oriundas de atividades industriais pesqueiras, madeireiras e de curtição de couro. Desde o ano 2000, são registrados recorrentes acidentes ambientais na região, envolvendo transbordamentos de lama vermelha, vazamentos de soda cáustica, afundamentos de balsas transportadoras de óleo (NASCIMENTO, 2010) e bovinos, dentre outros.

A contaminação das águas do canal Furo Grande impôs aos moradores um sério problema de carência de água potável. Em resposta a essa situação, o presente artigo apresenta resultados da avaliação de uma tecnologia social para o aproveitamento da água da chuva, implantada experimentalmente na casa de 15 famílias residentes às margens do canal. Discute-se o dimensionamento dos sistemas e a qualidade da água para consumo humano. A tecnologia testada tem baixo custo de adoção e mostrou-se eficaz e replicável para muitas comunidades rurais da Amazônia, que subsistem sob ameaças semelhantes à saúde e à dignidade humana.

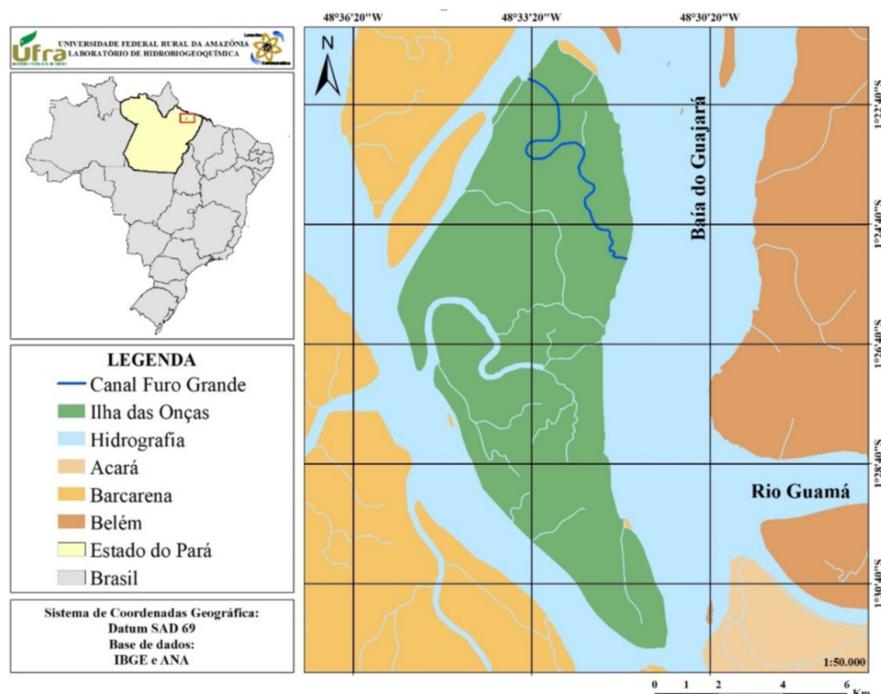
## MATERIAL E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na comunidade ribeirinha do Furo Grande, Ilha das Onças, município de Barcarena, Estado do Pará (figura 1). Pertencente à Região Insular de Belém, a Ilha das Onças (área de 96 Km<sup>2</sup>) está localizada no Estuário Guajarinó, à margem esquerda da Baía do Guajará. A ilha é drenada por diversos rios e canais. O Furo Grande é um canal longo e estreito, com pouco tráfego de embarcações. Ao longo das suas margens, a população ribeirinha se distribui de forma dispersa.

O clima da região é quente e úmido, com temperatura média anual de  $26,7 \pm 0,4$  °C, umidade relativa do ar média anual de  $84,4 \pm 4,1$  %, precipitação média anual de  $3.206 \pm 131$  mm, referente à série histórica de 1987 a 2016. A região apresenta sazonalidade pluviométrica, com período menos chuvoso que compreende os meses de agosto a dezembro, com precipitação média mensal de  $158,8 \pm 59,8$  mm, e um período mais chuvoso, de janeiro a julho, com precipitação média mensal de  $344,6 \pm 111,8$  mm (INMET, 2018).

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Gráfico elaborado pelos autores.

Quanto à vegetação, a região é coberta por “mata de várzea”, cobertura florestal contínua e diversificada, em que a espécie vegetal dominante é o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.).

O uso extrativo dessa espécie é a principal fonte de sustentação econômica e subsistência da comunidade (NEU et al., 2016a). Tanto o fruto quanto o palmito de açaí fazem parte da alimentação diária dos ribeirinhos (OLIVEIRA et al., 2002).

A comunidade possui características rurais, mas mantém estreita relação com a vida urbana, devido à proximidade da cidade de Belém. Para chegar à comunidade do Furo Grande, saindo da capital, leve-se cerca de 40 minutos em travessia com embarcação regional. Geralmente, os ribeirinhos vivem em casas feitas com madeira. O saneamento básico é precário, sem fossas sépticas. A oferta de água potável por parte da prefeitura de Barcarena é insuficiente, de modo que a grande maioria dos moradores não tem água potável em quantidade adequada para atender às necessidades da família. Por isso, o rio ainda é a principal fonte de água para diversos usos, inclusive o consumo direto.

O baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região de Barcarena (0,662) retrata condições de saúde e educação precárias.

### SELEÇÃO DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS E IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

As famílias beneficiárias foram identificadas a partir da análise de respostas a um questionário semiestruturado aplicado a 27 famílias, em 2012, por ocasião da implantação do projeto intitulado: “Promovendo a Sociobiodiversidade: restauração ambiental com geração de renda em comunidades ribeirinhas na Amazônia Oriental”. Desse total, 15 famílias foram selecionadas para receber os sistemas com base no critério de vulnerabilidade socioeconômica.

Os sistemas de captação e armazenamento de água da chuva foram instalados nas residências de cada família e em um espaço comum construído para abrigar as ações do projeto.

Por se tratar de um ambiente rural, com cobertura vegetal conservada, a vegetação no entorno das casas foi um dos fatores observados para a escolha do local adequado para a instalação dos sistemas. A escolha de locais livres de copas é essencial para manter a qualidade da água. A existência de copas de árvores projetadas sobre as áreas de captação não é recomendada por atrair animais e assim propiciar uma fonte de contaminação, via dejetos, e aumentar o risco de entupimento das tubulações do sistema, devido ao acúmulo de folhas. Para reduzir a entrada de material particulado (folhas e galhos finos), utilizou-se uma tela (malha 4x4 mm) de fibra de vidro revestida em PVC, no bocal da calha.

A fase de implantação ocorreu em duas etapas, incluindo dois tipos de sistemas. Em 2012, foram instalados 15 sistemas, mais simples, em que o descarte dos primeiros milímetros de chuva (“primeira água”) é feito de forma manual. O custo desse sistema foi de R\$ 1.257,90 por unidade. Em 2015, houve o aperfeiçoamento do sistema e uma unidade com descarte semiautomático da “primeira água” foi construído junto à sede da Associação dos Meliponicultores e Produtores de Açaí e Artesanato do Furo Grande (Ampafug), a um custo final de R\$ 1.529,13<sup>1</sup>. A implantação dos sistemas foi em regime de mutirão, com participação dos beneficiários e da equipe técnica do projeto.

O descarte do primeiro milímetro de chuva é essencial para garantir a potabilidade da água. Essa “primeira água” tem o papel de lavar a área de captação, sobretudo após alguns dias de estiagem, quando se acumulam resíduos e poeiras suspensas na atmosfera, e mesmo fezes de animais que têm acesso aos telhados. No sistema que utiliza o descarte manual (figura 2 - A), uma tampa impede a entrada da “primeira água” no reservatório.

Após o descarte do milímetro inicial, a tampa precisa ser retirada, manualmente, para permitir a entrada da água no sistema de armazenamento.

O dispositivo de descarte semiautomático da primeira água da chuva (figura 2 - B) foi adaptado do sistema desenvolvido pela Universidade Federal de Pernambuco (Desvio-UFPE). O dispositivo consiste numa serpentina de tubos de PVC dimensionada para armazenar no mínimo o primeiro milímetro de chuva, ou seja, 1 litro de água para cada metro quadrado de área de captação (ALVES et al., 2014). A água contendo impurezas fica retida na serpentina durante o evento de chuva, devendo ser esvaziada, manualmente, somente após a chuva. A água de descarte pode ser utilizada para fins não potáveis (ALVES et al., 2014).

No sistema com desvio semiautomático, a área de captação foi de 28,8 m<sup>2</sup>, com 4,2 m de tubo (100 mm) para a construção do desvio. Isso permite o descarte dos primeiros 1,14 mm de chuva. O volume descartado é o suficiente para esta região, onde a contaminação do ar é baixa e as chuvas são frequentes o ano todo (TOMAZ, 2003).

Para manter a qualidade da água, além dos cuidados de descarte dos milímetros iniciais, a água armazenada é tratada com a adição de hipoclorito de sódio (0,1 ml de solução para cada um litro de água) para eliminar a possível presença de bactérias. No interior das casas, foram utilizadas torneiras com filtros compostos de polipropileno e carvão ativado. O elemento filtrante é trocado em média a cada seis meses.

---

<sup>1</sup>Valor válido para o ano de 2014, referente aos materiais necessários para construção do sistema de coleta e armazenamento de água de chuva, não sendo incluído a esta soma o custo alusivo a mão de obra.

Figura 2 – Sistema de descarte da primeira água da chuva. Cisterna com sistema manual (A); Cisterna com sistema semiautomático (B)



Fonte: Autores.

### DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO

O dimensionamento da capacidade de armazenamento dos sistemas foi realizado com o auxílio do software Netuno 4, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O software utiliza os dados da área de captação, série histórica da precipitação, estimativas de demanda e perdas do sistema (evaporação, respingo, absorção da telha e volume descartado pelo desvio) para todos os eventos de precipitação da série histórica para simular os volumes de entradas (precipitação) e saídas (consumo) para determinar a capacidade de suprir a demanda de cada residência, sem interrupção da oferta de água durante os períodos de estiagem. As simulações foram realizadas considerando as médias da precipitação diária no período de 1986 a 2016. Para essa série, a menor média de precipitação mensal foi observada no mês de setembro, com 123,42 mm. A área de captação recomendada para os sistemas individuais foi calculada conforme a equação (1).

$$A = \frac{D}{(P * C)} \quad (1)$$

(Sendo: D = demanda mensal (L); A = área de captação mínima (m<sup>2</sup>); P = precipitação média do mês menos chuvoso (mm); C = coeficiente de escoamento.

A oferta efetiva de água do sistema para atendimento da demanda é dada pela relação entre o volume precipitado e o volume captado pelo sistema (TOMAZ, 2003). O volume de água aproveitado varia de acordo com o material que compõe o telhado. Uma casa com o sistema implantado possui cobertura de telha ecológica (sistema com desvio semiautomático) e as demais são cobertas com telhas de cerâmica. Para ambos os tipos de área de captação, o aproveitamento é de 90% da água precipitada (TOMAZ, 2003). O restante (10%) é perdido por meio da evaporação, respingos, absorção da telha e volume descartado pelo desvio. Em conjunto com os dados sobre a demanda de água, essa relação determina a eficácia (capacidade) do sistema para atender às necessidades de cada família.

Os dados históricos de precipitação foram obtidos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), localizada em Belém, na latitude 1°25'48"S e longitude 48°25'48"O. A estimativa das necessidades de água das famílias considerou o consumo de 20 litros de água/pessoa/dia<sup>-1</sup> (ONU, 2014).

Embora, em tese, os sistemas possam ser dimensionados para atender o mais plenamente às necessidades das famílias de tamanhos diferentes, fatores de ordem prática impediram que o projeto implantasse sistemas com capacidade de armazenamento e áreas de captação ajustadas a cada família. Os sistemas implantados pelo projeto incluem cisternas com capacidade de armazenamento de 1.000 litros e 6 metros de calha acoplados a cada residência.

## COLETA E ANÁLISE DA ÁGUA

O monitoramento da qualidade da água armazenada nas cisternas e das águas do canal Furo Grande foi realizado entre fevereiro de 2014 e setembro de 2016, por meio da avaliação físico-química e biológica. Com equipamentos portáteis – condutivímetro (Amber Science, 2052) e o pHmetro (Thermo Scientific Orion, STAR A221) – os parâmetros físico-químicos condutividade elétrica e pH da água foram determinados *in situ*.

A análise microbiológica avaliou a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*). Após a coleta, as amostras foram armazenadas em frascos de polietileno de alta densidade e acondicionadas em caixas térmicas até a chegada ao laboratório. As análises foram iniciadas ou no mesmo dia. Empregou-se a metodologia do kit COLItest®, com adição de substrato cromogênico e fluorogênico para detecção simultânea de coliformes totais e *E. coli*. A presença de *E. coli* foi verificada por meio dos testes de fluorescência e de indol, após incubação das amostras em estufa bacteriológica entre 18-48 h à temperatura de 37°C.

## ANÁLISE DOS DADOS

Tendo em vista a implantação de um único sistema com desvio semiautomático, as amostras coletadas desse sistema foram avaliadas separadamente quanto à presença ou ausência de contaminação biológica. Para análise dos parâmetros físico-químicos essa amostra foi incorporados ao tratamento *cisterna*.

Os dados gerados a partir das amostragens de campo foram organizados em dois grupos de tratamento (*cisterna* e *Furo Grande*), os quais foram categorizados por sazonalidade (mais e menos chuvoso). As análises estatísticas foram precedidas de verificação dos pressupostos de homogeneidade e normalidade. A fim de se obter a variância amostral e a influência que os fatores *tratamento* e *sazonalidade* exercem sob os parâmetros físico-químicos de interesse, os dados foram submetidos à análise de variância com dois fatores (*two-way* ANOVA). Para a comparação das médias dos parâmetros considerados utilizou-se o teste de Tukey com intervalo de confiança de 5%. Todos os testes foram realizados por meio do software R Studio, versão 3.5.1.

## PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE

A percepção da comunidade acerca das mudanças proporcionadas pela instalação dos sistemas de aproveitamento da água da chuva foi obtida por meio de entrevistas diretas com os beneficiários, orientadas por questionário semiestruturado. O questionário buscou verificar as percepções referentes à conveniência ou conforto, aparência e sabor da água provida pelos sistemas instalados. Também se buscou verificar se houve percepção de mudança quanto à incidência de doenças de veiculação hídrica, após a instalação dos sistemas. Por meio da conferência de um *checklist* dos itens específicos, foi verificado o grau de seguimento das recomendações técnicas para a manutenção e higienização dos sistemas e da água armazenada. As entrevistas foram realizadas em fevereiro de 2015, dois anos e meio após a implantação dos sistemas. Em sua maioria, os questionários foram respondidos pelos chefes da família.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

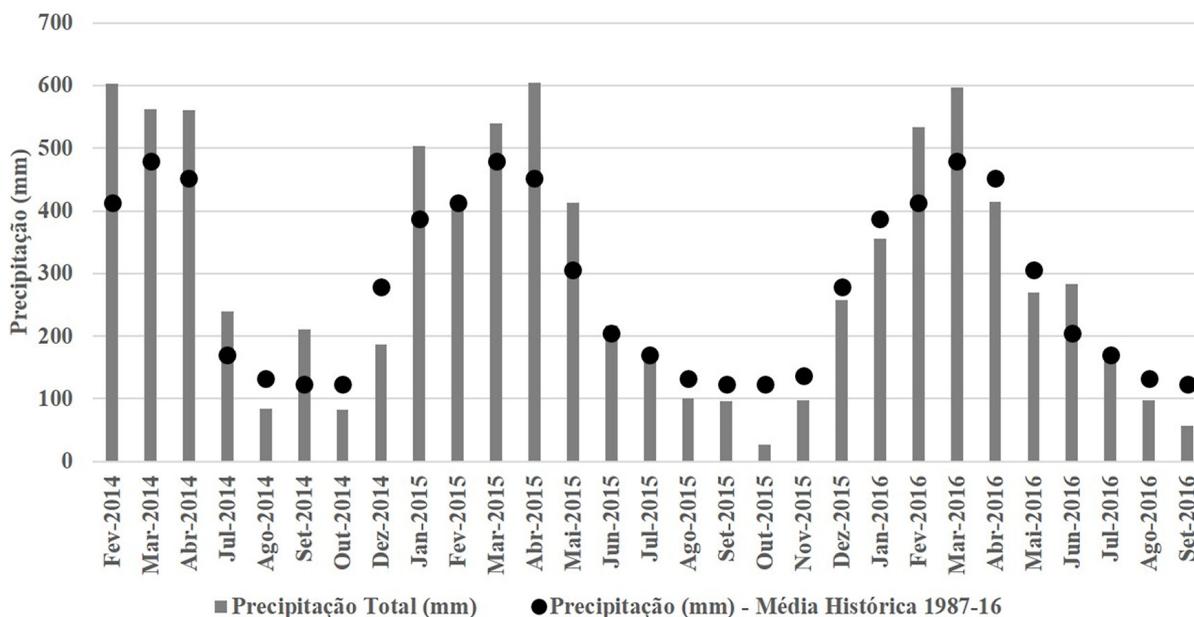
A região amazônica é caracterizada por altos índices pluviométricos, com expressiva variação sazonal. Apesar da notável redução das chuvas entre junho e dezembro, o período menos chuvoso não consiste em “período seco”, pois apresenta precipitação média histórica mensal superior a 100 mm (figura 3).

A precipitação anual para o período de implantação do projeto foi superior à média histórica. Em 2013, 2014 e 2015 foram verificados valores de 3.776 mm; 3.598 mm e 3.445 mm, respectivamente, enquanto a média histórica (1987 – 2016) foi de 3.206 mm (INMET, 2018). O aumento da precipitação observado entre os anos 2013 a 2015 esteve associado à maior contribuição dos dias muito chuvosos para as médias anuais (NEU et al., 2016b). Ainda que o período analisado seja curto para avaliações de tendências climáticas, o aumento dos extremos de precipitação (chuvoso e seco) corrobora as previsões para a Amazônia, associadas ao cenário das mudanças climáticas.

Mesmo considerando os padrões de variação sazonal, anual e decadal para a Amazônia (MARENGO, 2004), as variações dos últimos 50 anos têm mostrado que os eventos extremos estão cada vez mais frequentes e intensos. No cenário de emissões de gases de efeito estufa, as previsões para o oeste da Amazônia são de aumento da frequência de extremos de chuva e da contribuição de dias muito chuvosos (MARENGO; TOMASELLA; NOBRE, 2010).

Com precipitações anuais acima dos 2.000 mm, o aproveitamento de água de chuva como fonte de abastecimento mostra-se plenamente viável (AZEVEDO NETO, 1991). Em termos comparativos, a precipitação anual de 3.205,98 mm é muito superior à média histórica anual de municípios como Caruaru (764,1 mm), Garanhuns (874,4 mm) e Pesqueira (701,5 mm), localizados no agreste pernambucano, e que são alvos do Programa “Um Milhão de Cisternas Rurais” (P1MC) – principal programa nacional de aproveitamento de água de chuva (INMET, 2016; LUNA, 2011).

Figura 3 – Precipitação mensal (2013-2015) e precipitação média histórica (1987-2016)



Fonte: Gráfico elaborado pelos autores.

## DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO

A tabela 1 reúne os resultados das simulações da capacidade de atendimento de demanda de água pelos sistemas, em face do tamanho das famílias e das variações sazonais da precipitação.

A coluna (4) mostra o percentual de dias do ano em que o sistema com o reservatório de 1.000 litros e 6 metros de calha providos pelo projeto é capaz de atender plenamente à demanda da família, de acordo com as áreas dos telhados (coluna 3).

Os resultados indicam que para famílias de até 6 pessoas (famílias 8 e 11), os sistemas implantados têm condições de suprir as demandas durante a maior parte do ano, e que a capacidade de atendimento foi limitada pelas pequenas áreas de captação. Nos dias sem atendimento, as famílias teriam que buscar outras fontes de abastecimento. As falhas de abastecimento tendem a ocorrer nos meses de julho a dezembro, devido à sucessão de meses com baixas precipitações (figura 4).

Tabela 1 – Número de dias atendidos pelo sistema de 1000 e dimensionamento da área mínima e número de dias atendidos para sistemas com capacidade de armazenamento de 2000 litros

Sistemas Implantados (1)	Nº de Pessoas (2)	Área do Telhado (m²) (3)	Nº de dias atendidos (%)** (4)	Área Mínima Recomendada (m²)*** (5)	Nº de dias atendidos (%)**** (6)
AMPAFUG*	5	28,80	92,58	31,50	97,01
Família 1	4	20,30	92,51	25,20	97,74
Família 2	23	21,21	34,32	144,92	85,21
Família 3	4	15,66	87,37	25,20	97,74
Família 4	2	21,22	99,36	12,60	99,35
Família 5	4	20,30	92,51	25,20	97,74
Família 6	3	21,48	97,12	18,90	98,51
Família 7	4	30,43	96,18	25,20	97,74
Família 8	6	18,00	78,35	37,80	96,32
Família 9	4	16,92	89,16	25,20	97,74
Família 10	5	21,00	86,27	31,50	97,01
Família 11	6	16,48	75,95	37,80	96,32
Família 12	2	28,96	99,71	12,60	99,35
Família 13	2	23,36	99,50	12,60	99,35
Família 14	4	18,00	90,45	25,20	97,74
Família 15	3	10,50	85,90	18,90	98,51

\* Para a simulação do grau de atendimento do sistema, utilizou-se o número médio de pessoas por famílias atendidas pelo projeto, pois o sistema implantado na sede da associação tem um número variável de pessoas, conforme as atividades no local.

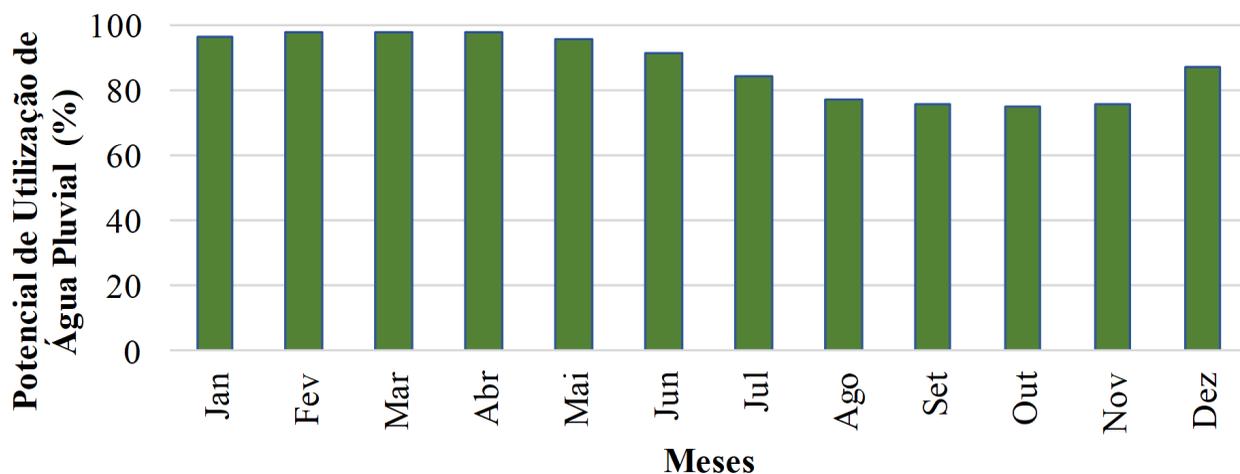
\*\* Número de dias atendidos pelo reservatório com capacidade de 1.000 litros implantados na comunidade.

\*\*\* Calculada a partir da equação 1.

\*\*\*\* Número de dias atendidos pelo reservatório com capacidade de 2.000 litros.

Fonte: Tabela elaborada pelos autores.

Figura 4 – Média do potencial de utilização de água pluvial dos 16 sistemas ao longo do ano



Fonte: Gráfico elaborado pelos autores.

No caso das famílias com duas pessoas, os sistemas atendem plenamente às necessidades de consumo durante 361 dias do ano (acima de 99%). A capacidade de atendimento dos sistemas providos pelo projeto é menos satisfatória para os casos de famílias grandes, como a família 2, com 23 membros. Nessas condições, o sistema atendeu plenamente às necessidades diárias de água durante apenas 125 dias do ano (cerca de 34%).

A fim de avaliar o impacto de um dimensionamento mais adequado às necessidades distintas de cada família, as simulações foram repetidas considerando reservatórios de 2.000 litros e área de captação recomendada conforme a equação 1. Os resultados, na coluna (6), mostram que essa configuração oferece excelente atendimento das necessidades de água ao longo de todo o ano para famílias com até 6 membros.

Embora seja possível dimensionar os sistemas para que sejam capazes de prover atendimento pleno (100%) das necessidades das famílias, ao longo de todo o ano, os pequenos acréscimos de cobertura dos dias faltantes possivelmente não compensam o aumento dos custos com reservatórios maiores.

### QUALIDADE DA ÁGUA

O pH da água da chuva armazenada nas cisternas apresentou valor médio de  $5,534 \pm 0,409$ , para o período mais chuvoso, e  $5,628 \pm 0,995$ , para o menos chuvoso. Essa diferença não é significativa, estatisticamente ( $p\text{-valor}=0,962$ ). Estudos indicam que o pH da água da chuva possui em torno de 5,6, uma característica natural de regiões com baixa atividade antrópica. A leve acidez é devida ao equilíbrio que a água realiza com a concentração de gás carbônico atmosférico (CUNHA et al., 2009). Resultado semelhante foi registrado por Marques et al. (2010) em Cuiabá, observando valores médios de pH de  $5,63 \pm 0,51$ . Em estudos realizados na Amazônia, Brinkman e Santos (1973), Stallard e Edmond (1981) e Neu (2009) encontraram valores que variaram de 4,2 a 5,67.

Em regiões com intensa atividade antrópica, como a região urbana do Rio de Janeiro, De Melo (2001) observou pH de 4,77. Segundo Tundisi e Tundisi (2008) regiões de intensa atividade industrial apresentam geralmente pH abaixo de 4,0, sendo que na Inglaterra e nos Estados Unidos já foram registrados valores entre 2,8 e 2,1.

Quanto à água do canal do Furo Grande, o pH apresentou variabilidade sazonal (figura 5), porém não estatisticamente significativa ( $p\text{-valor}=0,278$ ). Os valores médios foram de  $5,662 \pm 0,565$  e  $6,077 \pm 1,946$  para os períodos mais e menos chuvosos, respectivamente. Esses valores encontram-se dentro da faixa de 4,64 a 7,5, observada por Stallard e Edmond (1981) para a Bacia Amazônica.

Os valores médios de pH da água armazenada nas cisternas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas dos valores de pH médio das águas do canal Furo Grande, tanto no período mais chuvoso ( $p\text{-valor}=0,861$ ), quanto no menos chuvoso ( $p\text{-valor}=0,294$ ). Contudo, essa não é uma regra para a região amazônica. Rios de água preta, com elevada concentração de ácidos orgânicos, como o Rio Negro, podem apresentar pH mais ácido, variando de 5,2 (PLASKIEVICZ E CUNHA, 2009) a 3,7 (BRINKMAN, 1983), enquanto a água da chuva na mesma região apresenta valor médio de 4,7 (BRINKMAN, 1983). A química das águas da chuva e dos rios depende de fatores como a geologia, a vegetação, solo, proximidade do mar e interferência antrópica.

De acordo com a Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, a faixa de variação dos valores de pH recomendados para a dessedentação humana é de 9,5 a, 6,0. Tanto as águas da cisterna quanto as do Furo Grande estão abaixo do valor mínimo recomendado.

Contudo, ao compará-las com fontes disponíveis para a comercialização, observamos que as cinco marcas de águas minerais<sup>2</sup> certificadas e comercializadas na região metropolitana de Belém apresentam pH médio de  $4,23 \pm 0,09$ . Ou seja, a água das cisternas é cerca de 13 vezes menos ácida quando comparada às fontes de água comercializadas.

<sup>2</sup>Águas minerais são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa (BRASIL, 1945).

A condutividade elétrica das águas do canal Furo Grande apresentou grande variação sazonal (figura 5). Durante o período menos chuvoso, a água se torna salobra, com condutividade elétrica mínima de  $32,6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , máxima de  $785 \mu\text{S.cm}^{-1}$  e média de  $343 \pm 264 \mu\text{S.cm}^{-1}$ . Durante o período mais chuvoso, as mínimas foram de  $23,3 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , máximo de  $650 \mu\text{S.cm}^{-1}$  e média de  $108 \pm 173 \mu\text{S.cm}^{-1}$ . No entanto, as médias sazonais não apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p\text{-valor}=0,245$ ) para condutividade elétrica. Nesta região, a condutividade está fortemente associada à influência marinha, diluição dos íons suspensos na atmosfera e aporte de substâncias oriundas de esgotos domésticos e industriais da região (PIRATOBA et al., 2007; NEU et al., 2016b).

A variabilidade sazonal da concentração de íons e condutividade elétrica também é observada em outras regiões da Amazônia. Porém, nem sempre esses parâmetros influenciam a qualidade da água, por não atingir valores que excedam o limite aceitável. Medidas realizadas no Rio Madeira encontraram valores da condutividade elétrica variando entre  $82,2$  a  $96 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , durante o período seco, e entre  $20,5$  e  $23,6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , durante o período chuvoso (HORBE et al., 2013). Na Amazônia Central, os valores médios foram de  $5,7 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , em rios de água clara e de  $29,1 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , em rios de água preta (BRINKMAN, 1983).

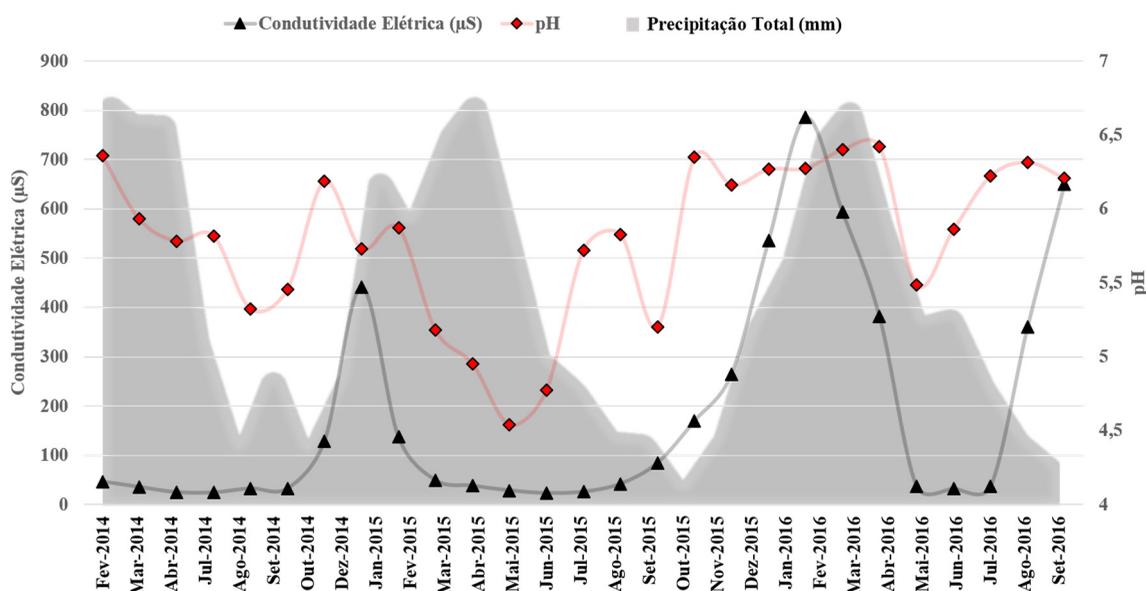
As amostras de água das cisternas também apresentaram variação sazonal da condutividade elétrica, porém não interferindo na potabilidade. Durante o período menos chuvoso, a condutividade elétrica apresentou valores mínimos, máximos e média de  $20,77$  e  $35,7 \pm 19 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , respectivamente. E durante o período mais chuvoso, os valores mínimos, máximos e média foram de  $7,27$  e  $13,3 \pm 5,6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ , respectivamente. A baixa condutividade elétrica é um indicativo da baixa concentração de íons, podendo ser considerada uma água não impactada por atividades antrópicas.

Na água da cisterna, as variações da condutividade elétrica são atribuídas às alterações das condições atmosféricas e das áreas de captação. A redução da condutividade elétrica durante o período mais chuvoso se deve a uma atmosfera e superfície de captação mais limpas. Além dos gases, a atmosfera é composta de partículas, poeiras, grãos de pólen, sais marinhos e fuligem, originária tanto de ações antrópicas, quanto naturais. Durante o período mais chuvoso, o material particulado é solubilizado pelas precipitações frequentes, reduzindo as concentrações dos íons na atmosfera (FILOSO et al., 1999; JOHNSON et al., 2006, GERMER et al., 2007). Os valores de condutividade elétrica da água da chuva estão de acordo com outros estudos realizados na Amazônia. Neu (2009) observou valores entre 4,2 a 32,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  na bacia do Alto Xingu, com valores mais baixos durante o período chuvoso. Torres Filho et al. (2014) verificaram valores entre 2,18 a 37,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  no município de Humaitá, AM e Marques et al. (2010) registraram valores de  $7,25 \pm 5,25$  para Cuiabá, MT. A comparação dos valores médios de condutividade elétrica da água obtida de cada fonte disponível à comunidade (cisterna e canal Furo Grande) mostrou que há diferença estatisticamente significativa ( $p\text{-valor} < 0.0001$ ) entre as duas fontes.

Diferentemente do pH, a condutividade elétrica não é normatizada pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. Para avaliar a qualidade da água sob esse parâmetro, utilizou-se o valor de 100  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , estabelecido pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb, 2011), como limite máximo para a água destinada ao consumo humano. De acordo com esse limite, as águas das cisternas são consideradas adequadas para consumo humano ao longo de todo o ano. Em comparação com as águas disponíveis nos mercados de Belém (condutividade elétrica média de  $63 \pm 53 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ,  $n=5$ ), a água das cisternas apresentou valores mais baixos, sendo que uma das marcas comercializadas excedeu o limite estabelecido pela Cetesb.

Quanto à análise microbiológica, todas as amostras de água do canal Furo Grande apresentaram coliformes totais e *E. coli*. As concentrações mais elevadas foram observadas durante o período menos chuvoso, devido à menor diluição e maior influência dos efluentes. Na água das cisternas, a presença de *E. coli* foi detectada em apenas 9,15% das amostras. Quanto aos coliformes totais, a contaminação ocorreu em 76,47% das amostragens (23,53% das amostras estavam livres de contaminação).

Figura 5 – Condutividade elétrica e pH da água do canal Furo Grande e precipitação mensal, obtidos da Estação Meteorológica de Belém (INMET, 2018)



Fonte: Gráfico elaborado pelos autores.

Das 16 cisternas instaladas, o sistema com desvio semiautomático mostrou-se livre de contaminação biológica (ausência de coliformes totais e duas de *E. coli*). Em conjunto com os demais parâmetros, a ausência de contaminação biológica indica que o sistema, quando bem operado, é capaz de prover água potável.

É importante destacar que os resultados microbiológicos positivos para amostras de águas das cisternas decorrem da falta de hábito dos usuários para realizar o descarte adequado por meio do sistema manual, a limpeza periódica dos telhados e calhas, o que permite o acúmulo de material orgânico nas superfícies de captação. Alguns usuários também reportaram a introdução de água do rio nas cisternas. Em que pese o valor das instruções para a boa utilização e manutenção dos sistemas, entende-se que a introdução da nova tecnologia requer um período maior de adaptação e assimilação dos novos hábitos.

A presença de coliformes totais e *E. coli* em amostras de água em sistemas de captação de água da chuva também foi detectada em estudos realizados por Jaques (2005), no município de Florianópolis, SC; por Xavier (2010), nos municípios de Campina Grande, PB e São João do Cariri; e por Cardoso (2009), para o município de Belo Horizonte, MG. Assim como qualquer outro sistema de fornecimento de água potável, o aproveitamento da água da chuva necessita dos cuidados que precisam ser seguidos rigorosamente, e a contaminação biológica encontrada pode ser eliminada pelo seguimento das práticas de manejo recomendadas para o sistema.

## PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE

A verificação da percepção da comunidade acerca das modificações introduzidas a partir da instalação dos sistemas de coleta de água de chuva sugere que os sistemas trouxeram vantagens devidas à maior disponibilidade e conveniência (conforto) da distribuição da água dentro de casa, economia de recursos e melhoria das condições de saúde.

Quanto à saúde, 84,61% dos beneficiários reportaram redução de doenças de veiculação hídrica, como diarreias, coceiras, problemas de estômago, entre outras.

Sobre a disponibilidade, os usuários apontaram nítida vantagem em face de um cotidiano marcado por problemas de falta de água potável. Quando questionados sobre a origem da água utilizada antes da instalação dos sistemas, 79,9% afirmaram consumir água proveniente do canal Furo Grande e 38,46% declararam completar o abastecimento com água distribuída pela Prefeitura de Barcarena ou comprada em Belém. Quanto à percepção da qualidade da água consumida antes da implantação dos sistemas (água do rio), 53,84% reportaram consumir água salobra e barrenta, com gosto de ferro e coloração amarelada. Nessas condições, 38,46% dos usuários classificaram essa água como “ruim” e 46,14% como “muito ruim”.

Parte dos usuários com condições de completar o abastecimento pela compra de água cita a redução dos gastos como ponto positivo adicional. Além do custo da água, deve-se levar em consideração as despesas com o deslocamento, que varia entre R\$15,00 a R\$50,00 por viagem, dependendo do tamanho da embarcação. Reduções de gastos com medicamentos também foram mencionadas como vantagem econômica devida à instalação dos sistemas.

O aumento do conforto foi outro ponto destacado. Com a implantação dos sistemas de abastecimento e distribuição de água das chuvas, as famílias passaram a ter água encanada dentro das residências, evitando assim o desgaste físico implicado na retirada cotidiana de água do rio. Isso é um conforto sentido especialmente pelas mulheres, já que na grande maioria dos lares, elas têm o papel principal de provedoras de água.

A menor exposição ao rio também pode reduzir a incidência de doenças como a malária, transmitida por vetores encontrados no ambiente aquático, assim como a redução de acidentes devido à queda ou mesmo acidentes com animais peçonhentos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema descentralizado de captação, abastecimento e distribuição de água das chuvas é uma tecnologia eficaz para o fornecimento de água potável em residências rurais e urbanas, com baixo custo de implantação e manutenção.

É uma alternativa bem ajustada ao meio rural amazônico e às regiões insulares, em particular, onde as populações se distribuem dispersamente e onde estão ausentes ou persistem deficiências dos sistemas públicos de abastecimento e redes de distribuição de água.

O regime de chuvas na região amazônica permite que o sistema aqui referido funcione como fonte de abastecimento durante o ano todo. Os elevados índices pluviométricos, a baixa incidência de indústrias e os remanescentes de florestas proporcionam uma atmosfera mais limpa, resultando em água de qualidade.

O grau de acidez, um pouco acima do recomendado pela Portaria nº 2.914, foi, no entanto, inferior ao encontrado nas águas certificadas como potáveis e comercializadas na região. Quanto ao parâmetro condutividade elétrica, a água da chuva apresentou resultados dentro do limite recomendado (CETESB, 2011) e, novamente, com valores inferiores (mais adequados) aos encontrados nas águas minerais, consideradas “potáveis”, disponíveis no mercado. Os resultados das análises microbiológicas indicaram que o comprometimento da potabilidade da água da chuva é devido a negligências, por parte dos usuários, em seguir as recomendações técnicas quanto à limpeza das superfícies de captação, armazenamento e descarte da “primeira água”.

Em contraposição à falta de seguimento das orientações por parte dos usuários, a percepção geral da comunidade de que os sistemas de aproveitamento da água das chuvas têm proporcionado múltiplos ganhos e melhorias de qualidade de vida sugere ser perfeitamente possível avançar com as mudanças comportamentais necessárias para garantir a potabilidade da água provida pelo sistema de aproveitamento da água das chuvas, nas condições descritas neste estudo.

---

## REFERÊNCIAS

ALVES, F. et al. Water quality and microbial diversity in cisterns from semiarid areas in Brazil. *Journal of Water And Health*, v. 12, n. 3, p. 513-525, 2014.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? *Revista USP*, n. 103, p.13-24, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 mar. 2011.

BRASIL. Decreto nº 7.841, de 8 de agosto de 1945. Código de águas minerais. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 de ago. 1945. Seção 1, p. 1.

BRINKMAN, W.L.F., SANTOS, A. Natural waters in Amazonia. VI: Soluble calcium properties. *Acta Amazônica*, v. 3, n. 2, p. 33-40, 1973.

BRINKMANN, W.L.F. Hydrogeochemistry of groundwater resources in central Amazonia - Brazil. *Proc. of Koblenz Symposium, Groundwater in Water Resources Planning*, v. 1, 1983.

CARDOSO, M.P. *Viabilidade do aproveitamento de água de chuva em zonas urbanas: estudo de caso no município de Belo Horizonte*. 2009. 171p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

CESA, M. V.; DUARTE, G.M. A qualidade do ambiente e as doenças de veiculação hídrica. *Geosul*, v. 25, n. 49, 63-78, 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. In: BRANDÃO, C.J. (Org). São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011. 326p.

CUNHA, R. C. Dinâmica do pH da água das chuvas em passo fundo, RS. *Pesquisa agropecuária brasileira*, v.44, n.4, p.339-346, 2009.

DE MELLO, W.Z. Precipitation chemistry in the coast of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Pollution*, v.114, n.2, p.235-242, 2001.

FENZL, N.; MATHIS, A. Problemática do uso local e global da água da Amazônia. In: \_\_\_\_\_. *Poluição dos recursos hídricos naturais da Amazônia: fontes, riscos e consequências*. Belém: NAEA, 2003. p.177-141.

FILOSO, S., WILLIAMS, M.R., MELACK, J.M. Composition and deposition of throughfall in a flooded forest archipelago (Negro River, Brazil). *Biogeochemistry*, v.45, p.169-195, 1999.

GERMER, S. et al. Amazonia; nutrient fluxes; rainfall chemistry; sequential sampling; throughfall chemistry; tropical rain forest. *Biogeochemistry*, v.86, p.155-174, 2007.

HORBE, A.M.C. et al. Geoquímica das águas do médio e baixo rio Madeira e seus principais tributários - Amazonas - Brasil. *Acta Amazônica*, v.43, n.4, p.489-504, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - Pesquisa Nacional de Amostragem Domiciliar 2015. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnad>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal>>. Acesso em: 23 ago. 2018.
- JQUES, R.C. *Qualidade da água de chuva no município de Florianópolis e sua potencialidade para aproveitamento em edificações*. 2005. 102p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- JOHNSON, M.S. et al. DOC and DIC in flowpaths of Amazonian headwater catchments with hydrologically contrasting soils. *Biogeochemistry*, v.81, p.45-57, 2006.
- KEHRIG, H.A. et al. Bioconcentração e Biomagnificação de Metilmercúrio na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. *Quím. Nova*, v. 34, n. 3, p. 377-384, 2011.
- LIMA, D.P. et al. Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 45, n. 4, p.405-414, 2015.
- LUNA, C.F. *Avaliação do impacto do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (PIMC) na saúde: ocorrência de diarreia no Agreste Central de Pernambuco*. 2011. 207p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, 2011.
- MARENGO, J.A. Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. *Theoretical And Applied Climatology*, v. 78, p.79-96, 2004.
- MARENGO, J.A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, C.A. Mudanças climáticas e recursos hídricos. In: BICUDO, C.E.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B (Org.). *Águas do Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. 224 p.
- MARQUES, R. et al. Composição química das águas de chuva em áreas tropicais continentais, Cuiabá-MT: aplicação do sistema clima urbano (S.C.U.). *Revista do Departamento de Geografia*, v.20, p.63-75, 2010.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
- NASCIMENTO, P.A.M. do. *Gestão ambiental em área de risco no município de barcarena/pará*. 2010. 104p. Dissertação (Mestrado em Gestão e Auditoria Ambiental) - Universidad de León, Florianópolis, 2010.
- NEU, V. et al. Sustentabilidade e Sociobiodiversidade: alternativas para a região insular de Belém – a experiência na Ilha das Onças. In: \_\_\_\_\_; GUEDES, V. M.; ARAÚJO, M.G.S. (Org.). *Sustentabilidade e Sociobiodiversidade na Amazônia: integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém*. Belém: Edufra, 2016a. p. 226.
- NEU, V. et al. Caracterização Físico-química e Biológica das Águas na Região Insular de Belém. In: NEU, V. et al (Org.). *Sustentabilidade e Sociobiodiversidade na Amazônia: integrando ensino, pesquisa e extensão na Região Insular de Belém*. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2016b. p. 45-62.
- NEU, V. *O ciclo do carbono na bacia do Alto Xingu: interações entre ambientes terrestre, aquático e atmosférico*. Piracicaba, 2009. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2009.
- NEVES, F.C. de O. et al. Transporte e comportamento geoquímico de metais pesados no estuário Guajarno, Pará/Brasil. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Saneamento ambiental: desafio para o século 21*. Rio de Janeiro: ABES, 2001. p.1-28.
- OLIVEIRA, M.S.P. et al. *Cultivo do Açaizeiro para Produção de Frutos*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 18p. (Circular Técnica, 26).
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). O Direito Humano à Água e Saneamento. Comunicado aos Média, v. 1, n. 1, p. 8, 2011.
- PIRATOBA, A.R.A. et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, v. 12, n. 3, 2017.
- PLASKIEWICZ, A.C.; CUNHA, H.B. Avaliação química das águas do rio negro na Amazônia Central. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC CNPQ, 18., 2009, Manaus. *Anais...* Manaus: INPA, 2009.
- RUIVO, M. de L.P. Problemática do uso local e global da água da Amazônia. In: \_\_\_\_\_. *Uso da água na Amazônia: fontes de poluição, riscos, consequências e alternativas*. Belém: NAEA, 2003. p. 143-151.
- SELBORNE, L.A. *Ética do uso da água doce: um levantamento*. [S.l]: Unesco, 2001. 79 p.
- SOUZA, J.R.S.; ROCHA, E.J.P.; COHEN, J. C. P. Problemática do uso local e global da água da Amazônia. In: \_\_\_\_\_. *Avaliação dos impactos antropogênicos no ciclo da água na Amazônia*. Belém: NAEA, 2003. p. 69-94.
- STALLARD, R.F.; EDMOND, J.M. Geochemistry of the Amazon: 1. Precipitation chemistry and the marine contribution to the dissolved load at the time of peak discharge. *Journal Of Geophysical Research*, v.86, n.10, p.9844-9858, 1981.
- TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. São Paulo: Navegar, 2003. v. 1.
- TORRES FILHO, J.S. et al. Análise da composição química das precipitações pluviométricas na cidade de Humaitá/AM. *Revista EDUCAmazônia*, v.12, n.1, p.113-126, 2014.
- TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 632 p.
- VICTORINO, C.J.A. *Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos*. Porto Alegre: Edipucts, 2007. 231 p.
- XAVIER, R.P. *Influência de barreiras sanitárias na qualidade da água de chuva armazenada em cisternas no semiárido paraibano*. 2010. 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

# A tecnologia produtiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliada ao desenvolvimento sustentável da região amazônica

**Título original:** Esforço integrado de conservação, melhoramento genético e biotecnologia de pau-rosa (*Aniba roseadora*, Ducke) e espécies relacionadas: subsídios para o desenvolvimento sustentável e exploração racional da espécie

**Prêmio Benchimol:** 2005, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

## **Luis Antônio Serrão Contim**

Pós-Doutorado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - Brasil. Doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa, MG - Brasil. Professor da Universidade Federal de Goiás (UFG) - Jataí, GO - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2277036761851104>

E-mail: [luiscontim@yahoo.com.br](mailto:luiscontim@yahoo.com.br)

## **Luciana Silva Rocha Contim**

Mestre em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM) - Manaus, AM - Brasil. Professora da Universidade Federal de Goiás (UFG) - Jataí, GO - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/7382526324690968>

E-mail: [lsrcntim@hotmail.com](mailto:lsrcntim@hotmail.com)

## **RESUMO**

Apesar de ser considerada como o mais rico reservatório de diversidade biológica do planeta, a Amazônia tem sofrido constantes incursões estrangeiras e bioprospecção ilegal. Podemos observar ainda, nesta região, franco processo de desmatamento, ameaçando número inestimável de espécies à extinção. Dentre as principais espécies ameaçadas de extinção está o pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) (DUCKE, 1938), e algumas espécies relacionadas. O óleo essencial de pau-rosa é alvo de grande interesse das indústrias de cosméticos e farmacêuticas, utilizado em formulações de perfumes finos e por suas atividades terapêuticas. Devido à exploração desordenada, as populações naturais de pau-rosa foram praticamente dizimadas, existindo pequeno número de indivíduos remanescentes em reservas florestais, com conseqüente enfraquecimento de atividade econômica importante para a região. Entre as principais limitações para o desenvolvimento de tecnologia produtiva de pau-rosa, podemos citar a escassez de informações sobre a variabilidade natural da espécie e a dificuldade para a produção de mudas. O projeto visa estudar a variabilidade genética e química remanescente da espécie, a montagem de uma coleção representativa da espécie, a seleção de progênies superiores quanto ao teor e qualidade de óleo essencial, o desenvolvimento de uma tecnologia eficiente para a produção de mudas em larga escala, e a articulação para a aplicação das tecnologias geradas aos segmentos produtivos do óleo essencial de pau-rosa. Este é um projeto inovador para espécies nativas da Amazônia, de importância estratégica, ecológica, social e econômica.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento sustentável. Linalol. Óleo essencial.

## **The productive technology of rosewood (*Aniba rosaeodora* Ducke) as allied to the sustainable development of the Amazon region**

### **ABSTRACT**

*Despite being considered as the richest reservoir of biological diversity on the planet, the Amazon has undergone constant foreign incursions and illegal bioprospecting. We can also observe in this region a frank process of deforestation, threatening an inestimable number of species to extinction. Among the main endangered species are the Rosewood, *Aniba rosaeodora* Ducke (DUCKE, 1938) and some related species. The essential oil of Rosewood is a target of great interest of the cosmetic and pharmaceutical industries, used in formulations of fine perfumes and for its therapeutic activities. Due to the disorderly exploitation, the natural populations of Rosewood were practically decimated, with a small number of individuals remaining in forest reserves, with consequent weakening of economic activity important for the region. Among the main limitations for the development of productive technology of Rosewood, we can mention the scarcity of information about the natural variability of the species and the difficulty for the production of seedlings. The project aims to study the genetic and chemical variability remaining in the species, the assembly of a representative collection of the species, the selection of superior progenies as to the content and quality of essential oil, the development of an efficient technology for the production of large scale seedlings and, the articulation for the application of the technologies generated to the productive segments of Rosewood essential oil. This is an innovative project for native Amazonian species of strategic, ecological, social and economic importance.*

**Keywords:** Sustainable development. Linalool. Essential oil.

## **La tecnología productiva del palo de rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) como aliado al desarrollo sostenible de la región amazónica**

### **RESUMEN**

*A pesar de ser considerada como el más rico reservorio de diversidad biológica del planeta, la Amazonía ha sufrido constantes incursiones extranjeras y bioprospección ilegal. Podemos observar, en esta región, un franco proceso de deforestación, amenazando un número inestimable de especies a la extinción. Entre las principales especies amenazadas de extinción está el pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), (DUCKE 1938) y algunas especies relacionadas. El aceite esencial de Pau Rosa es objeto de gran interés de las industrias de cosméticos y farmacéuticas, utilizado en formulaciones de perfumes finos y por sus actividades terapéuticas. Debido a la explotación desordenada, las poblaciones naturales de pau-rosa fueron prácticamente diezmadas, existiendo un pequeño número de individuos remanentes en reservas forestales, con consecuente debilidad de actividad económica importante para la región. Entre las principales limitaciones para el desarrollo de tecnología productiva de pau-rosa, podemos citar la escasez de informaciones sobre la variabilidad natural de la especie y la dificultad para la producción de mudas. El proyecto pretende estudiar la variabilidad genética y química remanente de la especie, el montaje de una colección representativa de la especie, la selección de progenies superiores en cuanto al contenido y calidad de aceite esencial, el desarrollo de una tecnología eficiente para la producción de mudas a gran escala y la articulación para la aplicación de las tecnologías generadas a los segmentos productivos del aceite esencial de pau-rosa. Este es un proyecto innovador para especies nativas de la Amazonia, de importancia estratégica, ecológica, social y económica.*

**Palabras clave:** Desarrollo sustentable. Linalol. Aceite esencial.

## INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira abriga a mais rica biodiversidade e representa o maior banco genético do mundo (SCHNEIDER et al., 2000). Devido à exploração florestal desordenada e à carência de tecnologias e fiscalização, várias espécies arbóreas de grande importância para a região amazônica estão em processo de extinção ou já foram, praticamente, extintas (ROSA et al., 1997). Dentre as espécies ameaçadas estão alguns membros do gênero *Aniba*, espécies com alto valor econômico e grande importância ecológica. O pau-rosa, *Aniba rosaeodora* Ducke (DUCKE, 1938), é um membro da família *Lauraceae*, intensamente explorada, principalmente entre as décadas de 1960 e 1980. O óleo essencial de pau-rosa é constituído em grande parte de linalol, um monoterpene utilizado principalmente como componente de perfumes finos na indústria de cosméticos (ALENCAR; FERNANDES, 1978), possui forte demanda e alcança altos preços no mercado nacional e internacional, atingindo valores de US\$ 300,00 por litro em seu destino final, mas o valor recebido pelo produtor local do óleo essencial não passa de US\$ 160,00 (ERENO, 2005; TRIBUZI et al., 2017). Atualmente estima-se que a produção anual deste óleo essencial gire em torno de 50 barris de 180 Kg, produção destinada principalmente à exportação. Apesar da disponibilidade do linalol sintético no mercado, o *bouquet* de óleos encontrados na espécie é muito particular e não permite sua substituição pela substância sintética pura na indústria de cosméticos. Em plantas, o linalol, associado a outras moléculas voláteis, está relacionado com a composição e o aroma, principalmente de flores e frutos, em diversas espécies (LEWINSOHN et al., 2001). Também foram confirmadas atividades terapêuticas do linalol como anestésico local (GHELARDINI et al., 1999) e antimicrobiana (INOUYE et al., 2001; ROSA, et al., 2003; SIMIC et al., 2004), despertando também o interesse da indústria farmacêutica.

As margens dos principais rios da Amazônia central são povoadas por pequenas comunidades ribeirinhas, constituídas de famílias de caboclos que sobrevivem do extrativismo em pequena escala da floresta, convivendo com o ambiente natural, normalmente com baixo nível de impacto. A cadeia de exploração de pau-rosa inicia-se com a identificação e o corte das árvores na floresta, feita pelos próprios ribeirinhos. Os troncos, donde tradicionalmente é extraído o óleo, são transportados até as destilarias, onde são moídos e processados. Desse modo, a tecnologia antiga e destrutiva de exploração contribuiu de modo decisivo para o desaparecimento da espécie de vastas áreas da floresta.

Há muito já é sabido que a maior concentração de óleo está presente nas folhas e ramos juvenis, 2,4%, em contraste com baixas concentrações encontradas na madeira, 1,1% (ARAÚJO et al., 1971). Uma tonelada de folhas e galhos jovens produz aproximadamente 24 litros de óleo essencial, enquanto uma tonelada de madeira produz somente de 9 a 12 litros de óleo (ALENCAR; FERNANDES, 1978; PRANCE, 1987). Esses dados demonstram que a espécie tem sido explorada de maneira inadequada, o que provocou uma drástica redução das populações naturais, restringindo a principal fonte de matéria-prima, e consequente queda da exportação desse produto nas últimas décadas. A manutenção da atividade das destilarias é mantida por pequenos plantios, mas a heterogeneidade das matrizes quanto à composição de óleos e a mistura com espécies relacionadas tem comprometido a qualidade do óleo extraído.

Devido ao intenso processo extrativista, as populações naturais de pau-rosa foram praticamente dizimadas na Floresta Amazônica, existindo pequeno número de indivíduos remanescentes, principalmente em reservas florestais (a Reserva Florestal Adolpho Ducke - Inpa/AM, a Estação Experimental de Cura-Uma / PA e a gleba Camaçari / Silves-AM são as mais significativas).

O pequeno número de indivíduos limita as fontes de variabilidade genética da espécie para serem utilizadas em programas de seleção e melhoramento genético. As informações disponíveis sobre a estrutura genética da espécie e sua diversidade são raras. Contim et al. (2005) determinaram que o genoma de pau-rosa é representado por aproximadamente  $2.3 \times 10^9$  pares de bases, distribuídos em 12 pares de cromossomos, número conservado para a maioria das espécies da família *Lauraceae*. Santos (2004) e Angrizani et al. (2013) encontraram níveis significativos de variabilidade genética entre os indivíduos que compõem a população da Reserva Ducke e de outras localidades. Adicionalmente, informações coletadas com pesquisadores e técnicos de campo das reservas florestais supracitadas indicam a existência de três grupos de indivíduos (ecotipos), que seriam fenotipicamente distintos devido tanto a alterações fisiológicas, na morfologia de alguns órgãos e quanto ao teor de óleo. Desse modo, os possíveis grupos de indivíduos são identificados como “mulatinho”, “preciosa” e “itaúba”, respectivamente, do grupo com maior ao com menor teor de óleo (BASTOS, 1943), mas nenhum estudo confirmou essa hipótese até hoje.

Outra limitação para a implantação de plantios, reposição das reservas naturais e exploração de pau-rosa em modelos extrativistas racionais é a limitação natural de reprodução da espécie. O pau-rosa se propaga naturalmente por sementes, que são severamente predadas por pássaros e insetos antes da maturação (MAGALHÃES; ALENCAR, 1979) e por roedores após a maturação (SPIRONELLO et al., 2004). Uma árvore em frutificação produz aproximadamente 400 frutos, porém apenas poucas sementes podem ser coletadas, germinando entre 60 e 120 dias após o plantio, sendo que a porcentagem de germinação varia entre 37% a 91% (ALENCAR; FERNANDES, 1978; LOUREIRO et al., 1979). A propagação vegetativa por estaquia também é limitada, estudos revelaram que o índice de sobrevivência de estacas de pau-rosa é de 50% a 70%, quando obtidas de ramos juvenis, mas há pouca disponibilidade de matrizes para a produção de mudas em grande escala (SAMPAIO, 1987).

Freitas (2005) encontrou uma boa resposta morfogênica *in vitro* a partir de ápices caulinares, com a formação de um grande número de brotações, um alto índice de enraizamento *in vitro* e a formação de embriões somáticos a partir de calos friáveis, e se apresenta como a alternativa de propagação e produção de mudas em larga escala mais viável em curto prazo.

Considerando o contexto apresentado, o projeto “Esforço integrado de conservação, melhoramento genético e biotecnologia de pau-rosa (*Aniba rosaedora*, Ducke) e espécies relacionadas: Subsídios para o desenvolvimento sustentável e exploração racional da espécie” foi contemplado com a primeira colocação na Categoria Ambiental da Edição 2005 do Prêmio Professor Samuel Benchimol, outorgado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, em associação com outras entidades, entre elas a Federação das Indústrias do Estado do Pará (Fiepa).

O projeto propôs o estudo dos aspectos genéticos e propagativos, o desenvolvimento de produtos biotecnológicos, o fornecimento de suporte ao setor produtivo de óleo essencial de pau-rosa e uma contribuição para a conservação de populações naturais de espécies do gênero *Aniba*. O projeto pôde ser parcialmente implantado a partir de recursos captados junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e recursos próprios da Universidade Nilton Lins, Manaus, AM, mas parte de seus objetivos não foram executados por insuficiência orçamentária, devido ao pouco apoio financeiro dos órgãos de fomento. Não obstante, os resultados gerados pelo desenvolvimento do projeto foram muito promissores e contribuíram efetivamente para os objetivos propostos.

## **DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES BIOTECNOLÓGICAS, EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE E GERAÇÃO DE RENDA**

Apesar de ser considerada como o mais rico reservatório de diversidade biológica do planeta, a Amazônia, não só a brasileira, tem sofrido constantes incursões estrangeiras e bioprospecção ilegal de sua biodiversidade. Podemos observar ainda, nessa região, franco processo de desmatamento, ameaçando número inestimável de espécies à extinção. Devido à exploração desordenada, as populações naturais de pau-rosa foram praticamente dizimadas, existindo reduzido número de indivíduos remanescentes em reservas florestais, com conseqüente enfraquecimento de uma atividade econômica importante para a região.

Algumas ações isoladas de grupos de pesquisa e de órgãos governamentais têm contribuído para o conhecimento, a proteção e a conservação dessa espécie, mas ainda de forma incipiente. Atualmente o Ibama exige que as destilarias de óleo essencial realizem o plantio de 80 mudas por tambor (180 quilos) de óleo produzido, de acordo com a Instrução Normativa nº 09 de 2011, mas a escassez de oferta de mudas inviabiliza o cumprimento da lei e a instalação e manutenção dos plantios existentes. A redução das populações naturais e a baixa disponibilidade de matéria-prima para a extração de óleo essencial têm levado as destilarias a destilarem outras espécies aromáticas similares junto com o pau-rosa, o que tem comprometido a qualidade do óleo e provocado a redução do valor final e, até, a rejeição do produto pelo mercado.

Existe também um distanciamento entre o setor de pesquisa, que gera e detém as informações e as tecnologias para a conservação e exploração da espécie, com os outros setores interessados, como os órgãos governamentais, responsáveis pelas políticas e pela legislação referentes ao assunto, e o setor produtivo, representado pelas destilarias e as comunidades ribeirinhas que tradicionalmente exploram a espécie.

O distanciamento inviabiliza a aplicação de políticas eficientes quanto à conservação e manutenção da atividade econômica, comprometendo a cadeia produtiva do óleo essencial, com perdas expressivas para os ribeirinhos que fornecem a matéria-prima, às destilarias que processam o óleo e à economia regional, que perde divisas.

Desse modo, torna-se urgente o desenvolvimento de uma estratégia ampla e funcional, que priorize a investigação, a conservação da variabilidade da espécie, a seleção de progênies superiores, um modelo eficiente de propagação e produção de mudas em larga escala, e a articulação entre os grupos de pesquisa e os outros setores, representados pelos órgãos públicos, empresas privadas e comunidades ribeirinhas.

Assim, propomos no projeto agraciado com o Prêmio Professor Samuel Benchimol em 2005, como ações de importância estratégica para a região amazônica brasileira, o estudo da variabilidade genética e química remanescente da espécie, os mecanismos de regulação gênica da rota de biossíntese de linalol, a montagem de uma coleção de germoplasma representativa da espécie, a seleção de progênies superiores quanto ao teor e qualidade de óleo, o desenvolvimento de uma tecnologia eficiente para a produção de mudas em larga escala e a articulação para a aplicação das tecnologias geradas aos segmentos produtivos do óleo essencial de pau-rosa.

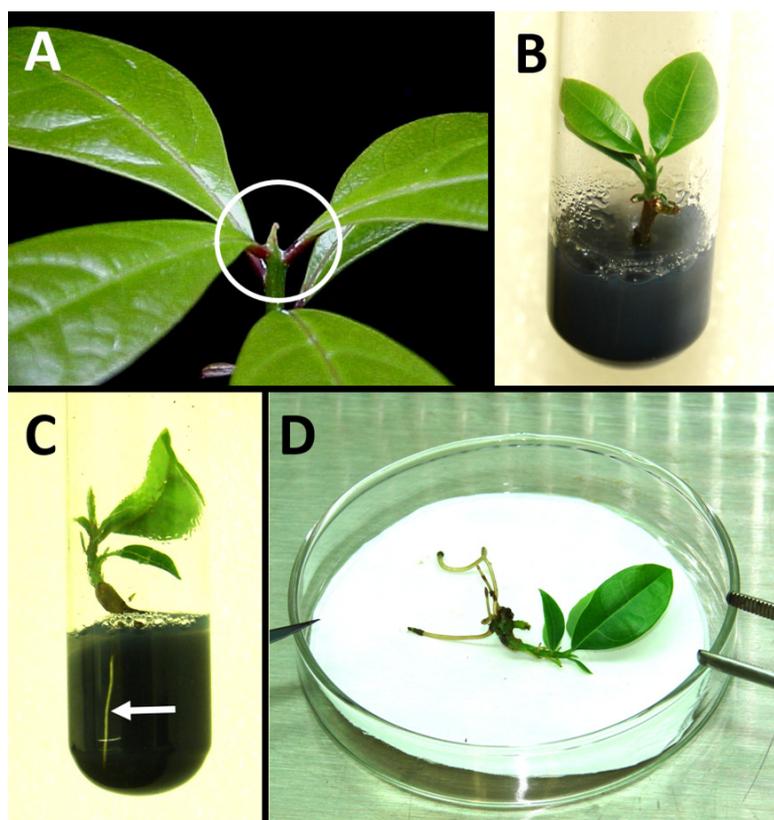
Partindo dos conhecimentos gerados até então sobre essa espécie, identificamos os principais pontos considerados críticos para a conservação de espécies do gênero *Aniba* e sua utilização econômica de modo sustentável. É um trabalho inovador para espécies nativas da Amazônia, de importância estratégica, ecológica, social e econômica. A seleção de progênies superiores e a disponibilidade de material vegetal para plantios, além de fornecer matéria-prima superior ao setor produtivo, contribuindo com a qualidade do produto final, com conseqüente agregação de valor, contribui de forma ativa para a redução da exploração e para a conservação das populações nativas, rompendo os limites acadêmicos na geração de tecnologia, levando o produto aos setores interessados para sua pronta aplicação.

A reestruturação dessa atividade econômica tem grande importância para a região, reaquentando os setores de produção de matéria-prima e processamento, gerando emprego e renda, com consequente melhoria de vida para as comunidades envolvidas com o projeto.

A coleção de germoplasma representativo de pau-rosa e das espécies relacionadas permite o fácil acesso de pesquisadores ao material vegetal, servindo de referência para pesquisas posteriores a serem desenvolvidas na região ou em outras partes do país. A obtenção da tecnologia de produção de mudas em larga escala e o plantio para a exploração de matéria-prima contribuem para a redução da pressão de exploração sobre as populações naturais remanescentes, permitindo também a reintrodução de germoplasma representativo em regiões onde a espécie já foi extinta.

Freitas (2005, 2011) e Veras (2007) demonstraram que o pau-rosa pode ser satisfatoriamente propagado *in vitro* a partir do cultivo de ápices caulinares, que quando enraizados podem ser transplantados para o solo, permitindo a produção de mudas em larga escala em estrutura adequada (figura 1). Essa tecnologia de propagação *in vitro* de pau-rosa, gerada a partir do desenvolvimento deste projeto, viabiliza a implantação de plantas de produção de mudas de pau-rosa em larga escala, seja por órgão governamental ou pela iniciativa privada.

Figura 1 – Produção de mudas *in vitro* de pau-rosa



A) Plântula de pau-rosa obtida a partir de germinação de semente mostrando em destaque o ápice caulinar. B) Desenvolvimento da parte aérea a partir do cultivo do ápice caulinar. C) Indução da formação das raízes, indicadas pela seta. D) Plântula completa obtida por cultura de ápices, pronta para ser transferida para o solo.

Fonte: Autores.

Coletivamente, conseguimos com a execução deste projeto demonstrar que as populações remanescentes de pau-rosa possuem significativa variabilidade genética, o que permite o estabelecimento de programas de melhoramento vegetal da espécie para a identificação de matrizes com bouquet de óleos de maior qualidade e maior produção de óleo essencial, assim como a propagação em larga escala destas matrizes, utilizando técnicas de cultivo *in vitro* de ápices caulinares. Com o investimento adequado, público e/ou privado, poderíamos viabilizar o estabelecimento de sistemas de plantio de pau-rosa em larga escala e o enriquecimento das populações naturais, onde o plantio, o manejo de populações naturais e a venda de matéria-prima se configuram como uma fonte de recursos importante para as comunidades ribeirinhas e pequenos produtores. O reaquecimento da estrutura de produção de óleo essencial de pau-rosa de alta qualidade aumentaria a atividade das destilarias, com consequente incremento na exportação e a venda do produto para outras regiões do país, podendo gerar um aporte financeiro bastante significativo para a região. É importante também salientar a necessidade de articulação entre os diversos setores interessados, técnico-científico, político e produtivo. A construção de políticas destinadas aos setores produtivos é mais adequada quando considerados os aspectos científicos, as tecnologias disponíveis e as necessidades dos produtores de matéria-prima e do setor industrial.

Em termos de desenvolvimento social, as comunidades envolvidas com a produção de pau-rosa e óleo essencial seriam beneficiadas. Os resultados do projeto podem ser aplicados à qualquer região da Amazônia, podendo beneficiar grande número de comunidades à medida que forem incorporando a tecnologia. Inicialmente os primeiros trabalhos foram feitos com as comunidades da Reserva Florestal Extrativista de Silves (AVIVE, Associação Vida Verde da Amazônia, Silves/AM - Brasil), na Flona Tapajós (Presidente Figueiredo/AM), na área de manejo florestal da Madreira Mil em Itaquiatiara/AM e no município de Apuí/ AM, locais onde ainda existem populações naturais identificadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos e as metas previstas neste trabalho contemplaram os principais problemas relacionados à exploração do pau-rosa e de espécies relacionadas em um modelo sustentável, além da conservação dessas populações naturais. A conclusão dos trabalhos previstos neste projeto apresenta estratégias tecnológicas eficazes para a solução dos problemas identificados, rompendo os limites das instituições de pesquisa, pela articulação com setores de políticas públicas e o setor produtivo.

A coleção de germoplasma representativo de pau-rosa e das espécies relacionadas permitirá fácil acesso de pesquisadores ao material, servindo de referência para pesquisas posteriores a serem desenvolvidas na região. As progênies com alta capacidade de produção de óleo essencial, de qualidade superior, atenderão de maneira mais específica à necessidade da indústria, agregando valor ao produto regional e gerando renda ao produtor. A geração de uma tecnologia eficiente para a produção de mudas clonais de *A. rosaeodora* em larga escala permite o fornecimento de material de qualidade, mais homogêneo, e em quantidade suficiente para a implantação e manutenção dos plantios.

A construção de um amplo banco de dados disponibilizará informações sobre a variabilidade genética e química, propagação e regulação gênica da rota de síntese de linalol e pau-rosa. A articulação entre os diversos setores interessados, técnico-científico, político e produtivo permitirá a construção de políticas destinadas aos setores produtivos e mais adequadas, reestruturando uma atividade econômica significativa para a região, reaquecendo os setores de produção de matéria-prima e processamento, gerando emprego e renda para as comunidades envolvidas.

O fortalecimento dos esforços de conservação e o manejo sustentável da espécie reduzirão a pressão de exploração das populações nativas e permitirão a reintrodução de germoplasma representativo em locais e regiões onde a espécie foi extinta pela exploração desordenada. A compreensão dos mecanismos moleculares de síntese de linalol em pau-rosa fornecerá uma poderosa ferramenta para a indução de variações dos níveis produzidos pela planta.

O desenvolvimento do projeto também viabilizará a formação de recursos humanos para atuarem, de modo determinante, junto aos diversos setores: i) acadêmico, como novos pesquisadores; ii) político, como especialistas para a construção de políticas e legislação mais apropriadas para o setor; iii) produtivo, como técnicos capacitados para a aplicação de tecnologias e processos. A carência de informações, principalmente genéticas e ecológicas, sobre essas espécies, é o grande “gargalo” para o desenvolvimento de tecnologias apropriadas à exploração sustentável. A produção e a divulgação de informações científicas sobre esse grupo vegetal fornecerá subsídios para ações e outros trabalhos relacionados subsequentes.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de Pós-Doutorado Prodoc junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciências de Florestas Tropicais do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), entre 2002 e 2004. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento ao projeto por meio dos editais 27/2005 e 57/2005. À Universidade Nilton Lins, Manaus, AM, pelos recursos destinados ao Laboratório de Biotecnologia Vegetal daquela instituição, e ao Prêmio Professor Samuel Benchimol, edição 2005, que ajudou a divulgar o projeto.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J.C.; FERNANDES, N.P. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. I. Pau-rosa (*Aniba dukei* Kostermans). *Acta Amazonica* v. 8, p.523-541, 1978.
- ANGRIZANI, R.C.; CONTIM, L.A.S.; LEMES, M.R. Development and Characterization of Microsatellite Markers for the Endangered Amazonian Tree *Aniba rosaeodora* (Lauraceae). *Applications in Plant Sciences*, v. 1, n. 9, 2013.
- ARAÚJO, V. C. et al. Óleos essenciais da Amazônia contendo linalol. *Acta Amazônica*, v. 1, p.45-47, 1971.
- BASTOS, A. M. O pau-rosa da indústria da essência. *Rodriguesia*, v. 7, n. 16, p.45-54, 1943.
- CONTIM, L.A.S.; FREITAS, D.V.; CARVALHO, C.R. Nuclear DNA content and karyotype of rosewood (*Aniba rosaeodora*). *Genetics and Molecular Biology*, v. 28, n. 4, p.754-757, 2005.
- ERENO, D. Pau-rosa nº 5. Pesquisa Fapesp, n.111, 2005.
- FREITAS, D.V. *Caracterização genética e propagação in vitro de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke)*. 2005. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2005.
- FREITAS, D. V. et al. *Estabelecimento in vitro de pau-rosa (Aniba Rosaeodora Ducke): Efeito do Benomyl Como Regulador de Crescimento*. Enciclopédia Biosfera, v.7, n.13, p.789-796, 2011.
- GHELLARDINI C. et al. Local anaesthetic activity of the essential oil of *Lavandula angustifolia*. *Plant Med.* v. 65, p.700-703, 1999.
- IBAMA. Instrução Normativa nº 09, 25 de agosto de 2011.
- INOUE, S.; TAKIZAWA, T.; YAMAGUCHI, H. Antibacterial Activity of Essential Oils and Their Major Constituents Against Respiratory Tract Pathogens by Gaseous Contact. *J Antimicrob Chemoth.* v. 47, p.565-573, 2001.
- LEWINSOHN, E. et al. Enhanced levels the aroma and flavor compound s-linalool by metabolic engineering of the terpenoid pathway in tomato fruits. *Plant Physiology*, v. 127, p.1256-1265, 2001.
- LOUREIRO, A.A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C. *Essências madeireiras da Amazônia*. Manaus: INPA, 1979.
- MAGALHÃES, L.M.S.; ALENCAR, J.C. Fenologia de pau-rosa (*Aniba dukei* Kostermans) Lauraceae em floresta primária na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 9, n. 2, p.227-232, 1979.
- PRANCE, G.T. Biogeography of neotropical plants. In: WHITMORE, T.C.; PRANCE, G.T. *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Oxford: Clarendon Press, 1987. p. 175-196.
- ROSA, L.S. et al. Crescimento e sobrevivência de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora Ducke*) oriundas de três procedências, em função de diferentes níveis de sombreamento, em condições de viveiro. *Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará*. FCAP, v. 28, p.37-62, 1997.

- ROSA, M.S. et al. Antileishmanial Activity of a Linalool-Rich Essential Oil from *Croton cajucara*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 47, n. 6, p.1895-1901, 2003.
- SAMPAIO, P.T.B. *Propagação vegetativa do pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke) pelo método da estaquia*. 1987. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1987.
- SANTOS, R. *Diversidade genética de populações de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke)*. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2004.
- SCHNEIDER, S.; ROESSLI, D.; EXCOFFIER, L. *Arlequin* : a software for population data analysis (software). Geneva: University of Geneva, 2000.
- SIMIC, A. The chemical composition of some Lauraceae oils and their antifungal activities. *Phytother Res*, v. 18, n. 9, p.713-717, 2004.
- SPIRONELLO, W.R.; SAMPAIO, P.T.B.; RONCHI-TELES, B. Produção e predação de frutos em *Aniba rosaeodora* Ducke var. *amazonica* Ducke (Lauraceae) em sistema de plantio sob floresta de terra firme na Amazônia Central. *Acta Bot Bras*, v. 18, n. 4, p.801-807, 2004.
- TRIBUZI, E.S. et al. Importância do pau-rosa como alternativa de renda para pequeno produtor. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA, 30., 2017, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza, 2017. 6p.
- VERAS, Y.T. *Propagação in vitro e produção de mudas clonais de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke)*. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Centro Universitário Nilton Lins, Manaus, 2007.

# Geração de eletricidade em comunidades isoladas a partir de resíduos de biomassa: uma opção para a região amazônica

**Título Original:** Projeto GASEIFAMAZ(2002-2005) -Comparação entre tecnologias de gaseificação no Brasil e no exterior e formação de recursos humanos na região Norte (<http://143.107.4.241/projetos/gaseifamaz/gaseifamaz.htm>).

**Prêmio Benchimol:** 2004, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

## Suani Teixeira Coelho

Doutora em Energia pela Universidade de São Paulo (USP) – SP - Brasil. Professora e orientadora do Programa de Pós-Graduação em Energia (PPGE) da Universidade de São Paulo (USP) e do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia da Universidade de São Paulo (USP)/ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)/ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp) – SP - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/8333273103512768>

E-mail: [suani@iee.usp.br](mailto:suani@iee.usp.br)

## Vanessa Pecora Garcilasso

Pós-Doutorado pelo Instituto de Energia e Ambiente (IEE) - Brasil. Doutora em Ciências com ênfase em Energia pela Universidade de São Paulo (USP) – SP - Brasil. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa em Bioenergia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (GBIO/IEE/USP) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0911313088503538>

E-mail: [vgarcilasso@hotmail.com](mailto:vgarcilasso@hotmail.com)

## RESUMO

A Região Norte apresenta significativas dificuldades em termos de acesso à energia nas suas várias comunidades, que ainda dependem basicamente de geradores diesel. Além dos problemas de operação e manutenção, há o elevado custo desse combustível, que deve ser transportado por barco. O projeto GASEIFAMAZ teve como objetivo testar uma tecnologia de aproveitamento energético dos resíduos locais de biomassa, contribuindo para o acesso à energia e também para o meio ambiente, evitando o descarte inadequado desses resíduos, como ainda ocorre com frequência. Importou-se um sistema de gaseificação de biomassa (20 kW) fabricado pelo Indian Institute of Technology (Bangalore, Índia), com longa experiência nesta tecnologia. O sistema de gaseificação foi testado no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT-SP) e adaptado para ser alimentado com cascas de cupuaçu geradas a partir da extração da polpa, na comunidade. Avaliaram-se as condições de operação desse sistema e simplificou-se o procedimento, adaptando-o às condições brasileiras. O sistema foi transferido para a comunidade, para a geração de energia elétrica, e um programa de capacitação foi desenvolvido, a fim de permitir a operação e manutenção pela população local. Em 2005, o projeto GASEIFAMAZ recebeu o Primeiro Prêmio Samuel Benchimol na Categoria Ambiental.

**Palavras-chave:** Acesso à energia. Sistemas isolados. Resíduos de biomassa. Gaseificação de biomassa.

## **Electricity generation in isolated communities from biomass residues: an option for the Amazon region**

### **ABSTRACT**

*The northern region presents significant difficulties in terms of access to energy in its various communities, which still depend basically on diesel generators. In addition to the operation and maintenance problems, there is the fuel's high cost, which must be transported by boat. The GASEIFAMAZ project tested a technology to harvest energy from local biomass residues, contributing to energy access and also to the environment, avoiding the inadequate disposal of these residues, that still frequently occurs. A biomass gasification system (20 kW) was imported, manufactured by the Indian Institute of Technology (Bangalore, India), with long experience in this technology. The gasification system was tested at the Technological Research Institute of São Paulo (IPT-SP) and adapted to be fed with cupuaçu peels generated from pulp extraction in the community. The operating conditions of this system were evaluated and the procedure simplified, adapting it to Brazilian conditions. The system was transferred to the community for electric power generation, and a training program was developed in order to allow operation and maintenance by the local population. In 2005, the GASEIFAMAZ project received the First Samuel Benchimol Award in the Environmental Category.*

**Keywords:** Access to energy. Isolated systems. Biomass waste. Biomass gasification.

## **Generación de electricidad en comunidades aisladas a partir de residuos de biomasa: una opción para la región amazónica**

### **RESUMEN**

*La Región Norte presenta significativas dificultades en términos de acceso a energía en sus varias comunidades, que todavía dependen básicamente de generadores diesel. Además de los problemas de operación y mantenimiento, hay el elevado costo de ese combustible, que debe ser transportado por barco. El proyecto GASEIFAMAZ tuvo como objetivo probar una tecnología de aprovechamiento energético de los residuos locales de biomasa, contribuyendo al acceso a energía y también al medio ambiente, evitando el descarte inadecuado de esos residuos, como ocurre con frecuencia. Se importó un sistema de gasificación de biomasa (20 kW) fabricado por el Instituto Indian Institute of Technology (Bangalore, India), con larga experiencia en esta tecnología. El sistema de gasificación fue probado en el Instituto de Investigaciones Tecnológicas de São Paulo (IPT-SP) y adaptado para ser alimentado con cáscaras de cupuaçu generadas a partir de la extracción de la pulpa en la comunidad. Se evaluaron las condiciones de operación de ese sistema y se simplificó el procedimiento, adaptándolo a las condiciones brasileñas. El sistema fue transferido a la comunidad para la generación de energía eléctrica y se desarrolló un programa de capacitación para permitir la operación y el mantenimiento por la población local. En 2005, el proyecto GASEIFAMAZ recibió el Primer Premio Samuel Benchimol en la Categoría Ambiental.*

**Palabras clave:** Acceso a energía. Sistemas aislados. Residuos de biomasa. Gasificación de biomasa.

## INTRODUÇÃO

As regiões Norte e Nordeste do país concentram a maior parte das comunidades brasileiras de menor IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), como verificado ainda recentemente (BREA, 2015).

A Região Norte, em particular, apresenta significativas dificuldades em termos de acesso à energia nas suas várias comunidades, que ainda dependem basicamente de geradores diesel. Além dos problemas de operação e manutenção, há o elevado custo desse combustível, que deve ser transportado até a comunidade por barco. Em 2005, o custo final do óleo diesel era em média R\$2,50 por litro, sendo frequentemente não acessível para as comunidades.

É de conhecimento dos pesquisadores da área energética que essa questão é antiga e que as soluções adotadas têm se mostrado, com muita frequência, insatisfatórias. O modelo de fornecimento de energia elétrica adotado para as demais regiões do país não atende às características peculiares dessas regiões. A produção centralizada de energia elétrica e a posterior distribuição, através de redes de transmissão e distribuição, é praticamente inviável em um cenário onde os consumidores encontram-se dispersos por uma região muito extensa.

Assim, o projeto GASEIFAMAZ teve como objetivo testar uma tecnologia de aproveitamento energético dos resíduos locais de biomassa, contribuindo para o acesso à energia e também para o meio ambiente, evitando o descarte inadequado destes resíduos, como ainda ocorre com frequência.

O projeto GASEIFAMAZ foi financiado pela Finep (Financiadora de Estudos e Projetos - convênio Finep/CT-ENERG 23.01.0695.00) e teve como parceiros: Centro Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio – atualmente GBIO/Grupo de Pesquisa em Bioenergia – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo), BiomassUsers Network do Brasil (BUN), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Universidade do Amazonas (Ufam).

## O PROJETO GASEIFAMAZ

O projeto GASEIFAMAZ, com o intuito de suprir, de modo sustentável, a demanda de energia elétrica em comunidades isoladas, importou um sistema de gaseificação de 20 kW (gaseificador de leito fixo tipo down-draft) do Indian Institute of Science (IISc), Bangalore, Índia, e instalou-o para testes no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em São Paulo.

O assentamento Aquidabam, localizado no município de Manacapuru, no Estado do Amazonas, com 700 pessoas (cerca de 180 famílias) foi selecionado para o projeto piloto em questão, após detalhada pesquisa entre vários municípios da região. Manacapuru possuía na ocasião uma área plantada de cupuaçu de 100 hectares, para comercialização da polpa dessa fruta, e consumia cerca de 300 litros de óleo diesel por dia para geração de energia elétrica.

O sistema de gaseificação foi testado no IPT, e adaptado para ser alimentado com as cascas de cupuaçu geradas a partir da extração da polpa, na comunidade. O projeto avaliou as condições de operação deste sistema e simplificou sua operação, adaptando-o às condições brasileiras e tornando-o de fácil operação e manutenção, apto a ser instalado em comunidades isoladas para geração de energia elétrica. O sistema foi transferido para a comunidade selecionada, para a geração de energia elétrica, e um programa de capacitação foi desenvolvido, para permitir a operação e manutenção pelos habitantes locais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A simplificação do sistema de gaseificação, assim como do processo de operação e manutenção tiveram como objetivo o desenvolvimento de uma tecnologia simplificada e em condições de ser replicada em outras comunidades isoladas na Região Norte, a fim de gerar energia elétrica.

A instalação do sistema de gaseificação no assentamento Aquidabam possibilitou a implantação de uma agroindústria para a extração e venda da polpa do cupuaçu (produto com maior valor agregado), permitindo o aumento da renda da comunidade e conseqüentemente, melhoria na qualidade de vida dos moradores.

Com a experiência adquirida no projeto GASEIFAMAZ, foi desenvolvido em seguida (2005-2007) o projeto GASEIBRAS “Nacionalização da Tecnologia de Gaseificação de Biomassa e Formação de Recursos Humanos na Região Norte”, financiado pelo CNPq, que permitiu a transferência da tecnologia e a construção de um sistema semelhante no país, pelo IPT. Maiores detalhes do GASEIBRAS no site: <http://143.107.4.241/projetos/gaseibras/gaseibras.htm>. O Prêmio Samuel Benchimol recebido certamente deu uma importante visibilidade ao projeto, tendo como consequência o Voto de Aplauso recebido no Senado Federal e permitindo maior atenção às dificuldades de acesso à energia da Região Amazônica. Infelizmente, até a data de hoje grandes desafios ainda permanecem, principalmente pelo conservadorismo dos atores envolvidos e pela resistência a propostas inovadoras.

## REFERÊNCIAS

COELHO, S. T. et al. *Renewable Electricity Generation for Isolated Communities in Amazon Region usings mall-scalefixed-bed Biomass Gasification Systems - GASEIFAMAZ Project*. In: LATIN-AMERICAN CONGRESS: ELECTRICITY GENERATION AND TRANSMISSION, 6., 2005, Argentina. *Anais...* Argentina, 2005. Disponível em: <[http://143.107.4.241/download/projetos/gaseif\\_clagtee.pdf](http://143.107.4.241/download/projetos/gaseif_clagtee.pdf)>.

COELHO, S. T. et al. *Geração de Energia Elétrica para Comunidades Isoladas da Região Amazônica a partir de Sistemas de Gaseificação de Biomassa*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Centro de Convenções, 2004.

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Projeto Biomass Residues as Energy Source to Improve Energy Access and Local Economic Activity in Low HDI Regions of Brazil and Colombia (BREA)*. 2015. Disponível em: <<http://www.iee.usp.br/gbio/?q=node/47>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

---

## FOTOS

Foto 1 – Comunidade de Aquidabam



Foto: Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO).

Foto 2 – Fruto de cupuaçu



Foto: Centro Nacional de Referência em Biomassa (CENBIO).

Foto 3 – Inauguração do sistema de geração de eletricidade em Aquidabam, município de Manacapuru, Amazonas



Foto 4 – Sistema de gaseificação para geração de eletricidade instalado em Aquidabam, município de Manacapuru, Amazonas



## Apoio



[www.ibict.br](http://www.ibict.br)

## Patrocínio



## Realização

