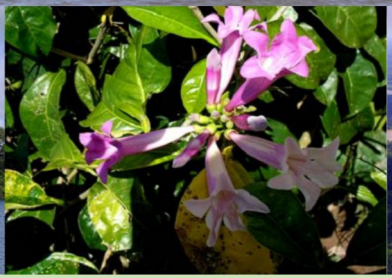
Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia SPC&T Fase II/PPG7



Belém, PA
Dezembro de 2008

CONFERÊNCIA DO SUBPROGRAMA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SPC&T FASE II/PPG7

ANAIS

Belém, 1º a 4 de dezembro de 2008

Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia SPC&T Fase II/PPG7 (2008: Belém, PA).
Anais da Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia SPC&T Fase II/PPG7, realizado em Belém, Pará, Brasil, de 1 a 4 de dezembro de 2008. Brasília: CNPq, 2009.
579p.

ISBN 978-85-7028-021-3

1. Políticas Públicas - Brasil 2. Desenvolvimento Sustentável 3. Recursos Naturais 4. Amazônia 5. Conservação Ambiental 6. Divulgação Científica I. Título

CDU 502

Anais da Conferência do SPC&T Fase II/PPG7

Realização
Ministério da Ciência e Tecnologia
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Apoio
United States Agency for International Development - USAID
Rain Forest Trust Fund - RFT
Banco Mundial - BIRD

Organizadores dos Anais
Denise de Oliveira
Everton Amâncio dos Santos
Márcia Aparecida de Brito

Revisão de texto
Eliana Maria Gouveia Fontes
Everton Amâncio dos Santos
Mariana Otero Cariello

Comitê Científico
Alaíde Braga de Oliveira
Angelo Antônio Agostinho
Ariane Luna Peixoto
Maurício de Carvalho Amazonas

Consultores Especialistas
Alaíde Braga de Oliveira
Ângelo Antônio Agostinho
Ariane Luna Peixoto
Eliana Maria Gouveia Fontes
Lúcia da Costa Ferreira
Maurício de Carvalho Amazonas
Orlando Moreira Filho
Walter de Paula Lima

Comissão Organizadora da Conferência

MCT

Alexandre Correia
Andréa Carla Righetti
Cláudia Morosi Czarneski
Ubirajara Araújo Filho

CNPq

Alexandre de Freitas Simões da Mota
Antônio Domingos de Oliveira
Deíza Maria Correa Lara Pinto
Denise de Oliveira
Everton Amâncio dos Santos
Fernando da Costa Pinheiro
Joaquim Eduardo Miranda Gomes
Jorge Alexandre Carvalho da Silva
José Fernando Chagas
Márcia Aparecida de Brito
Márcia Neide Marinho
Silvio Pedreira Pereira de Sá

Comissão de Apoio

MCT

Walquíria Régia Macedo Araújo

CNPq

Ângela Maria Evangelista Pacheco
Fredson Rocha Ferreira
Maria das Dores Alexandre Pereira

CAPA

Silvio Pedreira Pereira de Sá

Créditos das Fotos

Parte superior, da esquerda para a direita: sub-redes MANFLOR, BASPA, RECUPERAMAZ, BASPA, APAFBIO, HIDRO-PURUS.

O conteúdo dos textos que constam desta publicação é de responsabilidade dos autores.

Prefácio

A Conferência do Subprograma de Ciência e Tecnologia – SPC&T Fase II, do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil - PPG7, teve como objetivo promover a integração e o intercâmbio de informações científicas e tecnológicas entre as sub-redes de pesquisa, divulgar os resultados dos projetos e discutir políticas públicas para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais da Amazônia.

A programação da Conferência foi estruturada em mesas-redondas, sessão de painéis e sessão de exposição dos produtos de divulgação científica. Foram apresentados em mesas-redondas os resultados integrados das sub-redes, sendo a Mesa – Redonda I – Gestão dos Recursos Naturais da Amazônia; Mesa-Redonda II – Ecologia e Manejo de Organismos Aquáticos da Amazônia; Mesa-Redonda III – Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros da Amazônia e Mesa-Redonda IV – Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia. Adicionalmente, foram apresentadas e discutidas, na Mesa-Redonda V - Redes de Pesquisa do SPC&T Fase II na Amazônia: Políticas e Instrumentos de Fomento, as contribuições e lições aprendidas a partir do modelo de pesquisa em rede adotado no SPC&T Fase II para subsidiar a proposição de políticas e instrumentos de fomento em C&T para a Amazônia.

Foram apresentados na sessão de painéis os resultados dos projetos de pesquisa aprovados no âmbito do Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 48/2005. As sessões foram divididas por grupo temático, sendo que no 2º dia da Conferência foram expostos os resultados dos projetos de pesquisa das sub-redes constituintes dos grupos temáticos: "Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros" e "Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia". No 3º dia, foram apresentados os resultados das sub-redes dos grupos temáticos: "Gestão dos Recursos Naturais da Amazônia" e "Ecologia e Manejo de Organismos Aquáticos da Amazônia".

Em sessões paralelas, aconteceu a exposição dos produtos da divulgação científica (vídeos, DVDs, livros, cartilhas) gerados pelos projetos de divulgação científica aprovados no âmbito do Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 03/2007, bem como no âmbito das sub-redes.

Estes Anais contêm informações sobre o Subprograma de Ciência e Tecnologia – SPC&T Fase II/PPG7, incluindo a apresentação dos grupos temáticos de pesquisa, elaborada pelos consultores do Comitê de Julgamento do Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 48/2005, com exceção do Grupo "Temático Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia", que abrangeu a colaboração de analista do CNPq, os artigos-síntese das sub-redes relativos às palestras dos coordenadores de sub-redes apresentadas nas mesas-redondas temáticas, bem como os resumos expandidos dos resultados dos projetos de pesquisa apresentados na sessão de painéis. Foram também incluídos sumários dos relatórios dos projetos de divulgação científica, cujos produtos (DVDs, cartilhas, livros) foram apresentados na exposição de produtos da divulgação científica.

A publicação deste livro é mais um mecanismo de registro dos resultados e contribuições deste importante subprograma. Espera-se que esta publicação possa ampliar a divulgação desses resultados e promover o acesso ao conhecimento sobre gestão de águas, recuperação de áreas degradadas e uso e manejo dos recursos aquáticos (peixes, quelônios, jacarés, etc) e terrestres (produtos madeireiros e não-madeireiros) na Amazônia, bem como fortalecer a experiência bem sucedida da implantação (implementação) do modelo de redes de pesquisa no âmbito da política de C&T e subsidiar políticas públicas relacionadas ao uso sustentável e à conservação dos recursos naturais da Amazônia.

José Oswaldo de Siqueira
Diretor de Programas Temáticos e Setoriais
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Apresentação

O Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil - PPG7 é uma ação conjunta do governo brasileiro, da sociedade civil brasileira e da comunidade internacional, visando à conservação das florestas tropicais do Brasil.

Entre os subprogramas que compõem o Programa Piloto, o Subprograma de Ciência e Tecnologia - SPC&T Fase II tem como objetivo promover e disseminar, de forma coordenada, pesquisas científicas e tecnológicas em áreas relevantes do conhecimento, visando contribuir para a conservação e o desenvolvimento sustentável da Região Amazônica.

O Acordo de Doação RFT N.º TF054957 e USAID N.º TF054958A da Fase II do Subprograma de Ciência e Tecnologia (SPC&T) do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG7) foi assinado em 5 de agosto/2005. Tal Acordo de Doação envolveu recursos financeiros no valor de US$ 5,8 milhões, sendo US$ 5,1 milhões provenientes da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) e US$ 700 mil do Rain Forest Trust Fund (RFT) do Banco Mundial. Os recursos de contrapartida do governo brasileiro somaram US$ 753,5 mil. Em Em 14 de abril de 2008, foi aprovado o Aditivo do Acordo de Doação RFT N.º TF054957, no valor de US$ 400,000.00.

Essa Fase II enfatizou a pesquisa em rede nos grandes temas: Manejo Integrado de Ecossistemas Terrestres, Recuperação de Áreas Degradadas e Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas, com inserção de temas transversais (Etnociências, Economia Ecológica e Relação Estado e Sociedade) e a associação de grupos de pesquisa consolidados e emergentes da Amazônia. (Componente 1).

Cinqüenta e dois projetos de pesquisa estruturados em 11 sub-redes, cinco delas sediadas em Belém – PA, outras cinco em Manaus – AM e uma com sede em Rondônia – RO foram apoiadas por intermédio do Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 48/2005. Desses projetos resultou importante produção científica, em revistas internacionais e nacionais, periódicos, capítulos de livros, livros, trabalhos completos em Anais de Congressos, dissertações defendidas, resumos em congressos, entre outros. Além disso, alguns deles têm contribuído

com os Planos de Governo para a conservação e o desenvolvimento sustentável da Região Amazônica como, por exemplo, o Plano BR-163 Sustentável e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia. Cerca de 160 bolsistas atuaram nos projetos de pesquisa, representando expressiva contribuição para a capacitação de recursos humanos direcionada para a conservação e o desenvolvimento sustentável da Região Amazônica. Dos 52 projetos aprovados na Fase II do SPC&T/PPG7, 35% são coordenados por grupos emergentes. A maioria desses pesquisadores está vinculada a instituições emergentes como Embrapa Rondônia, Embrapa Acre, Universidade Federal de Rondônia (UNIR – RO), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA – MA), Centro Universitário Nilton Lins (CESNL – AM), Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – (IPAM – PA) e Associação de Levantamento Florestal do Amazonas (ALFA – AM).

Com relação à divulgação dos resultados de pesquisa do SPC&T, foram aprovados oito projetos de divulgação científica no âmbito do Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 03/2007, com articulação de divulgadores científicos e pesquisadores.

Quanto ao monitoramento e à avaliação dos projetos (Componente 3), no primeiro ano de execução, foram realizadas treze reuniões para avaliação e integração dos projetos de pesquisa de cada sub-rede. Em 2007 e 2008, houve, com bastante sucesso, a realização das reuniões de sub-redes agrupadas por quatro grupos temáticos, visando promover o intercâmbio de informações entre as sub-redes de áreas afins, além de otimizar recursos e fortalecer parcerias entre os pesquisadores.

É indiscutível a contribuição do SPC&T Fase II/PPG7 para o avanço da C&T para a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais, bem como para o fortalecimento das instituições de pesquisa da Região Amazônica.

Luiz Antônio Barreto de Castro
Secretário de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento
Ministério da Ciência e Tecnologia

Sumário

O Subprograma de Ciência e Tecnologia – SPC&T 1

Grupos Temáticos do SPC&T Fase II/PPG7 4

Grupo Temático I - Gestão dos Recursos Naturais da Amazônia 6

Artigo-síntese da sub-rede CONSERVAMAZÔNIA 11

Artigo-síntese da sub-rede HIDRO-PURUS 72

Artigo-síntese da sub-rede H_20 LIMPA 106

Grupo Temático II - Ecologia e Manejo de Organismos Aquáticos da Amazônia 169

Artigo-síntese da sub-rede BASPA 173

Artigo-síntese da sub-rede MAPEVAM 224

Artigo-síntese da sub-rede PROPEIXE..... 257

Grupo Temático III - Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros da Amazônia 306

Artigo-síntese da sub-rede MANFLOR..... 311

Artigo-síntese da sub-rede APAFBIO 368

Artigo-síntese da sub-rede UATUMÃ 402

Grupo Temático IV - Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia 426

Artigo-síntese da sub-rede RECUPERAMAZ..... 429

Artigo-síntese da sub-rede RECUPERA 510

Sessão de Exposição dos Produtos da Divulgação Científica 549

Índice de Autores i

O Subprograma de Ciência e Tecnologia – SPC&T

Márcia Aparecida de Brito[1]; Denise de Oliveira[1] & Cláudia Morosi Czarneski[2]

[1]Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (mabrito@cnpq.br); [2]Ministério da Ciência e Tecnologia.

O Subprograma de Ciência e Tecnologia - SPC&T é parte integrante do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil – PPG7, que é uma iniciativa conjunta do Governo do Brasil, da sociedade civil brasileira com o apoio da comunidade internacional (Banco Mundial, Usaid), visando à conservação das florestas tropicais do Brasil.

A primeira etapa do Subprograma de Ciência e Tecnologia - SPC&T, iniciada em 1995, tendo a FINEP como agência executora, foi realizada em duas fases (Emergencial e Fase I), abordando dois componentes: (i) Pesquisa Dirigida; (ii) Centros de Ciência, cujos objetivos básicos foram promover a geração e a divulgação de conhecimentos científicos e tecnológicos, relevantes à região, e criar condições para que instituições de pesquisa da Amazônia fossem transformadas em centros de referência/excelência. No primeiro componente, foram apoiados 23 projetos em 1995 (Edital MCT/FINEP nº 01/95) e 30 projetos de pesquisa em 1998 (Edital MCT/FINEP nº 01/98) e, no segundo componente, investidos recursos no fortalecimento institucional de dois centros de pesquisa da Amazônia: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

A segunda etapa do Subprograma de Ciência e Tecnologia, denominada como SPC&T Fase II foi iniciada em 2005, tendo o CNPq como agência executora e representa a continuidade da primeira etapa com a Fase Emergencial e a Fase I do SPC&T. O modelo executado nesta fase foi elaborado a partir de discussões com várias Instituições da Região Amazônica sobre lacunas de pesquisa, características importantes e possíveis desenhos para trabalho em redes de pesquisa. A Fase II busca integrar as novas demandas e necessidades de desenvolvimento científico e tecnológico em torno de questões básicas de sustentabilidade do ecossistema e de sua

exploração racional, tendo como objetivo promover, de forma coordenada e cooperativa, pesquisas científicas e tecnológicas em áreas relevantes do conhecimento, bem como a disseminação dos resultados da pesquisa que contribuam para a conservação e o desenvolvimento sustentável da Região Amazônica e o fortalecimento da capacidade regional de pesquisa.

Nesse sentido, a proposta da Fase II do SPC&T é mais ampla, na medida em que foram estruturadas redes de pesquisa com núcleos temáticos relevantes ao desenvolvimento sustentável – utilização e preservação – da Região Amazônica e com a inserção de temas transversais (Etnociências, Economia Ecológica e Relações Estado e Sociedade) permeando as pesquisas (Componente 1). A Fase II contempla, ainda, apoio para elaboração e execução de uma estratégia inovadora de divulgação de informações e resultados das pesquisas, tendo como público-alvo a população local, os gestores públicos e as entidades representativas dos diversos segmentos sociais (Componente 2), e operacionalização de um sistema de gerenciamento, monitoramento e avaliação, incluindo a realização de reuniões de sub-redes e Conferências de C&T (Componente 3).

Em 19 de agosto de 2005, foi lançado o Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 48/2005 com o objetivo de apoiar sub-redes e projetos de pesquisa em temas estratégicos para a Região Amazônica (Componente 1). Como resultado, foram aprovados 11 sub-redes e 52 projetos de pesquisa, com número de projetos/sub-rede variando de 4 a 6, cujo período de execução foi de março/2006 a setembro/2008.

Destaca-se na Fase II a inserção obrigatória de temas transversais (Etnociências, Economia Ecológica e/ou Relações Estado-Sociedade), visando aproximar os temas de pesquisa às demandas regionais, de acordo com as necessidades das comunidades locais e gestores públicos da Região Amazônica. Adicionalmente, o SPC&T Fase II procura fortalecer a capacidade regional de pesquisa na Amazônia, por meio das seguintes exigências presentes no Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 48/2005, entre outras: a) a obrigatoriedade da coordenação da sub-rede ser atribuída a um coordenador de instituição de pesquisa amazônica; b) a inserção obrigatória nas sub-redes da participação ativa de grupos de pesquisa emergentes da

região; e c) a possibilidade de aplicação de até 30 % dos recursos de cada projeto de pesquisa em bolsas.

Um aspecto relevante do SPC&T Fase II refere-se a um componente específico de divulgação dos resultados da pesquisa (Componente 2), tendo sido lançado, em 27 de abril de 2007, o Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 03/2007, apresentando um caráter inovador, sobretudo por concorrerem divulgadores científicos com propostas articuladas com os cientistas, visando à divulgação dos resultados das pesquisas científicas e tecnológicas obtidas nos projetos do componente 1, possibilitando também a divulgação de pesquisas apoiadas na Fase I do Subprograma de Ciência e Tecnologia, desde que apresentasse conexão com sub-temas implementados pelo SPC&T Fase II.

Foram aprovadas oito propostas de divulgação científica, contemplando três temas de pesquisa previstos no referido Edital, quais sejam: "Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia", "Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros da Amazônia" e "Recursos Pesqueiros e Organismos Aquáticos", cujo público-alvo foi representado pela população local, instituições de ensino formal e não-formal (professores, extensionistas, monitores), instituições de públicos específicos (associações, sindicatos, cooperativas), gestores públicos e tomadores de decisão, todos da Amazônia.

As sub-redes e os respectivos projetos de pesquisa tiveram acompanhamento e foram permanentemente avaliados por consultores especialistas do Comitê de Julgamento do Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 48/2005, pelo CNPq, MCT e pelo Banco Mundial, através de reuniões periódicas, visitas técnicas e relatórios de progresso, e ainda, da presente Conferência (Componente 3). Cumpre ressaltar a excelente participação desses consultores nas reuniões de sub-redes, na coordenação da oficina de divulgação científica, na avaliação de solicitações de remanejamento de recursos, de mudanças de titularidade (coordenação de sub-rede e/ou projetos de pesquisa), e especialmente, na Conferência do SPC&T Fase II.

Grupos Temáticos do SPC&T Fase II/PPG7

Foram apresentados em mesa-redonda os resultados de pesquisa integrados das sub-redes agrupadas por grupos temáticos, sendo a Mesa – Redonda I – Gestão dos Recursos Naturais da Amazônia; Mesa-Redonda II – Ecologia e Manejo de Organismos Aquáticos da Amazônia; Mesa-Redonda III – Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros da Amazônia e Mesa-Redonda IV – Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia, conforme o Quadro 1.

Quadro 1. Relação das sub-redes por grupos temáticos.

GT[1]	Sigla e Título da Proposta de Sub-rede	Coordenador	Instituição
I	CONSERVAMAZÔNIA - Conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais da floresta: base para o desenvolvimento sustentável da Amazônia	Phillip Martin Fearnside	INPA - AM
	HIDRO-PURUS - Os efeitos das intervenções antrópicas na Bacia do Purus: análise das relações entre as funções ambientais, atores sociais e gestão das águas na Amazônia Legal	Andrea Viviana Waichman	UFAM - AM
	H_2O LIMPA – Usos múltiplos da água, sua contaminação e conseqüências à saúde pública na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Madeira: subsídio para conservação e zoneamento ambiental	Wanderley Rodrigues Bastos	UNIR - RO
II	BASPA – Bases para a sustentabilidade da pesca na Amazônia	Carlos Edwar de Carvalho Freitas	UFAM - AM
	MAPEVAM - Manejo integrado dos recursos pesqueiros na várzea amazônica. Estudo comparativo de duas regiões: Médio Amazonas e Purus	David Gibbs McGrath	UFPA - PA
	PROPEIXE - Conservação e manejo das espécies de peixes da Amazônia visando um cenário de sustentabilidade	Vera Maria Fonseca de Almeida e Val	INPA - AM

III	MANFLOR - Manejo e conservação de recursos florestais madeireiros e não-madeireiros	João Olegário Pereira de Carvalho	Embrapa Amazônia Oriental - PA
	APAFBIO - Aproveitamento de plantas amazônicas como fontes de biodefensivos	José Luiz Martins do Nascimento	UFPA - PA
	UATUMÃ - Diversidade vegetal e de moléculas bioativas na Reserva Biológica de Uatumã, Amazônia Central	William Ernest Magnusson	INPA - AM
IV	RECUPERAMAZ - Alternativas para recuperação de áreas degradadas na Amazônia	Cláudio José Reis de Carvalho	Embrapa Amazônia Oriental - PA
	RECUPERA - Manejo e recuperação de recursos naturais em paisagens antropizadas na Amazônia Oriental	Oriana Trindade de Almeida	IPAM - PA

[1] GT I - Grupo Temático "Gestão dos Recursos Naturais da Amazônia"; GT II - Grupo Temático "Ecologia e Manejo de Organismos Aquáticos da Amazônia"; GT III - Grupo Temático "Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros da Amazônia" e GT IV - Grupo Temático "Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia".

Grupo Temático I - Gestão dos Recursos Naturais da Amazônia

Walter de Paula Lima[1]; Orlando Moreira Filho[2] & Maurício de Carvalho Amazonas[3]

[1]Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (wplima@pq.cnpq.br); [2]Universidade Federal de São Carlos (omfilho@power.ufscar.br); [3]Universidade de Brasília (mauricioamazonas@uol.com.br).

Estudos visando à gestão dos recursos naturais da Amazônia, principalmente no que diz respeito à conservação das florestas tropicais, são, por natureza, de longo prazo. Talvez seja por decorrência deste fato a impressão geral que se tem de que é muito difícil, senão impossível, alcançar o manejo sustentável, já que os trabalhos realizados ou em andamento, apesar de consistentes e numerosos, acabam não produzindo resposta imediata que atenda as expectativas e os anseios de curto prazo.

Por outro lado, trata-se também de um problema de enorme complexidade e é nesta complexidade natural que se encontra a chave para o seu entendimento e para o estabelecimento de estratégias para a sua conservação. Ou seja, a análise de elementos isolados desse contexto, sem levar em conta as infindáveis interações e inter-relações características dos ecossistemas tropicais, tende a ser no mínimo incompleta, quando não tendenciosa. E estas interações e inter-relações não se restringem apenas aos processos ecológicos e hidrológicos do ecossistema, mas permeiam, também, os aspectos culturais, sociais e políticos envolvidos na conservação e no uso sustentável dos recursos naturais.

Neste sentido, duas grandes contribuições do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil – PPG7, no âmbito do Subprograma de Ciência e Tecnologia Fase II, podem ser assim resumidas:

a) Possibilitar que importantes projetos em andamento na região Amazônica não sofressem solução de continuidade e, mais importante ainda, pudessem receber recursos adicionais que os revigoraram e os ampliaram, como é o caso do PDBFF – Projeto

Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, coordenado pelo INPA em parceria com o Smithsonian Institute, que vem proporcionando importantes informações sobre os processos de degradação decorrentes da fragmentação florestal, e dos trabalhos do Grupo AGROECO, do INPA, que vem trabalhando com a análise dos processos de mudanças de uso da terra na Amazônia ao longo das últimas três décadas;

b) Incentivar a prática multidisciplinar e transdisciplinar nos estudos sobre gestão dos recursos naturais da Amazônia por meio do estabelecimento de sub-redes de pesquisa, assim como a análise da transversalidade das ações e dos resultados obtidos por elas.

No caso do Grupo Temático 1, intitulado Gestão dos Recursos Naturais da Amazônia, seus objetivos se concentram nas questões voltadas ao entendimento das dinâmicas naturais e sociais dos ecossistemas amazônicos florestais e hídricos. Visando articular conhecimentos existentes e produzir conhecimentos novos que vão desde o conhecimento científico básico de espécies florestais, em sua dinâmica de crescimento e reprodução, conhecimentos básicos de ambientes hídricos, tanto em termos de micro-análises limnológicas quanto macro-análises de ciclos hidrológicos, passando por análises sociais e econômicas relativas aos impactos humanos sobre os ecossistemas naturais, o grupo temático constituiu-se das seguintes sub-redes: a CONSERVAMAZÔNIA – Conservação da Biodiversidade e dos Serviços Ambientais da Floresta: base para o desenvolvimento sustentável da Amazônia; a HIDRO-PURUS – Efeitos das Intervenções Antrópicas na Bacia do Purus: análise das relações entre as funções ambientais, atores sociais e gestão das águas na Amazônia Legal; e a H_20 LIMPA – Usos Múltiplos da Água, sua Contaminação e Conseqüências à Saúde Pública na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Madeira: subsídio para conservação e zoneamento ambiental. Cada uma delas, por sua vez, é composta por vários projetos de pesquisa.

Em sua essência, a proposta básica da sub-rede CONSERVAMAZÔNIA está voltada a aprofundar o conhecimento dos ecossistemas florestais amazônicos visando subsidiar políticas públicas que concorram para a manutenção da “floresta em pé”, em contrapartida a sua eventual exploração econômica, freqüentemente

apenas comparada com o uso substitutivo por pastagem, ou ainda ao aumento gradativo de sua vulnerabilidade, na medida em que novas estradas de acesso e as conseqüentes estradas vicinais projetadas aumentam o arco do desmatamento. Valorar os assim chamados "serviços ambientais" desta condição de permanência da floresta em pé é, afinal, o objetivo final da sub-rede. Basicamente, as metas desta sub-rede envolvem a releitura e a revisitação de informações já disponíveis, tanto as obtidas por inúmeros projetos já realizados na região, quanto pelos resultados dos trabalhos em andamento pelo próprio grupo do INPA. Esta releitura, por exemplo, permitiu a produção de um mapa da biomassa da Amazônia brasileira a partir dos resultados de 2072 parcelas inventariadas pelo Projeto RadamBrasil, que apontam para o valor de 123 Giga toneladas de peso seco, incluídas a parte aérea e abaixo do solo, equivalente a cerca de 51,1 Giga toneladas de carbono estocadas na floresta. Por outro lado, o aprofundamento dos estudos sobre as conseqüências da fragmentação da floresta amazônica, resultante da continuidade e da ampliação do projeto PDBFF, vem esclarecendo os processos ecológicos envolvidos na gradativa degradação dos fragmentos remanescentes. Paralela e concomitantemente, um outro projeto da sub-rede vai em direção do melhor entendimento do processo inverso, ou seja, a partir de áreas desmatadas e em vias de degradação, estabelecer as melhores alternativas para o resgate gradativo dos serviços ambientais. Outro aspecto consistente desta sub-rede, no que diz respeito ao tema central deste grupo temático, ou seja, gestão dos recursos naturais na Amazônia, é a estratégia do uso da microbacia hidrográfica como unidade experimental e de planejamento da gestão dos recursos naturais. Como unidade ecossistêmica da paisagem, a microbacia, sem dúvida, proporciona condições para a visão integrada do manejo e da conservação dos recursos naturais. A partir do entendimento sistêmico dos processos ecológicos e hidrológicos envolvidos na dinâmica ou no funcionamento da microbacia hidrográfica, é possível estabelecer estratégias integradas de manejo e de conservação dos serviços ambientais, principalmente aqueles relacionados com a conservação dos recursos hídricos. A partir destas informações na escala da microbacia, por outro lado, o uso de ferramentas de simulação pode

possibilitar a formulação de modelos visando a transposição dos resultados para escalas regionais, assim ajudando no planejamento de ações de desenvolvimento e conservação da Amazônia.

Neste sentido, a sub-rede HIDRO-PURUS foi estabelecida com o propósito de enfrentar esse desafio de analisar, de forma integrada, as interações e as alterações ambientais decorrentes do uso dos recursos naturais na escala da macrobacia do Rio Purus. A análise se reveste de enorme relevância, uma vez que esta macrobacia ainda se mostra em bom estado de preservação, mas que poderá vivenciar a médio prazo um processo de degradação equivalente a demais bacias já antropizadas. Trata-se realmente de uma tarefa difícil, levando em conta a extensão da área territorial envolvida, cerca de 373.000 km^2, parte da qual inclusive localizada no Peru, as dificuldades naturais de acesso ao longo da área, assim como a própria natureza da proposta, que busca obter ferramentas para a gestão das águas na Amazônia a partir da análise das relações entre funções ambientais, sociais, econômicas, políticas, institucionais e culturais, na escala de uma macrobacia. De forma até surpreendente, os resultados preliminares desta sub-rede têm contribuído para o estabelecimento de um diagnóstico claro a respeito das relações hidrológicas, bem como de possíveis cenários de estabilidade ou de degradação desse macro sistema. O alcance do desenvolvimento sustentável na região deve, por natureza, levar em conta o conhecimento, as demandas e as interações sociais e culturais das comunidades locais, o que representa significativa contribuição dos estudos realizados para o estabelecimento de políticas públicas relacionadas com o pagamento dos serviços ambientais e a inclusão das comunidades locais nesse processo de desenvolvimento.

A sub-rede H_20 LIMPA, por sua vez, tem também o propósito de trabalhar numa escala macro, tendo a bacia hidrográfica do rio Madeira como palco da proposta de se estudar as condições ambientais da bacia, principalmente voltado para a análise da qualidade de vida e de saúde pública das comunidades locais, visando obter um diagnóstico mais claro dos problemas relacionados à degradação do ecossistema aquático. O foco da sub-rede está dirigido para os estudos dos processos físico-químicos e biológicos que envolvem poluentes persistentes nas condições tropicais, mas

não apenas do ponto de vista dos resultados de análises laboratoriais da amostras de água, mas principalmente a partir do entendimento das relações entre as fontes de poluição e das influências antrópicas.

Finalmente, outro objetivo do Subprograma de Ciência e Tecnologia Fase II - PPG7, além dos aspectos já mencionados, diz respeito à divulgação dos resultados obtidos e à transferência rápida e efetiva das informações para a sociedade na forma de políticas e diretrizes de desenvolvimento sustentável da Amazônia. Neste sentido, a análise dos inúmeros trabalhos publicados, de livros e capítulos de livros editados e da participação em eventos nacionais e internacionais pelos pesquisadores participantes das sub-redes deste grupo temático revela não apenas uma significativa produtividade, mas principalmente uma confirmação do sucesso deste programa de incentivo à pesquisa.

Artigo-síntese da sub-rede CONSERVAMAZÔNIA

A conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais da floresta como base para o desenvolvimento sustentável da Amazônia: resultados da sub-rede CONSERVAMAZÔNIA

Philip Martin Fearnside[1]; Flávio J. Luizão[1]; Henrique E.M. Nascimento[2]; José Luis C. Camargo[2]; Rita C.G. Mesquita[1] & Regina C.C. Luizão[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (pmfearn@inpa.gov.br); [2]Associação de Levantamento Florestal do Amazonas.

1. Introdução

A floresta amazônica fornece serviços ambientais de grande valor para a população humana da Amazônia, do Brasil e do Mundo. Estes serviços incluem a manutenção da biodiversidade, o ciclo hidrológico e os estoques de carbono, que evitam a emissão de gases de efeito estufa. Embora haja reconhecimento geral do fato que esses serviços têm um valor muito maior do que os lucros monetários ganhos pela destruição da floresta para exploração madeireira e implantação de pastagens, o avanço contínuo do desmatamento na região reflete a falta de mecanismos para tornar os serviços ambientais uma alternativa competitiva nas decisões sobre usos da terra na maior parte da Amazônia hoje. Há urgência em realizar uma transformação da economia regional para substituir a base destrutiva que predomina hoje por uma economia baseada no suprimento de serviços ambientais. Isto requer avanços em muitos campos, desde a esfera diplomática e política até a pesquisa científica. Visando contribuir a este esforço, a Sub-Rede CONSERVAMAZÔNIA, do Programa Piloto para Conservação das Florestas Tropicais do Brasil (PPG7), Fase II, focaliza as suas pesquisas sobre vários aspectos chave do funcionamento da floresta intacta, da floresta perturbada por fragmentação e mudança climática, e das áreas desmatadas. A Sub-Rede tenta integrar as informações de diferentes níveis, propor ações que maximizam o fornecimento dos serviços ambientais das

florestas e da paisagem já desmatada, e interpretar diferentes escolhas para o desenvolvimento futuro em termos das suas conseqüências para os serviços ambientais.

2. Métodos

Os métodos usados são variados dependendo de cada tipo de pesquisa. Medidas de biomassa envolveram amostragem destrutiva com pesagem completa de mais de 300 árvores no arco de desmatamento, medindo as dimensões físicas, densidade de madeira e outros parâmetros. Estudos de ciclagem de carbono e nutrientes em floresta envolveram amostragem de liteira e água e monitoramento de fluxos químicos em microbacias hidrográficas sob floresta e em área alterada, com pastagem e sucessão secundária. Estudos de crescimento secundário envolveram monitoramento de 18 transetos (parcelas permanentes) com 4.500 árvores. Estudos da dinâmica populacional das árvores na floresta envolveram monitoramento das mais de 65.000 árvores que estão mapeadas e identificadas nas reservas do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), ao norte de Manaus. Estudos de fenologia e propágulos envolveram monitoramento mensal da floração, frutificação e sucesso reprodutivo de árvores no PDBFF. Divulgação dos resultados incluiu cursos de extensão e para tomadores de decisões, comunicação direta com órgãos estaduais relevantes, e exposição em palestras, entrevistas e ensino. Detalhes sobre os métodos e resultados se encontram nos *sites* dos grupos componentes da Sub-Rede: http://pdbff.inpa.gov.br; http://LBA.inpa.gov.br; e http://AGROECO.inpa.gov.br.

3. Resultados

A Sub-rede CONSERVAMAZÔNIA tem concentrado os seus esforços no Estado do Amazonas, que é um local crítico para o futuro rumo de desmatamento e de perda de serviços ambientais. Diferente de locais onde o processo de desmatamento já está em estágio avançado, como nos estados de Pará, Mato Grosso e Rondônia, grande parte do Estado do Amazonas ainda se encontra sob floresta intacta devido à dificuldade de acesso a partir das fontes de migração. Tudo isto está prestes a mudar se forem construídas as

estradas planejadas no Estado, começando com a rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho) (Fearnside & Graça, 2008). Uma modelagem do avanço do desmatamento na Área de Limitação Administrativa Provisória (ALAP) da BR-319 indica o rápido avanço do desmatamento em áreas fora de Unidades de Conservação após a abertura da estrada. As áreas protegidas planejadas teriam um efeito importante na redução de desmatamento na ALAP, estabelecendo a diferença entre um cenário de "conservação" e de "negócios como sempre" totalizando 310 milhões de toneladas de emissão de carbono. Este carbono tem um valor considerável, e as diversas considerações no calculo do valor deste serviço ambiental constituam um dos principais assuntos na economia ecológica hoje. Essas considerações incluem os efeitos de vazamento, incerteza, permanência e o valor atribuído ao tempo.

Pesquisas sobre a biomassa da floresta têm reduzido a incerteza sobre os valores das emissões de carbono provocadas pelo desmatamento, melhorando os dados sobre a variação espacial da densidade da madeira, do conteúdo de água, da altura e outras características alométricas das árvores, da contribuição relativa das copas das árvores e das árvores pequenas no total da biomassa (Nogueira *et al.*, 2008). Estas melhorias, sobretudo no arco de desmatamento, têm diminuído, por exemplo, a estimativa para emissão em 2004 em 24 milhões de toneladas de carbono, quantidade equivalente ao triplo da emissão anual da cidade de São Paulo (Nogueira *et al.*, 2007).

Estudos do ciclo de carbono na floresta natural estão ajudando a resolver uma das grandes controvérsias da última década sobre o papel da região no clima global, isto é, o grau em que a floresta funciona como um sumidouro de carbono, retirando gás carbônico da atmosfera. As pesquisas indicam um fluxo substancial de carbono fixado pela floresta sendo transportado pelos pequenos cursos d'água em forma de carbono dissolvido e particulado, o que implica neste carbono sendo oxidado e lançado de volta ao ar quando chega ao Rio Amazonas e outros rios e lagos, onde um processo de oxidação maciço já foi estimado (Luizão, 2007).

O número de queimadas sucessivas nas pastagens mostrou ter o efeito de retardar a recuperação dos serviços ecossistêmicos da

decomposição da matéria orgânica e da disponibilização dos nutrientes no solo. Verificou-se um acúmulo considerável de carbono a baixas profundidades nos baixios arenosos de floresta, em forma lábil e, então, potencialmente susceptível à liberação para a atmosfera em forma de CO_2.

Entre as árvores potencialmente reprodutivas, 80,7% reproduziram na floresta contínua comparada com apenas 56,5% no fragmento florestal, indicando uma ameaça adicional, até agora desconhecida, da fragmentação que acompanha o desmatamento na Amazônia.

4. Discussão e Conclusão

Entender a ciclagem de nutrientes na floresta é essencial para entender a persistência da floresta e a sua resiliência ou fragilidade frente a mudanças como a fragmentação, a exploração madeireira, os incêndios e as mudanças climáticas (Bohlman *et al.*, 2008; Laurance *et al.*, 2006, *in press*; Luizão *et al.*, *in review*; Nascimento *et al.*, 2006). Entre estes, os efeitos estudados foram os impactos da fragmentação na reprodução das árvores. O processo de produção de sementes e arvoretas na floresta é importante para esforços de reflorestamento e para desenvolvimento de sistemas agroflorestais. O enriquecimento de capoeiras com frutíferas e essências madeireiras ajuda a manter as funções ecológicas da floresta enquanto gera produtos com valor comercial. Estas medidas são especialmente importantes na área de Manaus, onde há extensas áreas de vegetação secundária em risco de invasão se a rodovia BR-319 for aberta, trazendo os processos e atores do arco de desmatamento para a Amazônia Central. Para a floresta primária ainda intacta, os serviços ambientais oferecem o potencial mais valioso e mais sustentável para manter as populações tradicionais na região (Fearnside, 2008).

5. Referências Bibliográficas

Bohlman, S.A.; Laurance, W.F.; Laurance, S.G.; Nascimento, H.E.M.; Fearnside, P.M. & Andrade, A. 2008. Importance of soils, topography and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities. *Journal of Vegetation Science* 19: 863-874.

Fearnside, P.M. 2008. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 80: 101-114.

Fearnside, P.M. &. Graça, P.M.L.A. 2008. Veias que sangram. *Scientific American Brasil* Especial Amazônia 3: 60-67.

Laurance, S.G.W.; Nascimento, H.E.M; Laurance, W.F.; Andrade, A.; Fearnside, P.M.; Rebello, E.R.G. & Condit, R. *in press*. Rapid change in Amazonian forest dynamics: effects of climate change? *Journal of Vegetation Science*.

Laurance, W.F.; Nascimento, H.E.M; Laurance, S.G.; Andrade, A.C.; Fearnside, P.M.; Ribeiro, J.E. & Capretz, R.. 2006. Rainforest fragmentation and the proliferation of successional trees. *Ecology* 87: 469-482.

Luizão, F.J. 2007. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e Cultura* 59: 31-36.

Luizão, F.J.; Fearnside, P.M.; Cerri, C.E.P. & Lehmann, J. The maintenance of soil fertility in Amazonian managed systems. In: Keller, M; Dias, P. S & Gash, J. (Eds.). *Amazonia and Global Change*. Washington: American Geophysical Union. *In review*.

Nascimento, H.E.M.; Andrade, A.C.; Camargo, J.L.C.; Laurance, W.F.; Laurance, S.G. & Ribeiro, J.E.L. 2006. Effects of the surrounding matrix on tree recruitment in Amazonian forest fragments. *Conservation Biology* 20: 853-860.

Nogueira, E.M.; Fearnside, P.M.; Nelson, B.W.; Barbosa, R.I. & Keizer, E.W.H. 2008. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: new allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management* 256: 1853-1857.

Nogueira, E.M.; Fearnside, P.M.; Nelson, B.W. &. França, M.B. 2007. Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. *Forest Ecology and Management* 248: 119-135.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede CONSERVAMAZÔNIA

	Coordenador	Título do projeto de pesquisa	Instituição
1	Flavio Jesus Luizão	Funcionamento biogeoquímico da floresta e ecossistemas alterados na Amazônia Central - perda e recuperação de serviços ambientais da floresta	INPA - AM
2	Henrique Eduardo Mendonça Nascimento	Estudo de longo prazo das comunidades arbóreas em florestas fragmentadas e contínuas: uma abordagem para conservação e funcionamento de ecossistemas	Associação de Levantamento Florestal do Amazonas – ALFA - AM
3	José Luís Campana Camargo	Estudos para a conservação e uso de recursos florestais: fenologia reprodutiva, morfologia, germinação e viabilidade de propágulos de árvores tropicais	Associação de Levantamento Florestal do Amazonas – ALFA - AM
4	Philip Martin Fearnside	Conservação da biodiversidade e dos serviços ambientais da floresta: bases para o desenvolvimento sustentável da Amazônia	INPA - AM
5	Rita de Cássia Guimarães Mesquita	Sucessão ecológica em áreas degradadas da Amazônia central: processos, causas e conseqüências	INPA - AM

Estoques e formas de carbono no solo sob floresta na Amazônia Central: suas relações com atributos físicos e seu potencial como reservatório ou fonte de emissões de carbono para a atmosfera

Jean Dalmo O. Marques[1] (jdomarques@hotmail.com); Flávio J. Luizão[2]; Fabiane L. Oliveira[3,4]; Ana Carla S. Gomes[3]; Fernanda L. Oliveira[4]; Bernardo Flores[3,4]; Tânia P. Pimentel[2] & Regina C.C. Luizão[2]

[1]Doutorando em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Mestrando em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [4]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

Os solos contêm cerca de 3 a 4 % a mais de carbono (C) do que o total contido na atmosfera e biosfera (Lal *et al*., 1997), sendo o principal reservatório temporário de carbono no ecossistema. Assim, o balanço entre as entradas e saídas de C no solo exerce uma influência crítica nas concentrações do CO_2 da atmosfera e, possivelmente, no clima regional e global (Jobbagy & Jackson, 2000), indicando a enorme importância de sua quantificação em termos espaciais e temporais. Porém, ainda são escassos os estudos sobre a distribuição quantitativa e qualitativa do carbono nas frações do solo em diferentes posições topográficas na Amazônia, bem como sobre as formas (frações funcionais) da matéria orgânica e sua susceptibilidade potencial frente às mudanças de uso da terra e do clima. Neste estudo, procurou-se estimar os estoques e formas de C do solo em diferentes posições topográficas na Amazônia central, avaliando-se a influência dos atributos físicos (densidade, textura, estabilidade de agregados e porosidade) e hídricos (retenção de água, condutividade, infiltração, armazenamento de água) do solo, e da cobertura vegetal de cada local sobre a estocagem, distribuição e as formas do carbono do solo.

2. Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Colosso, na estrada vicinal ZF-3, e na Reserva Biológica do Cuieiras, na ZF-2; na Estação Experimental DAS do CPAA/EMBRAPA, todas situadas ao norte de Manaus, AM. Toposseqüências constituídas por platôs (Latossolo argiloso), vertentes (Argissolo) e baixios (Espodossolo) foram estudados sob floresta primária (ZF-2) e em ambiente alterado, com pastagem antiga e sucessões secundárias (ZF-3). A produção de liteira foi medida quinzenalmente em 10 coletores de 50 x 50 cm em cada parcela estudada; a liteira depositada sobre o solo foi medida a cada 2 meses, com quadros de madeira de 20 x 20 cm; as concentrações de C e nutrientes no solo foram medidas em amostras compostas de cada parcela, e também especificamente sob as espécies dominantes em florestas secundárias; os teores de C e nutrientes das folhas e da liteira destas espécies dominantes foram analisados separadamente; o C orgânico e as frações leves e pesadas da matéria orgânica do solo, até 2 m de profundidade, foram determinados seguindo a metodologia descrita pela Embrapa (1999). Foram feitos testes de infiltração, condutividade hidráulica e umidade do solo; uma sonda de nêutrons foi usada para monitorar o armazenamento de água ao longo do tempo nas camadas do solo; amostras indeformadas foram coletadas em trincheiras, para determinar o tamanho e a distribuição dos poros através da curva de retenção de água no solo; a condutividade hidráulica foi medida com o permeâmetro de Guelph.

3. Resultados

A produção de liteira nas áreas da floresta natural (ZF-2) não diferiu significativamente entre as florestas primárias de platô, vertente e baixio (p = 0,11). Nas parcelas de vegetação secundária (capoeiras), a média da produção de liteira foi de 12,7 $Mg.ha^{-1}$,e o estoque médio de liteira sobre o solo foi de 25,4 $Mg.ha^{-1}$, resultando numa taxa de retorno, ou seja, coeficiente de decomposição (k_L) de 0,55 para os anos de 2006 e 2007. Uma produção mais baixa de liteira foi geralmente encontrada em capoeiras crescendo sobre antigos pastos com maior número de queimas, que também mostraram maiores acúmulos de liteira sobre o solo e menores taxas de retorno da liteira (k_L entre 0,3 e 0,4 para a maioria das parcelas). Isto sugere que a

liteira de menor qualidade nutricional destas parcelas, associada a uma comunidade de decompositores ainda não-recomposta, mesmo após 15 ou 20 anos, faz com que mais liteira permaneça acumulada sobre o solo, retardando o processo de recuperação das sucessões secundárias após pastos com vários episódios de queima. O histórico de uso prévio (pastagem), a idade desde o abandono e o número de queimas influíram também na concentração de nutrientes foliares e no solo sob influência direta da árvore de forma diferenciada para as três principais espécies pioneiras da regeneração natural sobre áreas abandonadas na área de estudo. Por exemplo, em *Vismia cayennensis,* as práticas de manejo interferem na reabsorção de N e P antes da abscisão e senescência das folhas. O cálcio pode estar se tornando limitante nessas florestas à medida que a concentração no solo diminui com a idade dos sítios. *Cecropia sciadophylla* apresentou maior eficiência de reabsorção de P, K e Mg e menor razão C:N foliares, que podem determinar um maior potencial de *C. sciadophylla* para recuperar áreas degradadas (Gomes, 2008). Houve variação significativa no aporte de liteira nas margens entre o igarapé Asu, localizado na ZF-2 (13,3 $Mg.ha^{-1}$), e igarapé Ponta Verde, na ZF-3 (12,8 $Mg.ha^{-1}$) ($p < 0,01$; F = 20,1; n = 363) e entre os meses de coleta ($p < 0,01$; F = 14,2; n = 363). Os estoques de carbono nas camadas superficiais não diferiram estatisticamente entre o Latossolo (platô) e o Argissolo (vertente); no entanto, com o aumento da densidade do solo e espessura do horizonte pedológico, em profundidades maiores, eles diferem entre si. O Espodossolo (baixio), devido à maior densidade da areia e maior deposição de material orgânico na superfície diferiu significativamente dos outros dois solos mais argilosos. No Latossolo, o horizonte pedológico compreendido entre 10-45 cm apresentou os maiores teores de carbono representando 34% do total até 2 m de profundidade; no Argissolo, o horizonte compreendido entre 0-14 cm foi o que mostrou o maior teor de carbono, contribuindo com 29% do estoque total até 2 m. No Espodossolo, o horizonte de 0-30 cm foi o que apresentou teores muito mais altos de C, sendo responsável por 66% do estoque do carbono contido no perfil do solo até 2 m. Isto fez com que o estoque de C no solo até 40 cm de profundidade, geralmente considerado pelo IPCC para cálculos de emissões potenciais de C,

fosse maior no baixio do que na vertente e platô. Esta influência faz-se sentir fortemente até mesmo no cálculo do estoque de C até 2 m de profundidade, onde o baixio tem os maiores estoques (241 +- 23,8 $Mg.ha^{-1}$), seguido pelo platô (187 +- 28,5 $Mg.ha^{-1}$) e vertente (171 +- 71,2 $Mg.ha^{-1}$). Deste estoque de C, o baixio tem as maiores proporções de matéria orgânica na forma leve e livre (ou lábil): de 0,9 a 43 $g.kg^{-1}$, contra 0 a 38 $g.kg^{-1}$ na vertente e 0,1 a 26 $g.kg^{-1}$ no platô.

4. Discussão e Conclusão

As sucessões secundárias crescendo sobre áreas de antigas pastagens submetidas a sucessivas queimas mostram indícios de fortes limitações nutricionais no solo para o crescimento de plantas e a diversificação da vegetação, conforme demonstrado pelas características de produção e acúmulo de liteira, sua qualidade química e a disponibilidade (baixa) de nutrientes nas camadas superficiais do solo. Isto significa que o uso de fogo como prática de limpeza das pastagens deve ser evitado ou reduzido ao máximo, uma vez que compromete o crescimento do pousio após abandono da área. Em profundidades maiores, os solos argilosos, especialmente no platô, apresentam maiores teores e estoques de C do que nos horizontes correspondentes de solos arenosos ou mistos, demonstrando sua importância na retenção de C a mais longo prazo. A maior concentração de carbono abaixo de 1 m de profundidade em ambientes tropicais deve-se à espessura dos horizontes sub-superficiais e à atividade de raízes profundas, necessárias para manter a floresta e a evapotranspiração durante os períodos secos (Nepstad *et al.,* 1994). Porém, a camada superficial em áreas de baixio (que representam 22,7 % da superfície da micro-bacia na ZF-2, contra 41,5 % de platôs e 35,8 % de vertentes) concentra grande quantidade de carbono e alterações nesses ambientes permitiriam altas emissões de carbono para a atmosfera. Estas emissões poderiam ocorrer num prazo muito curto após um eventual desmatamento e exposição do solo, uma vez que grande parte deste carbono encontra-se no solo em forma lábil, ou seja, muito susceptível à mineralização em ambientes alterados. Isto confirmaria o cenário de Fearnside (2008), em que a morte da floresta amazônica contribuiria para uma

retro-alimentação significativa do efeito estufa, tanto por liberação de carbono da biomassa da floresta como pela liberação de carbono do solo. Este estudo ressalta a importância da manutenção das florestas no balanço do carbono no ecossistema terrestre, funcionando como um sumidouro de carbono em potencial, com especial atenção as áreas de baixios. Enfatiza a contribuição potencial dos baixios arenosos florestados na retenção do C no solo, bem como sua susceptibilidade potencial de emitir C após alterações severas.

5. Referências Bibliográficas

Embrapa. 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.* Brasília: Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária. 370p.

Fearnside, P.M. 2008. Estoque e estabilidade do carbono nos solos na Amazônia brasileira. In: Teixeira, W.G.; Madari, B.E.; Benites, V.M.; Kern, D.C. & Falcão, N.P.S. (Eds.) *As Terras Pretas de Índio: Caracterização e Manejo para Formação de Novas Áreas.* Belém: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (no prelo).

Gomes, A.C.S. 2008. *Florestas secundárias na Amazônia central: nutrientes foliares de três espécies pioneiras e do solo sob sua influência*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 47p.

Jobbagy, E.G. & Jackson, R.B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* 10:423-436.

Lal, R.; Kimble, J. & Follett, R.F. 1997. Pedospheric processes and carbon cycle. In: Lal, R.; Kimble, J.; Follett, R.F. & Stewart, B.A. (Eds.). *Soil processes and the carbon cycle*. Boca Raton: CRC . p.1-8.

Nepstad, D.C.; Carvalho, C.R.; Davidson, E.A. *et al*. 1994. The role of deep roots in the hydrological cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature* 372:666-669.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Milênio-LBA2, PDBFF, WOTRO.

Mudanças no funcionamento biogeoquímico da floresta e igarapé em ecossistemas alterados na Amazônia Central: perda e recuperação de serviços ambientais

Joana d'Arc de Paula[1,3] (jddpaula@gmail.com); Flávio J. Luizão[2]; Adriana C. Conceição[3]; Terezinha F. Monteiro[1]; Javier Tomasella[4]; Rita C. Silva-Randow[5] & Regina C.C. Luizão[2]

[1]Doutorando em Ecologia, Clima e Ambiente, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Bolsista do CNPq; [4]Instituto Nacional de Pesquisas Especiais, [5]Doutoranda da Waginengen University.

1. Introdução

A entrada da matéria orgânica proveniente da vegetação adjacente em igarapés forma um elo importante entre a produtividade terrestre e aquática (Graça *et al.*, 2001; Kobayashi & Kagaya, 2004; Leroy & Marks, 2006), mas também pode ser um importante canal de transporte do carbono (C) fixado pela floresta para os cursos de água, de onde o C pode ser emitido para a atmosfera em forma de CO_2. Richey *et al*. (2002) estimaram que rios e áreas inundáveis da região central da bacia Amazônica exportam, através da evasão de CO_2, em torno de 1,2 $\pm$ 0,3 Mg C Ha^{-1} ano^{-1}. Este carbono provavelmente é gerado pela decomposição da matéria orgânica originária das florestas (Luizão, 2007) e mudanças no ecossistema terrestre podem afetar drasticamente a dinâmica do ecossistema aquático (Krusche *et al.*, 2005). Os objetivos deste trabalho foram: (i) avaliar o aporte de matéria orgânica particulada grossa (MOPG) na margem dos igarapés de estudo, bem como o do carbono orgânico dissolvido (COD); (ii) estimar a decomposição da liteira fina em igarapé sob efeito de pastagem, observando se a comunidade de invertebrados aquáticos estava sendo influenciada pela distância da pastagem; e (iii) medir características físico-químicas dos igarapés, avaliando o possível efeito da pastagem e da sucessão secundária.

2. Métodos

As áreas de estudo foram a Fazenda Colosso, parte do projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, na estrada vicinal ZF-

3, e a Reserva Biológica do Cuieiras do INPA, na ZF-2, norte de Manaus. O aporte de liteira fina foi estimado por meio de medidas a cada duas semanas, usando 10 coletores com área de 0,25 m^2 (0,5 x 0,5 m) colocados 30 cm acima do nível do solo, nas margens dos igarapés Asu (ZF-2) e Ponta Verde (ZF-3). No experimento paralelo de decomposição, foram utilizadas 3 g de folhas secas ao ar das espécies *Siparuna bifida*, (Monimiaceae), *Guatteriopsis sessiliflora* (Annonaceae), *Henriettea spruceana* (Melastomataceae), *Licania laevigata* (Chrysobalanaceae), espécies abundantes nas áreas de estudo. As folhas foram acondicionadas em sacos de tela de náilon (30x20 cm; 10 mm de tamanho da malha) e expostas no leito do igarapé a diferentes distâncias (60 m, 140 m e 285 m) da margem da pastagem na ZF3. Quatro réplicas de cada tratamento foram retiradas após 1, 8, 15, 22, 55, 83 e 113 dias, em cada trecho do igarapé; a seguir, foram lavadas, secas e pesadas. Os organismos presentes foram fixados em álcool 70% e os invertebrados aquáticos foram identificados até o menor nível taxonômico possível e agrupados segundo o critério dos grupos tróficos funcionais (GTF) (Graça *et al*., 2001). Para quantificar o carbono orgânico dissolvido (COD) na água foram coletadas, mensalmente, durante o ano de 2007, nos igarapés Asu (ZF-2) e Ponta Verde (ZF-3) três amostras de água de 25 mL utilizando uma seringa, para cada local de estudo. Estas amostras foram filtradas e preservadas com $HgCl_2$. O COD foi analisado num Total Organic Carbon Analyzer (TOC-VCPH) Shimadzu, na CPRHC/INPA.

3. Resultados

O aporte de liteira nas margens no igarapé Asu foi significativamente maior ($p < 0,01$; F = 20,1) no igarapé Asu do que no igarapé Ponta Verde, e, em ambos, houve diferenças entre meses ($p < 0,01$; F = 14,2). Da mesma forma, a concentração de carbono orgânico dissolvido (COD) foi maior no igarapé sob floresta intacta ($p < 0,01$; F = 45,4). Quanto a outras características físico-químicas, apenas os teores de amônio foram diferentes estatisticamente entre os igarapés estudados ($p < 0,001$; F = 141), sendo maiores no igarapé sob floresta intacta. Os teores de fosfato e fósforo total variaram entre os três trechos do igarapé Ponta Verde (Tabela I): o trecho mais

próximo da pastagem (PV1) apresentou maiores valores de fosfato ($p = 0,01$; $F = 9,5$) e menores valores de fósforo total ($p = 0,03$; $F = 7,1$). O peso remanescente da liteira foi estatisticamente diferente entre espécies e trechos do igarapé ($p < 0,001$, $F = 43,9$). *S. bifida* e *H. spruceana* apresentaram o menor peso remanescente e *L. laevigata* apresentou o maior peso remanescente ao longo do experimento. A colonização de invertebrados aquáticos na liteira foi alta, com um total de 11.791 organismos, distribuídos em 40 *taxa*. Dos grupos tróficos funcionais, os coletores-catadores foram os mais abundantes, representando 65,9% dos organismos, seguidos pelos coletores-filtradores (30,6%), predadores (2,6%), raspadores (0,6%) e fragmentadores (0,2%). O efeito do local sobre a densidade de organismos não foi um fator determinante para a distribuição da maioria dos invertebrados aquáticos; houve apenas uma tendência de maior riqueza de espécies no trecho PV3 (mais distante da pastagem) do que no PV2, seguida pelo PV1 ($p = 0,05$). No entanto, o grupo trófico funcional (GTF) dos coletores-catadores entre os três trechos do igarapé, apenas variaram significativamente (Kruskal – Wallis = 7,55; $p = 0,02$), ocorrendo em maior abundância no trecho PV3, seguido por PV2 e PV1

Tabela I. Parâmetros químicos dos igarapés Asu (ambiente natural) e Ponta Verde (ambiente alterado).

Parâmetros	Igarapé Asú	Igarapé Ponta Verde
O_2 Dissolvido (mg/L)	8,0 ± 2,4	7,0 ± 2,3
pH	4,0 ± 0,4	4,6 ± 0,7
N total (µg/L)	0,2 ± 0,02	0,1 ± 0,06
NH_4(µg/L)	0,12	0,07 ± 0,01
Ptotal(µg/L)	0,4 ± 0,17	0,3 ± 0,01
PO_4^{-2}(µg/L)	0,01	0,01

4. Discussão e Conclusão

Os maiores valores de amônio encontrados no igarapé Asu (natural, sob floresta), em relação ao igarapé sob efeito de pastagem (Igarapé Ponta Verde), corrobora os resultados de Thomas *et al*. (2004) que também observaram essa tendência em riachos de segunda e terceira

ordem em Rondônia, na Amazônia brasileira. Porém, a maior concentração de carbono orgânico dissolvido (COD) encontrada no igarapé sob floresta intacta (Asu) representa o contrário do observado por Thomas *et al*. (2004) em Rondônia, onde isto foi atribuído ao intenso desenvolvimento de gramíneas dentro de igarapés em áreas de pastagem os maiores valores de COD encontrados. No presente estudo, não houve evidências do crescimento de gramíneas no leito do igarapé, o que poderia explicar o resultado oposto. A pouca variação da colonização da liteira no leito dos igarapés pelos invertebrados aquáticos (Moulton & Magalhães, 2003) entre os igarapés sob floresta intacta e alterada, e entre os três trechos do igarapé manejado mostraram que o efeito da pastagem (onde o igarapé tem início e corre por ca. 150 m até entrar na floresta secundária, pode ter sido tamponado pela vegetação ripária original que foi mantida quando a pastagem foi originalmente instalada (Markewitz *et al*., 2001). Isto combina com as diferenças leves e pontuais nas características físico-químicas das águas do igarapé, bem como por um aporte de liteira na área alterada similar ao do ambiente sob floresta. Assim, a manutenção de uma pequena faixa de vegetação ripária original pode ser suficiente e de importância vital para manter a fauna de invertebrados dos pequenos igarapés de cabeceira e evitar alterações mais profundas nas características físicas, químicas e biológicas desses corpos d'água, inclusive impedindo transportes mais acentuados de carbono orgânico dissolvido para o leito do igarapé, de onde poderia ser emitido para a atmosfera em forma de CO_2.

5. Referências Bibliográficas

Graça, M.A.S.; Ferreira, R.C.F. & Coimbra, C.N. 2001. Litter processing along a stream gradient: the role of invertebrates and decomposers. *Journal of the North American Benthological Society* 20:408-420.

Kobayashi, S. & Kagaya, T. 2004. Litter patch types determine macroinvertebrate assemblages in pools of Japanese headwater stream. *Journal of the North American Benthological Society* 23:78-89.

Krusche, A.V.; Ballester, M.V.R.; Victoria, R.L., *et al.* 2005. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia. *Acta Amazonica* 35:197-205.

Leroy, C.J. & Marks, J.C. 2006. Litter quality, stream characteristics and litter diversity influence decomposition rates and macroinvertebrates. *Freshwater Biology* 51:605-617.

Luizão, F.J. 2007. Ciclos de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e Cultura* 59:31-36.

Markewitz, D.; Davidson, E.A.; Figueiredo, R.O; Victoria, R.L & Krusche, A.V. 2001. Control of cation concentrations in stream waters by surface soil processes in an Amazonian watershed. *Nature* 410:802-805.

Moulton, T.P. & Magalhães, S.A.P. 2003. Responses of leaf processing to impacts in stream in Atlantic rain forest, Rio de Janeiro, Brasil – A test of the biodiversity – ecosystem functioning relationship? *Brazilian Journal of Biology* 63:87-95.

Richey, J.E.; Melack, J.M.; Aufdenkampe, *et al*. 2002. Outgrassing from Amazonian rivers and wetlands as a large tropical source of atmospheric CO_2. *Nature* 416:617-620.

Thomas, S.M.; Neill, C.; Deegan, L.A. *et al.* 2004. Influences of land use and stream size on particulate and dissolved materials in a small Amazonian stream network. *Biogeochemistry* 68:135-151.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Milênio-LBA2, PELD, PDBFF, WOTRO, Programa LBA.

Estudo de longo prazo das comunidades arbóreas em florestas fragmentadas e contínuas: uma abordagem para conservação e funcionamento de ecossistemas

Henrique Eduardo Mendonça Nascimento[1]; Manoela Meyersieck Jardim[2]; Silvia Patrícia Vásquez Flores Trindade[1]; Bruno Rocha[1] & Ana Cristina Segalin de Andrade[3]

[1]Bolsista do CNPq (henrique@inpa.gov.br), [2]Mestranda do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Associação de Levantamento Florestal do Amazonas.

1. Introdução

Um dos maiores experimentos do mundo, tanto em escala espacial (1.000 km^2) como em escala temporal (29 anos de dados), sobre fragmentação de habitat com ênfase nos impactos ecológicos sobre as comunidades arbóreas (Rankin-de-Merona *et al.*, 1992) está sendo conduzido na Amazônia central brasileira. O experimento é importante por que as árvores definem a estrutura física da floresta, desempenham importantes papéis nos processos ecossistêmicos como a evapotranspiração e estoque de carbono e, além disso, estão envolvidas em várias interações com outros organismos animais e vegetais. O processo da fragmentação pode afetar tanto positivamente quanto negativamente as espécies arbóreas. Enquanto algumas árvores aumentam suas densidades outras diminuem ou mesmo se extinguem localmente em resposta à fragmentação. Desta forma, o impacto da fragmentação florestal sobre as comunidades arbóreas pode influenciar a persistência de populações animais em florestas fragmentadas.

Vários artigos científicos resultantes deste estudo têm mostrado as mudanças ecológicas significativas relacionadas ao processo de fragmentação florestal, tais como o aumento da mortalidade de árvores, perda de biomassa florestal, aumento na densidade de espécies pioneiras e secundárias e a extinção local de algumas espécies climácicas de vida longa (Laurance *et al*., 2000; Nascimento & Laurance, 2004; Laurance *et al*., 2006; Nascimento *et al*., 2006). No entanto, dado o tempo de vida muito longo da maioria das

árvores de espécies climácicas, mudanças significativas na composição de espécies em florestas fragmentadas provavelmente requerem um tempo mais longo de monitoramento para tornar-se evidente. Pode-se, entretanto, conseguir resultados mais rápidos por inferir o impacto da fragmentação através da realização de levantamentos de árvores pequenas e arvoretas (1 a 9,9 cm de DAP – diâmetro a altura do peito), muitas das quais germinaram e se estabeleceram após a fragmentação há cerca de 25 anos. Este estudo teve como objetivos gerais: 1) avaliar os efeitos da fragmentação florestal sobre a estrutura e dinâmica da comunidade arbórea; 2) quantificar parâmetros demográficos das espécies de árvores e 3) descrever os padrões fitossociológicos da comunidade arbórea. Os objetivos específicos foram: 1) realizar mais um monitoramento periódico (recenseamento de árvores previamente inventariadas) nas 69 parcelas permanentes e iniciar um inventário (primeiro censo) das arvoretas e árvores pequenas; 2) avaliar os padrões gerais de mudança das comunidades arbóreas em florestas fragmentadas e definir os fatores ecológicos mais importantes que levam a estas mudanças; e 3) testar os efeitos da fragmentação florestal sobre o estabelecimento de quatro espécies arbóreas, sendo duas espécies de dossel (*Eschweilera coriacea* e *Scleronema micranthum*) e duas de sub-bosque (*Helianthostylis sprucei* e *Rinorea racemosa*) – como estudos de caso.

2. Métodos

O sítio de estudo, denominado Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF), é uma paisagem experimental fragmentada localizada na Amazônia central brasileira, cerca de 80 km ao norte de Manaus, AM (2° 30’ S, 60° O). A vegetação local é a floresta de terra-firme com dossel de cerca de 30-37 m de altura e árvores emergentes, podendo alcançar 55 metros. A elevação média é de 100-150 m acima do nível do mar. A precipitação média anual é de 2.200 mm com uma pronunciada estação seca de julho a outubro (Lovejoy & Bierregaard 1990). A área abrange aproximadamente 20 km no sentido norte-sul e 50 km no sentido leste-oeste, é circundada por grandes extensões de floresta contínua ao norte, leste e oeste. Este estudo monitora 69 parcelas de 1 ha distribuídas em áreas de

floresta contínua (n=30) e em áreas de fragmentos florestais (n=39), com os tamanhos dos fragmentos variando entre 1, 10 e 100 ha. O primeiro censo de árvores grandes (DAP $\leq$ 10 cm) foi realizado nas parcelas antes do isolamento, que teve início em 1979, enquanto em 2007 foi realizado pela primeira vez o levantamento de árvores pequenas (1,0 a 9,9 cm de DAP) Foram sistematicamente amostradas arvoretas e árvores pequenas (1,0 a 9,9 cm de DAP) utilizando um subconjunto de 20 parcelas permanentes de 1 ha em florestas fragmentadas (n = 10) e contínuas (n = 10). No levantamento todas as arvoretas foram marcadas e medidas (DAP). Todos os indivíduos marcados foram coletados e estão sendo identificados no nível de espécie, quando possível. Também foi continuado o levantamento de todas as árvores com DAP $\geq$ 10 cm nas 69 parcelas. Durante o levantamento foram registradas todas as árvores mortas em cada parcela. Posteriormente, foi medido o DAP de todas as árvores marcadas em recenseamentos anteriores e das novas árvores que atingirem o DAP mínimo de 10 cm (recrutamento). Todas as novas árvores receberam uma etiqueta de alumínio numerada. Informações adicionais sobre danos existentes nas árvores também foram registradas, bem como presença de sapopemas e cipós. Amostras das novas árvores foram coletadas para posterior identificação botânica.
Para o estudo de casos foram utilizadas informações tanto do banco de dados (censos anteriores de árvores grandes) quanto do novo censo de arvoretas. Foram comparados o recrutamento e mortalidade de árvores grandes bem como a abundância de indivíduos jovens, de cada uma das quatro espécies focais, entre áreas de borda florestal e áreas de floresta contínua.

3. Resultados

Até o momento, foram realizados os censos das árvores pequenas em sua totalidade e o recenseamento parcial (30% de um total de 69 parcelas) de árvores com DAP $\geq$ 10 cm. As análises referentes aos padrões demográficos e fitossociológicos e a avaliação dos padrões gerais de mudança da comunidade arbórea em função da fragmentação florestal estão em andamento. Neste estudo apresentamos os resultados dos estudos de caso referente à população de quatro espécies arbóreas e como a proximidade da

borda florestal afeta sua dinâmica. As duas espécies de sub-bosque apresentaram respostas opostas à fragmentação. Enquanto *R. racemosa* apresentou alta taxa de recrutamento e maior densidade de indivíduos jovens em áreas fragmentadas, *H. sprucei* apresentou alta taxa de mortalidade e menor densidade de indivíduos jovens nas mesmas áreas. As duas espécies de dossel também apresentaram respostas distintas à fragmentação. *Eschweilera coriacea* aparentemente não é afetada pelas alterações decorrentes do processo de fragmentação. Em contraste, a demografia e a estrutura populacional de *S. micranthum* foi alterada em áreas fragmentadas. Para esta espécie, tanto as taxas de recrutamento como as de mortalidade foram maiores em áreas fragmentadas, embora não tenha havido diferença na densidade média de árvores grandes e juvenis entre áreas fragmentadas e contínuas.

4. Discussão e Conclusão

Dentre os principais fatores que levam ao aumento da mortalidade de árvores em florestas recém-fragmentadas, além da alteração na luminosidade, estão o aumento da intensidade de ventos em áreas próximas às bordas e mudanças microclimáticas associadas ao aumento da temperatura, diminuição da umidade do ar e aumento do déficit de vapor hídrico. No PDBFF, 75% da mortalidade de árvores foram devidas aos ventos. Algumas características físicas das árvores resultam em maior resistência aos ventos, como alta densidade de madeira e presença de sapopemas, como no caso de *E. coriacea que* possui sapopemas de até 3 m de altura e alta densidade de madeira (0,81 g/cm^3). Em contraste, *S. micranthum* apresenta baixa densidade de madeira (0,59 g/cm^3) e ausência de sapopemas tornando-a mais vulnerável à queda por incidência de ventos fortes. Laurance *et al.* (2006) apontaram várias características de história de vida e demográficas das espécies arbóreas que determinam a maior ou menor susceptibilidade à fragmentação florestal. Dentre as espécies primárias que estão declinando nos fragmentos do PDBFF, as espécies de sub-bosque são as mais afetadas. No entanto, o presente estudo mostra resultados conflitantes para este grupo, já que *R. racemosa*, uma espécie típica de sub-bosque, apresentou resposta positiva à fragmentação. Embora espécies de sub-bosque sejam

tolerantes ao sombreamento, mudanças de irradiação que ocorrem nas bordas florestais podem atuar de forma diferenciada sobre elas. As respostas diferenciadas de *R. racemosa* e *H. sprucei* à fragmentação indicam que estas espécies apresentam capacidades distintas de adaptação em resposta às diferenças na luminosidade, ou seja, diferentes plasticidades. Classificar espécies em grupos, como pioneiras e tolerantes à sombra, é um conceito muito simplista. Estes grupos representam extremos de um contínuo de respostas às diferentes intensidades luminosas e este contínuo é determinado pela variação de crescimento em função de características morfológicas e fisiológicas diferenciadas entre as espécies de plantas sob determinadas condições. Os resultados deste estudo mostram que particularidades de história de vida e demográficas, em vez da posição que as espécies ocupam no estrato, determinam a maior ou menor susceptibilidade à fragmentação florestal das espécies em nível individual. Além disso, estes resultados sugerem que a fragmentação florestal pode levar a efeitos diferenciados no estabelecimento e demografia das espécies arbóreas e que todos os estágios de vida da planta devem ser considerados para avaliar apropriadamente os efeitos da fragmentação.

5. Referência Bibliográfica

Laurance, W.F.; Delamônica, P.; Laurance, S.G.; Vasconcelos, H.L. & Lovejoy, T.E. 2000. Rainforest fragmentation kills big trees. *Nature* 404:836-836.

Laurance, W.F.; Nascimento, H.E.M.; Laurance, S.G.; Andrade, A.; Ribeiro, J.E.L.; Giraldo, J.P.; Lovejoy, T.E.; Condit R.; Chave, J.; Harms, K.E. & D`Angelo, S. 2006. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103:19010-19014.

Laurance, W.F.; Nascimento, H.E.M.; Laurance, S.G.; Andrade, A.C.; Fearnside, P.M.; Ribeiro, J.E.L. & Capretz, R.L. 2006. Rain Forest Fragmentation and the Proliferation of SuccessionalTrees. *Ecology* 87:469.

Lovejoy, T.E. & Bierregaard, R.O. 1990. Central Amazonian forests and the minimal critical size of ecosystem project. In: Gentry,

A.H. (Ed.). *Four Neotropical Rainforests*. New Haven: Yale University Press, p. 60-71.

Nascimento, H.E.M. & Laurance, W.F. 2004. Biomass Dynamics in Amazonian Forest Fragments. *Ecological Applications* 14:127.

Nascimento, H.E.M.; Andrade, A.C.S.; Camargo, J.L.C.; Laurance, W.F.; Laurance, S.G. & Ribeiro, J.E.L. 2006. Effects of the Surrounding Matrix on Tree Recruitment in Amazonian Forest Fragments. *Conservation Biology* 20:853-860.

Rankin-de-Merona, J.M.; Prance, G.T.; Hutchings, R.W., Silva, M.F.; Rodrigues, W.A. & Uehling, M.E. 1992. Preliminary results of a large-scale tree inventory of upland rain forest in the Central Amazon. *Acta Amazonica* 22:493-534.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, National Science Foundation e Fapeam.

Catálogo de Plantas Vasculares do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais – PDBFF, Amazônia Central

Ana Cristina Segalin de Andrade[1]; Amanda Carla Pontes da Silva[2] & Henrique Eduardo Mendonça Nascimento[2]

[1]Associação de Levantamento Florestal do Amazonas (asegalin@gmail.com); [2]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

Sabe-se que a Amazônia central possui uma das maiores diversidades de árvores (DAP>10 cm), com média de 285 indivíduos/ha, entre as áreas de florestas tropicais em todo o mundo (Oliveira & Mori, 1999), e alta porcentagem de espécies raras, representadas por um indivíduo ou menos por hectare (Hubell & Foster, 1986). Parte das informações existentes a respeito da flora desta região é oriunda dos sítios de estudo do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais - PDBFF (Lovejoy & Bierregaard, 1990), que através do "Estudo de longo prazo das comunidades arbóreas em florestas fragmentadas e contínuas: uma abordagem para conservação e funcionamento de ecossistemas (fitodemográfico)" criou um dos maiores levantamentos florísticos de espécies arbóreas (Rankin-de-Merona *et al*., 1992) do mundo. O estudo foi iniciado em 1979 quando as primeiras parcelas foram demarcadas. Ao longo de 29 anos, foi registrada a ocorrência de cerca de 1000 espécies, mas se estima que este número possa chegar a 1200. Atualmente, são monitoradas 69 parcelas de 1 ha (100 x 100m) onde todas as árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm são marcadas, mapeadas e identificadas no nível de espécie e periodicamente acompanhadas, a fim de determinar taxas de crescimento, dano, mortalidade, recrutamento e composição florística. São cerca de 60 mil indivíduos registrados desde o inicio do estudo, dos quais 90% estão identificados ao nível de espécies. Uma forma de preservar toda esta informação é através da criação de um banco de imagens digital deste material para e divulgar na internet. Assim, o conhecimento adquirido neste estudo

seja amplamente disponibilizado e repassado ao público. Ademais, este recurso pode auxiliar outros estudos, identificações botânicas, mostrar a ocorrência de espécies em um determinado sítio, bem como facilitar a identificação de uma espécie. O objetivo deste estudo foi montar um catálogo de plantas vasculares para ser disponibilizado na internet a partir do acervo do "Estudo de longo prazo das comunidades arbóreas em florestas fragmentadas e contínuas: uma abordagem para conservação e funcionamento de ecossistemas (fitodemográfico)".

2. Métodos

Este estudo foi desenvolvido a partir do material coletado pelo projeto fitodemográfico ao longo das três últimas décadas. O estudo é conduzido em uma área de terra-firme situada a cerca de 80 km ao norte de Manaus no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus - Suframa (Lovejoy & Bierregaard, 1990). O estudo monitora 69 parcelas de 1 ha distribuídas em áreas de floresta contínua (n=30) e em áreas de fragmentos florestais (n=39). Os fragmentos têm tamanhos variando entre 1, 10 e 100 ha. Nessas parcelas, todas as árvores com diâmetro a altura do peito (DAP) maior ou igual a 10 cm são marcadas, mapeadas, coletadas e periodicamente acompanhadas. Para criar o Catálogo de Plantas Vasculares do material botânico coletado pelo projeto fitodemográfico foi feita uma seleção prévia das amostras em melhor estado de conservação, visto que algumas amostras se encontravam bastante danificadas, em função da idade e do manuseio do material. Foi priorizada a digitalização das imagens das exsicatas que apresentavam estruturas reprodutivas (flores e/ou frutos). Foram selecionadas exsicatas de cada espécie registrada no sítio de estudo. As imagens foram digitalizadas em um scanner tamanho A3 (Epson 10000XL). A resolução utilizada foi de 600 dpi no formato TIF, depois convertidas para 300 dpi no formato JPEG, garantindo melhor qualidade das imagens. Após a digitalização, as imagens passam por um ajuste de contraste e brilho, fase que ainda está em andamento. Quando esta etapa for concluída, as informações de cada planta serão sistematizadas e organizadas juntamente com as imagens no formato de um Catálogo de Plantas Vasculares que será disponibilizado na

internet. Toda parte técnica da construção da página será desenvolvida por um profissional da área de programação e *web designer*.

3. Resultados

Foram digitalizadas 2814 imagens de exsicatas pertencentes a 1323 morfo-espécies, distribuídas em 67 famílias botânicas. Para cada espécie foram digitalizadas, quando possível, até três exsicatas. As imagens foram organizadas de forma hierárquica com diretórios individuais para cada família, gênero e espécie, respectivamente, e identificadas (nomeada) com o código do local de coleta e com o número que o indivíduo tem no campo. Depois de digitalizadas, as imagens receberam um ajuste no contraste e o brilho, permitindo uma melhor visualização das estruturas presentes nas plantas. Este ajuste foi realizado através do programa Adobe Photoshop CS. Até o momento, 37% (751) das imagens foram tratadas e estão prontas para serem utilizadas no Catálogo de Plantas Vasculares do PDBFF. A página proposta será alocada no PDBFF, e estará disponível em http://pdbff.inpa.gov.br, onde haverá um link para o Catálogo. Este será composto de um breve histórico sobre o projeto fitodemográfico, de uma descrição rápida sobre o tipo de informação que poderá ser encontrada na página e pelas imagens e informações básicas de cada imagem. As imagens serão disponibilizadas seguindo a classificação taxonômica hierárquica de família até espécies. Ou seja, cada família servirá de link para sua lista de gênero e este, por sua vez para a lista de espécies. A partir da lista de espécies, o usuário escolherá a espécie que deseja visualizar obtendo então acesso às informações de coleta dos indivíduos digitalizados e suas imagens. Entre as informações disponíveis estarão: local de coleta, data de coleta, número de identificação da árvore, presença/ausência de estruturas reprodutivas, coletor, determinador e DAP, bem como a imagem digitalizada. Também haverá um sistema de busca rápida para procura direta de espécie ou outro nível taxonômico.

4. Discussão e Conclusão

A construção de uma página na internet com este tipo de informação é uma ferramenta importante para a ampla disponibilização dessas

informações. Funciona como uma forma dos usuários conhecerem a flora da área de estudo, e no caso daqueles que pretendem trabalhar na área ou próximo a ela pode ser uma ferramenta bastante útil na hora de definir questões ligadas a uma proposta de pesquisa. A importância desta ferramenta é bastante grande se considerarmos que até o momento a composição florística da área não esta disponível, de forma integral, em nenhum outro meio de divulgação. Além disso, este tipo de informação disponibilizada através de uma página na internet pode servir a um grupo grande de pessoas, podendo ser utilizada no processo de identificação botânica por outros estudos, imagens digitalizadas podem ser enviadas a especialistas, como forma de consulta para indicação de possível grupo taxonômico. Também, pode servir como uma ferramenta importante para troca de experiências entre pessoas da região ou de regiões diferentes da Amazônia com conhecimentos diferenciados sobre a flora Amazônica, permitindo que o reconhecimento de alguns grupos taxonômicos possa ser realizado de forma mais rápida e eficiente.

5. Referências Bibliográficas

Hubell, S.P. & Foster, R.B. 1986. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation. In: Soulé, M.E. (Ed.) *Conservation Biology: Science of scarcity and diversity*. Sunderland: Sinauer Associates, p.205-231.

Lovejoy, T.E. & Bierregaard, R.O. 1990. Central Amazonian forests and the minimal critical size os ecosystem project. In:Gentry, A.H. (Ed.) *Four Neotropical Rainforests*. New Haven: Yale University Press, p. 60-71.

Oliveira, A.A. & Mori, S.A. 1999. A central Amazonian terra firme forest. I. High tree species richness on poor soils. *Biodiversity and Conservation* 8:1219-1244.

Rankin-de-Merona, J.M.; Prance, G.T.; Hutchings, R.W., Silva, M.F.; Rodrigues, W.A. & Uehling, M.E. 1992. Preliminary results of a large-scale tree inventory of upland rain forest in the Central Amazon. *Acta Amazonica* 22:493-534.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, National Science Foundation e Fapeam.

Emergência de plântulas de bacaba (*Oenocarpus bacaba*) em função do dessecamento e do armazenamento das sementes

Sidney Alberto do Nascimento Ferreira[1] & Patrícia Nazário[2]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (sanf@inpa.gov.br); [2]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

A bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) é uma palmeira típica da Amazônia, cujo fruto é utilizado no preparo de um "vinho", semelhante ao do açaí (*Euterpe oleracea* e *E. precatoria*), e tem óleo similar ao azeite de oliva (Cavalcante, 1991); é uma importante fonte de energia, com 606,3 kcal por 100 g do mesocarpo fresco (Escriche *et al.*, 1999). Sua floração ocorre, normalmente, durante o período de estiagem e os frutos amadurem durante a época mais chuvosa (Cavalcante, 1991). A propagação das palmeiras se dá, principalmente, por sementes, e a maioria das espécies perde a viabilidade rapidamente quando desidratadas (Broschat, 1994). Manter a hidratação ideal é uma tarefa difícil. O excesso de umidade pode reduzir drasticamente a germinação, devido, principalmente, a problemas fitossanitários, enquanto a secagem excessiva pode causar diversas alterações metabólicas, que também comprometem a viabilidade. A umidade é um fator decisivo para manter a qualidade das sementes durante o armazenamento. Sementes recalcitrantes iniciam a perda de viabilidade quando o grau de umidade é menor do que aquele considerado crítico; quando o grau de umidade é menor do que aquele considerado letal, ocorre a perda total da viabilidade (Hong & Ellis, 1992). Esta pesquisa teve por objetivo avaliar a viabilidade de sementes de *Oenocarpus bacaba* em função de diferentes teores de água e de condições de armazenamento.

2. Métodos

Após o beneficiamento, as sementes de *Oenocarpus bacaba* foram colocadas para secar nas seguintes condições: ambiente (temperatura média de 29ºC e umidade relativa média de 79%); e câmara

(temperatura de 26°C e umidade relativa média de 36%). Em seguida, foram instalados dois ensaios, independentes, como seguem:
Velocidade de Dessecamento da Semente e Emergência da Plântula – As sementes permaneceram sob as duas condições de dessecamento (ambiente e câmara) durante os períodos de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias, quando, então, foi aferido o grau de umidade e instalado teste de emergência. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 (condições de secagem: ambiente e câmara) X 6 (períodos de secagem: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias), com três repetições, cada uma com 25 sementes.
Grau de Umidade, Temperatura e Período de Armazenamento da Semente – Foram utilizadas apenas as sementes submetidas ao dessecamento sob ambiente, durante os períodos de 0, 2 e 4 dias, que resultaram nos teores de água de 37,3%, 35,2% e 30,5%, respectivamente. Essas foram acondicionadas em sacos de plástico e armazenadas em câmaras, sob as temperaturas de 5°C, 10°C e 20°C, durante 0, 1 e 2 meses. Após esses períodos, foi feita determinação do grau de umidade e teste de emergência. O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 (teores de água) X 3 (temperaturas de armazenamento) X 3 (períodos de armazenamento), com três repetições, cada uma com 25 sementes.

3. Resultados

Os ambientes de secagem proporcionaram distintos graus de umidade das sementes ao longo de todo o período de observação (Figura 1). A redução no teor de água foi menor quando as sementes foram expostas à condição ambiente (29ºC; UR 79%), tendendo a estabilizar a perda de água a partir dos oito dias de secagem. Nesta condição, o grau de umidade inicial era de 37% e alcançou 23% após dez dias de secagem. A secagem em câmara, com UR mais baixa (36%), proporcionou decréscimo linear do grau de umidade, atingindo 14% após dez dias. A emergência de plântulas decresceu à medida que o grau de umidade foi reduzido (Figura 2). Essa foi menor, para todos os períodos de dessecamento, quando a secagem se deu mais rápida, sob câmara (26°C, UR 36%). Para as sementes mantidas em condições ambientes, houve perda total da viabilidade após oito dias de secagem, quando o teor de água era de 24%.

Quando as sementes foram secas em câmara, a perda total de viabilidade deu-se aos seis dias quando o teor de água era de 22%. No ensaio sobre armazenamento, a emergência apresentou efeito de interação tripla significativa entre os fatores "teor de água", "temperatura de armazenamento" e "período de armazenamento" (Figura 3). De imediato, sem armazenamento, a emergência não mostrou diferença significativa em relação aos diferentes teores de água (Figura 3A, B e C). Contudo, as sementes armazenadas apresentaram decréscimo significativo na emergência, o que foi acentuado com o aumento do período de armazenamento. E mais, este aumento foi diferenciado conforme o grau de umidade das sementes: sementes com teor de água mais elevado (37,3%) tiveram menor perda, enquanto as com menor quantidade de água (30,5%), na maioria das vezes, apresentaram emergências nulas. Com relação às temperaturas, estas também tiveram certa influência na conservação das sementes. Sob as temperaturas de 5ºC e 10ºC, com os teores de água de 37,5% e 35,2%, as reduções nas emergências foram menores para o período de um mês de armazenamento. Para as sementes armazenadas a 20ºC, apenas a com maior teor de (37,3%) mostrou melhor desempenho de emergência, inclusive no maior período de armazenamento (dois meses).

4. Discussão e Conclusões

Em sementes de *Oenocarpus bacaba*, a redução no grau de umidade parece ser muito mais importante para a manutenção da viabilidade que a velocidade com que este processo se dá. Farrant *et al.* (1988) afirmam que sementes recalcitrantes são mais sensíveis à secagem mais lenta, tendo como conseqüências maiores reduções na emergência e no vigor, quando comparadas à secagem rápida. Nas sementes das palmeiras *Bactris gasipaes* e *Euterpe edulis*, observaram-se variações nos valores críticos do grau de umidade em função da velocidade de secagem (Ferreira & Santos, 1993; Panza *et al.*, 2007). A umidade é um fator decisivo para a manutenção da qualidade inicial em sementes recalcitrantes. Nessas sementes, a perda de água, durante o processo de secagem, causa várias alterações metabólicas, atuando no controle dos reguladores de crescimento, quantidade e tipos de proteínas e açúcares, presença de

radicais livres, entre outras, que resultam na deterioração das mesmas (Pammenter & Berjak, 1999). O grau de umidade elevado foi o fator mais importante na conservação de sementes de *Oenocarpus bacaba*.

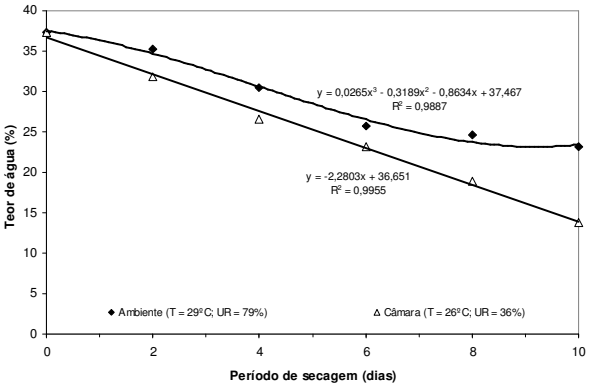


Figura 1**.** Teor de água das sementes de *Oenocarpus bacaba* em função da condição de secagem (ambiente e câmara), durante dez dias.

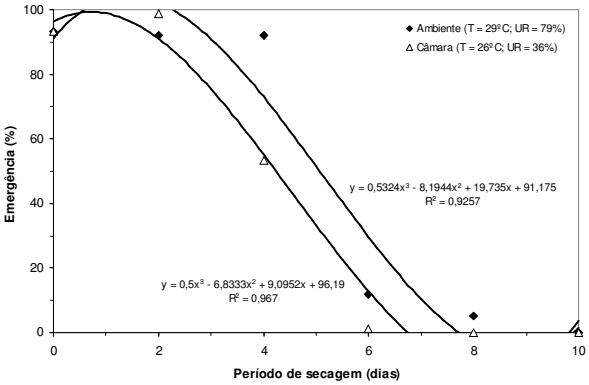


Figura 2. Emergência de plântulas de *Oenocarpus bacaba* em função da condição de secagem das sementes (ambiente e câmara), durante dez dias.

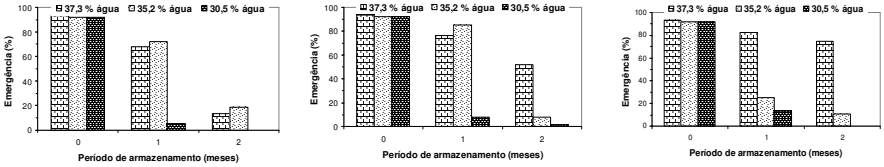


Figura 3. Emergência de plântula de *Oenocarpus bacaba* em função da interação entre o "grau de umidade", "período de armazenamento" e "temperatura de armazenamento": A = 5°C; B = 10°C e C = 20°C.

5. Referências Bibliográficas

Broschat, T.K. 1994. Palm seed propagation. *Acta Horticulturae* 360:141-147.

Cavalcante, P.B. 1991. *Frutas Comestíveis da Amazônia*. 5ª ed. Belém: Edições CEJUP; CNPq; MPEG. 279p.

Escriche, I.; Restrepo, J.; Serra, J.A. & Herrera, L.F. 1999. Composition and nutritive value of Amazonian palm fruits. *Food and Nutrition Bulletin* 20:361-365.

Farrant, J.M.; Pammenter, N.W. & Berjak, P. 1988. Recalcitrant: a current assessment. *Seed Science and Technology* 16:155-166.

Ferreira, S.A.N. & Santos, L.A. 1993. Efeito da velocidade de secagem sobre a emergência e vigor de sementes de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). *Acta Amazonica* 23:3-8.

Hong, T.D. & Ellis, R.H. 1992. Optimum air-dry seed storage environments for arabica coffee. *Seed Science and Technology* 20:547-560.

Pammenter, N.W. & Berjak, P. 1999. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. *Seed Science Research* 9:13-37.

Panza, V.; Láinez, V.; Maldonado, S. & Maroder, H.L. 2007. Effect of desication on *Euterpe edulis* Martius seeds. *Biocell* 31:383-390.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

A fragmentação florestal altera os padrões fenológicos das árvores na Amazônia Central?

José Luís C. Camargo[1]; Bráulio A. Santos[2]; Mariana M. Mesquita[2]; Heloísa D. Brum[2]; Janaína B.P. Costa[2] & Isolde D.K. Ferraz[3]

[1]Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (camargo@inpa.gov.br); [2]Bolsistas do CNPq[2]; [3]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

1. Introdução

A conversão do uso do solo para a exploração madeireira, pecuária de corte extensivo e plantações anuais têm substituindo extensas áreas de florestas contínuas da bacia amazônica em um mosaico de fragmentos florestais, florestas secundárias e áreas de pastagens improdutivas. Nas últimas décadas, cerca de 20% da floresta amazônica foi convertida para outros usos e surgiram, assim, muitos remanescentes florestais de diversos tamanhos. A conversão acarreta diretamente em perda de habitat e regimes diferenciados para as florestas remanescentes que são afetadas pelos efeitos de borda florestal e pelo efeito do próprio tamanho do fragmento. A dinâmica florestal dessas áreas muda consideravelmente, há geralmente um dinamismo dos processos naturais, aumentando a mortalidade de árvores e o recrutamento de novos indivíduos. A taxa de reposição florestal conseqüentemente aumenta nessas áreas. Assim, muda a estrutura e a composição da floresta, surgindo árvores de espécies pioneiras, em contraposição com a flora mais característica de florestas maduras. Parte de tais modificações pode ser causada por mudanças climáticas ou microclimáticas. Em geral, os fragmentos florestais têm um dossel mais aberto e condições de maior luminosidade, menor umidade e maiores temperaturas podem chegar a camadas mais inferiores na floresta. Essas mudanças, por sua vez, podem afetar o ciclo reprodutivo das árvores e consequentemente interferirem na dinâmica florestal. O objetivo principal deste trabalho é verificar se a fragmentação florestal afeta a reprodução das árvores de espécies mais abundantes nas florestas de terra firme da Amazônia Central.

2. Métodos

A fenologia reprodutiva das 18 espécies arbóreas mais comuns que compõem as florestas de terra firme ao Norte de Manaus (representam 23% do total das árvores com DAP > 10 cm) vem sendo acompanhada desde 2003. Todo evento de floração e frutificação para cerca de 20 indivíduos de cada espécie para uma área de floresta contínua e outra de floresta fragmentada, contabilizando cerca de 720 árvores para cada área, foi registrado mensalmente. As árvores variam em tamanho, de no mínimo 10 cm de DAP até o máximo de tamanho que caracteriza a espécie. As áreas estão localizadas na ARIE PDBFF (IBAMA/PDBFF/INPA), localizadas ao longo da estrada vicinal ZF-03, no Distrito Agropecuário da Suframa. As observações geraram informações sobre a periodicidade dos eventos, permitindo classificar as árvores em infra-anual, anual; bi-anual ou supra-anual; a intensidade e sincronia dos eventos nas populações estudadas em ambos os locais e comparativamente inferir se as populações localizadas em área fragmentada apresentam padrões fenológicos distintos daquelas presentes em área contínua. Para este estudo, os dados analisados foram coletados de fevereiro de 2003 a janeiro de 2006.

3. Resultados

A periodicidade dos eventos reprodutivos mostrou que para as 18 espécies mais comuns, a maioria apresentou um padrão de anual para bi-anual (7 espécies); seguidas de espécies com padrão anual (5 espécies); anual para bi-anual (4 espécies) e apenas uma caracteristicamente infra-anual e outra supra-anual. Ao nível de comunidade, há floração praticamente todos os meses na floresta contínua, porém períodos de até três meses sem floração na área de fragmento florestal. O padrão de frutificação segue o mesmo ritmo, mas o período sem frutificação na área fragmentada pode chegar a seis meses em contraste com a metade do período para a área de floresta contínua. O padrão não é consistente ao longo dos três anos e pode-se dizer que houve anos ruins e bons para a reprodução das espécies. Os anos ruins foram caracterizados pela apresentação de períodos de menor atividade reprodutiva com a presença de apenas 2

a 4 espécies em flor ou fruto em um determinado período. Em um ano bom, um total de 14 a15 espécies, em um mesmo período entraram em floração e atingiram a fase de frutificação com sucesso. A intensidade dos eventos reprodutivos foi bem menor na área de fragmento florestal. Durante o período de estudo um total de 227 eventos de floração e 210 eventos de frutificação foram registrados para o fragmento em comparação com 489 eventos de floração e 575 de frutificação registrada para o mesmo período na área de floresta contínua. Os registros também mostraram que um total de 80,7% das árvores potencialmente reprodutivas se reproduziu na floresta contínua, enquanto esse número foi reduzido para 56,5% no fragmento florestal. Essa diferença pode ser dramática para um sistema florestal tropical. O pico de floração não foi totalmente sincrônico no fragmento, uma antecipação de ao menos duas semanas foi verificada na floração da área de fragmento enquanto que outras duas semanas separaram o pico de frutificação entre as áreas; porém, dessa vez houve uma antecipação do evento na área de floresta contínua. Porém, nem toda espécie arbórea responde igualmente ao processo de fragmentação. Cinco espécies mostraram alterações negativas e significativas dos processos reprodutivos nos fragmentos; nove outras mostraram alguma alteração, mas não tão marcada e outras quatro espécies apresentaram alguma vantagem reprodutiva quando estavam localizadas em um fragmento florestal.

4. Discussão e Conclusão

As informações sobre a periodicidade dos eventos reprodutivos podem parecer extremamente básicas, mas de fato, o conhecimento sobre a história natural da maioria das espécies amazônicas não é amplo. O padrão não muito bem definido da periodicidade dos eventos reprodutivos é marcado pelo curto período de tempo do estudo apresentado aqui. Três anos representa um período muito curto para tais estudos. Exceto para algumas espécies, a maioria das espécies amazônicas tende a apresentar eventos reprodutivos supra-anuais. Provavelmente a baixa fertilidade do solo, associada a longos períodos nublados, limitando a absorção de luz pelas árvores, faz com que um longo período é necessário para haver uma acumulação de energia suficiente para as árvores entrarem em período

reprodutivo. A diferença entre anos bons e ruins para a reprodução florestal parece estar associada diretamente ao maior ou menor aporte de energia pelo sistema florestal. O ano bom, onde ao menos 15 espécies apresentaram simultaneamente eventos reprodutivos foi logo após o período marcado pela forte seca do verão de 2005 na bacia amazônica. Céu sem muitas nuvens, maior entrada de radiação fotossinteticamente ativa e, apesar da seca, caracterizada marcadamente pelo baixo nível de água nos rios, o solo da região de estudo parece não ter perdido drasticamente o nível de umidade. Luz, água e um pouco de nutrientes acumulados anteriormente resultou em um fenômeno não muito comum, uma boa parte da comunidade arbórea, foco deste estudo, apresentou algum evento reprodutivo após o fenômeno da seca. A diferença de intensidade e sincronia entre área de floresta contínua e fragmento florestal mostra uma tendência de impacto negativo para os indivíduos que estão em fragmentos florestais. Também parece não haver necessariamente uma correspondência direta entre a floração e a frutificação. Muita flor ou não deve ter sido polinizada no fragmento e, por conseqüência, não produziu fruto ou o fruto por qualquer problema que pode estar relacionado com algum estresse hídrico, por exemplo, pode ser abortado antes da maturação. Além disso, as populações de primatas, aves e morcegos que vivem nos fragmentos devem ter exercido uma intensa pressão de consumo nessas áreas, comendo frutos ainda imaturos e, portanto, não contribuindo para o processo de dispersão de sementes. Importante ressaltar que todos esses fenômenos não resultam iguais para todas as espécies. Alguns indivíduos de algumas espécies parecem ter vantagens reprodutivas quando localizados em fragmentos ou vice-versa. Esses padrões espécie-específica refletirão no aporte diferenciado de sementes e a dominância de uma espécie por outros pode ser modificado e/ou acentuado, mudando as relações fito-fisionômicas nessas florestas a médio ou, mais provavelmente, em longo prazo.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7; MCT/CNPq/CT-Amazônia e INPA/PDBFF.

Avaliação da possibilidade de conservação *ex situ* das sementes de espécies florestais da Amazônia Central

Isolde D.K. Ferraz[1]; Marcely Cristiny Andrade da Silva[2]; Márcia de Souza Alves[2]; Daniel Luiz Oliveira[2]; Lilian Costa Procópio[3]; José Luís C. Camargo[4]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (iferraz@inpa.gov.br); [2]Bolsistas PIBIC/INPA/FAPEAM; [3]Bolsista do CNPq; [4]Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.

1. Introdução

A estratégia de conservação da biodiversidade envolve os métodos *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* refere-se à manutenção das espécies no seu habitat por meio de unidades de conservação, como os parques nacionais. O método de conservação *ex situ* consiste na conservação das espécies fora do seu habitat e deve ser realizado de forma complementar à conservação *in situ*. A conservação *ex situ* de sementes em longo prazo depende de algumas características fisiológicas das sementes, das quais a tolerância ao dessecamento é a mais importante. As sementes podem ser agrupadas em dois grandes grupos: as tolerantes ao dessecamento (TD) e as intolerantes ao dessecamento (ID), ou em outros termos as ortodoxas e as recalcitrantes, respectivamente. As tolerantes ao dessecamento podem ser guardadas sob condições adequadas por longos períodos, a sua longevidade se comportará de forma matematicamente previsível no armazenamento, aumentando com a redução do teor de água e a temperatura. Ao contrário das sementes intolerantes ao dessecamento, que possuem longevidade curta, mesmo sob condições adequadas e não toleram temperaturas abaixo de 0 ºC, a sua longevidade não é previsível o que foi origem da denominação recalcitrante. Devido estas características, as sementes tolerantes e as intolerantes ao dessecamento exigem tratamentos diferenciados desde a coleta. As TD devem ser mantidas aeradas, permitindo a diminuição do teor de água, ao passo que sementes IT necessitam ser mantidas úmidas em níveis de teor de água ainda altos (entre 31 e 12%) para manter o seu metabolismo ativo. Portanto, recomenda-se para sementes IT a semeadura logo após a coleta. Além disso, é

primordial a classificação das sementes de uma espécie em TD ou ID, o que facilita o manuseio correto das sementes desde a sua coleta, o armazenamento e até a sua comercialização. O objetivo deste trabalho foi classificar as sementes de 21 espécies florestais que ocorrem na floresta de terra-firme nas proximidades de Manaus-AM.

2. Métodos

As seguintes espécies foram selecionadas: acariquara-branca (*Geissospermum argenteum* Woodson – Apocynaceae); acariquara-roxa (*Minquartia guianensis* Aubl. – Olacaceae*);* balata-rosadinha *(Micropholis guyanensis* ssp. *duckeana* – Sapotaceae); breu-de-tucano (*Matayba arborescens* (Aubl.) Radlk.- Sapindaceae); breu-pitomba (*Protium nitidifolium* (Cuatrec.) Daly – Burseraceae); breu-vermelho (*Protium polybotryum* (Turcz.) Engl. - Burseraceae); cedro *(Cedrela odorata* L. - Meliaceae); cedrorana *(Cedrelinga cataeniformis* – Fabaceae); coração-de-negro *(Swartzia corrugata* Benth – Fabaceae); envira-ferro *(Ephedranthus amazonicus* – Annonaceae); envira-preta (*Bocageopsis multiflora* – Annonaceae); mangabarana *(Chrysophyllum sparsiflorum* – Sapotaceae); mapati *(Pourouma cecropifolia* - Cecropiaceae); muiragibóia *(Swartzia oblanceolata* – Fabaceae); *Matayba* sp. (Sapindaceae); paricá (*Schizolobium amazonicum* - Fabaceae); pau-tanino *(Maquira sclerophilla* – Moraceae); sumaúma-vermelha (*Bombacopsis nervosa* – Bombacaceae); tachi-vermelho (*cf. Tachigalium* - Fabaceae); tauari 1 (*Couratari stellata* – Lecythidaceae); tauari 2 (*Couratari guianensis* – Lecythidaceae). A coleta de frutos e sementes foi feita na época da dispersão natural de cada espécie; a extração da semente foi realizada manualmente conforme o tipo de fruto. Após o beneficiamento, houve a determinação imediata do grau de umidade da semente. A coleta foi dividida em três tratamentos. No primeiro, as sementes recém beneficiadas foram semeadas logo no viveiro. No segundo, as sementes foram armazenadas em sacos plásticos perfurados seis vezes contendo vermiculita seca, na mesma quantidade do que o peso das sementes, em câmara a 15 ºC. No terceiro, as sementes foram dessecadas com ventilador até apresentarem valores de umidade equivalentes ao ambiente (25 °C;

UR 50%) e/ou um teor de água em torno de 15%. Em seguida, dessecadas por mais sete dias acima de sílica gel (25 ºC; UR15%), antes da re-hidratação lenta de sete dias (25 ºC; UR >95%). Estas sementes foram semeadas ao mesmo tempo do que as do 15º C. O teor de água das sementes foi determinado após o dessecamento (secas) e após o armazenamento (15 ºC).

3. Resultados

Sementes de seis espécies apresentaram uma germinação após o dessecamento: *Cedrela odorata; Cedrelinga cataeniformis; Couratari guianensis; Couratari stellata; Schizolobium amazonicum* e *Tachigalium* sp. Sementes de 12 espécies apresentaram germinação quando recém coletadas, mais nenhuma germinação após o dessecamento: *Ephedranthus amazonicus; Geissospermum argenteum; Protium nitidifolium; Protium polybotryum; Swatzia corrugata; Pourouma cecropifolia; Maquira sclerophilla; Minquartia guianensis; Matayba arborescens; Matayba sp.; Chrysophyllum sparsifloru; Micropholis guyanensis* ssp. *duckeana.* Sobre as demais espécies, os resultados não foram conclusivos. A principal causa foi a falta total ou uma germinação muito baixa das sementes recém coletadas (testemunha): *Bocageopsis multiflora, Bombacopsis nervosa* e *Swartzia oblanceolata.*

4. Discussão e Conclusão

Espécies com sementes tolerantes ao dessecamento podem ser indicadas para o armazenamento *ex situ* e guardadas por um longo prazo. Existem orientações sobre como prolongar a viabilidade destas sementes no armazenamento. As mais importantes são ligadas ao teor de água das sementes e a temperatura do ambiente. Assim, a longevidade de uma semente pode ser prolongada pela redução da temperatura do ambiente de armazenamento e/ou pela redução do teor de água das sementes. Como regra geral, pode-se dizer que, aproximadamente, cada redução de cinco graus Celsius ou cada redução de 1% do teor de água das sementes duplica a longevidade das sementes. Além disso, sementes com baixo teor de óleo apresentam longevidade um pouco maior do que sementes com alto teor de óleo. Assim informações complementares sobre a

composição primária das sementes serão úteis, porém atualmente não disponíveis. As sementes intolerantes ao dessecamento não são recomendas para o armazenamento de forma convencional. Para estas espécies, disponibiliza-se somente a criopreservação após a elaboração de protocolos específicos. Para este grupo, a conservação *in situ* apresenta-se como alternativa de aplicabilidade imediata. Avaliando somente as espécies de interesse madeireiro na região de Manaus, foi verificada uma tolerância ao dessecamento das sementes em provavelmente 38% das espécies. Em um levantamento em outra floresta tropical considerando todas as árvores, o número de sementes com tolerância ao dessecamento foi estimado para 52% das espécies. Desta forma, provavelmente a metade das espécies arbóreas da flora amazônica devem apresentar sementes indicadas para a conservação *ex situ* e a outra metade das espécies para a conservação *in situ.*

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, MCT/CNPq/CT-Amazônia e INPA/PBDFF.

Identificação de padrões de desmatamento entre duas sub-regiões cortadas pelas BRs 174 e 210 no Sul do Estado de Roraima

Paulo Eduardo Barni[1]; Philip Martin Fearnside[2]; Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça[2] & Gabriel Cardoso Carrero[3]

[1]Mestrando em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (pbarni@inpa.gov.br); [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Mestrando em Ecologia Tropical, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

1. Introdução

Na Amazônia brasileira, padrões de desmatamento resultam de apropriações do território e dos recursos naturais através da conversão da cobertura florestal e da sucessão de ocupação da posse da terra por atores sociais, em diferentes escalas geográficas e ao longo do tempo. Esses padrões, geralmente, estão associados a Projetos de Assentamento (PAs) e obras de infra-estrutura, tais como estradas. Na região sul do Estado de Roraima, municípios inteiros foram sendo formados a partir da criação de PAs (Pinto *et al*., 2007). Esse processo ainda pode ser visto hoje ao longo da BR-174, nos municípios de Rorainópolis e Caracaraí, com varias vilas localizadas próximas ou dentro de PAs e ao longo da BR-210, em São Luiz do Anauá com a Vila Moderna; no município de São João da Baliza com a criação recente do PAs São Luizão e a Vila São Luizão dentro dele e, por último, Entre-Rios, localizado no município de Caroebe. O objetivo do trabalho foi identificar padrões de desmatamento em áreas de influência das BRs 174 e 210 na região sul do Estado de Roraima.

2. Métodos

A partir de arquivo original *Shapefile* dos desmatamentos do ano 2000 a 2006, fornecido pelo PRODES-INPE, e de arquivos da área de estudo, foram criados dois *buffers*, um para a rodovia BR-174, restrito ao município de Rorainópolis e outro para a rodovia BR-210,

restrito à denominada Sub-Região1, formada pelos municípios de São Luiz do Anauá, São João da Baliza e Caroebe. Em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), do programa ArcMap 9.1, considerou-se 20 km de faixa para cada lado de ambas as rodovias e, por meio de operações de álgebra de mapas, considerando as tabelas de atributos dos *layers*, foram computados os polígonos de desmatamento do ano 2000 ao ano 2006 que ocorreram dentro dessas faixas, e os resultados foram confrontados no programa estatístico SYSTAT 10.0 para testes de significância. Posteriormente, novos dados foram acrescentados ao estudo com análises realizadas a partir de 2001 até 2007. Para esta parte do estudo, foram computadas as áreas de PAs existentes nas duas regiões e que intersectam as áreas dos *buffers* além de extensão de estradas vicinais. Os *buffers* iniciais foram subdivididos em oito faixas de distância de 2.500 m, ao longo das duas BRs. Estas faixas foram utilizadas para extrair informações das distâncias de ocorrências de desmatamento no seu interior, bem como para analisar as distribuições anuais dos polígonos nos padrões de desmatamento.

3. Resultados

O tamanho médio dos polígonos de desmatamento dos anos de 2000 a 2006 que ocorreu na BR-210 foi de 13,754 ha (n = 3.106), a área do buffer foi de 4.994,47 km², e o tamanho médio dos polígonos da BR-174 foi de 8,826 ha (n = 2770), com buffer de 8.696,24 km² de área, sendo o resultado significativo pelo teste t pareado ao nível de 0.05 de probabilidade e Desvio Padrão (DP) de 9,591 ha (SYSTAT 10.0). As áreas de PAs somadas para a região de Rorainópolis foram de 2.527,23 km², com 2.361,63 km² dentro do seu *buffer*. Na Sub-Região1 as áreas de PAs somaram 1.711,5 km², com 1.538,73 km² inclusas no *buffer*. A extensão total da malha viária secundária (estradas vicinais) pertencentes ao município de Rorainópolis somaram 737,7 km, com 666,45 km dentro do *buffer*, e na Sub-Região1 1.088,3 km, com 846 km desse total dentro da área de *buffer*. As áreas de PAs dentro dos *buffers* contabilizaram 574, 5 km e 365,4 km de estradas vicinais para o *buffer* de Rorainópolis e da Sub-Região1 respectivamente. A maior quantidade de polígonos de desmatamentos para Rorainópolis ocorreu na faixa entre 2500m e

5000m com total de 650 entre 2001 e 2007, coincidindo nesta mesma faixa de distancia a maior área acumulada desmatada no mesmo período, com 38,82 km² desmatado. Para a sub-Região1 a maior ocorrência de polígonos de desmatamento foi registrado também na segunda faixa de distância da estrada (732 ocorrências), e a maior área acumulada de desmatamentos no período analisado ocorreu na faixa entre 12.500 m e 15.000 m, com total acumulado de 64,6 km² contra 63,2 km² da segunda faixa. No ano 2001 se registrou o maior numero de ocorrências de polígonos de desmatamentos e também a maior área desmatada acumulada entre os anos analisados, em ambas as regiões: 936 polígonos e 89,03 km² no *buffer* da BR-174 e 1.197 polígonos e 148,6 km² para a BR-210. O desmatamento total acumulado registrado para o *buffer* de Rorainópolis no período analisado foi de 228,32 km² com tamanho médio por polígono de 9,38 ha e DP de 13,76 ha, sendo 3.170 as ocorrências e de 436,29 km² para a Sub-Região1 com média de 12,43 ha por polígono e DP de 17,8 ha com 4.283 ocorrências. As taxas anuais de desmatamento para o período entre 2001 e 2007 foram de 32,62 km² para a BR-174 e de 62,33 km² para a BR-210.

4. Discussão e Conclusão

A distribuição de desmatamento observado na sub-região de Rorainópolis revelou uma tendência de queda na quantidade de áreas desmatadas a partir das faixas mais próximas para as faixas mais distantes da rodovia. Isso foi expresso tanto no número de polígonos desmatados por faixas quanto pelo total desmatado dentro das faixas e ao longo dos anos. Já na Sub-Região1 não houve efeito significativo da distância da estrada principal para a ocorrência de desmatamento, quando analisado ano a ano no período considerado e para o desmatamento acumulado até 2007, apesar de ser possível observar uma leve tendência de redução na quantidade desmatada em função da maior distância à estrada. Uma explicação parcial pode ser o fato que, na Sub-Região1, o desmatamento próximo à estrada principal foi mais limitado pela disponibilidade de áreas florestadas, ao contrário do que foi observado em Rorainópolis. Em relação à infra-estrutura viária, a maior parte das estradas vicinais da região de Rorainópolis (90,3%) estão dentro do *buffer* e nos PAs dentro do

buffer (77,9%). Por sua vez, a Sub-Região1 apresentou 77,7% das estradas dentro do *buffer* e apenas 33,6% das estradas dentro de seus PAs e do *buffer* ao mesmo tempo. Esses fatos, aliados a ocorrências de grandes desmatamentos nas faixas de distancias entre 10.000m e 17.500m de 2001 a 2004, ajudam a entender porque não houve significância nos dados analisados para o *buffer* da BR-210, alem do que, do total desmatado no período de 2001 a 2007, 27,1% ocorreu fora da área do *buffer,* contra 11,9% no caso da BR-174. Assim, quase que podemos atribuir esses desmatamentos ocorridos fora aos 22,3% e 9,7% das estradas que ficaram fora do *buffer* da BR-210 e 174, respectivamente, confirmando a correlação entre desmatamentos com a disponibilidade de estradas e de florestas. O maior desmatamento verificado na faixa de distância entre 12.500m e 15.000m pode ser explicado, em parte, pela abertura de lotes do PA São Luizão, criado em anos anteriores, e de desmatamentos em grandes fazendas para a formação de pastagens, localizadas naquela faixa de distancia da estrada principal. O *buffer* da Sub-Região1, sendo 1,74 vez menor do que o *buffer* da BR-174, sofreu 1,91 vez mais desmatamentos do que aquele, no período analisado, mesmo tendo menos estradas nos PAs e estes menos áreas dentro do *buffer.* Isso se deve, talvez, ao histórico da dinâmica de ocupação que vem sofrendo a região ao longo dos anos. Com a predominância de grandes fazendas de gado fora dos PAs e criação de novas fazendas dentro destes em faixas de distancia da estrada principal que chegam até 20 km ou mais em determinadas vicinais, via anexação de lotes ou até mesmo pela grilagem de terras devolutas fora deles. Pequenos agricultores sem terra, com a conivência de autoridades locais, demarcam posses nos finais das estradas vicinais, alongando-as e até penetrando em Unidades de Conservação ou chegando bem próximo a Terras Indígenas, plantam culturas de subsistência e bananas para o mercado de Manaus. No final do ciclo de produção dessas culturas semeiam capim, preparando a terra para a venda futura. Em Rorainópolis, com população de 24.466 habitantes contra 18.533 da Sub-Região1 (IBGE, 2008), predomina outra dinâmica, diferente daquela observada na Sub-Região1. A sede do município, localizada dentro do Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Anauá, é hoje o maior pólo madeireiro do sul do Estado de Roraima (Barbosa *et al.*,

2008). O processo de anexação de lotes existe, porém com menos intensidade do que a verificada na Sub-Região1, e ainda predominam nos PAs pequenos agricultores rurais, que têm poder de destruição da floresta menor do que fazendeiros e outros agentes de desmatamento (Soares-Filho *et al*., 2004; Fearnside, 2005). O pólo madeireiro pode ter induzido a formação de pequenos polígonos de desmatamentos junto aos assentados através da compra de madeiras licenciadas por autorizações de corte concedidas pelo órgão ambiental do Estado aos pequenos agricultores até 2007. Essa indução pode ter sido fortalecida nos últimos anos com a pressão exercida por madeireiros vindos do sul do Pará, Rondônia e Acre, aproveitando a relação inversa no clima entre esses estados e Roraima, localizado acima do equador. Mais capitalizado e com equipamentos modernos de extração florestal, esses madeireiros dominariam o mercado local desses serviços junto às grandes indústrias madeireiras de exportação. Aos madeireiros locais, restaria a alternativa de conseguir toras junto aos pequenos agricultores. Os polígonos de desmatamento verificados em Rorainópolis no período de 2000 a 2006 são, em média, significativamente menores do que observados na Sub-Região1 no mesmo período. Houve diferença significativa na distribuição dos polígonos de desmatamento e no tamanho das áreas desmatadas dentro e entre as faixas de distâncias da BR-174. No entanto, não foi possível observar diferenças significativas nas distribuições desses parâmetros para a BR-210. Os Projetos de Assentamento das duas áreas estudadas são importantes vetores de desmatamentos na região sul de Roraima, pois abrigam grande parte da infra-estrutura de estradas disponíveis.

5. Referências Bibliográficas

Barbosa, R.I.; Pinto, F.S. & Souza, C.C. 2008. *Desmatamento em Roraima: Dados históricos e distribuição espaço-temporal*. Relatório Técnico. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Núcleo de Pesquisas de Roraima, Boa Vista. 10p.

Fearnside, P.M. 2005. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Megadiversidad*e 1:1-14.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2008. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso em 16/11/2008.

Pinto, A.; Amaral, P & Nava, F. 2007. *Diagnóstico das condições locais para manejo de andiroba e castanha-do-Brasil em três localidades rurais do Estado de Roraima*. Relatório de Consultoria. Imazon, Belém. 53p.

Soares-Filho, B.S.; Alencar, A.; Nepstad, D; Cerqueira, G; Diaz, M.C.V.; Rivero, S.; Solórzanos, L & Voll, E. 2004. Simulating the response of land-cover change to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiaba corridor. *Global Change Biology* 10:745-764.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, GEOMA e INPA.

Análise da dinâmica espacial de vegetação secundária na região da Samuel (RO), a partir de dados multitemporais de Landsat -TM no período de 1998 a 2007

Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça[1] & Aurora Miho Yanai[2]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (pmlag@inpa.gov.br); [2]Bolsista do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

1. Introdução

A vegetação secundária é resultante de distúrbios naturais ou da atividade humana em áreas de florestas. Este tipo de vegetação tem grande importância ecológica em termos de crescimento florestal, acúmulo de biomassa, conservação de nutrientes, benefícios hidrológicos e manutenção da biodiversidade. Através de modelos espaciais dinâmicos é possível analisar as mudanças de uso e cobertura da terra numa região em um determinado intervalo de tempo. No Estado de Rondônia, os principais componentes de mudanças de uso e cobertura da terra estão relacionados com as atividades de exploração madeireira, cutivos temporários e a criação de gado. Essas mudanças resultam em um padrão complexo de cenários, compostos de fragmentos florestais em diferentes estágios de degradação (Dubois, 1990; Serrão & Toledo, 1990). A região de Samuel (localizada no município de Candeias do Jamari) foi caracterizada por um processo de ocupação desordenado a partir de 1970, resultante da abertura da rodovia BR-364 (Cuiabá-Porto Velho), construção da Usina Hidrelétrica de Samuel e dos projetos de assentamento do INCRA. O fluxo de imigrantes provenientes principalmente do sul e sudeste do país ocasionou um intenso crescimento populacional na região. Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica da vegetação secundária e do desmatamento na região de Samuel, através do uso de técnicas de sensoriamento remoto, a partir de Landsat/TM no período de 1998 a 2007.

2. Métodos

Foram utilizadas imagens multitemporais (1998 a 2007) do Landsat-TM, compostas pelas 6 bandas ópticas do sensor. A cena utilizada corresponde à órbita 232/ponto 66, na qual foi selecionada uma área de 2600x1600 pixels. As imagens foram co-registradas, tendo como referência a imagem georreferenciada de 2007. Dados de desmatamento acumulado até 2007 fornecidos pelo Prodes/Inpe foram utilizados para mascarar as áreas não desmatadas. As imagens foram classificadas ano a ano utilizando o classificador não supervisionado de Máxima Verossimilhança do aplicativo ENVI. Posteriormente, as classes temáticas de uso da terra (desmatamento, vegetação secundária, floresta e água) foram convertidas em mapas binários e armazenadas em um banco de dados. Para analisar a dinâmica da vegetação secundária ao longo do período estudado, as informações dos mapas binários foram cruzadas a partir da álgebra de mapas utilizando operações booleanas.

3. Resultados

A ocupação do uso da terra no período de 10 anos, dentro da área considerada desmatada até 2007, mostrou uma conversão drástica de florestas em corte raso, principalmente para uso de pastagens, com uma taxa média anual de desmatamento de 4,2 mil ha. A floresta declinou de 40,1 mil ha (74 % da área total desmatada em 2007) para 4,0 mil ha (4,4 %, floresta residual dentro da área considerada desmatada até 2007 pelo Prodes), enquanto as áreas desmatadas expandiram de 54,2 mil ha (58,9%) em 1998 para 91,9 mil ha em 2007 (representando 24,6% da cobertura total da área estudada). A vegetação secundária manteve-se razoavelmente estável no período de tempo analisado, ocupando uma área média anual de 13,5 mil ha, numa condição de transição entre as áreas desmatadas e floresta. A taxa de corte de vegetação secundária variou ao longo do tempo, sendo que as maiores taxas ocorreram entre 2000-2001 e 2005-2006, totalizando uma área anual de 6.576,4 ha e 5.747,31 ha, respectivamente. Em média no período considerado foi cortada uma área de 4.854,40 ha de vegetação secundária, que corresponde a 5,25% da área total desmatada até 2007. A quantidade média de novas áreas de vegetação secundária ao longo do ano foi de 6.523,1

ha, enquanto uma área média 4.843,1 ha foi cortada no período, sendo em média 1.590,5 ha de vegetação secundária foram convertidas em floresta. A vegetação secundária presente em 1998 foi sendo parcialmente eliminada a cada ano até ser praticamente eliminada em 2005, sendo que maior taxa anual de *clearing* (corte da vegetação secundária) ocorreu entre 1999-2000. Após o primeiro ano apenas 50% do total de vegetação secundária permaneceram na área estudada. Isto evidencia uma dinâmica intensa no uso da vegetação secundária na região.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados encontrados neste estudo demonstram que os fatores que influenciam a atividade humana na região podem afetar tanto a taxa de *clearing* como a taxa de abandono da vegetação secundária. Estes resultados deste estudo, também, mostram que uma fração de terras abandonadas é convertida em vegetação secundária ao mesmo tempo em que novas áreas são disponibilizadas para o corte, mantendo área total de vegetação secundária na região em relativo equilíbrio ao longo do tempo. Deve ser ressaltado aqui que anualmente são convertidos, em média, 1,6 mil ha de vegetação secundária em floresta, o que é improvável de ocorrer no lapso de tempo considerado neste estudo. Este fato pode ser explicado pelas assinaturas espectrais muito próximas entre as classes de floresta e vegetação secundária em idade avançada, incapazes de serem separadas pelo classificador, conforme observado também por Alves & Skole (1996). Este estudo preliminar indica que a vegetação secundária possui uma dinâmica intensa na região estudada. No entanto, a área total de vegetação secundária permaneceu relativamente em equilíbrio durante o período analisado na região. Esta mesma tendência também foi observada por Ferraz *et al*. (2005) em Ariquemes - Rondônia. Este equilíbrio relativo da formação de vegetação secundária pode indicar que esta teria pouca relevância no seqüestro de carbono. Futuros esforços serão realizados no sentido de determinar as taxas de transição que ocorrem entre os diferentes tipos de uso da terra, a fim de fornecer informações necessárias para a calibração de modelos espaciais de dinâmica de uso da terra.

5. Referências Bibliográficas

Alves, D.S. & Skole, D.L. 1996. Characterizing land cover dynamics using multi-temporal imagery. *International Journal of Remote Sensing* 17: 835-839.

Dubois, J.C.L. 1990. Secondary forest as a land-use resource in frontier zones of Amazônia. In: Anderson, A.B. (ed.), *Alternatives to deforestation: Steps toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press. 281p.

Ferraz, S.F.B.; Vettorazzi, C.A.; Theobald, D.M. & Ballester, M.V.R. 2005. Landscape dynamics of Amazonian deforestation between 1984 and 2002 in central Rondônia, Brazil: assessment and future scenarios. *Forest Ecology and Management* 204: 67-83.

Serrão, E.A.S. &Toledo, J.M. 1990. The search for sustainability in Amazonian Pastures. In: Anderson, A.B. (Ed.) *Alternatives to Deforestation: steps toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press. 281p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, GEOMA e INPA.

Análise da inibição do desmatamento pelas áreas protegidas na parte sudoeste do arco de desmatamento

Claudia Suzanne Vitel[1]; Philip Martin Fearnside[2] & Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça[2]

[1]Mestrada em Ciências Florestais Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (vitel@inpa.gov.br); [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

1. Introdução

O arco de desmatamento da Amazônia Brasileira, em seu avanço contínuo, já alcançou a parte sul do Estado do Amazonas. Nesta região, a pressão que estimula seu avanço se origina nos estados vizinhos, Acre e Rondônia. Os novos focos de desmatamento já afetaram uma parte das florestas nativas do Município de Lábrea, situado próximo às fronteiras do Acre e Rondônia. Além dos danos causados aos ecossistemas naturais, as mudanças de uso da terra têm provocado conflitos sociais graves motivados pelo processo de grilagem de terras e da atividade agropecuária, contribuindo para a expulsão de trabalhadores extrativistas da região. Recentemente, o Ministério dos Transportes prevê a reconstrução da BR-319 no Programa de Aceleração do Crescimento e o asfaltamento do trecho Humaitá/Lábrea da BR-230. Esta reconstrução reativará o eixo Porto-Velho/Manaus, o que poderia direcionar a pressão observada no Sul do Amazonas aos municípios na área sob influência da BR-319. Assim, foram propostas também pelo governo várias áreas protegidas na Área sob Limitação Administrativa Provisória (ALAP) da BR-319.

2. Métodos

A área de estudo compreende o Estado de Rondônia e uma parte dos Estados do Amazonas e do Acre. Foi analisado o desmatamento dentro de todas as áreas protegidas com tamanho inferior ou igual a 10.000 ha. Para essa análise, foram utilizados os dados de desmatamento do projeto PRODES de 1997 a 2007 e as delimitações das áreas protegidas foram obtidas pelo Instituto Socio-Ambiental

(ISA). Sobrepondo os mapas de áreas protegidas e os mapas de desmatamento (PRODES) em ambiente de Sistema de Informações Geográficas, é possível estimar a proporção de desmatamento dentro e fora de cada área protegida entre os anos 1997 e 2007. Para analisar o desmatamento na região de entorno da área protegida, foram delimitadas áreas de entorno (*buffers*) de 10 km e de 30 km ao redor de cada área protegida. No entanto, neste estudo preliminar foi considerado apenas o *buffer* de 10 km, devido à co-variância da fração de desmatamento dentro dos *buffers* de 10 km e de 30 km. Uma vez obtidas as frações de desmatamento dentro e fora da área, é possível avaliar o desmatamento dentro da área protegida em relação à pressão externa. Para isto, foi analisada a razão entre a fração de área desmatada na área de entorno e a fração de área desmatada dentro da área protegida. Essa razão fornece uma medida de desempenho da área protegida. As taxas anuais de desmatamento para os anos de 1998 e 1999 não foram utilizadas nas análises por não estarem disponíveis no banco de dados do PRODES. Para simular o efeito das áreas protegidas sobre o desmatamento, o modelo AGROECO, desenvolvido por Fearnside *et al*. (2007) a partir do software DINAMICA (Soares-Filho *et al*., 2006), necessita como entrada de dados de pesos de evidência que representem o efeito de uma variável espacial na mudança de uso da terra. A análise bayesiana de pesos de evidência desenvolvida no programa DINAMICA calcula as probabilidades *a posteriori* de mudança de uso da terra, neste caso, o desmatamento, considerando a distribuição espacial de um conjunto de variáveis. Este estudo teve por interesse calcular a probabilidade *a posteriori* de ocorrer desmatamento no caso da presença ou ausência de área protegida em uma área de alta pressão antrópica, e diferenciar esses pesos em função da categoria à qual as áreas protegidas pertencem. Os pesos de evidência discretos associados às áreas protegidas foram calculados para as seguintes categorias: Unidades de Uso Sustentável (UUS) Estaduais e Federais; Unidades de Proteção Integral (UPI) Estaduais e Federais; e Terras Indígenas (TI). Também, foram calculados pesos de evidência contínuos em função da distancia euclidiana por dentro de cada área protegida desde seu limites exterior até o centróide da área protegida para as seguintes categorias: Unidades de Uso Sustentável

(UUS) Estaduais e Federais; Unidades de Proteção Integral (UPI) Estaduais e Federais; e Terras Indígenas (TI).

3. Resultados

Efeito Inibidor das Áreas protegidas – A maioria (90%) das áreas protegidas apresenta taxas de desmatamento inferiores às taxas na área de seu entorno de 10 km. Em 2007, em média, o desmatamento foi 2 (Unidades de Proteção Integral) a 3,8 vezes (Terras Indígenas) maior fora da reserva do que dentro. Considerando a categoria de uso relacionada à esfera hierárquica administrativa, a taxa média de desmatamento foi de 2,4 (Unidades de Uso Sustentável estaduais) a 25,9 (Unidades de Proteção Integral federais) vezes maior fora da reserva do que no seu interior.

Pesos de evidência das áreas protegidas e da sua área de entorno de 10 km para categorias de uso e categorias de uso associadas à esfera administrativa – A análise dos pesos de evidência indica que a probabilidade de desmatamento é maior na área de entorno de 10 km do que no interior da área protegida. A chance de ocorrer desmatamento na vizinhança das áreas protegidas são em média 1,3 vez maiores do que dentro da área protegida.

Pesos de evidência em relação à distância interna euclidiana da área de proteção **–** A análise dos pesos de evidência como distância euclidiana dentro das áreas protegidas indica que a probabilidade de ocorrer desmatamento por dentro da área protegida diminui gradualmente desde os limites exteriores da área protegida até atingir um valor mínimo no centróide da área protegida. O peso diminui brutalmente para as terras indígenas e unidades de proteção integral, enquanto o peso de evidência das unidades de uso sustentável fica maior e diminui menos.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados obtidos para os pesos de evidência mostram que as áreas protegidas estudadas, da parte sudoeste do arco de desmatamento são eficientes para inibir o desmatamento. As UCs estaduais são menos efetivas do que as federais em conter o desmatamento. Na área de modelagem, considerando pesos de evidência específicos para área de pressão antrópica e áreas mais

afastadas dessa pressão, os cenários de desmatamento poderiam ser mais aperfeiçoados para a Amazônia Legal como um todo. Ajustar o comportamento modelado das áreas protegidas melhoraria os cálculos de desmatamento evitado efetuados por reservas por projetos de redução de desmatamento.

5. Referências Bibliográficas

Fearnside, P.M.; Graça, P.M.L.A.; Keizer, E.W.H; Maldonaldo, F.D.; Barbosa, R.I. & Nogueira, E. 2007. *Desmatamento e emissões de carbono projetadas para o sul do Amazonas, Brasil: Modelagem do Desmatamento e Emissões no Município de Apuí na Área da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR 319) no Período 2007-2050*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 55p.

Soares-Filho, B.S.; Nepstad, D.C.; Curran, L.M.; Cerqueira, G.C.; Garcia, R.A.; Ramos, C.A.; Voll, E.; McDonald, A.; McDonald, P. & Schlesinger, P. 2006. Modeling conservation in the Amazon basin. *Nature* 440:520-523.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, GEOMA e INPA.

Influência do histórico de uso da terra nos caminhos sucessionais em florestas secundárias da Amazônia Central

Tony Vizcarra Bentos[1]; Rita C. G. Mesquita[2]; Ana Catarina Conte Jakovac[1] & Emília Zoppas de Albuquerque[1]

[1]Bolsistas do CNPq; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

1. Introdução

Na Amazônia, as áreas desmatadas são utilizadas principalmente para agricultura de corte e queima, silvicultura e pecuária. Essas atividades frequentemente deixam efeitos residuais que influenciarão a floresta regenerante após abandono, pois alteram química e fisicamente o solo (Aide & Cavelier 1994), impede o acúmulo de matéria orgânica e de biomassa e reduz a dispersão de sementes empobrecendo o banco de sementes do solo (Nepstad *et al*., 1990; Duncan & Chapman 1999). Claramente todos estes fatores influenciarão a regeneração natural nestas áreas, no entanto, pouco se sabe sobre como exatamente cada tipo de uso do solo pode influenciar a sucessão secundária. Para tentar responder parte desta pergunta, foi implantado um experimento de longo prazo em florestas secundárias da Amazônia Central. Há nove anos estão sendo monitorados 18 transectos alocados dentro de capoeiras que, no momento da implantação, possuíam idades entre 2 e 19 anos, com históricos de uso diferentes. As medidas contínuas representam cronosequências, permitindo entender como ocorre a regeneração da vegetação na Amazônia Central e a dinâmica da sucessão secundária sobre áreas com diferentes históricos de uso. Com o presente projeto pudemos dar continuidade ao monitoramento que já inclui mais de 4500 indivíduos marcados, identificados e medidos individualmente. Portanto, o objetivo principal deste projeto de longo prazo é avaliar como o histórico de uso do solo influencia a composição florística e diversidade, estrutura e dinâmica de regeneração da vegetação secundária na Amazônia Central, e como as espécies pioneiras podem influenciar os caminhos sucessionais.

2. Métodos

Há nove anos são monitorados, anualmente, 18 transectos alocados em cronosequências de capoeiras com diferentes históricos de uso, atualmente com idades entre 11 a 28 anos. Os transectos possuem dimensões de 100x5m e estão alocados nas áreas do PDBFF: Colosso, Cabo frio, Florestal, Porto Alegre, Dimona, Cidade Powell e fazenda Diva. Para todos os indivíduos lenhosos com DAP $\geq$ 2 cm são tomadas medidas de diâmetro e são identificados botanicamente os novos recrutas anualmente. Durante o período de vigência do financiamento do PPG7 pudemos dar continuidade ao monitoramento e realizar as amostragens dos anos de 2007 e 2008, ampliar 18 dos transectos para padronizar a área amostral e analisar alguns aspectos do banco de dados, em especial os dados sobre a comunidade regenerante. Foram utilizadas as medições do oitavo ano de monitoramento para analisar a composição florística da comunidade regenerante nas capoeiras dominadas por *Cecropia* sp e por *Vismia* sp. As capoeiras de *Cecropia* sp (n=8) e de *Vismia* sp (n=7) foram comparadas quanto à riqueza, diversidade e composição florística. Foram realizadas duas ordenações (NMDS), uma utilizando os dados de composição florística e abundância dos indivíduos e outra utilizando apenas os dados de presença e ausência das espécies.

3. Resultados

A análise dos dados de recrutamento indicou que as capoeiras de *Cecropia* sp apresentam maior riqueza de espécies e diversidade (103 espécies; Fisher´s alfa= 82,5) do que as capoeiras dominadas por *Vismia* sp (47 espécies; Fisher´s alfa= 24,1). Ambas as ordenações mostram mais de 60% de variação entre os dois tipos de capoeira, indicando que a composição florística da regeneração é significativamente diferente entre as capoeiras de *Cecropia* sp e de *Vismia* sp. As quatro espécies regenerantes mais abundantes nas capoeiras de *Vismia* sp totalizam 39% do total de indivíduos sendo que *V. japurensis* representa 17%. As espécies mais abundantes, em ordem decrescente, foram: *Vismia japurensis*, *Guatteria olivacea*, *Miconia phanerostyla* e *Miconia racemosa*. Nas capoeiras dominadas por *Cecropia* sp, as quatro espécies mais abundantes

somam 22% do total de indivíduos regenerantes amostrados, e não foram encontrados indivíduos do gênero *Cecropia*. As espécies mais abundantes, em ordem decrescente foram: *Zygia racemosa*, *Bellucia imperialis*, *Brosimum guianensis* e *Theobroma sylvestre*.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados da análise da comunidade regenerante indicam que o padrão de dominância das capoeiras influencia fortemente a dinâmica da regeneração e, portanto o caminho sucessional das florestas secundárias. Considerando que o padrão de dominância das capoeiras é reflexo do histórico de uso da área (Mesquita 2001), aqui verificamos que esse efeito permanece influenciando a dinâmica e sucessão do sistema ao longo dos anos, formando florestas secundárias estruturalmente e florísticamente distintas. O monitoramento de longo prazo dos transectos em cronsequências de capoeiras tem gerado dados que constituem um extenso banco de dados sobre a dinâmica de regeneração de florestas secundárias e sua relação com o histórico prévio de uso. Estes dados nos permitem hoje propor medidas de manejo de florestas secundárias e de espécies nativas destes ambientes, abrindo portas para uma nova linha de pesquisa aplicada à valorização das florestas secundárias. A integração dos dados obtidos nos diferentes projetos da sub-rede CONSERVAMAZÔNIA permitirão refinar modelos de sensoriamento remoto e definir metodologias apropriadas de controle e monitoramento das atividades degradantes que podem ser utilizadas para a gestão ambiental na Amazônia.

5. Referências Bibliográficas

Aide, T.M. & Cavelier, J. 1994. Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology* 2:219-229.

Duncan, R.S. & Chapman, C.A. 1999. Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications* 9:998-1008.

Mesquita, R.C.G.; Ickes, K.; Ganade, G. & Williamson, G.B. 2001. Alternative successional pathways in the Amazon Basin. *Journal of Ecology* 88:528-537.

Nepstad, D.; Uhl, C. & Serrão, E.A. 1990. Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures: a case study from Paragominas, Para, Brazil. In: Anderson, A. (Ed.) *Alternatives to Deforestation: Steps Toward Sustainable Use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press, p.215-229.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Manejo da sucessão em áreas degradadas na Amazônia Central como alternativa de geração de recursos para pequenos agricultores

Ana Catarina C. Jakovac[1]; Rita C. G. Mesquita[2]; Tony Vizcarra Bentos[1]; Emilia Zoppas de Albuquerque[1]; Flávia Amend Gabardo[3]

[1]Bolsista do CNPq; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Estagiária voluntária.

1. Introdução

O processo de desmatamento na Amazônia vem sendo acelerado pelo crescimento urbano e pela expansão das fronteiras agrícolas (Fearnside & Barbosa 2004). Como conseqüência, mais de 30% das florestas tropicais são hoje representadas por florestas secundárias (Brown & Lugo 1990). Assim, a paisagem amazônica é hoje composta por um mosaico de áreas degradadas, florestas secundárias ou capoeiras e florestas primárias sob pressão. Uma das soluções apontadas por Goodland (1992) para a diminuição da perda de florestas tropicais é a educação ambiental e o manejo comunitário, além da geração de benefícios às populações através da recuperação de áreas degradadas. O enriquecimento de capoeiras com espécies nativas de interesse comercial pode ser uma forma de valorizar as formações secundárias, aumentar a renda da propriedade e, conseqüentemente, diminuir a pressão de desmatamento sobre a floresta primária. Dentro deste contexto, o objetivo do presente projeto foi implantar e monitorar um sistema de enriquecimento de capoeiras com espécies nativas florestais de interesse comercial em pequenas propriedades rurais na Amazônia Central.

2. Métodos

O estudo foi realizado no Distrito Agropecuário da Suframa (DAS), localizado 120 km ao Norte de Manaus, ao longo da rodovia BR 174. Foi realizado um diagnóstico socio-econômico com 45 proprietários entrevistados ao longo de todo DAS. Em seguida foram selecionadas 11 pequenas propriedades (aproximadamente 25 ha) nos ramais da

ZF4 e ZF7. As capoeiras apresentam histórico de uso semelhante, que é principalmente de agricultura de subsistência através do sistema de corte e queima. O que varia entre estas capoeiras é a intensidade do uso que foi feito do solo. Das 11 propriedades, 5 possuem capoeiras dominadas por *Vismia* sp, 4 possuem capoeiras dominadas por *Cecropia* sp e 2 possuem capoeiras classificadas como mistas, ou seja, sem dominância clara de uma espécie, mas com histórico de uso semelhante ao das capoeiras de *Cecropia* sp. As capoeiras variam de idades entre 1 a 25 anos. Em cada capoeira foi alocada uma parcela tratamento e uma controle com 20x20 m cada. No tratamento foi aberto parte do dossel através do desbaste de 35-40% da área basal da parcela, enquanto que no controle não houve abertura do dossel. Para o enriquecimento foram utilizadas nove espécies florestais nativas sendo três alimentícias (bacaba *Oenocarpus bacaba*, cacau *Theobroma cacao*, castanha *Bertholletia excelsa*), quatro oleaginosas (cumaru *Dipteryx odorata*, andiroba *Carapa guianensis*, pau-rosa *Aniba roseodora*, copaíba *Copaifera multijuga*) e duas madeireiras (mogno *Swietenia macrophyla* e jatobá *Hymenaea courbaril*). Em cada uma das 22 parcelas foram plantadas 45 mudas com espaçamento de 3 x 3 m. O plantio foi realizado durante o mês de março de 2008 e monitorado mensalmente quanto à mortalidade e taxa de crescimento relativo das mudas (RGR- do inglês relative growth rate). Para cada espécie foi calculado o RGR para o período de 7 meses (março a outubro de 2008) e este foi comparado entre as parcelas tratamento e controle através do teste T pareado. Com a intenção de envolver os proprietários no projeto, de capacitá-los em conceitos de agroecologia e de garantir a continuidade do projeto foram oferecidos cursos de capacitação, com carga horária de 16 horas, ao longo do ano de 2008.

3. Resultados

A taxa de mortalidade das mudas plantadas foi de que apenas 6,4% em 7 meses. As espécies apresentaram taxas de mortalidade distintas, porém todas muito baixas, sendo a maior para a andiroba (10%) e menor para a castanha (1,52%). O jatobá foi a única espécie que não conseguimos bons dados sobre seu crescimento devido à arquitetura da planta, que apresenta ramos laterais compridos que naturalmente

ficam envergados dificultando a obtenção de medidas precisas de crescimento em altura. As espécies de maior crescimento relativo (RGR) foram, em ordem decrescente: castanha (0,053±0,043), mogno (0,050±0,025), andiroba (0,045±0,028), cacau (0,042±0,026), cumaru (0,033±0,025), pau rosa (0,035±0,028), copaíba (0,038±0,028) e bacaba (0,033±0,032). As 8 espécies responderam de forma semelhante ao tratamento de abertura de dossel, apresentando uma taxa maior de crescimento relativo nas parcelas tratamento, ou seja, com maior luminosidade. No entanto apenas para três espécies as taxas de crescimento relativo (RGR) foram significativamente diferentes entre o controle e o tratamento, sendo elas a andiroba (gl=10; t=-2,403; p=0,037), o cacau (gl=10; t=-3,885; p=0,003) e o cumaru (gl=10; t=-3,691; p=0,004). As espécies castanha, mogno e pau rosa apresentaram maior RGR no tratamento, porém essa diferença não foi significativa. Já as espécies bacaba e copaíba apresentaram RGR muito semelhante entre o controle e tratamento, o que pode ser devido à sua baixa taxa de crescimento em ambos ambientes, o que ainda não nos permite verificar possíveis diferenças. Foram oferecidos três cursos de capacitação sobre os temas Sistemas Agroflorestais, Meliponicultura e Pscicultura, que atingiram aproximadamente 80 moradores do DAS. Apesar da curta duração, os cursos incentivaram os agricultores a testar formas alternativas de manejo, cultivo ou criação. A maioria dos participantes hoje possui uma caixa de abelha em sua propriedade e planejam aumentar sua produção.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados obtidos até o momento são ainda preliminares tendo em vista que as espécies utilizadas são arbóreas florestais e levarão pelo menos 6 anos ainda para entrar em fase reprodutiva. No entanto, os dados indicam uma tendência de maior crescimento das espécies no ambiente mais iluminado, ou seja, onde foi ampliada a abertura do dossel. Isso indica que o esforço de fazer o desbaste nas capoeiras pode resultar em significativa melhora do sistema, através do crescimento e desenvolvimento mais rápido das mudas. As taxas de crescimento das espécies obtidas por este monitoramento darão subsídio para o planejamento de futuros sistemas de enriquecimento

em capoeiras da Amazônia. O aumento gradativo no número de participantes dos cursos de capacitação reflete o poder de agregação destes cursos, pois aquelas pessoas que participaram nos primeiros cursos estiveram presentes nos demais e auxiliaram na divulgação para os outros moradores. Como conseqüência, estes cursos de capacitação serviram também para aumentar o envolvimento dos agricultores que já participavam do projeto e para agregar mais interessados.

5. Referências Bibliográficas

Brown S. & Lugo A.E. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6:1-32.

Fearnside, P.M. & Barbosa, K. I. 2004. Accelerating deforestation in Brazilian Amazonia: Towards answering open questions. *Environmental Conservation* 31:7-10.

Goodland, R.J.A. 1992. Neotropical moist forests: priorities for the next two decades. In: Redford, K.H. & Padoch, C. (Eds.) *Conservation of Neotropical Forests*. New York: Columbia University Press, p. 416-33.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Artigo-síntese da sub-rede HIDRO-PURUS

A bacia do Purus: análise das relações entre as funções ambientais, atores sociais e gestão das águas na Amazônia

Andrea Viviana Waichman[1]; Nirvia Ravena[2,5]; Wilson Cabral de Souza Júnior[3]; Ademar Ribeiro Romeiro[4]; Voyner Ravena Cañete[5]; Carlos Frederico Angelis[6] & Paulo Almeida Sinisgalli[7]

[1]Universidade Federal do Amazonas (awaichman@ufam.edu.br); [2]Universidade Federal do Pará; [3]Instituto de Tecnologia da Aeronáutica; [4]Universidade Estadual de Campinas; [5]Universidade da Amazônia; [6]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; [7]Universidade de São Paulo.

O objetivo da proposta definida por esta sub-rede foi a de integrar várias áreas do conhecimento no sentido de compreender a dinâmica sócio-ambiental na Bacia do Purus e apresentar os desafios que são impostos à gestão integrada quando o objeto da gestão são as águas da Amazônia. Escolheu-se como objeto de estudo a bacia do Rio Purus, por ser um espaço considerado de reserva e objeto das políticas de conservação, mas que poderá ser afetado em função do rumo que as políticas públicas de desenvolvimento para a região poderão tomar. Trata-se de uma bacia que reúne uma série de características interessantes para o estudo de dinâmica espacial e do impacto antrópico sobre o ecossistema natural: é transfronteiriça; possui boa parte de seus ambientes naturais conservados; possui um mosaico de unidades de conservação abrangente; vem sofrendo investidas da expansão de fronteira agrícola, a partir da região do Alto Purus (principalmente do Acre,); está na área de influência de importantes projetos de infra-estrutura na Amazônia. Estas características, associadas ao grande número de habitats, definidos a partir do regime fluvial, bem como o grau de conectividade entre estes – a partir do regime de enchentes e vazantes – atribuem à bacia do Purus uma grande importância ambiental. Neste contexto, a bacia do Purus se apresenta não só prioritária para o estabelecimento de ações de planejamento e conservação da floresta e dos recursos hídricos, mas como um modelo para a compreensão das

especificidades dos fatores ambientais, políticos, econômicos, sociais e culturais que operam no nível local e regional a partir do qual deverão ser trabalhados os arranjos para o desenvolvimento sustentável que seja adequado à realidade amazônica. Especificamente, quando se trata da gestão das águas, o Brasil tem adotado um modelo de gestão que tem tido sucesso nas regiões sul e sudeste, mais precisamente nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo. Entretanto, é evidente a incapacidade desse modelo em abranger regiões como a Amazônia brasileira, região esta que, assim como outros biomas, demandaria uma adaptação do modelo preconizado pela Lei 9433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. No entanto, ainda que para isso parecesse haver um consenso, muito pouco se avançou em analisar que adaptações viriam a ser estas, e, mais além, pouco se discute a gestão das águas à luz das demandas das populações tradicionais e do arranjo institucional vigente na região. A Bacia do Rio Purus é palco de todas estas nuances. Conhecer estas nuances e inseri-las na análise da bacia para fins de subsidiar a adaptação do modelo de gestão das águas, ou mesmo apresentar argumentos que apontem a impossibilidade de uma eventual adaptação, foram objetivos da pesquisa. Como forma de lidar com a demanda emergente de um fazer científico que envolve a cooperação entre as ciências naturais e as ciências humanas optou-se por uma estratégia de pesquisa onde se relacionam três instâncias: os atores operantes na gestão de recursos hídricos, os desdobramentos da ação antrópica nos cursos d'água e a dinâmica institucional que interfere nos processos de acesso e uso dos recursos hídricos na Amazônia. O objeto de estudo foi delimitado pela fixação de fronteiras. Embora a atenção do projeto fosse voltada para uma área extensa, coberta pela cartografia de imagens de satélites (a bacia do rio Purus), a pesquisa de campo se voltou especialmente para a calha do Rio Purus, seus principais afluentes e sistemas adjacentes. O rio como espinha dorsal, que desenha o espaço de inserção de modos de vida e relações de ocupação sócio-econômica, urbana, rural e de caça e extração. O rio como fonte de vida (o peixe, a água de beber), como formador dos ciclos agrícolas e de habitação entre a seca e a cheia. O rio como fonte de renda e de transporte. Simultaneamente fonte de potenciais e

ameaças. Desta forma, questões relativas à qualidade da água, usos do solo, dos lagos entrecruzaram-se com as questões institucionais, ganhando complexidade na medida em que a dimensão humana findou por inserir graus de incerteza no tocante às formas de acesso e uso dos recursos hídricos e demais recursos naturais da região. Não são apenas as questões relativas às populações tradicionais e outros habitantes que devemos compreender como dimensão humana, mas, sobretudo arranjos políticos e institucionais que impõe à região graus de subordinação a desigualdades regionais que acabam, numa perspectiva ampliada de escalas, tornando a Amazônia uma fronteira de recursos naturais para as outras regiões do país. A ocupação da bacia do Purus se mostra atrelada a políticas públicas que se iniciaram com o ciclo da borracha, no final do século XIX e se estenderam pelo século XX, acentuando-se na década de 1970, a partir dos projetos de assentamento no eixo da rodovia Transamazônica. A região do Purus é uma região que historicamente está centrada no extrativismo. A extração da castanha, a borracha, a pesca e a agricultura familiar são as atividades que contribuem na geração de renda nas comunidades do Rio Purus. Atualmente, a região de interface entre o Alto e Médio Purus é cenário de expansão de fronteira agrícola, a partir das estradas BR-364, BR-319 e BR-230. É nesta região que se concentra o impacto da ocupação na bacia, associada, principalmente, à atividade madeireira e à pecuária. Embora estes impactos, as águas da bacia mantêm suas características naturais, e a qualidade da água se apresenta boa, somente com indícios de degradação em torno dos pequenos centros urbanos. Do ponto de vista da organização política, a influência maior é exercida a partir dos municípios. Algumas comunidades são organizadas em torno de patriarcados remanescentes da ocupação mais remota – como na época dos seringais, enquanto outras se organizam em torno de acordos comunitários para uso de recursos naturais – por exemplo, no caso da pesca em lagos. Há ainda a presença de acordos baseados em títulos precários de propriedade e patronato comercial. Muitos dos ribeirinhos vivem num contexto que poderia ser denominado de pré-capitalista e pré-moderno. De forma geral não há mercado, mas monopólio sobre o uso da terra e o destino da produção. Não se procuram compradores, que

potencialmente pagariam mais pela produção. O pagamento não é realizado em moeda, predomina o escambo. Não há contrato, mas uma base informal de dominação política e econômica. Não impera o estado de direito moderno, mas somente o direito costumeiro e, sobretudo, as ordens da oligarquia local. A situação fundiária na região vem favorecendo a grilagem da terra, a retirada de madeira e a submissão das populações locais aos que se dizem donos da várzea, do lago e da terra firme. O padrão dominante, não importa o tamanho das comunidades, é o baixo grau de organização da sociedade civil e política. Em relação aos recursos naturais, a percepção de um declínio do peixe, principal fonte de alimento, bem como a diminuição da caça, dieta complementar, é recorrente, levando algumas comunidades a estabelecerem formas espontâneas de auto-organização sobre fontes alternativas de pesca, que passam a ser um domínio de uso e fiscalização comunitária. As políticas públicas de fomento à produção agropecuária têm incentivado a produção de malva, arroz e pecuária, que representam modalidades de manejo de recursos naturais desvinculados dos ecossistemas associados e de sua dinâmica, sem considerar critérios de sustentabilidade ecológica, econômica e social. A hipótese de que existem conflitos entre as políticas agrícolas e as políticas ambientais foi confirmada. Cenários sobre o futuro da bacia foram desenhados a partir de duas situações que se retroalimentam em ciclos complexos e dinâmicos: mudanças do ambiente natural e sua influência sobre a sociedade local e mudança dos padrões sociais e suas implicações sobre a natureza. Mudanças climáticas poderão alterar a qualidade da água, que poderá provocar mudanças na composição das comunidades ícticas, que terá impactos sobre aqueles que dependem do peixe, gerando mudanças socioeconômicas (onde e o que se pesca, quanto e como se pesca). Por outro lado, mudanças socioeconômicas (introdução de soja e gado, sobrepesca comercial) terão impactos sobre a natureza: provocarão a diminuição da biodiversidade e da cobertura vegetal. Problemas de erosão e de qualidade da água se acentuarão, impactando negativamente as populações e seus modos de vida. Assim, a necessidade de intervenção racional do poder público é evidente. Alternativas antevistas são a criação de reservas extrativistas onde possível e desejável e a implantação de sistemas

abertos sustentáveis – SAS, sob os princípios do manejo adaptativo, com co-gestão junto às comunidades locais. No entanto, tais instrumentos exigem um debate mais preciso. Desta forma, verificamos que a gestão das águas na Bacia do Purus se reveste de grande complexidade, dada a diversidade de ambientes, de modos de uso e apropriação dos recursos naturais e de arranjos sócio-políticos locais. O isolamento de algumas comunidades tem grandes implicações nas formas de organização possível. As políticas devem se adaptar a esta grande diversidade. Um modelo de gestão para a bacia precisa compreender os arranjos locais, especialmente os acordos coletivos firmados de maneira não formal e que respeitam regras próprias. Dado o estado de conservação de boa parte da bacia e a existência de uma adaptação da ocupação às características locais, há que se considerar a possibilidade de manutenção destas características no processo de gestão, o qual poderia ser formulado a partir de um modelo endógeno e não deveria estar dissociado dos processos de gestão de terras públicas, terras indígenas e de áreas de conservação. Uma estratégia para reverter e até impedir o processo de degradação da bacia do Purus, é considerar que aqueles que gerenciam de forma sustentável as florestas recebam alguma compensação pelos serviços que essas florestas geram para outros e, por conseguinte, tenham incentivos para conservá-las. O reconhecimento deste fato tem encorajado o desenvolvimento de sistemas nos quais os usuários da terra são pagos pelos serviços ambientais que geram por meio de sua gestão, ou seja, utiliza-se o princípio provedor – recebedor para garantir a manutenção de um serviço ambiental. Uma contabilização adequada dos recursos naturais e a possibilidade de inserção destes valores em um modelo espacial podem representar um grande salto de qualidade nas discussões e tomadas de decisão sobre as políticas públicas em relação à Amazônia. Presume-se que estes resultados sejam de grande interesse a um número significativo de setores, especialmente voltados à análise em macro-escala, delineamento de políticas públicas e tomadas de decisão. Existem diversas propostas em andamento sobre pagamento de serviços ambientais (PSA) em diversos países em desenvolvimento, mas têm se mostrado pouco efetivas na transferência de recursos para as comunidades e sua

aplicabilidade se apresenta limitada principalmente por problemas de governança institucional e falta de conhecimento do governo de como estabelecer mecanismos institucionais através dos quais os pagamentos poderão ser feitos. Estes problemas são decorrentes da falta de um modelo integrador para desenvolvimento sustentável que considere os aspectos mais relevantes da sustentabilidade, que crie consenso entre os usuários (população, governo, setor privado), que identifique as interligações estratégicas entre as oportunidades que o mercado oferece e que comunique apropriadamente os métodos, ferramentas e resultados obtidos. Conclui-se que o ciclo hidrológico na bacia do Purus pode ser vendido como um 'serviço de guarda-chuva', mas o potencial futuro para implementação adequada de PSA dependerá significativamente dos arranjos institucionais que forem estabelecidos.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede Hidro-Purus

	Coordenador	Título do projeto	Instituição
1	Ademar Ribeiro Romeiro	O valor da água: análise econômico-ecológica das relações sociais e ambientais na Bacia do Rio Purus	UNICAMP - SP
2	Andrea Viviana Waichman	Efeito das intervenções antrópicas nos ambientes aquáticos da Bacia do Purus	UFAM - AM
3	Luiz Augusto Toledo Machado	Monitoramento automático de parâmetros hidrológicos na Bacia do Rio Purus, AM	INPE - SP
4	Nírvia Ravena de Sousa	Gestão das águas na Amazônia: peculiaridades e desafios no contexto sócio-político regional da Bacia do Rio Purus	UFPA - PA

Valoração monetária dos recursos e serviços ecossistêmicos da bacia do rio Purus

Ademar R. Romeiro[1]; Paulo A. Sinisgalli[2]; Wilson Cabral de Sousa Jr.[3]; Pablo Ricardo Sosa[4]; Evandro Albiach Branco[4]; Amanda Brito Silva[4]; André Luiz Munhoz Gulfier[4]; Daniel Rondinelli[4]; Renato Roberto Marchetti[4] & Ivo Fumyo Kanashiro[4]

[1]Universidade Estadual de Campinas; [2]Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo; [3]Instituto Tecnológico da Aeronáutica; [4]Alunos de Gestão Ambiental da Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

1. Introdução

Este trabalho é parte integrante do estudo dos efeitos das intervenções antrópicas na bacia do rio Purus, localizada na Amazônia legal oriental e inserida nos Estados de Rondônia, Amazonas e Acre. O objetivo deste trabalho é fazer a valoração monetária dos serviços ecossistêmicos da bacia do rio Purus. A análise das relações entre as funções ambientais e atores sociais é abordada aqui sob a ótica da valoração ambiental dos serviços ecossistêmicos. Existe uma carência de dados confiáveis que inter-relacionam a economia e o ecossistema, o que pressupõe a necessidade de incentivar a valoração dos serviços ambientais, mostrando as distorções existentes nos preços de mercado (May, 1995). A bacia do rio Purus diferencia-se das demais bacias hidrográficas da região norte por encontrar-se num estágio de desmatamento e ocupação diferenciados das demais bacias da região amazônica. Tal fato se deve à chegada, de forma não tão intensa até o momento, da dinâmica de ocupação e exploração que predomina nas bacias da região norte, em especial no Estado do Pará. Tem-se uma chegada relativamente tardia dessa dinâmica, dada pela distância dos pólos de desenvolvimento estabelecidos com os programas de ocupação da região norte pelo Governo Federal ao longo das últimas décadas. Percebe-se, dada a configuração do arco do desmatamento, que a pressão de ocupação ocorre no sentido sul/norte e no sentido leste/oeste, resguardando, ainda que

temporariamente, a bacia do rio Purus, que se encontra na Amazônia Ocidental e ainda apresenta relativo estado de conservação face ao estado de degradação da Amazônia Oriental. A ecorregião do rio Purus é de grande importância ambiental, uma vez que possui uma quantidade enorme de lagos, de canais, e uma floresta de várzea com baixa taxa de desmatamento. A floresta tropical apresenta-se como um ecossistema extremamente complexo e delicado. Todos os elementos (clima, solo, fauna e flora) estão tão estreitamente relacionados e não se pode considerar nenhum deles como principal. Possui também grande importância por estar numa área essencial para a estabilidade ambiental do planeta (Amazônia), em função da quantidade de carbono fixada e de sua massa vegetal que libera quantidades significativas de água anualmente para a atmosfera, via evapotranspiração. Estes fatores, que contribuem para a sua importância ambiental, podem ser considerados serviços ambientais deste ecossistema, que beneficiam incondicionalmente a toda a sociedade e em escala global. A valoração dos serviços ambientais representa uma estratégia de incentivar a conservação das áreas naturais, uma vez que verificados e comparados os respectivos custos decorrentes dos impactos ambientais da construção e operação de obras de infra-estruturas, de atividades econômicas necessárias ao crescimento econômico. Os estudos de valoração econômica dos recursos naturais têm recebido crescente atenção na literatura sobre economia ambiental. Entre outros motivos, a valoração permite identificar e ponderar os diferentes incentivos econômicos que interferem na decisão dos agentes em relação ao uso dos recursos naturais, assim como também permite, através da atribuição de valores e da inserção do recurso ou de serviços ambientais na dinâmica e na lógica do mercado, interferir na decisão dos agentes que desses recursos se utilizam (Fausto & Young, 1997).

2. Métodos

A metodologia utilizada baseou-se em dados bibliográficos, aliada ao levantamento das características da bacia Amazônica, em especial a região do rio Purus, enfocando os recursos e serviços ecossistêmicos oferecidos pela mesma. Não obstante a aquisição de informações locais, a pesquisa também contemplou extensa revisão bibliográfica

de maneira a viabilizar a valoração dos serviços ecossistêmicos em foco, permitindo tanto a compilação quanto a produção de informações. O valor econômico da floresta foi calculado tendo por base as estimativas dos valores dos recursos de uso direto, de uso indireto, de opção e de existência, estabelecendo-se um valor/ha de floresta. Os fatores de uso direto e indireto dos recursos foram: carvão vegetal; recursos madeireiros; recursos não-madeireiros; turismo e pesca esportiva; o seqüestro de carbono e ciclo hidrológico. Além dos fatores de uso direto e indireto, foram contabilizados também o valor de opção, que compreende neste trabalho o valor da bioprospecção de fármacos e a biodiversidade, e o valor de existência da floresta. A valoração de cada um dos fatores é baseada em revisões bibliográficas e os valores estabelecidos para cada um dos fatores foram padronizados em valor/hectare. O valor do dano ambiental total aos recursos e serviços ecossistêmicos corresponderá à soma dos valores atribuídos aos serviços ecossistêmicos e recursos acima listados, somados aos valores de opção e ao valor de existência. A somatória destes valores (analisando os fatores que compõe cada um destes) permite quantificar o valor econômico total dos recursos e serviços ambientais.

3. Resultados

Dentre os valores de uso direto, foram valorados os recursos madeireiros (US$ 112,32/ha/ano), não-madeireiros (US$ 0,19/ha/ano), o carvão vegetal (US$ 1.498,84/ha/ano), o ecoturismo (US$ 0,37/ha/ano) e a pesca desportiva (US$ 0,10/ha/ano), resultando em US$ 1609,82/ha/ano. Quanto aos valores de uso indireto, o ciclo hidrológico foi estimado em US$ 38,87/ha/ano, e o seqüestro de carbono em US$ 69,68/ha/ano, totalizando US$ 108,85/ha/ano. O valor da biodiversidade ficou em US$ 21,00/ha/ano, e o valor da bioprospecção em US$ 17,03/ha/ano, sendo que o valor de existência foi de US$ 31,20/ha/ano. Se desconsiderarmos o valor do carvão vegetal, uma vez que o objetivo foi valorar a floresta em pé, temos o valor de US$ 291,06/ha/ano.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados aqui mostrados podem apresentar-se vulneráveis pela não valoração de alguns fatores tidos como importantes, como por exemplo, a pesca, atividade de significativa importância para a região, e os recursos minerais potencialmente exploráveis. Vale ressaltar que ambos os fatores não foram valorados em função da falta de dados disponíveis para a elaboração de informações adequadas aos nossos objetivos. Um outro ponto a ser considerado está relacionado aos recursos de uso indireto. Nota-se que neste trabalho foram considerados apenas o seqüestro de carbono e o ciclo hidrológico, ficando de fora fatores como os polinizadores, por exemplo. No que concerne à biodiversidade da região do rio Purus, seu valor foi inferido por meio de dados secundários, mais especificamente por inferência a partir de custos para proteção ou custos da não-preservação, por isso seu enquadramento dentre os bens que possuem um valor de opção e não de existência. Como conclusão, podemos inferir que a bacia do Rio Purus: aplicando-se o valor encontrado à área da bacia do rio Purus (37.315.677 ha), temos o valor de: US$ 10.861.100.947,62.

5. Referências Bibliográficas

May, P.H. 1995. Economia ecológica e o desenvolvimento eqüitativo no Brasil. In: May, P.H. (Ed.) *Economia Ecológica: aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, p.1-20.

Young, C.E.F. & Fausto, J.R.B. 1997. *Valoração de recursos naturais como instrumento de análise da expansão da fronteira agrícola na Amazônia*. Rio de Janeiro: IPEA (Texto para Discussão IPEA n.490).

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Políticas agrícolas e ambientais no baixo e médio Purus – AM

Eliana Aparecida do Nascimento Noda[1] & Andrea Viviana Waichman[1]

[1]Universidade Federal do Amazonas (eliana_noda@yahoo.com.br).

1. Introdução

Nos últimos 30 anos, a expansão da fronteira econômica, a demanda por alimentos e a necessidade de incorporação da Amazônia no modelo econômico nacional propiciaram a criação e implementação de políticas públicas de uso dos recursos da região por meio do incentivo às atividades agropecuárias, extrativas e obras de infra-estrutura, contribuindo para o aumento das taxas de desmatamento, comprometendo a renovabilidade dos recursos naturais e a conservação dos ecossistemas geradores desta riqueza e a qualidade de vida das populações locais. Observa-se que os recursos naturais, em geral, vêm sendo manejados de forma não sistemática e desvinculados dos ecossistemas associados e de sua dinâmica, sem considerar critérios de sustentabilidade ecológica, econômica e social desta exploração. Assim, conforme Becker (2004) se estabeleceu um conflito entre as políticas de desenvolvimento e as políticas ambientais para a região. A criação de unidades de conservação, a legislação ambiental existente e os modelos de uso e gestão dos recursos naturais que vêm sendo implementados pelos órgãos gestores federais e estaduais não têm sido efetivos na prevenção do desmatamento e da degradação ambiental na Amazônia, como demonstrado pelas crescentes taxas de desmatamento. Em geral essas iniciativas e seus instrumentos de ações carecem de uma análise mais aprofundada das especificidades locais e regionais, de forma a incorporar desde os fatores sócio-culturais até as funções ambientais de forma a tornar a gestão sustentável, e não um mero arranjo institucional. A criação de áreas protegidas, as unidades de conservação, vem sendo um dos instrumentos da política ambiental, porém suas formas de implantação vêm gerando conflitos entre o poder público e organização da sociedade civil. Já as políticas

agrícolas têm incentivado a adoção de modalidades de manejo de recursos naturais de várzea desvinculados dos ecossistemas associados e de sua dinâmica, sem considerar critérios de sustentabilidade ecológica, econômica e social. A implementação de políticas efetivas requer, antes de tudo, o conhecimento da realidade local, dos ambientes, seus recursos, potencialidades e fragilidades, e compreender os mecanismos que regulam a utilização dos diferentes recursos, inclusive o uso da terra. O entendimento da complexidade ambiental da calha do Purus, os sistemas de produção agrícola existentes e a relação destes com o ambiente aquático e terrestre são de fundamental importância para a construção de propostas sócio-ambientalmente adequadas. Portanto, este estudo propõe o diagnóstico e entendimento da potencialidade ou fragilidade das políticas públicas destinadas à agricultura e à proteção ambiental implementadas na bacia do Purus e que podem interferir no modo de vida das populações daquela região.

2. Métodos

Esta pesquisa foi de caráter exploratório e descritivo. Como estratégia para examinar acontecimentos, escolheu-se o método Estudo de Caso, que consiste em uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real. Dentre as variações do método Estudo de Caso, foi adotado para esta pesquisa o Estudo de Múltiplos Casos. Como estratégia de análise, delimitaram-se três categorias: i) agricultura familiar com suas estratégias de produção; ii) políticas ambientais; e iii) políticas agrícolas. As técnicas de pesquisa para a coleta de dados foram as seguintes: entrevistas abertas e semi-estruturadas para obter informações sobre a caracterização socioeconômica e ambiental referentes aos processos de uso e manejo da agricultura familiar e participações efetivas dos ribeirinhos e agentes locais nas políticas agrícolas e ambientais; diário de campo; levantamento de material bibliográfico. O estudo foi realizado em dois períodos: o primeiro (01 a 11/09/2006) consistiu na realização de um diagnóstico socioeconômico geral com o total de 64 famílias residentes na calha do rio, entre os municípios de Beruri, Tapauá, Canutama e Lábrea. O segundo (30/04 a 12/05/2007) consistiu no levantamento das

condições socioeconômicas e ambientais, especificamente com 15 famílias residentes nos municípios de Beruri e Lábrea. A escolha dos municípios de Beruri e Lábrea ocorreu em virtude de estarem localizados geograficamente próximos aos principais pólos de mercados consumidores (Manaus e Porto Velho), que possibilitam analisar diferenças e similitudes para compreender a implementação das políticas ambientais e agrícolas e refletir se as políticas correspondem às realidades sociais observadas e atendem às necessidades diferenciadas. Para a análise das políticas ambientais e agrícolas, primeiramente foi realizada uma identificação dos projetos, programas e ações implantados nas comunidades. Num segundo momento, foi realizado o levantamento de projetos, programas e ações direcionados para área ambiental e agrícola gerenciados pelas instituições governamentais e não-governamentais locais.

3. Resultados

A região do Purus trata-se de uma área historicamente centrada no extrativismo. A castanha e a borracha são os produtos que contribuem na geração de renda nas comunidades no médio Purus; a castanha, na microrregião do baixo Purus. As políticas públicas de fomento à produção agropecuária têm incentivado a produção de malva, arroz e pecuária, que representam modalidades de manejo de recursos naturais de várzea desvinculados dos ecossistemas associados e de sua dinâmica, sem considerar critérios de sustentabilidade ecológica, econômica e social. Nas duas comunidades de Beruri, a política agrícola desenvolvida é voltada para agricultura. Já nas comunidades de Lábrea, a política agrícola desenvolvida é voltada para o extrativismo vegetal. A hipótese levantada sobre o fato de que existem conflitos entre as políticas agrícolas e as políticas ambientais na área de estudo foi confirmada. A situação fundiária na região vem favorecendo a grilagem da terra, a retirada de madeira e a submissão dos agricultores aos que se dizem donos da várzea, do lago e da terra firme. A existência de políticas agrícolas ineficientes, com ausência de serviços de assistência técnica e extensão rural, problemas nos programas de financiamento e crédito e a falta de acompanhamento técnico fazem

com que os agricultores não melhorem suas condições de vida e muitas vezes acelerem os processos de degradação ambiental. O estudo permitiu também confirmar a hipótese de que as políticas agrícolas e ambientais estão influenciando os modos de vida dos agricultores. Ocorrem conflitos entre agricultores que cultivam nas praias e o IBAMA, que restringe essas áreas para a proteção ambiental, devido ao fato de as mesmas serem locais de desova dos quelônios. Os agricultores do baixo Purus se apresentaram insatisfeitos com as medidas autoritárias por parte dos agentes ambientais e pelas pressões das políticas ambientais. A falta de regularização fundiária nas microrregiões impede o acesso a determinadas políticas agrícolas, no caso, o acesso ao crédito rural. A criação de áreas protegidas está sendo ineficaz, pois os recursos pesqueiros estão diminuindo, e os conflitos socioambientais aumentando. O gado bovino tem sido historicamente a prioridade dos financiamentos, porém a pesquisa mostrou que as pequenas criações e os cultivos alimentares são as principais fontes de alimentos e renda dos ribeirinhos, necessitando de maior apoio na composição desses sistemas. O assistencialismo que ocorre nas comunidades é utilizado como instrumentos de barganha de votos e não leva em consideração a necessidade real dos ribeirinhos. O Incra não vem cumprindo as etapas necessárias à implantação dos projetos de assentamentos (que só deveriam ser feitas após a concessão dos créditos e a finalização da infra-estrutura), limitando-se à aquisição e titulação das áreas ocupadas. O Idam atualmente tem como prioridade a formalização de associações. Pouca ou quase nenhuma assistência técnica é dada aos agricultores familiares da calha do rio quanto a sua organização e melhoria da produção. As prioridades para assistência técnica rural são direcionadas em as áreas de terra firme. O Ipaam, órgão responsável pela fiscalização da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus e implementação de planos de manejo, não esta presente na região do Purus. O Ibama tem maior presença na microrregião do médio Purus, com a finalidade de controlar o desmatamento, fiscalizar as unidades de conservação e gerenciar o licenciamento ambiental. Por outro lado, as lideranças comunitárias e municipais que não têm clareza sobre o conceito, vantagens e desvantagens da criação de UCs. A participação dos

agricultores familiares em projetos, programas ou ações articulados por agentes externos, entre os quais, as organizações governamentais e ONGs, mostram que os agricultores não estão envolvidos na implementação das políticas públicas. Provavelmente esses projetos, programas ou ações não estão atuando de forma transparente, com clareza e informação sobre os seus objetivos. Nos municípios, verificou-se que os mesmos não possuem um Conselho de Desenvolvimento Rural para viabilizar a democratização das demandas e o planejamento do uso dos recursos para o investimento regional. As políticas regionais ambientais e de desenvolvimento são contraditórias. Os projetos de desenvolvimento e UCs num mesmo espaço são antagônicos, do ponto-de-vista do uso dos recursos.

4. Discussão e Conclusão

Observou-se completa desvinculação das políticas agrícolas e ambientais das reais necessidades das comunidades, sendo que muitas vezes estas políticas se tornam contraditórias quanto aos seus objetivos. Assim, é necessário que exista a participação efetiva da população local na criação de áreas protegidas e na implementação das políticas agrícolas para o desenvolvimento rural e que esses atores sociais sejam protagonistas na formulação e implementação de políticas públicas adaptadas ao seu modo de vida. Caracterizar e compreender as políticas públicas ambientais e agrícolas na Amazônia não é tarefa trivial. O que se observam são conjuntos de medidas esparsas de estímulo à agricultura e medidas isoladas de defesa do ambiente, tomadas sobre pressão, seja por grupos de interesse, ou alavancadas pelas circunstâncias. A integração entre as políticas agrícolas e ambientais depende da capacidade de composição de interesses que contrapõem, de um lado, a sociedade com sua visão de longo prazo e, de outro, indivíduos, grupos ou setores da economia, que anseiam por resultados imediatos.

5. Referência Bibliográfica

Becker, B. K. 2004. *Amazônia: geopolítica na virada do III milênio*. Rio de Janeiro: Garamond. 172p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Fapeam.

Caracterização das águas da bacia do rio Purus: relações com desmatamento, clima e hidrologia

Eduardo Antônio Rios Villamizar[1]; Andrea Viviana Waichman[2]; Paola Souto Campos[1] & Renata Syallen Sousa Veiga[3]

[1]Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas (eduardorios17@hotmail.com); [2]Universidade Federal do Amazonas; [3]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

Os ambientes de várzea na Amazônia têm sido utilizados para o sustento das populações ribeirinhas sem graves impactos. Enquanto o arco externo da Amazônia legal já foi integrado à economia nacional a partir da produção de soja e da pecuária, existe ainda ao norte e oeste, conforme Théry (2005), um espaço considerado de reserva e objeto das políticas de conservação que poderá ser afetado em função do rumo que poderão tomar as políticas públicas de desenvolvimento para a região. A bacia do rio Purus, localizada dentro deste espaço, já começa a sentir os impactos do avanço da frente de expansão agropecuária. O elevado grau de conservação da floresta da bacia do Purus tem uma forte influência no complexo sistema hídrico, uma vez que regula espacialmente e temporalmente o regime hidrológico e a entrada de nutrientes nos sistemas aquáticos. Aumento nas taxas de desmatamento na bacia poderá modificar o regime hidrológico, promovendo significativas mudanças na qualidade da água e na dinâmica ecológica do sistema, com forte influência não só no ambiente natural, mas na sócio-economia das populações da região, que tem na pesca uma das principais atividades econômicas e de sobrevivência. Neste contexto, o cenário ambiental da região para os próximos anos não é nada alentador. O asfaltamento da BR 319 (Porto Velho – Manaus) e da BR 230 (Humaitá – Lábrea) sinaliza para cenários de extensos impactos socioambientais, numa região que ainda conserva grande parte da floresta intacta (Fearnside & Laurance, 2002). A isto deverão se somar os efeitos da construção do gasoduto Urucu – Porto Velho, que irá cortar uma porção significativa da bacia do Purus, considerando a necessidade de abertura de estradas de acesso. Assim, a construção de novas vias de

acesso e frentes de ocupação promoverá o incremento dos processos de degradação já existentes na Bacia, com impactos diretos e indiretos sobre a floresta e os recursos hídricos. Entretanto, a criação e implementação de alternativas para o uso sustentável dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos, requer o conhecimento sobre os ambientes, seus recursos, potencialidades e fragilidades. Portanto, este estudo se propôs a caracterizar o estado das águas da bacia do rio Purus e identificar relações existentes entre níveis de desmatamento, comportamento hidrológico-climático, condições de saneamento básico e a qualidade da água. Este diagnóstico é um pré-requisito para a efetivação da gestão dos recursos hídricos na região.

2. Métodos

Para caracterização das águas da bacia, foram feitas três excursões a campo nos períodos de seca (setembro de 2006), cheia (abril de 2007), e enchente (dezembro de 2007). Foram realizadas coletas de amostras de água do rio Purus e de corpos de água marginais, localizados nos municípios de Lábrea, Canutama, Tapauá e Beruri, totalizando 24 pontos durante excursão ao campo no período da seca, 44 pontos durante o período da cheia e 37 pontos no período de enchente. As amostras de água foram coletadas manualmente, a uma profundidade de 30 cm. A condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura, pH e transparência foram medidas *in situ*; no laboratório, foram determinados: turbidez, sólidos totais em suspensão, dureza, fosfatos, fósforo total, amônia, nitritos, nitratos, nitrogênio total, demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e coliformes (totais-fecais). Todos os métodos utilizados estão descritos em APHA (2003). Foram analisadas as taxas anuais e valores acumulados de desmatamento entre os anos de 2000 a 2006 a partir da base de dados do INPE. Dados de qualidade da água, precipitação, vazão e cota para o mesmo período foram obtidos da base de dados da Agência Nacional das Águas (ANA) registrados em 4 estações de monitoramento localizadas nos municípios de Boca do Acre (Seringal Caridade), Pauini (Seringal Fortaleza), Lábrea (Lábrea) e Beruri (Arumã), no Estado do Amazonas. Análise de correlação (Pearson/Spearman) foi utilizada para detectar a existência de relações espaciais e temporais

entre as características físicas e químicas da água com os dados de desmatamento, vazão, cota e precipitação pluvial.

3. Resultados

Os valores das variáveis medidas ao longo do ciclo hidrológico na calha principal do rio Purus, bem como nos tributários e lagos não apresentaram diferenças significativas dos valores descritos para os diferentes tipos de água da região (águas brancas, águas pretas e águas mistas) na literatura. Isto evidencia que as águas da bacia do Purus, na maior parte dos corpos d'água examinados, apresentam-se inalteradas pela ação antrópica. Analisando a série histórica da ANA para as quatro estações monitoradas, algumas tendências espaciais podem ser observadas. A condutividade elétrica e os sólidos totais em suspensão decrescem de montante para jusante da calha do rio Purus. O oxigênio dissolvido também apresentou uma leve diminuição de montante para jusante juntamente com o pH. Já a temperatura mostrou um leve aumento nesta mesma direção. A temperatura se correlacionou de forma negativa com a vazão média mensal (m^3/s) e cota média mensal (cm) nos quatro locais. Considerando que as maiores vazões e cotas se apresentam durante a estação úmida na bacia e supondo que durante esta estação as temperaturas do ar podem ser mais baixas do que na seca, espera-se um descenso na temperatura superficial da água. A condutividade elétrica (µS/cm) se correlacionou de forma positiva com a vazão média mensal e a cota média mensal (cm) em Boca do Acre de forma negativa em Pauini e Lábrea e não apresentou correlação em Beruri. A variável turbidez (NTU) se correlacionou com a vazão média mensal e cota média mensal de forma negativa em Boca do Acre, Pauini e Lábrea e de forma positiva em Beruri. O oxigênio dissolvido só foi correlacionado com a vazão média mensal e cota média mensal de forma negativa em Boca do Acre, sendo que não houve correlação nos outros três locais de monitoramento. A precipitação acumulada mensal influenciou a qualidade da água, especialmente em Boca do Acre. Já nos demais locais, a precipitação somente se correlacionou de forma negativa com a temperatura e de forma positiva com os sólidos totais em suspensão. Em relação ao uso do solo, as maiores taxas de desmatamento (TD) foram observadas em

Boca do Acre e Lábrea, municípios que apresentam grandes áreas desmatadas e, portanto, os maiores valores para o Desmatamento Total Acumulado (DTA). Este último está relacionado com a facilidade de acesso por estrada a estas áreas. As menores taxas de desmatamento foram observadas em Pauini e Beruri, onde o acesso à floresta por estradas é quase inexistente. Não foram encontradas relações entre os valores das taxas de desmatamento e aqueles das variáveis de qualidade de água, em nenhum dos quatro locais de monitoramento, durante o período de seis anos que foi abordado neste estudo. Todavia, o desmatamento total acumulado (DTA) influenciou a qualidade da água, principalmente no município de Lábrea, onde foram observados os maiores valores para esta variável. O DTA correlacionou de forma positiva com mudanças da temperatura em Pauini e Lábrea, com os sólidos totais em suspensão em Beruri, e com o oxigênio dissolvido em Lábrea. O pH foi a variável da qualidade de água que apresentou mais influência do Desmatamento Total Acumulado (DTA) e percebeu-se que o aumento desta última variável contribuiu para a diminuição da primeira, de forma geral, nos quatro locais.

4. Discussão e Conclusão

Em relação à qualidade da água da bacia do rio Purus, foi observado que, com algumas exceções, os valores apresentados pelas diferentes variáveis analisadas se assemelharam com valores registrados em outras regiões da Amazônia para águas naturais. Os resultados mostraram que a qualidade da água é boa. As análises evidenciaram os agrupamentos dos diferentes locais amostrados de acordo com a localização geográfica no sentido montante para jusante da bacia, o tipo de água e de ambiente. O ciclo hidrológico influenciou, de forma diferenciada, algumas das variáveis limnológicas analisadas no presente estudo, especialmente aquelas relacionadas com a quantidade de sedimentos presentes na água. As variáveis da qualidade da água foram influenciadas pelas cotas e vazões, exceto o pH e OD. As variações de pH observadas, por sua vez, estão relacionadas com o desmatamento total acumulado na bacia, e a variável OD não mostrou influência nem dos hidrológicos como precipitação, cota e vazão, nem de fatores associados à intervenção

antrópica como o desmatamento, de forma geral. As chuvas determinaram a qualidade da água especialmente nas áreas localizadas mais à montante da bacia e, principalmente, em relação às variáveis associadas com a presença de íons e sedimentos na água. Não foram encontradas relações entre os valores das Taxas de Desmatamento (TD) com aqueles das variáveis de qualidade de água. Percebe-se que os efeitos do desmatamento sobre a qualidade da água na bacia do Purus estão relacionados mais com a área total desmatada do que com as taxas anuais, e aqueles efeitos começam a ser visíveis quando certo nível de desmatamento é atingido. Mesmo considerando o bom estado de conservação da maior parte da bacia, impactos sobre a qualidade da água causados por intervenções antrópicas são evidentes, especialmente no entorno das áreas urbanas e em escala local. Finalmente, observaram-se modificações na qualidade da água da bacia do rio Purus, de montante para jusante, atribuídas ao uso do solo e às condições de saneamento.

5. Referências Bibliográficas

American Public Health Association – APHA. 2003. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Ed. Washington: APHA. 3118p.

Fearnside, P.M. & Laurance, W. 2002. O futuro da Amazônia: os impactos do Programa Avança Brasil. *Ciência Hoje* 31:61-65.

Théry, H. 2005. Situações da Amazônia no Brasil e no continente. *Estudos Avançados* 19:37-49.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e CAPES.

Monitoramento automático de parâmetros hidrológicos na bacia do rio Purus, AM

Luiz Augusto Toledo Machado[1] & Carlos Frederico de Angelis[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (luiz.machado@cptec.inpe.br).

1. Introdução

A estimativa de chuva a partir de informações obtidas por sensoriamento remoto é uma ótima opção para a espacialização dos campos, principalmente para os locais de difícil acesso onde a densidade de pluviômetros é baixa. A bacia do rio Purus apresenta alguns poucos pluviômetros instalados em sua área, logo a estimativa de precipitação por satélite é uma ótima alternativa. Para tanto, é necessário verificar a qualidade da estimativa e melhorar a sua performance com base nos dados disponíveis em superfície sobre a bacia do rio Purus. O Modelo Hidroestimador está operacional no CPTEC/INPE e usa imagens dos satélites meteorológicos GOES 10 para estimar a taxa de chuva instantânea que ocorre na superfície da Terra. Esse modelo faz uso de informações de satélites da temperatura do topo das nuvens, de modelos de previsão e orográficos e assim infere a chuva na superfície. Por se tratar de um método indireto, esse modelo pode apresentar algumas limitações que precisam ser corrigidas para assim ser melhor aproveitado. Para ser usado na bacia do rio Purus, foi preciso realizar a calibração desse modelo para se obter a melhoria de seu desempenho sobre a região. Para a realização dessa calibração, foi necessária a utilização de dados observados que representaram a verdade terrestre e, para o caso da bacia do rio Purus, os dados de pluviômetros pertencentes à Agencia Nacional de Águas (ANA) foram imprescindíveis.

2. Métodos

A calibração do Modelo Hidroestimador foi feita a partir dos valores de chuva observados em toda a bacia do rio Purus. Para isso, foi feita uma comparação entre os valores observados pelo próprio Modelo Hidroestimador e os valores observados pelos pluviômetros localizados na área de estudo. A área de representatividade de cada

pluviômetro foi calculada a partir da técnica de polígonos de Thiessen (Burrough, 1987). Essa técnica permite estimar a chuva observada em cada pluviômetro levando em consideração a área da bacia e a área de representatividade de cada pluviômetro. Para o caso da chuva estimada por satélite, calculou-se a precipitação dentro da área de representatividade de cada pluviômetros a partir do valor de todos os pixels da imagem do Modelo Hidroestimador presentes dentro dessa área. Como os valores de cada pixel estão distribuídos uniformemente no espaço, considerou-se como valor de precipitação a média aritmética da chuva indicada em cada pixel.

3. Resultados

Estudos anteriores mostram que o Modelo Hidroestimador tende a superestimar a chuva sobre a região Amazônica (Angelis, 2008). Neste projeto, uma investigação preliminar feita com o objetivo de verificar se esse comportamento se repetia também sobre a bacia do rio Purus, confirmou que o Modelo Hidroestimador superestima a chuva quando comparado com os pluviômetros. Porém, foi percebido que, apesar da superestimação, o modelo reproduz com fidelidade a distribuição espacial da chuva. Isso mostra que as estimativas de chuva obtidas pelo Hidroestimador diferem na quantidade, mas não na forma da chuva. Portanto, isso mostra que o problema do uso de estimativas de chuva obtidas pelo Modelo Hidroestimador fica reduzido somente a um ajuste de quantidades que pode ser feito pela da calibração proposta nesse projeto. Desta forma, a calibração final do Modelo Hidroestimador foi feita utilizando os valores de chuva de cada pluviômetro contra os valores observados pelo Hidroestimador em cada área de representatividade dos mesmos pluviômetros. Os resultados para a calibração do Modelo Hidroestimador foram obtidos utilizando um período de 1095 dias. Após a correção do Hidroestimador para todo o período de estudo (de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2006), observou-se que a calibração se mostrou bastante eficiente e foi considerada apropriada para a área de estudo.

4. Discussão e Conclusão

Nota-se que a calibração do Modelo Hidroestimador reproduz o ciclo anual da chuva sobre a bacia do rio Purus captando, inclusive, os

eventos mais extremos de chuva. Esses resultados observados quinzenalmente podem ser corroborados com os valores de chuva acumulada em toda a bacia durante o período de estudo. Na análise da chuva acumulada na bacia, percebe-se mais uma vez que o Hidroestimador superestima a chuva, porém mantém sua característica de capturar a variabilidade espacial da chuva, uma vez que a forma da curva da chuva acumulada observada pelo modelo acompanha a mesma forma daquela observada pelos pluviômetros. Como os resultados descritos anteriormente mostraram a nítida característica do modelo Hidroestimador em reproduzir a variabilidade espacial da chuva na bacia, então sua calibração poderá produzir informações úteis a várias áreas. Aproveitando a notada vantagem de suas imagens em representar a precipitação de forma contínua no espaço, então mapas mostrando os campos de chuva foram elaborados com significativa confiança.

5. Referências Bibliográficas

Angelis, C.F. 2008. Validação das Estimativas de Precipitação Obtidas pelo Modelo Hidroestimador para as Bacias Hidrográficas Brasileiras. In: *XV Congresso Brasileiro de Meteorologia*, São Paulo.

Burrough, P.A. 1987. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Clarendon Press. 193p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Análise de dados ambientais da bacia do rio Purus, AM

Ana Elisa Pereira da Silva[1]; Luiz Augusto Toledo Machado[2] & Carlos Frederico de Angelis[2]

[1]Bolsista do CNPq; [2]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (luiz.machado@cptec.inpe.br).

1. Introdução

Para assegurar a vida aos habitantes dos rios e garantir a ingestão de uma substância que não seja nociva à saúde da população, a qualidade da água é avaliada pela análise de alguns parâmetros de características físicas, químicas e biológicas. Seis das principais variáveis que orientam os parâmetros físico-químicos foram estudados: temperatura da água, pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos em suspensão. Estas variáveis, além de discriminar a qualidade dos rios, são influenciadas pelas estações do ano, pelo volume de chuvas, pela localização geográfica e pela ação antrópica. Como a chuva é o principal agente regulador dos cursos de água, espera-se que ela seja também uma importante variável a ser considerada em estudos envolvendo a qualidade da água de rios e tributários. A Agência Nacional de Águas - ANA, monitora em todo o Brasil pontos onde a água de rios é coletada e mensurada. As variáveis monitoradas pela ANA ao longo do rio Purus são as seis descritas anteriormente e foram analisadas nessa pesquisa juntamente com valores de precipitação observados nas áreas próximas aos pontos de coleta de amostra de água, obtidos por sensoriamento remoto. Ao longo do rio Purus, este monitoramento é feito desde 1975, porém a série temporal mais completa foi obtida para o período de 1998-2005. Apesar de próximo à fronteira agrícola (grande responsável pela degradação da qualidade hídrica), que avança no sentido sudoeste da Amazônia, a bacia do rio Purus ainda não sofreu muitos impactos decorrentes da conversão de florestas tropicais. O regime de chuvas no Brasil apresenta sazonalidade marcante com estação seca e chuvosa em épocas diferentes do ano de acordo com a localização geográfica (Figueroa & Nobre, 1989) e isso pode afetar as concentrações das variáveis físico-químicas nos rios. Nenhum estudo focando os impactos da precipitação na

qualidade da água desse rio foi antes realizado. Diante disso, o objetivo desse trabalho é avaliar quantitativamente os impactos da precipitação e do desmatamento local observado por satélites na qualidade da água do rio Purus, em seu trecho que corta o estado do Amazonas, com base nos dados coletados nos postos de observação monitorados pela ANA.

2. Métodos

A bacia do rio Purus está localizada na porção sudoeste da Amazônia e tem o rio Purus como tributário principal. A porção localizada no estado do Amazonas, onde os pontos de coleta de água feita pela ANA estão localizados (Seringal da Caridade, Seringal da Fortaleza, Lábrea e Arumã), é coberta por floresta primária nativa e apresenta longas áreas de inundação ao longo do curso meândrico do rio Purus, com reduzidas áreas de conversão de floresta nas áreas urbanas dos municípios como Lábrea (AM) e Boca do Acre (AC). As informações de qualidade de água foram obtidas por amostras feitas durante o período de 1998-2005 para as variáveis de: temperatura da água, pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos em suspensão. Pelo menos três coletas por ano compõem as séries temporais de cada ponto amostrado. Os dados de chuva foram obtidos a partir de estimativas feitas por meio de informações coletadas pelos sensores do satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*), que é equipado com um radar meteorológico, um sensor de microondas passivo e um sensor óptico no infravermelho (http://trmm.gsfc.nasa.gov). Os dados de precipitação foram extraídos para o período de 1998-2005 nos mesmos locais de coleta de água. Foram utilizados dados produzidos pelos algoritmos 3B42 (a cada 3 h) e 3B43 (mensal) que combinam todos os sensores do TRMM com informações de pluviômetros produzidas pelo *Global Precipitation Climatology Center* (GPCC). Os dados produzidos pelo 3B42 foram extraídos para uma área de 75 km ao redor de cada ponto de coleta de água, com valores horários acumulados para um período de oito dias, anteriores à coleta da água. Os dados mensais produzidos pelo 3B43 foram extraídos do mesmo ponto de grade dos locais de coleta de água. Com o objetivo de eliminar os efeitos da

sazonalidade da precipitação produzida pelo 3B43, foi feito um cálculo de desvio da precipitação:

Desvio = Precipitação mensal observada – Precipitação média mensal (1)

onde *precipitação observada* é o valor da chuva do mês da observação e *precipitação média mensal* é o valor médio mensal da precipitação obtido durante o período de estudo (1998 a 2005). Valores positivos (negativos) do *Desvio* para um dado mês significam que aquele mês registrou valores de precipitação acima (abaixo) da média observada durante o período de estudo. Esses valores produzidos pelo 3B43 e 3B42 foram correlacionados com as variáveis de qualidade da água, para verificar os impactos causados pelo regime de chuva na qualidade da água do rio em estudo. Através do banco de dados do PRODES – Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia do INPE, foi observada a dinâmica espaço-temporal do desmatamento num raio de 50 km a partir do ponto de coleta de água até o ano de 2005. Após esta primeira análise de comparação entre as estações, foi feita a correlação com as variáveis de qualidade da água. A partir dos resultados desta correlação, foi analisado o tipo de solo da região, cujos dados foram obtidos no sítio da Embrapa.

3. Resultados

A climatologia da precipitação na bacia do rio Purus apresenta comportamento pluviométrico que evidencia ciclo anual marcado por estação chuvosa e seca. O regime de chuva observado em cada localidade parece influenciar os valores de algumas das seis variáveis de qualidade de água amostradas, que também variam de acordo com a localidade. A correlação entre o valor do *desvio* da precipitação e as variáveis de qualidade de água foi significativa em metade das correlações realizadas. As séries temporais dos valores de cada variável da qualidade da água nas quatro localidades estudadas apresentam nítidas variações ao longo do período de estudo. Os resultados encontrados sugerem que a localidade de Seringal da Caridade tem a pior qualidade de água, enquanto Arumã a melhor. O uso do solo e o regime de precipitação da área estudada parecem ser os principais agentes que interferem na qualidade da água do rio

Purus. Percebe-se que Seringal da Caridade está localizado a jusante do município de Boca do Acre onde se visualiza alto grau de antropismo. A conversão de florestas no entorno desse local expõe o solo e facilita o transporte de sedimentos para o rio durante os eventos de chuva. Isto demonstra a contribuição do desmatamento. Seringal da Caridade foi a área mais desmatada ao longo dos anos em estudo, atingindo em 2003 a extensão de 164 km². Em seguida, Lábrea apresentou desmatamento acima de 40 km² em 2003 e Seringal da Fortaleza atingiu 32 km² em 2000. Arumã é a região que apresentou menor extensão de desmatamento em todos os anos. A correlação entre os parâmetros de qualidade da água e a área total de desmatamento ao redor de 50 km do ponto de coleta no rio apresentou variação de acordo com a localidade. Segundo o mapa de solos da Embrapa, a região da calha do rio Purus onde é coletada a amostra de água nas quatro estações estudadas é composta de solo do tipo Gleissolos Háplicos Tb Distrófico. Na intenção de avaliar não só a extensão da área desmatada, mas também o impacto que a chuva causaria na qualidade da água ao percorrer um solo exposto até alcançar o rio, foi calculado o valor da precipitação para uma área de 75 km ao redor do ponto de amostragem de água acumulado para um período de oito dias anteriores à coleta e correlacionado com as variáveis de qualidade da água. Seringal da Caridade foi a localidade que apresentou correlação significativa com o maior número de variáveis.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados mostram que a precipitação parece ser o principal agente influenciador da qualidade da água do rio Purus, pois foi observado que as principais variáveis monitoradas se correlacionaram significativamente com o regime de chuvas do local. A sazonalidade do ciclo anual de precipitação em todas as localidades estudadas indica maior possibilidade de influência na qualidade da água em determinadas épocas do ano. A correlação entre a extensão do desmatamento e as variáveis de qualidade da água foram menos expressivas que as correlações com a chuva. Porém, é notável que a interferência humana é mais intensamente presente em Seringal da Caridade do que em Arumã. Os valores de

turbidez e sólidos em suspensão apresentaram valores muito acima dos demais analisados em Seringal da Caridade, ponto mais à montante do rio e registrou seus maiores índices na estação seca, discordando de algumas pesquisas que apontam o aumento desse parâmetro como conseqüência do aumento de sólidos em suspensão, registrado no período chuvoso. Essa discordância pode ser atribuída ao tamanho e natureza das partículas que afetam diretamente o valor da turbidez (Pádua & Bernardo, 2001; Teixeira e Senhorelo, 2000). Na localidade de Arumã, situada no ponto mais a jusante do trecho estudado, os parâmetros avaliadores da qualidade da água apresentaram os melhores índices quando comparados com os demais. Este local, que está situado próximo à foz do rio Purus, tem a vantagem de receber águas mais diluídas e com escoamento mais rápido causado pelo aumento no volume de água, e não apresenta sinais de degradação ambiental em seu entorno. Segundo Tucci (2002), a cobertura vegetal é uma questão importante como interceptação no escoamento das chuvas. No entanto, outros fatores parecem estar associados como a inclinação da bacia do rio Purus que, sendo plana, não favorece o escoamento superficial. Estudos anteriores comentaram que, em rios brasileiros, o pH varia de neutro a ácido, e que existem rios na Amazônia com pH baixo, atingindo a neutralidade praticamente em águas marinhas (Maier, 1987). Resultado semelhante foi encontrado nas águas do rio Purus e a elevada acidez do tipo de solo encontrado nos locais de amostragem de água pode ter relação com os valores de pH encontrados no rio Purus. Pelos resultados obtidos nessa pesquisa, é possível verificar que eventuais impactos na qualidade da água causados por atividades humanas, principalmente em locais próximos a perímetros urbanos, parecem ter abrangência somente em escala local.

5. Referências Bibliográficas

Figueroa, S.N. & Nobre, C.A. 1989. Precipitation distribution over Central and Western tropical South America. *Climanalise* 5:36-45.

Maier, M.H. 1987. Ecologia da bacia do rio Jacaré Pepira (47º55' – 48º55'W; 22º30' – 21º55'S – Brasil): qualidade da água do rio principal. *Ciência e Cultura* 39:164-185.

Pádua, V.L. & Bernardo, L.D. 2001. Comparação entre turbidez e distribuição de tamanhos de partículas. In: *XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, p.1-10.

Teixeira, E.C. & Senhorelo, A.P. 2000. Avaliação de correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada. In: *XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*, p.1-5.

Tucci, C.E.M. 2002. *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Editaora da UFRGS. 943p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Projeto Gestão das Águas na Amazônia: peculiaridades e desafios no contexto sócio-político regional da bacia do rio Purus

Nírvia Ravena de Sousa[1]; Voyner Ravena Cañete[2]; Rômulo Magalhães de Sousa[3]; Cleide Lima de Souza[4] & Thales Maximiliano Ravena Cãnete[4]

[1]Universidade Federal do Pará; [2]Universidade da Amazônia; [3]Mestre em Ciência da Comunicação, Universidade Federal do Pará; [4]Bolsista CNPq.

1. Introdução

O projeto "Gestão das Águas na Amazônia: peculiaridades e desafios no contexto sócio-político regional da bacia do rio Purus" está inserido na sub-rede "Os efeitos das intervenções antrópicas na bacia do rio Purus: análise das relações entre as funções ambientais, atores sociais e gestão das águas na Amazônia legal", tendo como objetivo no interior da rede, a tarefa de identificar e compreender a racionalidade dos grupos sociais que pertencem a segmentos tradicionais da sociedade amazônica e que acessam e utilizam os recursos hídricos sem a mediação das instituições formais. Populações tradicionais e sua interação com corpos intermédios da burocracia estatal são *per se* uma temática de análise. No entanto, neste artigo se busca identificar, a partir dos dados coletados em campo, as dificuldades que irão se perfilar na política setorial destinada aos recursos hídricos quando a população alvo dessa política regulatória estabelece com a água relações não abrigadas no arcabouço legal. A taxonomia "populações tradicionais" tem sido aplicada a uma diversidade de atores sociais. No entanto, enquanto categoria de análise abrangente, esta definição necessita que as especificidades das populações categorizadas como populações tradicionais sejam descritas de forma densa. Essa preocupação decorre da miríade de práticas relativas à reprodução social realizadas pelas populações presentes na bacia do rio Purus. Dessa forma, a equipe, ao deparar-se com o campo de pesquisa orientou-se pelo olhar dirigido ao caráter indissociável entre a reprodução social das populações observadas no percurso do rio Purus e a água. Essa

interdependência associada ao bioma da várzea do Purus e aos ciclos de cheia e de seca do rio resulta em práticas sociais que perfilam a dinâmica dessa população e sua inscrição na esfera política local. A presença simultânea de mecanismos políticos pré-modernos, como o sistema de regatão, e de gestão municipal democrática de políticas públicas como conselhos de saúde e de educação demonstram as contradições sócio-políticas presentes em regiões remotas como a bacia do rio Purus.

2. Métodos

Os padrões de interação das comunidades situadas na bacia do rio Purus com o mercado, e as relações de propriedade são um cenário marcado por gramáticas políticas fundamentalmente centradas nas relações patrimoniais. Essa constatação advém do olhar acerca da capacidade institucional dos municípios localizados no percurso da calha do rio Purus. Na pesquisa, além de identificar as práticas das comunidades, foi fundamental compreender a capacidade institucional instalada dos municípios localizados na calha do rio Purus. Buscou-se, através da análise institucional, compreender a relação dos atores sociais com os arranjos existentes para a gestão de recursos hídricos. A inadequação do arcabouço regulatório da água para a Amazônia foi evidenciada, o que levou a equipe do projeto a buscar uma estratégia de pesquisa para identificar em que medida a interação entre os atores sociais que acessam e usam recursos hídricos na bacia do rio Purus com as instituições de regulação da água poderia resultar na gestão racional desse recurso. Para adequar o orçamento às necessidades de pesquisa através do entretecimento de várias áreas do conhecimento, optou-se pela utilização da lógica *fuzzy*. A lógica *fuzzy* é uma ferramenta da inteligência computacional que permite demonstrar que entre a certeza de ser e a certeza de não ser existem infinitas possibilidades. Assim, sistemas ambientais e sua relação com os fenômenos antrópicos, que constituem uma realidade de grande complexidade, podem ser modelados por esta ferramenta, permitindo a compreensão de cenários permeados por complexidades. Associadas a essa estratégia foram realizadas entrevistas de profundidade e grupo focal com os executores das políticas na esfera federativa local. Esses procedimentos permitiram

a construção de uma base de conhecimento para que fosse aplicada a lógica *fuzzy* e, dessa forma, compreender as questões postadas no projeto.

3. Resultados

O modelo *fuzzy* gerou uma representação gráfica dos usos dos recursos hídricos (Figura 1). Agricultura e pesca foram as atividades eleitas no modelo como relevantes na reprodução social das comunidades pesquisadas, pois estabelecem com a água uma conexão mais estreita em função das externalidades originadas por esses usos. Essas práticas e usos podem ser visualizados na Tabela I:

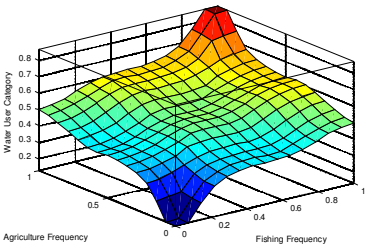


Figura 1. Representação *fuzzy* 1.

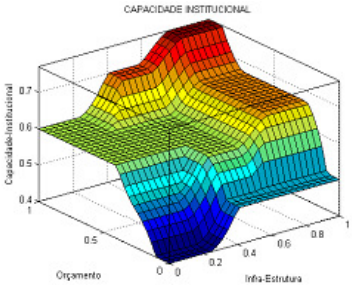


Figura 2. Representação *fuzzy* 2.

Tabela I. Atividades de subsistência e dinâmica do rio Purus.

Atividade	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**
Extração												
Agricultura												
Pesca												

Fonte: Trabalho de campo-setembro/2006.

O mapa oferece uma visualização do caráter indissociável existente entre a reprodução social desses grupos que ocupam a calha do rio Purus e a dinâmica do rio. Para a capacidade institucional instalada nos municípios da calha do Purus, outro modelo *fuzzy* foi construído (Figura 2). Nele, foi representada graficamente a correlação entre infra-estrutura e orçamento. Este procedimento permite compreender

de que forma as políticas públicas direcionadas à esfera municipal impactam o modo de vida dos habitantes da bacia do Purus.

4. Discussão e Conclusão

Na Figura 1, é possível perceber um ponto importante: a relação do arcabouço regulatório da água no Brasil e sua aplicabilidade no Purus. O resultado desse exercício, demonstrado graficamente, aponta que será usuário com direito a voz e voto nas questões ligadas à gestão o ator que corresponde aos usos que promovem um número maior de externalidades sobre a água. Em outras palavras, o ator que utiliza muito a terra e que pode, no futuro, tornar-se um irrigante, e o ator que pesca muito podem vir a ser os atores chave da regulação da água no Purus. A grande propriedade e a pesca comercial, em termos de distribuição de recursos de poder, terão vantagens comparativas no momento de instalação do arranjo institucional que regulará o acesso e o uso da água no Purus se o modelo de regulação não for adaptado às práticas, usos e modos de vida da população que ocupa a bacia do rio Purus. Assim, o resultado da análise da capacidade institucional demonstrada na Figura 2 permite verificar que há um hiato entre o que os municípios poderiam ter como capacidade institucional instalada e o que se apresenta de fato. Essa constatação resulta de simulações feitas acerca da correlação entre as variáveis orçamento e infra-estrutura. Percebeu-se, com base na simulação, que, somente com o equilíbrio entre estas duas variáveis, os municípios poderão apresentar uma capacidade institucional apta a implementar algum tipo de política pública desenhada nas esferas federativas da união, como por exemplo, a política de gestão das águas. A manutenção do desenho padronizado dessas políticas, acompanhada pelo crescimento populacional desses municípios, deixará como legado à região e aos seus ocupantes um processo de recrudescimento de práticas clientelistas e uma ausência de autonomização dos indivíduos nos níveis locais que dificilmente poderá retroceder, em pouco espaço de tempo. A pré-modernidade política e social se instalará e políticas sociais continuarão a ser interpretadas como dádiva e não como direito.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Artigo-síntese da sub-rede H_20 LIMPA

Usos múltiplos da água, sua contaminação e conseqüências à saúde pública na sub-bacia hidrográfica do rio Madeira

Wanderley Rodrigues Bastos[1]

[1]Universidade Federal de Rondônia (bastoswr@unir.br).

1. Introdução

As principais decisões nos próximos anos, principalmente na Amazônia, deverão endereçar trocas entre produção agrícola e qualidade da água, uso da terra e biodiversidade, uso da água e biodiversidade aquática, uso atual da água para irrigação e produção agrícola futura. Neste contexto, este projeto de pesquisa foi parte integrante da investigação das condições ambientais que a Fundação Universidade Federal de Rondônia, através do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental e do Centro de Estudos e Pesquisa em Saúde Coletiva, em colaboração com o Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (Universidade Federal do Rio de Janeiro) e do Departamento de Nutrição da Universidade de Brasília, desenvolveram sobre a relação entre condições ambientais e qualidade de vida da população da Amazônia, na bacia hidrográfica do Rio Madeira, Estados de Rondônia e Amazonas. Através da cooperação entre os pesquisadores da UNIR, UFRJ e UnB formularam-se estratégias em torno do problema "interferência humana sobre a qualidade da água nos sistemas hídricos da Amazônia". Este projeto veio a impulsionar a pesquisa na área de ambiental, consolidando um grupo de pesquisa emergente, e está contribuindo positivamente para o planejamento e implementação de políticas públicas, pois está alertando as autoridades quanto aos problemas ambientais que afetam as condições de vida da população Amazônida, bem como subsidiando para inclusão deste problema na pauta de discussão das políticas do Estado.

A avaliação das condições de vida de uma região ou comunidade basicamente depende de uma abordagem multi e interdisciplinar. Os

parâmetros normalmente utilizados para avaliar a qualidade de vida nas grandes cidades falham em revelar as verdadeiras dificuldades encontradas por populações tradicionais amazônicas. As condições de trabalho e as questões relacionadas com a propriedade da terra são fatores que não devem ser negligenciados. Fatores culturais, socioeconômicos e ambientais têm uma influência direta, aditiva ou sinergística nos efeitos dos contaminantes ambientais. O bem-estar humano deve sempre ser o foco central, porém a biodiversidade e os ecossistemas também têm valores intrínsecos. A avaliação completa das interações entre pessoas e biodiversidade requer uma abordagem interdisciplinar, refletindo, assim, a natureza transdisciplinar das decisões tomadas, permitindo a avaliação das forças dirigentes e fornecendo meios de avaliar os diferentes impactos das mudanças na biodiversidade, serviços e respostas nas políticas públicas em diferentes grupos dentro da região.

Neste sentido, definiram-se as áreas de estudo em função de realidades socioeconômicas distintas presente no Estado de Rondônia. Assim, o estudo envolveu segmentos populacionais residentes em áreas de garimpo de ouro e cassiterita, em áreas de colonização agropecuária e em áreas tradicionais da economia extrativistas. Foram elas: (a) Rio Guaporé (Curumbiara) – sob a influência da agropecuária; (b) Rio Madeira (Puruzinho-AM, Alto e Baixo Rio Madeira) – sob a influência do garimpo de ouro desde os anos 70 e o projeto de construção de barragens para geração de energia já iniciado; (c) Rio Jamari – construção de barragens para geração de energia desde final dos anos 80 (UHE-Samuel) e sob a influência da drenagem da área de atividade de mineração de estanho (Garimpo do Bom futuro); e (d) o Aqüífero Amazonas na cidade de Porto Velho, sob a influência da falta de saneamento básico na cidade. Sendo assim, objetivou-se monitorar as condições ambientais e de qualidade de vida de comunidades abrangidas pela Bacia do Rio Madeira, com estudos de prospecção ambiental nas distintas áreas de estudo, analisando as fontes de água quanto à possível contaminação de origem química e biológica e, verificando os impactos das diversas atividades e influências antrópicas sobre a qualidade de vida das populações tradicionais locais.

2. Métodos

Logo após a aprovação do Projeto, uma reunião, entre 05 e 06 de janeiro de 2006, no Rio de Janeiro, foi realizada com a participação de todos os coordenadores e vice-coordenadores para estabelecer o delineamento das atividades. Na oportunidade, divisões de responsabilidades foram assumidas gerando os seguintes macro-compromissos: (a) Laboratório de Biogeoquímica/UNIR – responsável por toda a logística nas coletas de campo e análises dos elementos químicos em parte das amostras ambientais e humanas e construção do banco de dados; (b) Laboratório de Radioisótopos/UFRJ – responsável pela outra parte das análises dos elementos-traço e dos compostos orgânicos nas amostras ambientais e humana; e (c) Departamento de Nutrição/UnB – responsável pela produtividade científica do grupo. A parceria entre o Laboratório de Biogeoquímica/UNIR com o Laboratório de Radioisótopos EPF do Instituto de Biofísica/UFRJ já existia desde final dos anos 80, estabelecendo-se, portanto, a partir de então, com a UnB. E, como desafio para o grupo, a experiência da transversalidade, até então não exercida na prática por nenhum dos coordenadores dos projetos deste estudo. Deste modo, as atividades foram desenvolvidas de forma conjunta com amostragens de campo integradas, reuniões presenciais semestrais e criação de banco de dados unificado. Com isso, a sub-rede H_20 LIMPA foi concebida como um estudo de abordagem interdisciplinar, onde o desempenho da abordagem ocorreu pelo trabalho unificado de todas as equipes, cada uma na sua *expertise*. A transversalidade das ações da sub-rede H_20 LIMPA ocorreu em todas as etapas dos projetos, desde a elaboração dos instrumentos de pesquisa ao planejamento das atividades a serem realizadas, em reuniões semestrais, até a elaboração de relatórios a serem encaminhados (Figura 1).

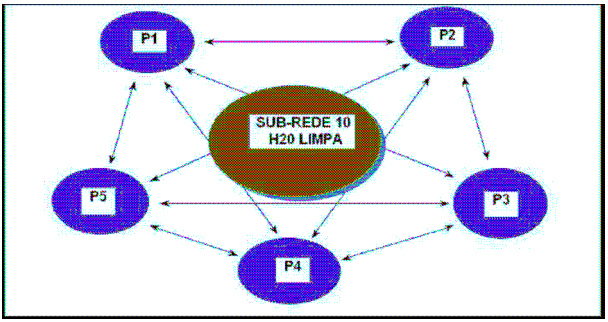


Figura 1. Organograma de integração da Sub-Rede-10.

3. Resultados e Discussão

O estudo da sub-rede H_20 LIMPA vem produzido relatórios com base nos resultados das expedições de campo referente às avaliações químicas e biológicas nos diferentes compartimentos ambientais (água, solo, sedimento de fundo, sólidos em suspensão, peixes e macrófitas aquáticas) e humano (cabelo e leite materno). Esses relatórios estão sendo discutidos com as comunidades envolvidas e encaminhados ao poder público regional. Com isso, estabelece-se subsídio que auxilia no fortalecimento dos organismos estatais responsáveis pelas políticas públicas de saúde e ambiente no estado de Rondônia. Com o robusto banco de dados das áreas de estudo processados no SIG, gerando mapas na escala de 1:100.000 a 1:250.000, tem sido possível elaborar um diagnóstico detalhado do estado atual de preservação dessas áreas, sendo, também uma eficiente ferramenta para o seu monitoramento. Paralelamente, atividades de treinamento e capacitação de agentes na área ambiental e de saúde estão sendo realizadas com envolvimento de alunos de graduação e pós-graduação. E, com objetivos de manter a produtividade científica do grupo e a divulgação científica do estudo, uma significativa produção científica em periódicos de elevado fator de impacto para a área vem sendo realizada pelos pesquisadores da sub-rede H_20 LIMPA. Considerando a participação de pelo menos três projetos da sub-rede H_20 LIMPA envolvidos, foram produzidos, até o momento, 10 comunicações em congressos nacionais e internacionais, 13 artigos em periódicos, cinco dissertações de mestrado defendidas e outras sete em andamento, duas teses de

doutorado defendidas e outras seis em andamento e um pós-doutoramento concluído. Foi criada uma *home page* para fins da divulgação do projeto (artigos, dissertações, teses e relatórios) – http://www.biogeoquimica.unir.br. Dois vídeos de curta duração foram produzidos, um na região de garimpo de cassiterita no distrito de Bom Futuro em Ariquemes (RO) (13min.) e outro na região ribeirinha num afluente do rio Madeira no lago do Puruzinho (AM) (15min.).

4. Conclusão

Concluímos, com convicção, que as metas foram atingidas e os indicadores, alcançados, muito embora acreditamos que a colheita dos frutos desse estudo esteja apenas no início. As informações produzidas e divulgadas servirão para subsidiar os programas Vigi-Água e Vigi-Solo da Vigilância Ambiental, assim como fornecer dados de elementos-traço nos diferentes compartimentos estudados, com vistas em subsidiar/estabelecer o *background* regional. No que diz respeito à qualidade da água subterrânea e de superfície da área urbana da cidade de Porto Velho, a situação é preocupante, pois os índices bacteriológicos são muito elevados. Há uma necessidade premente em saneá-la, derrotando de uma vez por todas o modelo de desenvolvimento aplicado no Brasil, pois a projeção de crescimento é comparável ao período da "corrida do ouro" para a região, agora devido à implementação das hidroelétricas do rio Madeira.

Outro aspecto que merece relevância é que o grupo de pesquisadores deste estudo coletivamente (UnB/UFRJ/UNIR) detém a hegemonia da produção científica sobre aspectos particulares da contaminação ambiental na Amazônia por mercúrio e pesticidas organoclorados.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede H_20 Limpa

	Coordenador	Título do projeto de pesquisa	Instituição
1	Jorge Luiz Coimbra de Oliveira	Políticas públicas em áreas de fronteiras na Amazônia	UNIR - RO
2	José Garrofe Dórea	Alterações ambientais, ecotoxicologia e saúde de populações ribeirinhas	UnB -DF
3	José Vicente Elias Bernardi	Modelagem espacial e multivariada do banco de dados georreferenciados visando o zoneamento ambiental da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Madeira	UNIR - RO
4	Olaf Malm	Avaliação da qualidade ambiental e exposição humana a contaminantes na Bacia de Drenagem do Rio Jamari (afluente do Rio Madeira com diversos tipos de impacto antrópico)	UFRJ - RJ
5	Wanderley Rodrigues Bastos	Contaminação das águas e uso e ocupação da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Madeira	UNIR - RO

A transversalidade e as questões sócio-ambientais: novas visões de territorialidade na Amazônia Ocidental

Wanderley Rodrigues Bastos[1]; Ângelo Gilberto Manzatto[1]; Jorge Luiz C. Oliveira[1]; Kátia Fernanda Alves Moreira[1]; Paulo Vilela Cruz[1]; Susamar Pansini[1]; Itanna Oliveira Fernandes[1]; Gabriela Ramos Cerqueira[1]; Kayena Delax Zaqueo[1]; Douglas Paschoal dos Santos[1] & José Vicente Elias Bernardi[2]

[1]Universidade Federal de Rondônia (bastoswr@unir.br); [2]Universidade de Brasília.

1. Introdução

O conceito de transversalidade surge da necessidade de articulação horizontal que busca influenciar a gestão das políticas públicas. A busca de um novo modelo de desenvolvimento centrada na relação direta com a realidade local e os processos de re-ordenamento territorial é certamente um dos fenômenos políticos que marcam a contemporaneidade. A valorização e legitimação das questões locais têm pelo menos três motivações políticas principais: (i) a descentralização das responsabilidades e de políticas contrapondo à ausência e crise do Estado; (ii) os avanços na teoria de desenvolvimento local, contrapondo-se ao desenvolvimento multissetorial e; (iii) os interesses das forças de centro-esquerda no processo de re-organização da sociedade política com a ativação da municipalização. Neste contexto de complexidade temática e de responsabilidade social o tema "qualidade da água" vem sendo nos últimos anos um tema recorrente, considerado essencial para a vida, sendo o recurso mais precioso que a terra fornece à humanidade. Embora se observe pelos países mundo afora negligência e falta de visão em relação a este recurso, é de fundamental importância que haja um direcionamento mais adequado visando seus usos múltiplos (Maurits La Riviére, 2006). As preocupações suscitadas dentro desta perspectiva visam viabilizar as diversas atividades públicas e privadas que têm como foco as águas Amazônicas, em particular, aquelas que incidem diretamente sobre a qualidade de vida da população. A concepção balizadora nestes estudos visa um

entendimento sistêmico para o tema, qualidade da água é a proteção à saúde pública. Os critérios adotados para assegurar essa qualidade têm por objetivo fornecer protocolos seguros e confiáveis para o desenvolvimento de ações que, se propriamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de constituintes na água conhecidos por serem perigosos à saúde. Isto se justifica diante dos resultados apontados pelos índices de morbi-mortalidade referente a enfermidades de veiculação hídrica, caracterizadas pela ingestão de água contaminada por microorganismos, inter-relacionando orientações fornecidas pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1996), no que diz respeito à execução de programas com objetivos de redução da morbidade decorrentes de doenças diarréicas, com a melhoria dos cuidados prestados às crianças, a vigilância epidemiológica e a qualificação de sistemas de abastecimento de água (D'Aguila et al, 2000). O desenvolvimento ambientalmente sustentado tendo como princípio a valorização dos recursos naturais reforça os direitos sociais. Utilizando esta máxima como base, o objetivo deste estudo realizado no Distrito de Calama-Porto Velho, Estado de Rondônia foi de avaliar o uso, abastecimento e a qualidade da água.

2. Métodos

O Distrito de Calama está localizado à margem direita do Rio Madeira, fazendo parte da área rural ribeirinha do município de Porto Velho (RO). Seu acesso se dá por via fluvial, ficando a 180 km da capital. Sua população é aproximadamente de 3.200 habitantes, possui uma economia baseada na agricultura de subsistência e na pesca (SEMUSA, 2004). Este distrito, no entanto, é área de referência para as comunidades do "Baixo Madeira" – vilarejos próximos, e outros pertencentes ao estado do Amazonas. A localização geográfica de cada ponto amostrado foi determinada utilizando receptor de GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo GARMIN' XL12. O desenho amostral apresenta os pontos de coleta em três setores, distribuídos de acordo com a localização geográfica dos Bairros, sendo o setor 1 formado pelo Bairro São Francisco, o setor 2 pelos bairros São João e Tancredo Neves e o

setor 3 formado pelo Bairro São José. As coletas foram realizadas regularmente em 14 viagens abrangendo os dois períodos de variação sazonal regional, correspondentes aos períodos de seca e cheia, obtendo-se um total de 161 amostras de água. Para confecção do mapa foi utilizada a base cartográfica da SEDAM 1/100.000 no programa ArcView GIS versão 3.2. Utilizou-se a técnica de membrana filtrante e o meio de cultura CHROMOCULT COLIFORM AGAR (MERCK) por ser um meio simples, econômico e por apresentar resultados rápidos e confiáveis, pois é certificado pela EPA. Os resultados são obtidos após a incubação de 24 horas através da contagem das colônias que foram realizadas por lupa.

3. Resultados

Apesar das diferenças entre médias, os testes estatísticos mostraram não haver diferença significativa entre elas e entre os períodos, demonstrando que a contaminação por coliformes fecais independe do regime hídrico, sendo uma contaminação local de forma residencial e na rede de distribuição. As diferenças entre médias de coliformes totais não foram significativas. Entretanto, o bairro São José demonstrou possuir médias significativamente diferentes entre os períodos de cheia e seca, justificado pela grande presença de áreas inundáveis ao redor de todo o bairro. Demonstrando a inserção no ambiente de matéria orgânica durante o período de cheia, levando conjuntamente outros organismos naturais de qualquer ambiente. Deve-se ter em consideração que, apesar dos valores encontrados nas análises não terem se mostrado significativos entre os períodos, os índices individuais foram muito elevados, apontando a preocupante situação em que a população se encontra. Portanto ela se apresenta de forma continua e regular durante o ano. A interpretação da não significância entre os períodos é que não existe evidência da contaminação das águas subterrâneas, podendo ser agravada pela cheia, assim o nível de contaminação das águas amostradas se manteve relativamente constante. Conclui-se então que os principais fatores de contaminação estão relacionados com as falhas estruturais na rede de distribuição e no comportamento de risco da população, em relação ao precário armazenamento e manuseio dentro das

residências. Uma vez que na maioria das residências não há um local adequado para a caixa d'água ficando exposta ao ambiente externo ou ao lado e dentro do banheiro, além do contato direto com o reservatório. A falta de manutenção tanto na caixa d'água como no encanamento é outro fator preponderante para o aumento da contaminação. O lixo produzido na comunidade de uma maneira geral é depositado nos fundos das residências e depois queimado, ou deliberadamente eliminado diretamente no Rio Madeira ou nos igarapés. Deste modo, com o aumento da população e o conseqüente aumento da produção de lixo, os níveis de contaminação poderão ser agravados em alguns anos caso não haja execução de políticas publicas para o recolhimento e deposição adequada.

4. Discussão e Conclusão

O Distrito de Calama pode ser considerado uma comunidade ribeirinha, entretanto historicamente sua formação como comunidade não pode ser interpretada como uma comunidade ribeirinha tradicional. Atualmente o distrito está em um período de "transição" entre uma comunidade ribeirinha e a urbanização. O tão sonhado mundo urbano, com sua comodidade e consumo trazem diversas conseqüências, entretanto Calama, como qualquer outra área da região Norte, não está ou não foi planejada. A população, apesar de querer, não está preparada para a mudança das bases sociais e econômicas, transformando a pesca e agricultura de subsistência, em pesca e agricultura comercial, além da busca de fontes de renda como serviços terceirizados e empregos públicos. Fatores como estes geram o desejo de produtos, que normalmente são trazidos de Porto Velho ou Manaus, o que tem gerado uma grande quantidade de resíduos sólidos sem qualquer preocupação com o recolhimento e armazenamentos adequados. A lei biológica básica de sobrevivência mostra que, tendo espaço e alimento uma determinada população só tende a crescer, a população humana segue este mesmo padrão, conseqüentemente os serviços públicos de água e esgoto necessitam ser ampliados. Todavia, na comunidade o serviço necessita ser instalado. Apesar da distribuição de água ocorrer, tendo sua origem do subterrâneo, ela não é tratada nem chega a todas as residências. Outro fator inerente a expansão populacional são os resíduos líquidos

gerados. Embora não exista o serviço de recolhimento de esgoto, enquanto a população tem seu número reduzido a capacidade suporte do ambiente é mantida, sendo o próprio responsável pela diluição. Atualmente tal fato não ocorre, observa-se então, uma clara contaminação de origem fecal nas águas subterrâneas. Apesar desta constatação, o principal fator de risco ainda é o comportamento de risco da população e rede de distribuição falha. A problemática ambiental da comunidade é muito mais ampla, principalmente se considerado todas as facetas da expansão populacional e início de urbanização. A análise da condição entre existência humana e ambiente é pela primeira vez realizada no distrito, contudo, a idéia é uma velha conhecida dos brasileiros, onde pequenas comunidades iniciam seu processo de urbanização e crescimento sem o acompanhamento dos serviços básicos como água tratada, recolhimento de esgoto e coleta de lixo.

5. Referências Bibliográficas

D'Aguila, P.S.; Roque, O.C.C.; Miranda, C.A.S. & Ferreira, A.P. 2000. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. *Cadernos de Saúde Pública* 16:791-798.

Maurits La Riviére, J.W. 2007. PhD em Microbiologia. Delft University of Technology, Holanda. Disponível em: www.geocities.com/~esabio/agua/agua. Acessado em: 12/10/2007.

SEMUSA - Secretaria Municipal de Saúde, Prefeitura do Município de Porto Velho. 2004.. Departamento de Saúde da Comunidade e do Interior. *Proposta de Expansão do Programa Saúde da Família no Município de Porto Velho*. Porto Velho: SEMUSA, (mimeo).

WHO (World Health Organization), 1996. *Guidelines for Drinking-Water Quality*. Geneva: WHO.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Políticas públicas em áreas de fronteiras na Amazônia

Jorge Luiz Coimbra de Oliveira[1] & Kátia Fernanda Alves Moreira[1]

[1]Universidade Federal de Rondônia (jorge.coimbra@gmail.com).

1. Introdução

O presente estudo buscou cotejar algumas experiências de execução de políticas publicas em diferentes áreas do Estado, que caracterizam distintas situações socioeconômicas, que, por sua vez, surgiram como produto de diferentes movimentos históricos de ocupação da expansão dessa fronteira amazônica. Para isso procurou-se fazer um levantamento das políticas públicas, particularmente daquelas que contemplam as áreas do presente estudo, e que se relaciona com ações voltadas para qualidade de vida dessa população. São descritos os arranjos administrativos da oferta de serviços públicos para a população alvo do estudo, especialmente as relações intergovernamentais e inter setoriais com os atores envolvidos. Foram verificadas as possíveis conexões entre as demandas por ações do Estado voltadas para a qualidade de vida nas áreas estudadas e as possíveis respostas governamentais. O campo empírico da pesquisa foi duas localidades da areia ribeirinha, Calama e Puruzinho e uma localidade de garimpo, Bom Futuro. Inicialmente tinha-se como foco o acesso dos usuários as políticas que viabilizassem direitos sociais, dado que tais direitos demandam ações por parte do Estado. Ações estas que assegurariam, garantiriam e viabilizariam direitos sociais. Por sua vez, o Estado, para realizar tais ações teria que dispor de meios materiais e humanos. O domínio organizado necessita de uma administração contínua que, por sua vez, exige o controle do quadro de pessoal executivo e os implementos materiais da administração. Se o Estado não dispõe de meios materiais e humanos para realizar ações que visam assegurar, garantir e viabilizar os direitos sociais de fronteiras, não se tem como falar em efetividade de tais direitos.

2. Métodos

O método empregado em nossa investigação foi o de "estudo de caso", clássico nas investigações sociológicas. Tratando-se de analise qualitativa, apesar do rigor quanto à sua formulação e execução em uma área especifica, este método possibilita uma grande margem de elaboração de intuitiva de temáticas e de provas por parte do investigador, diferentemente dos métodos estritamente quantitativos. Se bem conduzida, a técnica permite avanços significativos nas possibilidades correntes da observação sociológica. Além do mais, essa técnica viabiliza o uso de materiais que de outro modo não teriam significância para os procedimentos da indução sociológica. Por outro lado, como se trata de um projeto integrado de pesquisa incorporou-se como objeto de estudo as políticas públicas que apontam para ações que visam à melhoria da qualidade de vida da população residente nas áreas previamente selecionadas. O foco, no entanto, foi os usuários e os operadores do aparelho administrativo. Além disso, também a ação dos atores sociais com suas demandas e suas ações sobre tais políticas. Dessa forma abordamos os atores sociais do universo socioeconômico e os operadores dos arranjos institucionais presente nas seguintes áreas; a) Sub-bacia do Rio Madeira (Puruzinho, alto e baixo Madeira). Sub a influencia da mineração e projeto futuro de construção de barragem para geração de energia. b) Garimpo do Bom futuro sob influencia da atividade de mineração de estanho. O universo da amostra das entrevistas foi delimitado pelo critério da recorrência por ser tratar de uma pesquisa qualitativa. Utilizou-se a técnica de entrevistas direcionadas, semi-estruturadas, de modo a esclarecer pontos obscuros das fontes documentais. Alem disso, procurou-se contemplar os diferentes atores sociais envolvidos quer estejam como operadores, que estejam como beneficiários das ações governamentais. Dessa forma, fizemos entrevistas nas áreas Ribeirinhas particularmente em Calama, São Carlos, Nazaré, Calama no município de Porto Velho e Puruzinho no município de Humaíta um total de 58 usuários e na área de Garimpo de Bom Futuro do município de Ariquemes, 22 usuários de políticas públicas. Ainda realizamos 25 entrevistas com usuários na Bacia do Jamari: Município de Itapuã do Oeste nas localidades do Rei do Peixe; Rio preto Crespo; linha 28; área adjacente a ponte sobre o Rio

Jamari (BR-364). Perfazendo um total de 105 entrevistas. Buscou-se dialogar, a partir das informações recolhidas pelos diferentes instrumentos sobre as questões de interesse do presente estudo, com a literatura sobre a temática das políticas públicas. A análise priorizou a oferta de serviços públicos e o seu papel de intermediação das demandas dos atores sociais. Foram também utilizados para a análise os materiais de cunho historiográfico sobre a temática, particularmente sobre os pontos enfocados nas ações governamentais. Por outro lado, foi feito uma classificação critica do material suportado pelo emprego do método de analise de conteúdo e relatórios técnicos de instituições estatais.

3. Resultados

Os dados coletados, tanto de Puruzinho como em Calama revelam, no geral, um déficit bastante acentuado na oferta de políticas publicas nestas localidades ribeirinhas em decorrência da lacuna dos meios materiais e humanos do poder público e do déficit da natureza de orientação reivindicativas das suas entidades representativas. Tais fatos dificultam a efetividade da realização dos direitos sociais fixados pelo artigo 6º da Constituição Federal que estabelece: *"São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, o lazer, a segurança. A previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados"*. Vale ressaltar que a água é elemento fundamental a vida e que deve ser disponibilizada à população para que todos possam dela dispor sem riscos à sua saúde. A sua oferta e a sua qualidade nessas localidades é bastante limitada. Somente existe, em parte, no distrito de Calama, e ainda assim, sendo imprópria para o consumo não tanto em virtude de sua captação, mas em função do sistema de distribuição e manuseio domestico. A população de Puruzinho só dispõe de oferta de políticas públicas através de uma escola rural presente na comunidade que funciona em dois turnos como ensino multiseriado. Os seus dois professores são responsáveis não apenas pelo ensino, mas também, pela manutenção de todas as condições que dão suporte ao ensino nessa localidade, como: Limpeza da escola transporte de materias didáticos e de limpeza, feitura da merenda escolar, etc. A localidade não dispõe de uma unidade básica de saúde, de nenhum

serviço de segurança pública, de nenhum serviço de abastecimento de água, saneamento, e coleta de lixo. Apenas recentemente passou a contar com um gerador de energia. Dentro do rol dos direitos sociais fixados pela constituição apenas em parte e ainda assim de forma bastante precária a oferta de educação é realizada. Isso porque essa oferta se limita até a 4º serie do ensino fundamental. Além disso, registra-se a existência do programa social Bolsa Família. Em Calama com uma população bem maior a situação é um pouco melhor. Pois essa localidade conta com uma oferta maior de políticas públicas, conta-se duas unidades básicas de saúde, duas escolas, sistema de fornecimento de água, sistema de fornecimento de energia, programa bolsa família. Entretanto não dispõe de serviço de coleta de lixo e saneamento básico. A saúde conta com o programa saúde da família que deveria manter uma equipe de saúde no local, no entanto, esse programa é desenvolvimento apenas de forma pontual. Em Bom Futuro apresenta-se um quadro de oferta de políticas públicas também não muito diferentes. Existe uma escola de ensino fundamental que cobre até o antigo 1º grau na vila da Ebesa, considerada como uma das escolas Pólo Rurais do município de Ariquemes. Existe uma unidade básica de saúde, não existe saneamento básico, fornecimento de água nem coleta de lixo. A localidade dispõe de energia ainda assim de forma precária e com exceção de uma das Vilas conhecida como Cachorro Sentado.

4. Discussão e Conclusão

Do ponto de vista da oferta de serviços sociais pelo poder público para realizar direitos sociais, em ambas as áreas existem uma lacuna bastante acentuada, quer seja, por deficiências de recursos físicos e humanos que o Estado dispõe, quer seja, por falta de uma melhor articulação entre os diferentes níveis de governo, bem como, entre as diversas unidades de um mesmo nível de governo. Um exemplo expressivo disso diz respeito ao fato de que as próprias unidades provedoras de direitos sociais nessas localidades não dispõem predominantemente de um insumo básico para funcionar, isto é; oferta de água com qualidade. Ou o que é pior, sequer isso é percebido como problema pela população dessas localidades. Essa lacuna, em parte, poderia ser atenuada se ambas as áreas contasse

com uma sociedade civil organizada. O que não é o caso. Encontramos um baixo desenvolvimento do sistema político local que, no geral, não cobra, não fiscaliza e nem propõe ações junto ao executivo local pelo provimento dos seus direitos sociais. Entretanto, mesmo que tal situação existisse, esbarrar-se-ia na capacidade operacional desse executivo em atender tais demandas ou sua capacidade de articulação com outros níveis de governo. Tampouco, mesmo que existisse um sistema político local combatível para fazer valer direitos sociais por intermédio do judiciário, este se encontra inserido num quadro social mais amplo. A atuação do judiciário encontra limites dado que se instala nos marcos de uma sociedade capitalista com maiores níveis de desigualdade social do mundo. Isso significa lidar com reposicionamentos entre diferentes forças sociais. Vale lembrar que só recentemente parte dessas populações, em especial, as ribeirinhas passaram a ser valorizadas, sobretudo no contexto da preservação do meio ambiente na Amazônia. O que não era o caso até recentemente, pois os projetos de desenvolvimento para a região visavam acabar com as relações pré-capitalistas de produção. O que incluía não somente as formas tradicionais de sobrevivência das populações ribeirinhas, mas também, a eliminação das atividades garimpeiras na região. Com isso, toda a capacidade institucional do Estado, até bem pouco tempo voltou-se para aqueles grupos sociais comprometidos com a penetração das relações capitalista na Amazônia. A questão substantiva, não é tanto a existência dos direitos sociais fixados pelo artigo 6º da Constituição Federal e sim sua aplicação, ou melhor, sua efetivação. O que envolve um arranjo institucional e pactuações entre os três níveis de governos. O que nem sempre é possível dado a legitimidade da competição eleitoral política partidária.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Diretrizes para a divulgação científica e educação ambiental com base nos resultados dos projetos da sub-rede 10 – "Usos múltiplos da água, sua contaminação e conseqüências à saúde pública na sub-bacia hidrográfica do rio Madeira: subsídio para conservação e zoneamento ambiental"

Carlos Hiroo Saito[1]; José Vicente Elias Bernardi[1] & Wanderley Rodrigues Bastos[2]

[1]Universidade de Brasília (saito@unb.br); [2]Universidade Federal de Rondônia.

1. Introdução

Segundo a literatura, diversos estudos na região do rio Madeira têm descrito a presença de mercúrio nos cursos d'água, tanto em amostras de sedimento como em sólidos em suspensão (Oliveira, 2006). Além da presença do mercúrio no meio ambiente físico na forma de mercúrio metálico, vem-se constatando a ocorrência de processos de metilação desse mercúrio que, convertido à forma orgânica, incorporar-se-ia à cadeia alimentar de forma acelerada e, passaria a se acumular na cadeia trófica, configurando-se um processo de bioacumulação e biomagnificação biológica. Os estudos feitos visando identificar as concentrações de mercúrio em peixes dos rios da Amazônia mostraram níveis que ultrapassam o valor de 0,5 $\mu g.g^{-1}$, considerado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como impróprio para o consumo humano. No estudo feito por Oliveira (2006), os resultados obtidos indicaram que na maioria das espécies analisadas não foram ultrapassados os valores máximos recomendáveis pela OMS e ANVISA, mas constatou que havia alta concentração de mercúrio em algumas das espécies consumidas, sendo que as maiores concentrações foram encontradas nos grupos de peixes de hábito alimentar carnívoro e planctívoro (valores médios por grupo de peixe, sendo de 0,586 ± 0,343 $\mu g.g^{-1}$ para carnívoros, seguido pelo grupo dos planctívoros com média de 0,471 ± 0,169 $\mu g.g^{-1}$; onívoros 0,221 ± 0,161 $\mu g.g^{-1}$; detritívoros 0,167 ± 0,150 $\mu g.g^{-1}$; herbívoros 0,069 ± 0,089 $\mu g.g^{-1}$ e; frugívoros 0,060 ±

0,055 $\mu g.g^{-1}$). Considerando-se a grande freqüência de ingestão de peixe pela população, associada aos valores de consumo médio per capta, elevados, pode-se considerar a possibilidade de riscos potencias à saúde dos moradores. Nesse contexto, deve-se dar grande importância à divulgação científica e educação ambiental dos resultados desses estudos, para os diferentes segmentos sociais envolvidos, e em especial, a população ribeirinha, de forma a buscar minimizar os riscos potenciais à sua saúde. Esta diretriz é ainda respaldada pelo próprio Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais (PPG7/Fase II) que tem como um de seus componentes a divulgação de informações e resultados de pesquisas realizadas no âmbito do referido programa. O objetivo, para o PPG7, seria divulgar os conhecimentos produzidos, para distintos públicos, tendo como justificativa a crescente preocupação com a relevância social das pesquisas realizadas em todas as áreas do conhecimento e o retorno dos seus resultados para a sociedade.

2. Métodos

O lago Puruzinho situa-se na margem esquerda do rio Madeira, distante 20 km a jusante da cidade de Humaitá-AM, sendo que a área do lago Puruzinho está inserida na Folha 20 SB. Purus, entre os paralelos 4º e 8º e meridianos 60º e 66º Wgr (Almeida, 2006). Possui água preta (rica em matéria orgânica), apresentando condições favoráveis aos processos de metilação do mercúrio inorgânico. O lago comunica-se diretamente com o rio Madeira por meio de um estreito canal, e seu volume sofre grande variação nos períodos de cheia e vazante, apresentando em suas margens uma floresta de igapó. No entorno desse lago encontra-se a localidade de Puruzinho, pertence ao município de Humaitá (AM), que abriga uma população de aproximadamente 170 pessoas, distribuídas em 20 unidades familiares no entorno do lago. A faixa etária da população varia entre 0,5 a 69 anos, com média de idade inferior a 19 anos, e 68 % dos seus membros possuem idade inferior a 21 anos. Apresenta grande número de crianças menores de 10 anos (63 indivíduos). Segundo estudo de Oliveira (2006), as concentrações de mercúrio total encontradas nas amostras de cabelo variaram de 2,28 a 70,56 $\mu g.g^{-1}$, a média geral da população foi de 17,35 ± 11,49 $\mu g.g^{-1}$. Dos 110

indivíduos investigados, 90,9% (100 indivíduos) apresentaram concentrações de mercúrio total no cabelo que ultrapassaram o limite de tolerância estabelecido pela OMS de 6 $g.g^{-1}$, sendo que 49,5 % destes indivíduos ultrapassaram o valor de 16 $\mu g.g^{-1}$ e 3% apresentaram concentrações de mercúrio superiores a 50 $\mu g.g^{-1}$, considerado como nível de intoxicação aguda segundo a OMS. Os membros dessa comunidade dependem, sobretudo, do extrativismo vegetal, caça, pesca e da agricultura de subsistência, resumindo-se, basicamente, à cultura da mandioca amarga (Manihot utilíssima), utilizada na fabricação de farinha. Os domicílios não contam com água tratada e o abastecimento é feito diretamente do lago e de pequenos igarapés. Os moradores em geral possuem um baixo nível de escolarização, pois a localidade conta com apenas uma pequena escola onde os alunos podem concluir somente as quatro primeiras séries do ensino fundamental (sendo ministradas as aulas no sistema multi-serial). O peixe é, o principal recurso na alimentação da população do lago Puruzinho, consumido diariamente, em média duas vezes ao dia pela maioria dos moradores. A pesca, normalmente, é realizada de maneira artesanal pelos moradores, no próprio lago. De modo geral, o pescado para consumo familiar é capturado diariamente não sendo comum entre os moradores do Puruzinho a estocagem. Eventualmente, nas épocas de maior abundância, quando se capturam exemplares das espécies de maior valor comercial, como o tucunaré (Chicla sp.) e a jatuarana (Brycon sp.) e com maior tamanho e peso, estes exemplares especificamente são comercializados na colônia de pescadores de Humaitá.

3. Resultados

No decorrer desse estudo de Oliveira (2006), no período de 184 dias, a freqüência média de consumo de peixe pela população foi de 79 % do total de dias da investigação. As variações nos padrões de consumo de peixe estiveram diretamente ligadas à oferta, tendo em vista que nessa comunidade, observou-se que a maioria dos moradores não pratica a pesca de forma seletiva e, também não intensificam esforços de captura às espécies preferidas. A captura de peixes é influenciada, portanto, pela diversidade e disponibilidade dos peixes que é influenciada pelas características do regime

hidrológico, que nessa região, é marcadamente bi-estacional: chuvosa (novembro a maio) e seca (maio a novembro) (Golding, 1980). Embora a diversidade de peixes consumidos tenha variado nesse estudo em função dos meses, a variação do consumo quantitativo foi pequena ao longo dos seis meses, sendo registrado o menor consumo em agosto (1.065 kg) e o maior em novembro (1.198 Kg), indicando que o consumo quantitativo de pescado independe do período anual. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Fabré & Gonzales (1998), que também não encontraram diferença entre a média de consumo de peixe por populações ribeirinhas do alto rio Amazonas entre as estações de cheia e seca. Oliveira (2006), a partir das concentrações médias de mercúrio encontradas nas espécies de peixes do lago Puruzinho constatou que o consumo médio normal de peixe pela população (média diária per capta é de 406g) leva os indivíduos desta comunidade a ultrapassarem em várias vezes a taxa de ingestão de mercúrio em seu valor máximo recomendável. Referenciais teóricos**:** um trabalho de divulgação científica e educação ambiental, nesse contexto, deve basear-se em alguns referencias teóricos importantes, a saber: a alfabetização científico-tecnológica, o empoderamento e a própria Política Nacional de Educação Ambiental. Alfabetização científico-tecnológica: na visão de Bazin (1977), alfabetizar não seria meramente transmitir uma habilidade puramente técnica para ler e escrever, e só teria sentido se o uso das palavras fizesse com que o ser humano possa com elas possuir e modificar o mundo, fazer parte dele plenamente, compreendendo-o e exprimindo-o. Parodiando o termo alfabetizar no campo científico e tecnológico, caberia ao cientista substituir o ler e o escrever por aptidões técnicas e por atitudes científicas no cotidiano das pessoas, e para tal, a primeira medida seria extirpar o mito das caixas pretas e ajudar a desmitificar a ciência e o conhecimento científico. Com isso, as pessoas passariam a dominar os aspectos técnicos em vez de passar a respeitar esses princípios no abstrato, e o cientista seria um parceiro na intervenção conjunta sobre o mundo, e não um ente quase olímpico que deve reverenciar. “Empowerment”, ou empoderamento, representa um processo que busca o fortalecimento político-organizacional de uma coletividade, que se auto-referencia

nos interesses comuns e pratica uma ação solidária e colaborativa para transformar a realidade local e desenvolvê-la social e economicamente. Deve ser reconhecido, portanto, como o caminho de desenvolvimento da comunidade, em que se valoriza as ações colaborativas de caráter educativo e político-organizacional, em que se incentiva a autonomia das decisões das comunidades locais organizadas, cultivando os valores democráticos, a busca do conhecimento e o aprofundamento das experiências sociais (Friedman, 1992). Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999): entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Tem como princípios, entre outros, a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade e a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais. Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental, deve-se buscar, com a educação ambiental, o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social; o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente; o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade; e o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade. Portanto, a divulgação científica e educação ambiental com base nos resultados dos projetos da Sub-rede 10 – "Usos múltiplos da água, sua contaminação e conseqüências à saúde pública na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Madeira: subsídio para conservação e zoneamento ambiental" deve passar necessariamente pelo por um fortalecimento do processo educacional dessas comunidades, tendo em vista o elevado grau de analfabetismo técnico e exclusão do sistema formal de educação, especialmente

nessa comunidade. E é preciso concomitantemente mudar os modos de vida, elevando-as social e economicamente, além de cultural e educacionalmente, para que a comunidade problematize sua realidade, se distancie dela e se instrumentalize tecnicamente (Saito, 2001). Em suma, a mediação científico-tecnológica assume um lugar central no processo, tal como defendido em Santos *et al*., 2005, na implementação da gestão participativa dos recursos hídricos, e as estratégias devem potencializar os esforços na busca de uma efetiva implantação, de forma convergente e articulada, da Política Nacional de Recursos Hídricos e da Política Nacional de Educação Ambiental, como a construção e vivência da democracia participativa; a busca do conhecimento sobre as demandas e capacidades ou disponibilidades do meio ambiente e; a ação concreta sobre a realidade local e regional, no sentido de resolver problemas transformando o modo de vida das comunidades (Saito, 2002).

4. Discussão e Conclusões

A realidade retratada apresenta um todo complexo, em que a comunidade deve ter acesso aos resultados das pesquisas realizadas com ela e na região, ao mesmo tempo em que esta informação deve contribuir para a melhoria da qualidade de vida, aumento do combate à vulnerabilidade da saúde da comunidade, e estar de acordo com princípios da educação ambiental e sustentabilidade socioambiental, entre eles respeitando as práticas tradicionais. Uma vez que o principal estudo de referência (Oliveira, 2006) apresenta a possibilidade de risco populacional em virtude de grande ingestão de metil-mercúrio pelos indivíduos da comunidade do Puruzinho, decorrente de consumo de grande quantidade diária de peixe com elevados teores de metil-mercúrio, a primeira diretriz de ação a ser posta em análise é a recomendação para a interdição do consumo desse pescado, diretriz essa a ser descartada porque vai agredir frontalmente uma prática alimentar tradicional enraigada na cultura e organização social dessa comunidade. Estudos no campo da antropologia devem ser desenvolvidos para analisar com maior profundidade o papel da prática e consumo da pesca na forma de organização social dessa comunidade, tanto em termos de divisão do trabalho, estabelecimento de hierarquias sociais, como também de

educação e inserção social dos jovens na comunidade, por meio da transmissão de conhecimentos e habilidades, e ritos de passagem. Uma segunda diretriz de ação a ser posta em análise diz respeito ao fato de que os peixes consumidos apresentam diferenças na concentração de metil-mercúrio tanto sazonalmente (maior concentração de metil-mercúrio na estação seca) como entre as espécies (maior concentração de metil-mercúrio entre carnívoros e planctívoros), sugerindo a possibilidade de recomendar o consumo diferenciado de peixes, dando preferência a algumas espécies em detrimento de outras, e a estocagem de peixes da estação chuvosa para consumo na estação seca. Essas sugestões também devem ser descartadas pelo fato de que a comunidade não dispõe de infra-estrutura para estocagem de pescado por longos períodos, além do fato de que a prática regular e diária da pesca possa exercer um papel cultural e social ainda não compreendido. Além disso, a outra sugestão de direcionar o consumo de peixes para certas espécies também parece dever ser descartado visto que a comunidade, mesmo informando haver espécies preferenciais, não pratica a pesca seletiva tampouco investe num esforço de captura direcionado a essas espécies preferenciais. O que, no entanto aparece nos estudos com a comunidade do Puruzinho e observações in loco é que, apesar da elevada ingestão de metil-mercúrio por meio do pescado e a presença de elevados teores de metil-mercúrio no cabelo indicando elevada assimilação pelo organismo, não há presença de sintomas de alteração das funções biológicas ou sociais caracterizando formas agudas ou crônicas de intoxicação. É sabido que os efeitos clínicos não são imediatos e que no caso de exposição ambiental, o período latente pode chegar a 10 anos, sendo inversamente proporcional ao nível de exposição. No entanto, nessa comunidade não foi registrado presença de sintomas de alteração das funções biológicas ou sociais caracterizando formas agudas ou crônicas de intoxicação mesmo nos adultos que já deveriam ter apresentado quadro clínico em função do tempo de exposição e ingestão de metil-mercúrio por meio do pescado da região. Uma possível explicação para o fato é de que os elevados índices de concentração de metil-mercúrio encontrados no cabelo correspondem à parcela eliminada pelo organismo, sendo biológica e funcionalmente diferentes de uma presença de metil-

mercúrio no plasma ou nos tecidos internos, cuja dinâmica intra-orgânica de circulação, assimilação e acumulação do metil-mercúrio ainda merece ser investigada. Além disso, nessa comunidade há uma prática corrente de consumir apenas os peixes capturados de menor porte, separando-se os peixes de maior tamanho e peso para comercialização em Humaitá (AM), Porto Velho (RO) e Manaus (AM), sendo que os peixes com escama (tambaqui, tucunaré, cachorra) e de maior porte seguem para Manaus (AM), os peixes que não tem escamas (dourada, piraíba ou filhote) seguem para Porto Velho (RO) e os de porte intermediário tem destino em Humaitá (AM). Ou seja, há uma diferenciação regional da distribuição do pescado, que varia em função da distância e do poder econômico do centro consumidor. Diante desse quadro, uma diretriz de ação pode ser traçada: para a comunidade local do Puruzinho, que apresenta elevado consumo diário (ou semanal) de pescado, deve-se recomendar manter a prática atual de consumo de pescados menores, que ainda bioacumularam pouco metil-mercúrio. Ou seja, a prática tradicional (que deve ter fundamento na economia) apresenta benefícios sociais que precisam ser ressaltados, e um trabalho de divulgação científica e educação ambiental deve reforçar positivamente essa prática e mais do que isso, dar consciência do porquê dessa prática, ou seja, alfabetizar científica e tecnologicamente as comunidades sobre os fundamentos ecológicos de sua prática tradicional, e por conseguinte, empoderando-a. Uma vez que a escola local tem o potencial de concentrar mais de um terço dos membros da comunidade como seus alunos (63 menores de 10 anos num total de 170 indivíduos da comunidade), ações educativas podem ser desenvolvidas na escola, envolvendo a produção de material ilustrativo que descreva a prática cotidiana da comunidade pelos alunos das séries mais adiantadas, que podem supervisionar e auxiliar o mesmo trabalho junto aos alunos das séries menos adiantadas que compartilham da mesma sala de aula por ser uma classe multi-seriada. Com isso, estaremos intensificando intencionalmente uma prática dialógica em sala de aula, permitindo exercitar o binômio educador-educando descrito por Paulo Freire (1987), como potencializador do processo educativo consciente e crítico. Por outro lado, essa situação revela uma outra problemática:

o transporte dos exemplares maiores e de maior peso que já bioacumularam e biomagnificaram maior quantidade de metil-mercúrio, para outros centros de consumo. Considerando que um dos objetivos da Políitca Nacional de Educação Ambiental é fomentar o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade, um trabalho de divulgação científica e educação ambiental deve ser capaz de estabelecer um elo de solidariedade mútua entre as regiões envolvidas, a comunidade do Puruzinho que produz o pescado, e a população consumidora desse pescado nos grandes centros, fazendo com que ambas compreendam a dimensão ambiental, social e econômica em torno do metil-mercúrio contido no pescado. Ações de divulgação e esclarecimento devem ser feitas junto à comunidade do Puruzinho sobre os impactos sobre a saúde dos consumidores produzido pela venda de pescado de maior tamanho e peso, assim como divulgação e esclarecimentos devem ser feitos à rede de abastecimento e comércio de peixes, aos consumidores do mercado de peixes, ANVISA, Secretaria de Pesca e Secretaria de Comércio. No entanto, faz-se necessário pensar numa ação coordenada, tendo em vista que a solidariedade deve ser em duplo sentido para que se aponte para uma perspectiva futura de sustentabilidade socioambiental: da mesma forma que a comunidade do Puruzinho deve se conscientizar e buscar minimizar o impacto sobre a saúde da população consumidora de pescado em outros centros, a população desses outros centros devem se conscientizar que evitar ou interditar o consumo de pescados grandes provenientes da comunidade do Puruzinho vai promover uma perda econômica sensível nessa comunidade, e ambos devem buscar conjuntamente soluções socioambientais para as duas regiões. Isso vai permitir estabelecer não apenas práticas solidárias interregionais como oferecer uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais, éticos e de saúde individual e coletiva. Além disso, o estabelecimento de ações coordenadas para solução do problema que

envolva a comunidade, o setor público e o setor privado aponta na direção de um aumento de empoderamento tanto da comunidade do Puruzinho, que vai sair do seu isolamento geográfico para participar de uma política mais ampla que articule geração de renda, proteção ao consumidor, conservação do meio ambiente e promoção e proteção da saúde, quanto da população consumidora dos centros de recepção do pescado, aumento o conhecimento dos direitos de consumidor e da sua segurança alimentar e de proteção da saúde. Recomenda-se, inclusive, o desenvolvimento de pesquisas visando quantificar o consumo de pescado, as quantidades semanais de metil-mercúrio ingerido, sua bioacumulação em humanos e a ocorrência ou não de sintomas clínicos. A realidade é extremamente complexa e exige uma abordagem espacial de rede de interdependência entre as regiões, ao mesmo tempo em que se deve buscar uma solução negociada em bases racionais, que considere o conhecimento científico acumulado acerca da problemática, as práticas tradicionais dos ribeirinhos, a inclusão social e o empoderamento. Deve-se destacar que o conhecimento científico produzido não deve ser utilizado como arma ou argumento para promover exclusão social de comunidades ou regiões, e sim constituir em ponto de partida para o diálogo e o entrelaçamento de todos os atores sociais envolvidos, numa busca de cidadania solidária e sustentável.

5. Referências Bibliográficas

Almeida, R. 2006. *Analise geoestatistica das concentacoes de Hg em sedimentos de fundo do lago Puruzinho - Amazonia ocidental*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Rondônia.

Bazin, M. 1977. O cientista como alfabetizador técnico. In: Anderson, A. & Bazin, M. (Eds.) *Ciência e (in) dependência*. Lisboa: Livros Horizonte.

BRASIL. 1999. Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999. Publicado no *Diário Oficial da União*, 28 de Abril de 1999.

Fabré, N.N. & Gonzales, J.C.A. 1998. Recursos íctios no Alto Amazonas e sua importância para as populações ribeirinhas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 14:19-55.

Friedman, J. 1992. *Empowerment: the politics of the alternative development*. Cambridge: Blackwell Publishers.

Freire, P. 1987. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Goulding, M. 1980. *The fish and the forest. Explorations in Amazonian natural history*. Berkeley: University of California Press. 280p.

Oliveira, R.C. 2006. *Estudo da relação mercúrio e dieta alimentar através da análise multivariada na população do Lago Puruzinho-Amazônia*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Rondônia.

Saito, C.H. 2001. Por que a investigação-ação, *empowerment* e as idéias de Paulo Freire se integram? In: Mion, R.A. & Saito, C.H. (Eds.) *Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores*. Ponta Grossa: Gráfica Planeta.

Saito, C.H. 2002. Política Nacional de Educação e Construção da Cidadania: Desafios Contemporâneos. In: Ruscheinsky, A. (Org). *Educação Ambiental: Abordagens Múltiplas*. Porto Alegre: Artemed, p.47-60.

Santos, I.A.; Berlinck, C.N.; Araújo, S.C.S.; Steinke, E.T.; Steinke, V.A.; Pianta, T.F.; Grabener, I.T. & Saito, C.H. 2005. The centrality of the mediation concept in the participatory management of water. *Canadian Journal of Environmental Education* 10:180-194.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Contaminação da bacia hidrográfica superficial e subterrânea da cidade de Porto Velho (RO), Amazônia Ocidental

Dárlly de Oliveira de Souza Martins[1], Janeide Paiva dos Santos[1], Cléber Calado Luz[1], Ederson Rodinei Rodrigues Dantas[1], Alessandra da Silva Martins[1], Ângelo Gilberto Manzatto[1], José Vicente Elias Bernardi[2], Wanderley Rodrigues Bastos[1].

[1]Universidade Federal de Rondônia (bastoswr@unir.br); [2]Universidade de Brasília.

1. Introdução

A atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos e biológicos, afetando os recursos naturais e a saúde humana. A região Amazônica, particularmente o estado de Rondônia, vem sofrendo nas últimas décadas com a degradação ambiental, fruto de um processo desordenado e acelerado da ocupação humana. Atualmente o município de Porto Velho, capital do estado de Rondônia, vem apresentando um crescimento de proporções geométricas, não recebendo paralelamente investimentos em infra-estrutura o que pode ser modificado com as obras do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento). Um dos resultados mais evidentes é a agressão ao sistema hídrico regional que vem sofrendo comprometimento na qualidade da água em função de problemas como escassez de saneamento básico, principalmente ausência de tratamento de dejetos domésticos e disposição inadequada de resíduos sólidos. Estes fatores associados ocasionam a degradação dos ambientes naturais devido a introdução de diversos contaminantes, dentre estes destacam-se os elementos-traço, hidrocarbonetos, coliformes fecais e excesso de nutrientes (Esteves, 1998; Ramalho *et al*., 2000; Giatti *et al*., 2007). Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água superficial e subterrânea através de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos na cidade de Porto Velho – RO.

2. Métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica superficial e subterrânea da área urbana de Porto Velho – RO, delimitada pelas coordenadas 08°45'43,0" latitude sul e 63°54'14,0" longitude oeste. Para o estudo das águas superficiais, o desenho amostral estabeleceu onze pontos entre o igarapé do Lixão (próximo a lixeira urbana) e no Igarapé dos Tanques (centro da cidade), totalizando 33 pontos com os demais igarapés que compõem a bacia de drenagem da cidade (Bate-Estacas, Periquitos, Grande e Belmont). Quanto às águas subterrâneas, foram amostrados 166 poços do tipo Amazonas distribuídos de acordo com a divisão geopolítica do município, que estabelece 5 setores caracterizados por zonas. Todos os pontos foram georreferenciados a partir de um aparelho receptor de GPS, sendo medidos *in loco* os parâmetros, físico-químicos (temperatura, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido). As amostras de água superficial e sedimento foram coletadas em frascos de polietileno e com draga de Eckman, respectivamente (CETESB, 1987). As análises de nitrito foram realizadas com amostras de água previamente filtradas em filtros de fibra de vidro (0,45µm) e a análise de fósforo total foi realizada em amostras de água bruta. Foi utilizado o método colorimétrico e as concentrações foram determinadas com a utilização de um espectrofotômetro (Golterman *et al*., 1978). Para a quantificação dos elementos-traço, as amotras de sedimento foram submetidas à extração química e, posteriormente analisadas no espectrofotômetro de absorção atômica por chama e por sistema de injeção em fluxo com geração de vapor frio (Hg). Foi utilizado o método de membrana filtrante e o meio de cultura Chromocult para a análise de coliformes, proposto pela CETESB, (2007). As amostras de água para a análise de compostos orgânicos foram coletadas e preparadas segundo o método EPA 8260B. Os compostos foram caracterizados por cromatografia em fase gasosa acoplada a espectrometria de massas com coluna capilar OV5-MS (30m x 0,25mm x 0,50 µm), temperaturas programadas: 35º C por 1min seguido de uma rampa de 4º C/min até 200º C e depois 30º C/min ate 290º C.

3. Resultados

As médias mais elevadas para coliformes fecais nas águas subterrâneas foram encontradas nas zonas 2 (2038 UFC/100mL), 3 (2669 UFC/100mL) e 4 (2115 UFC/100mL), localizadas na região central do município. As zonas 1 e 5 apresentaram os menores valores com concentrações de 1466 UFC/100mL e 1406 UFC/100mL, respectivamente. No igarapé que sofre influência do lixão foi encontrada média de 1441,67 ± 850,09 UFC/100mL coliformes fecais. Das 21 amostras de água subterrânea analisadas para BTEXs detectou-se a presença de tolueno em 7 e de benzeno em 3. Para as águas superficiais, dos 18 pontos coletados detectou-se a presença de tolueno e xilenos em 3 (igarapé dos Tanques). Quanto aos elementos-traço as concentrações médias foram de: Fe (550.743,35 ± 207.686,4 $\mu g.g^{-1}$); Zn (193,68 ± 87,6 $\mu g.g^{-1}$); Cr (51,66 ± 20,0 $\mu g.g^{-1}$); Mn (44,06 ± 14,0 $\mu g.g^{1}$); Co (0,73 ± 0,50 $\mu g.g^{-1}$); Hg (0,86 ± 1,10 $\mu g.g^{-1}$); Pb (18,17 ± 9,2 $\mu g.g^{-1}$) e Cu (33,17 ± 23,2 $\mu g.g^{-1}$). A Tabela I apresenta os valores médios e desvio padrão dos parâmetros físico-químicos e nutrientes nas águas superficiais.

Localidade Igarapés	Temp. (°C)	Cond. Elet. ($\mu s.cm^{-1}$)	O_2 Dis. ($mg.L^{-1}$)	pH	Nitrito ($\mu g.L^{-1}$)	Fósforo total ($\mu g.L^{-1}$)
Tanques 01	30,56±1,05	296,00±32,27	0,65±0,57	6,28±1,42	_	_
Periquitos	29,05±3,51	125,75±78,34	3,60±1,20	5,97±0,59	54,10±61,41	62,90±48,96
Grande	28,74±2,59	168,98±32,37	3,44±1,21	6,27±0,14	34,45±27,74	116,00±24,14
Tanques 02	28,83±1,03	201,92±34,26	2,60±1,69	6,66±0,14	98,91±72,35	327,43±286,65
Belmont	29,89±2,26	142,46±97,38	2,50±1,92	5,93±0,32	68,08±116,76	97,53±107,58
Bate-Estacas	29,93±1,88	260,26±193,44	2,29±1,58	6,37±0,58	29,82±27,53	389,57±670,85
Lixão	21,10±5,66	208,49±97,62	2,70±1,01	6,14±0,47	-	-

Tabela I: Concentração das variáveis estudadas nas águas superficiais da cidade de Porto Velho.

4. Discussão e Conclusão

Oitenta e cinco por cento dos resultados para coliformes fecais dos poços de água subterrânea da cidade de Porto Velho apresentaram-se fora do padrão estabelecido pelo Ministério da Saúde (2004)

destinada ao consumo humano. As condições mais críticas foram detectadas nas zonas 2, 3 e 4 que pode estar relacionado a contribuição dos igarapés que vem, com o passar dos anos, se tornando depósitos de lixo e de canalização de esgoto, contribuindo para um aumento nos níveis bacteriológicos. Os níveis de coliformes fecais encontrados no igarapé do Lixão apresentaram-se numa posição intermediária, não se enquadrando na categoria de satisfatória (até 1000) e nem imprópria (>2500) para balneabilidade, segundo o que estabelece a Resolução CONAMA nº 274 de 2000. Os elevados índices de elementos-traço no igarapé dos Tanques evidenciam a influência de atividades antropogênicas (efluentes domésticos e deflúvio superficial urbano). O grau de desoxigenação na água e os elevados valores de fósforo total e nitrito encontrados nos igarapés Tanques, Belmont e Bate-Estacas, está relacionado ao aporte de matéria orgânica oriunda dos efluentes domésticos. O pH mostrou-se levemente ácido sendo associado à introdução de substâncias orgânicas (detergentes e sabão) provenientes de efluentes domésticos. A elevada condutividade elétrica e o grau de desoxigenação encontrados nas águas do Igarapé do Lixão mostram a influência da Lixeira urbana sobre este sistema hídrico. As evidências de compostos de BTEX na água subterrânea evidencia vazamentos dos *containers* de distribuidora e postos de combustíveis. Os resultados obtidos ressaltam que apesar da recente ocupação de Porto Velho, a cidade pode apresentar em um curto período de tempo um quadro de degradação ambiental semelhante ao de grandes centros urbanos, caso não adote um novo modelo de desenvolvimento. Neste sentido foi encaminhado a Prefeitura da cidade um relatório referente a síntese desse estudo apresentado na forma de mapas temáticos, que de uma forma didática aponta áreas críticas na qualidade da água. As informações geradas neste estudo têm um importante significado no sentido de direcionar para a necessidade de se articular ações com o objetivo de tentar solucionar problemas ambientais, que por sua vez guardam estreita relação com a saúde humana e, conseqüentemente, com a qualidade de vida. A partir da detecção dos hidrocarbonetos, outros trabalhos vêm sendo desenvolvidos no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental/UNIR, com o objetivo de avaliar o emprego de microrganismos, nativos da

própria área impactada, com potencial para biodegradação de derivados de petróleo como BTEXs, gasolina e diesel, agrupando um conjunto de técnicas e desenvolvimento científico para a aplicação de biodegradação.

5. Referências Bibliográficas

CETESB. 1987. *Guia de coleta e preservação de amostras de água.* São Paulo. 197p.

Esteves, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro : Interciência. 602p.

Giatti, L.L.; Rocha, A.A. & Toledo, R.F. 2007. Condições sanitárias e socioambientais em Iauaretê, área indígena em São Gabriel da Cachoeira, AM. *Ciência e Saúde Coletiva* 12:1711-1723.

Golterman, H.L.; Clymo, R.S. & Ohnstad, M.A.M. 1978. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2nd. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Ministério da Saúde. 2004. Secretaria de Vigilância e Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental, Ed. MS. Portaria MS n° 518.

Ramalho, J.F.G.P.; Sobrinho, N.M.B.A. & Velloso, A.C.X. 2000. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pesados pelo uso de agroquímicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35:1289-1303.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Concentração de chumbo (Pb) nos solos da bacia hidrográfica do rio Jamari

José Vicente Elias Bernardi[1]; Talitha Bensiman Ciampi[2]; Ângelo Gilberto Manzatto[2]; José Garrofe Dórea[1]; Antônio C. Barbosa[1]; Ronaldo de Almeida[2]; Wanderley Rodrigues Bastos [2] & Paulo M. Barbosa Landim[3]

[1]Universidade de Brasília (vicente.bernardi@yahoo.com.br); [2]Universidade Federal de Rondônia; [3]Universidade Estadual Paulista.

1. Introdução

Nos últimos anos, a Amazônia brasileira tem sofrido inúmeros processos de devastação, seja na destruição sem precedentes de sua floresta, de sua fauna, de seus recursos minerais e no uso impensável da água. Há discussões no mundo inteiro, da sua importância no equilíbrio do ecossistema terrestre e do impacto que sua devastação teria sobre as gerações futuras. No Brasil estudos têm ocorrido, visando à compreensão da distribuição espacial dos excessos dos elementos químicos de origem natural (geogênica) e antropogênica. As principais fontes antropogênicas de contaminação do ecossistema amazônico com elementos-traço são a extração mineral, descarte de produtos comerciais e industriais e, precipitações atmosféricas de cinzas ricas em metais adsorvidos, provenientes de queimadas e gases poluentes lançados industrialmente; incinerações que provocam a volatilização e formação destas cinzas ricas em metais adsorvidos (Nriagu & Pacyna, 1998). O elemento chumbo merece destaque nessas contaminações, pois nos últimos dois séculos a produção de Pb se disseminou a partir de diversas descobertas de depósitos minerais. A principal atividade humana geradora de dispersão de Pb no meio ambiente veio a ocorrer no início do século XX, com a inclusão de Pb-tetraetila na gasolina utilizada com o objetivo de se minimizar a corrosão interna dos motores a combustão. O presente trabalho teve como objetivo estabelecer as classes de concentração do elemento-traço Chumbo (Pb), nos solos das áreas mais antropizadas da Bacia do Rio Jamari, de forma a auxiliar e organizar ações para a mitigação das fontes poluidoras,

bem como desenvolver planos visando à proteção da saúde pública e planejamento do uso e ocupação do solo.

2. Métodos

O rio Jamari tem sua bacia delimitada pelas coordenadas geográficas 8°28'e 11°07' de latitude sul e 62°36' e 63°57' de longitude oeste. A coleta de amostras realizou-se em julho de 2007, caracterizado por período de seca, e abrangeu a parte central da bacia, com 17 pontos georreferenciados amostrados em áreas de planície de inundação, e que apresentam histórico de ocupação antrópica nas proximidades, por conta da ocupação desordenada que se deu na bacia desde a época da Construção da Usina Hidrelétrica de Samuel. Optou-se por realizar as amostras no horizonte superficial A e B, entre 0 a 10cm e de 10 a 15cm de profundidade do solo, utilizando trado holandês. Posteriormente as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes e armazenadas sob refrigeração (<5°C). Em laboratório as amostras foram remetidas à peneiração a úmido (fração < 0,075mm ou 200 *mesh*) e foram analisadas de acordo com as metodologias de extrações químicas encontradas em várias publicações recentes que tratam desse tipo de amostragem e análise química (Bastos *et al*., 1998; Bonotto & Silveira, 2003; Hatje *et al*., 2003), tendo sido realizadas adaptações no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental - UNIR. Após a análise de cada amostra e a obtenção das médias das concentrações de chumbo em cada um dos pontos, esses dados foram acrescentados no programa de SIG (Sistema de Informações Geográficas) utilizando o programa ArcView 3.2, que opera através de um algoritmo de agrupamento. As classes foram separadas em cinco níveis, da primeira (1º) a quinta (5º) em ordem crescente (Tabela I), sendo que para cada horizonte foi feita uma classificação diferente. Os resultados obtidos foram também relacionados com a geologia local de acordo com a classificação feita pela CPRM (2007) e com a pedologia da área descrita de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (1999).

3. Resultados

Observando os 17 pontos individualmente, percebe-se que houve uma variação considerável entre os teores de chumbo determinados na amostras, os pontos são relativamente distantes uns dos outros, o que faz com que características naturais ou antrópicas mínimas do ambiente influencie nos resultados. O valor da média, foi de 22,42 $\mu g.g^{-1}$ e comparado com outros trabalhos realizados por diferentes autores, em diferentes áreas de estudo, nota-se que a média de chumbo (Pb) deste trabalho foi alta.

Classes	Horizonte A [Pb] mg.g-1	Horizonte B [Pb] mg.g-1
1ª	0 - 2,31	8,56 - 13,14
2ª	2,31 - 14,80	13,14 - 18,76
3ª	14,80 - 24,14	18,76 - 25,53
4ª	24,14 - 35,21	25,53 - 32,39
5ª	35,21 - 66,08	32,39 - 59,47

Tabela I. Níveis de concentração determinados para o elemento-traço chumbo.

As classes consideradas como baixas, entre primeira (1ª) e segunda (2ª) classes, apresentaram-se em sua maioria, em áreas de planície de inundação, próximos a áreas com vegetação secundária e/ou próximas de áreas de cobertura de florestas. Os tipos de solos predominantes foram os espodossolos arenosos, que segundo Chauvel (1987), esses são gerados a partir da lixiviação dos latossolos. O baixo teor de oxigenação por causa dos constantes períodos de alagamentos a que são normalmente submetidos, explicam assim as baixas concentrações dos elementos traços que são facilmente carreados pelas águas. As concentrações consideradas altas estão entre as quartas (4ª) e quintas (5ª) classes, sendo compostas pela predominância das coberturas de pastagem e próximas a áreas mais antropizadas. Os solos encontrados foram os latossolos com acentuado teor de argila, e o gleyssolos. Estes argilo minerais podem estar contribuindo através de suas cargas iônicas a retenção de elementos traços nestes solos.

4. Discussão e Conclusão

Observando os mapas de níveis de concentração de chumbo (Pb) nos horizontes A e B (Figuras 01), as maiores concentrações estão localizadas em áreas de pastagem, próximas a centros urbanos e linhas (estradas), o chumbo encontra-se intensamente no meio em que o homem vive e ocorre como contaminante ambiental devido seu largo emprego industrial, além da emissão por veículos automotores, as partículas desse metal são aerotransportadas a longas distâncias em torno de rodovias. As concentrações de Pb foram mais altas no horizonte superficial A, e segundo Adriano (1986), a contaminação de solos com Pb é um processo cumulativo praticamente irreversível aumentando, assim, os teores desse metal na superfície do solo, indicando uma disponibilidade de absorção do mesmo pelas raízes das plantas. O Pb geralmente acumula-se na camada superficial em vista de sua baixa mobilidade no perfil geológico-estratigráfico, sendo que essa distribuição se deve a sua baixa solubilidade e forte adsorção ao solo. A área esta inserida geologicamente em maior parte no Complexo Jamari, e o Pb no solo está também fortemente relacionado ao material de origem sendo mais elevados em alguns pontos por conta dos solos serem derivados de rochas máficas ou por se localizarem nos arredores de corpos graníticos mineralizados e perto de regiões vizinhas onde são minerados depósitos aluvionares secundários. Os pontos com menor concentração são na maioria áreas com vegetação primária próxima bem conservada. Os resultados obtidos em cada um dos pontos amostrados, mesmo nos mais altos se comparados com os valores de alerta estabelecidos pela CETESB para o estado de São Paulo, ainda sim não ultrapassa os limites estabelecidos, que é de 70,0 $\mu g.g^{-1}$. As concentrações estudadas na área da bacia variam conforme o tipo de cobertura da região e das formações pedológicas e geológicas da bacia. O comportamento químico específico que o elemento analisado neste trabalho, assume diante das condições ambientais, é um grande desafio no sentido de se entender a sua distribuição e ocorrência nos compartimentos bióticos e abióticos, seja de forma natural ou antrópica.

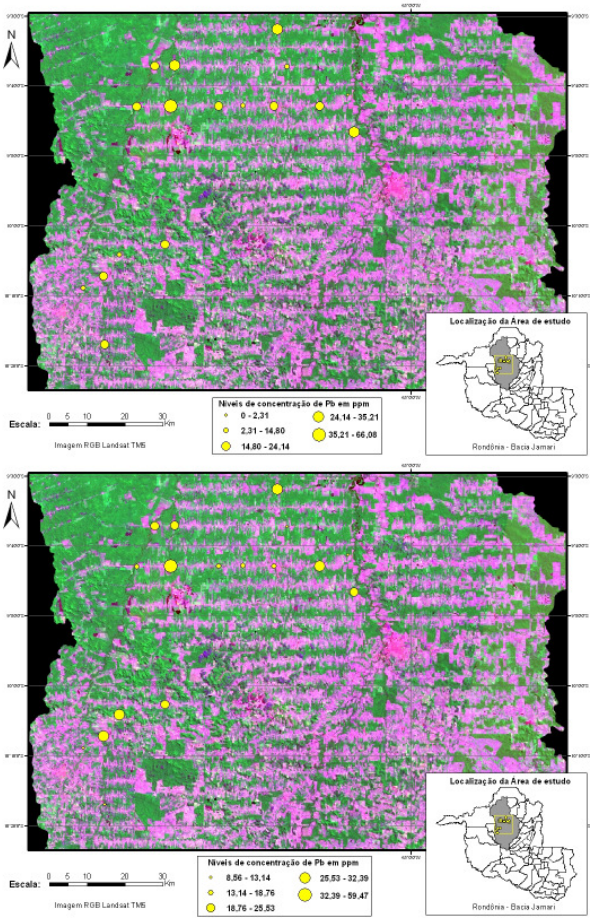


Figura 1. Mapa de Níveis de Concentração do elemento-traço Chumbo (Pb), para o horizonte A e horizonte B respectivamente.

5. Referências Bibliográficas

Adriano, D.C. 1986. *Trace elements in the terrestrial environment.* New York: Springer-Verlag.533p

Bastos, W.R.; Malm, O.; Pfeiffer, W.C. & Cleary, D**.** 1998. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon-Brasil. *Ciência e Cultura* 50:255-260.

Bonotto, D.M. & Silveira, E.G. 2003. Preference rations for mercury and other chemical elements in the Madeira River, Brazil. *Journal of the South American Earth Sciences* 15:911-923.

CPRM. 2007. Programa Geologia do Brasil – *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Rondônia*.

EMBRAPA. 1999. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Serviço de Produção de Informações* – SPI. Brasília.

Hatje, V.; Payne, T.E.; Hill, D.M.; Mcorist, G.; Birch, G.F. & Szymczak, R. 2003. Kinetics of trace element uptake and release by particles in estuarine waters: effects of pH, salinity and particles loading. *Environment International* 29:619-629.

Nriagu, J.O. & Pacyna, J.M. 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils with trace metals. *Nature* 333:134-139.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Estudo da variabilidade das condições físico-químicas no alto rio Madeira e afluentes utilizando análise das componentes principais

José Vicente E. Bernardi[1]; Luiz D. Lacerda[2]; José G. Dórea[1]; Paulo M. B. Landim[3]; João P. O. Gomes[1]; Ronaldo de Almeida[1]; Ângelo Gilberto Manzatto[1] & Wanderley R. Bastos[1]

[1]Universidade de Brasília (vicente.bernardi@yahoo.com.br); [2]Universidade Federal do Ceará; [3]Universidade Estadual Paulista; [4]Universidade Federal de Rondônia.

1. Introdução

A constituição geológica dos sólidos dissolvidos tem grande importância na composição da água dos rios e lagos que drenam íons metálicos e pequenas partículas dos solos, contribuindo assim para a composição físico-química da água regional, além de uma possível representação do particulado em suspensão. Deste modo, a dinâmica sazonal de cheia e seca e o respectivo transporte dos sólidos dissolvidos tornam-se um fator chave para se entender o funcionamento físico-químico das águas da região do alto Rio Madeira. Em estudos ambientais com muitas amostras e variáveis, sejam elas físico-químicas, biológicas ou temporais, uma das formas de avaliar integradamente um complexo de dados é a metodologia estatística multivariada, onde as variáveis podem ser analisadas em conjunto. A análise das componentes principais (ACP) é um método da estatística multivariada que permite interpretar a estrutura de um conjunto de dados multivariados a partir das respectivas matrizes de variâncias-covariâncias ou de correlações entre os parâmetros considerados. Consiste numa transformação linear de todas as variáveis originais em novas variáveis, de tal modo que a primeira nova variável computada seja responsável pela maior parte da variação possível existente no conjunto de dados, a segunda pela maior variação possível restante, e assim por diante até que toda a variação do conjunto tenha sido explicada. Desse modo o objetivo deste trabalho é estudar a variabilidade das condições físico-químicas, sua ordenação durante o período hidrológico de cheia e

seca, no Alto Rio Madeira e afluentes, e para a sua interpretação, fazer-se uso da ACP.

2. Métodos

O Rio Madeira desde suas nascentes nos Andes Bolivianos, formadoras do Rio Mamoré, tem uma extensão total de aproximadamente 3.400 km, sendo cerca de 1.500 km em território Brasileiro. A bacia hidrográfica do Rio Madeira tem uma área total de aproximadamente 1,52 milhões de km^2, o que representa cerca de 24% da bacia Amazônica, sendo aproximadamente o dobro do tamanho de qualquer outra bacia tributária do Rio Amazonas e abrange parcialmente os territórios da Bolívia (40%), Brasil (50%) e do Peru (10%). As variáveis estudadas foram as de caráter físico-químicas da água, como: oxigênio dissolvido, % de saturação oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, temperatura (água e ar) e demanda química de oxigênio para o ambiente lótico. Os parâmetros físico-químicos foram medidos *in loco* nos pontos com os seguintes equipamentos: pH (pH (SCHOTT – pH/mV Meter-handylab)., condutividade elétrica (SCHOTT – Hand-Held Conductivity Meter-handylab LF1), oxigênio dissolvido, Saturação e temperatura (SCHOTT – Dissolved Oxygen Meter-handylab OX1). A análise das componentes principais (ACP) é uma técnica de transformação de variáveis. Se cada variável medida pode ser considerada como um eixo de variabilidade estando usualmente correlacionada com outras variáveis. Esta análise transforma os dados de tal modo a descrever a mesma variabilidade total existente, com o mesmo número de eixos originais, porém não mais correlacionados entre si. Graficamente pode ser descrita como a rotação de pontos existentes num espaço multidimensional originando eixos, ou componentes principais, que dispostos num espaço a duas dimensões representem variabilidade suficiente que possa indicar algum padrão a ser interpretado (Bernardi *et al*., 2001).

3. Resultados

A análise das componentes principais (ACP) ordenou a matriz físico-química para o período hidrológico de seca e cheia. A variável saturação do oxigênio dissolvido apresenta colineariedade com o

oxigênio dissolvido com correlação 0,985; as variáveis temperaturas da água e do ar, tiveram uma variação global pequena, sendo assim consideradas como variáveis suplementares. Estas variáveis não são computadas no cálculo dos autovalores e autovetores. Neste caso específico adotando como variáveis ativas, ou seja, aquelas com as quais foram computados os autovalores e autovetores, a ACP foi calculada através das variáveis: condutividade; pH; oxigênio e sólidos dissolvidos. O resultado da ordenação para as duas principais componentes mostra um total de 87% da variância explicada. A primeira componente explica em torno de 60% a variação dos dados, com as cargas mais altas para as variáveis pH (carga de 0,93) e condutividade (carga de 0,92). O oxigênio dissolvido respondeu apenas com 0,71. A segunda componente contribuiu com 27% da variação e a variável com carga mais alta foi os sólidos em suspensão (carga de 0,87).

4. Discussão e Conclusões

A primeira componente foi atribuída ao pH e a condutividade, que tiveram as maiores variabilidades entre os períodos de cheia e seca. Esta variabilidade está associada ao carreamento e lixiviação de matéria orgânica (ácidos húmicos/fúlvicos) e dos sólidos dissolvidos, que são constituídos de argilominerais em sedimentos de várzea (Martinelli *et al*., 1989) e em sólidos dissolvidos (Guyot *et al*., 2007). A dinâmica sazonal do pH e da condutividade foram em sentido oposto: enquanto o pH decresce na cheia a condutividade aumenta, no período de seca ocorre o inverso. Estudos sobre o efeito da sazonalidade nos parâmetros físico-químicos indicam, que a técnica da ACP se adequa bem a esse tipo de averiguação. Esta estratégia estatística confere ao pH e à condutividade, maior importância na ordenação, sendo aqui denominada componente do "potencial de cargas". A segunda componente teve como variável mais importante os sólidos dissolvidos, cujas concentrações variaram no período hidrológico monomodal de cheia e seca, com média global de 264. 10^6 T/ano. No período de cheia o Rio Madeira chega a transportar 552. 10^6 T/ano e no período de seca 57. 10^6 T/ano, com uma diferença de dez vezes entre os períodos. Esta variação encontrada se assemelha aos estudos feitos anteriormente por (Martinelli *et al*.,

1989). Tais estudos apontam uma variação na carga de sólidos (transportados para o Rio Amazonas) de 37 a 100.10^6 T/ano para o período de seca e de 230 a $1,4.10^9$ T/ano no período de cheia. Estas variações encontradas são em parte explicadas pelo regime de vazões do período hidrológico, cuja dinâmica se inicia com o degelo das geleiras, nos contrafortes Andinos da Bolívia e Peru e fluvial no Brasil e pelo efeito da geomorfologia da área de estudo, que condicionam ao relevo da bacia, uma variação altimétrica desde as nascentes do Rio Beni nos Andes de 6500 m até 120 m na formação do Rio Madeira no Brasil. Na área de estudo o desnível verificado foi de 50 m em 400 km. Estes fatores associados conferem ao Rio Beni gradientes gravitacionais e hidráulicos, que originam variações nas velocidades da água, e com isso um dinamismo no transporte de sólidos dissolvidos, ao longo da bacia. Estes fatores modificam as concentrações de cátion e ânions na composição das águas, durante os períodos de cheia e seca. Devido a estes fatores mencionados a segunda componente foi denominada de "geomorfológica". As ordenações dos escores das componentes principais, técnica também usada por Barreto *et al*. (2007), discriminaram três grupos bem definidos, nos dois períodos hidrológicos de cheia e seca. O grupo superior direito representa os pontos do Rio Madeira e Rio Beni no período de seca, o grupo central representa os pontos do Rio Madeira e Rio Beni no período de cheia. Isto indica que a dinâmica físico-química do Rio Madeira mantém as características do seu principal formador o Rio Beni nos dois períodos. O mesmo não ocorreu com o Rio Mamoré, com seus pontos isolados em cada período. Esta discriminação indica que o Rio Mamoré é diferente quanto sua composição, nos períodos e entre os outros rios da bacia. Dois fatores principais podem estar associados à discriminação destes dois rios na formação do Rio Madeira, as oscilações fluviais e/ou geomorfológicas, que ocorrem em períodos não correspondentes, e as diferentes composições dos argilominerais, de origens geológicas diferenciadas, conforme estudo de Guyot *et al*. (2007), que mostram as composições mineralógicas dos argilominerais dos grupos das ilitas e esmectitas, cujas concentrações são mais elevadas no Rio Beni e a caulinita mais elevada no Rio Mamoré. Dados de Martinelli *et al*. (1993) em sedimentos de várzeas do Rio Madeira comparados

com os de Guyot *et al*. (2007) no Rio Beni indicam valores correspondentes, que confirmam a discriminação dos escores. De uma forma geral, a composição baseada nas variáveis estabelecidas como condicionantes, confere ao Rio Madeira as características oriundas do Rio Beni. Os afluentes de menor porte não se discriminaram entre os períodos, indicando pouca variabilidade na composição das águas. A ACP discriminou a formação de três grupos baseados em três variáveis condicionantes: condutividade, pH e sólidos dissolvidos. A ACP através da ordenação dos escores sugere que as características do Rio Madeira, quanto a sua composição são diferentes entre os períodos de cheia e seca, possivelmente influenciado pelo Rio Beni seu principal formador. Quanto ao Rio Mamoré e afluentes de menor porte as suas composições se diferenciam do Rio Madeira. Desta forma a ACP mostrou ser uma ferramenta estatística de extrema importância em estudos físico-químicos de águas, pois possibilita uma investigação conjunta das variáveis consideradas; permite também inferir sobre a ação das variáveis na ordenação e discriminação dos corpos de água da bacia e suas características associadas.

5. Referências Bibliográficas

Barreto, W.J; Scarminio, I.; Solci, M.C.; Ishikawa, D.N.; Ogasawara, M.T.; Nomi, S.N & Barreto, S.R.G. 2007. Analysis of physical and chemical parameters for discrimination of water origin in a hydroelectric reservoir. *Clean-Soil Air Water* 35:239-245.

Bernardi, J.V.E.; Fowler, H.G. & Landim, P.M.B. 2001. Um estudo de impacto ambiental utilizando análises estatísticas espacial e multivariada. *Holos Environmental* 1:162-172.

Guyot, J.L.; Jouanneau, J.M.; Soares, L.; Boaventura, G.R.; Maillet, N. & Lagane, C. 2007. Clay mineral composition of river sediments in the Amazon Basin. *Catena* 71:340-356.

Martinelli, L.A.; Victoria, R.L.; Devol, A,H.; Richey, J.E. & Forsberg, B.R. 1989. Suspended sediment load in the Amazon basin: An overview. *GeoJournal* 19:381-389.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7; CNPq/CT-Amazônia; CNPq/CT-Hidro; Furnas Centrais Elétricas; FAPESP.

Geração do mapa de uso e ocupação da bacia hidrográfica do rio Jamari, utilizando imagens de satélite Landsat

Talitha Bensiman Ciampi[1]; José Vicente E. Bernardi[2]; Ângelo Gilberto Manzatto[1]; Wanderley R. Bastos[1]; José Garrofe Dórea[2]; Paulo M.B. Landim[3] & Antônio C. Barbosa[2]

[1]Universidade Federal do Rondônia (tataciampi@hotmail.com); [2]Universidade de Brasília; [3]Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

1. Introdução

A bacia do rio Jamari sofreu grandes mudanças nos últimos anos em conseqüência da construção da Usina Hidrelétrica de Samuel, afetando desde a vegetação, hidrografia até a ocupação humana na região. Alterações nas características naturais do ambiente são evidentes, tendo em vista o acelerado processo de desmatamento e da ocupação desordenada dessas áreas, sem adotar critérios técnico-científicos. Como se sabe a população humana desde os primórdios necessita ocupar espaços naturais, transformando-os para extrair deles energia e insumos ou para urbanizá-los, o que proporciona a base para a manutenção do sistema econômico, gerando, em contrapartida, impactos que precisam ser conhecidos e estudados. No estudo da dinâmica da desnaturação da cobertura vegetal e do uso da terra na bacia do rio Jamari tornou-se imprescindível o uso das técnicas de sensoriamento remoto. Segundo Crosta (1992), as imagens de sensoriamento remoto passaram a representar uma das principais formas viáveis de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, devido à rapidez, eficiência, periodicidade e visão sinóptica que as caracterizam. Este trabalho teve como objetivo explorar algumas técnicas convencionais de classificação digital para gerar o mapa de uso e ocupação da bacia, a partir de imagens TM-Landsat, com resolução espacial de 30 metros. Os resultados da classificação foram contrastados com aqueles derivados da interpretação visual, considerados, aqui, como verdade terrestre.

2. Métodos

A bacia do rio Jamari está localizada no estado de Rondônia, sendo delimitada pelas coordenadas geográficas 8°28’ e 11°07’ de latitude

sul e 62°36’ e 63°57’ de longitude oeste. Foram utilizadas quatro imagens Landsat TM/5, órbita 232 pontos 66, 67 e 68 e órbita 231 ponto 67, do dia 08-08-2006, em composição colorida das bandas 5, 4 e 3, referentes às faixas espectrais do infravermelho médio, infravermelho próximo e vermelho, respectivamente. Esta imagem foi processada no software Erdas 8.6, cujos passos foram: tratamento digital, georeferenciamento da imagem de acordo com o mapa base da SEDAM e recorte da bacia para as coordenadas desejadas. A classificação da imagem de satélite para a geração do mapa de uso e ocupação do solo procedeu-se de forma supervisionada. Foram coletadas amostras de treinamento dos diferentes tipos de usos do solo, referentes à hidrografia, área antropizada, afloramento rochoso, queimada, cobertura florestal, vegetação secundária e sombra. Estas amostras de treinamento foram avaliadas e manipuladas, o que consistiu na purificação das estatísticas mediante fusão e/ou eliminação, tornando-as mais homogêneas possíveis de forma a propiciar uma classificação mais precisa. Nesta fase pode-se verificar se as classes condiziam com a imagem de referência sendo estas mantidas, enquanto as classes que não apresentaram uma boa distinção puderam ser eliminadas e algumas digitalizadas novamente, até obter um resultado satisfatório. Na classificação propriamente dita foi utilizado o algoritmo de máxima verossimilhança (Maxver), caracterizado como do tipo “pixel a pixel” porque utiliza apenas a informação espectral, isoladamente, de cada pixel para encontrar regiões homogêneas. Este algoritmo considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos (Bernardes, 2007).

3. Resultados

A classificação supervisionada utilizando o classificador da Máxima Verossimilhança mostrou-se eficiente, pois as classes pré-definidas no treinamento realmente apareceram nas áreas corretas, corroborando com a imagem do Mosaico real, possibilitando a criação do Mapa de Uso e Ocupação da Bacia (Figura 1). No Mapa de Uso e Ocupação, é possível observar que a ocupação, representada pela classe dois (2), é predominante, e se estende na porção centro-sul da bacia, seguindo em direção ao norte; como era

de se esperar, nessas áreas a pecuária e a exploração de madeira são as principais atividades. Já a porção sul, noroeste e uma pequena área a nordeste do mapa encontram-se ainda preservadas, representadas pela classe (5), por conta da existência de algumas Unidades de Conservação na Bacia do Rio Jamari, como a Floresta Nacional do Bom Futuro, Parque Nacional Pacaás Novos, Estação Ecológica Estadual Samuel e Floresta Nacional do Jamari, além das terras indígenas da tribo Karitiana a noroeste e da tribo Uru-eu-wau-wau ao sul da Bacia, que se sobrepõe em alguns trechos a essas unidades. As áreas demarcadas como protegidas deveriam ser uma ótima estratégia para a diminuição do processo de desmatamento, ajudando na proteção da biodiversidade, conservando assim a Amazônia, porém isso não é totalmente respeitado, pois as ocupações de terras rurais irregulares dificultam sobremaneira a fiscalização ambiental e estão levando a degradação destas áreas e promovendo a invasão de áreas protegidas, como é o caso da Floresta Nacional do Bom Futuro, na divisa de Porto Velho e Buritis, que continua como a campeã em desmatamento dentre as unidades de conservação federais, entre 2006 e 2007 foram desmatados mais de 8,8 mil hectares de floresta. Fazem parte da bacia doze municípios, sendo que seis deles tem praticamente todo ou quase todo seu território inserido na bacia, são eles: Alto Paraíso, Rio Crespo, Ariquemes, Monte Negro, Cacaulândia e Governador Jorge Teixeira. Somando as áreas desflorestadas em cada um dos municípios que fazem parte da bacia, observa-se que alguns têm seu território quase que totalmente desflorestado, como os municípios de Ariquemes chegando a 70%, Cacaulândia com 73%, Alto Paraíso com 61% e Monte Negro com 68% de áreas antropizadas, entre outros que seguem a mesma tendência com um rápido processo de ocupação.

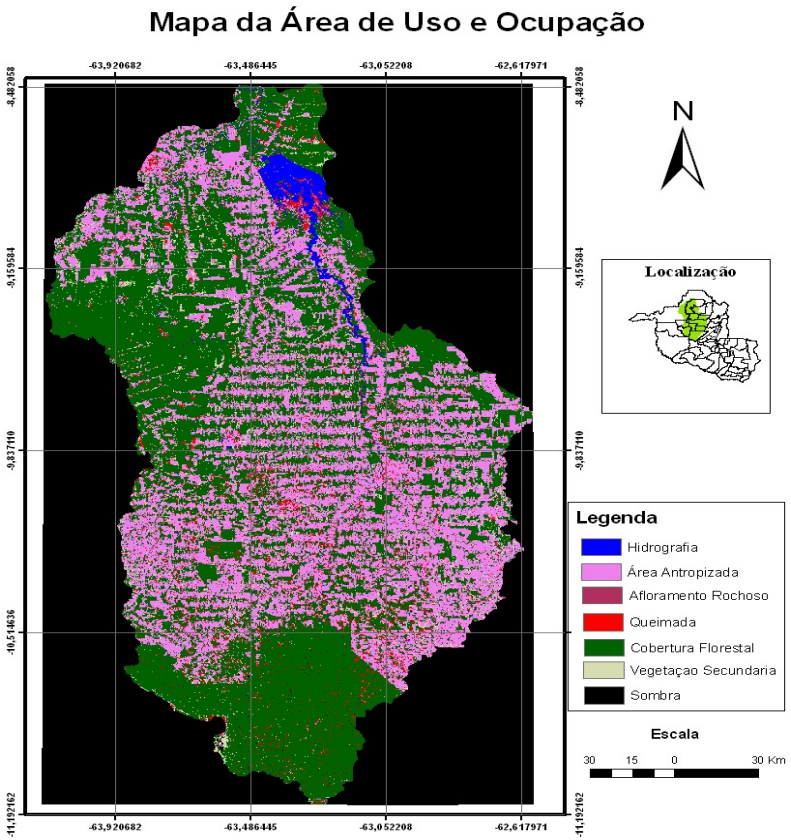


Figura 1. Mapa de Uso e Ocupação: Gerado através da Classificação Supervisionada. Classe (1): Hidrografia, classe (2): Área antropizada, classe (3): Afloramento Rochoso, classe (4): Queimada, classe (5): Cobertura Florestal, classe (6): Vegetação Secundária e classe (7): Sombra.

4. Discussão e Conclusão

O desmatamento segue em direção à calha dos rios Jamari, Massangana, Preto, Candeias entre outros, mostrando grandes áreas degradadas próximas às suas margens, e isso faz com que sejam extraídas as suas proteções naturais, que são as matas ciliares, causando graves efeitos de assoreamentos e sério desequilíbrio em todo o ambiente que o constitui. Outro fato importante é que a BR-

364, que corta a bacia, serve como eixo ao desenvolvimento das cidades, ocorrendo assim aumento substancial na área desmatada as margens da rodovia. Embora as estradas asfaltadas tenham uma influência maior nas taxas de desmatamento se comparadas as não pavimentadas, essas últimas também têm um papel importante no processo, muito em decorrência de sua alta densidade por Km². Como pode ser observado na figura (01) é visível o desmatamento em um padrão radial de ocupação conhecido como "espinha de peixe". Os resultados obtidos na classificação das imagens mostraram que a metodologia empregada neste trabalho é eficaz no mapeamento do uso da terra e até o presente estudo indicam que a classificação supervisionada (MaxVer) feita sobre imagens TM-Landsat pode apresentar bom potencial para mapear áreas afetadas pelo desmatamento, pois foi possível visualizar as feições de interesse com um elevado grau de detalhamento, resultando em uma interpretação mais concordante com a realidade. As técnicas de Sensoriamento Remoto constituem uma importante ferramenta para a análise da estrutura da paisagem, sendo de grande importância para o diagnóstico, planejamento e proposição de estratégias de conservação. Estas ferramentas podem ser associadas aos planos de uso e ocupação do solo ou planos de bacia hidrográfica. Entretanto, atualmente o maior empecilho na disseminação destas ferramentas é a ausência de massa crítica tanto para a realização destes estudos como para sua utilização e interpretação (Cemin, 2007).

5. Referências Bibliográficas

Bernardes, T. 2007. *Classificação automática de imagens de satélites no mapeamento da região cafeeira de Patrocínio, MG.*

Cemin, G. 2007. Análise da estrutura da paisagem da sub-bacia do Arroio Boa Vista, RS: uma abordagem em Ecologia de Paisagem. In: *Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, p.3821-3828.

Crosta, A.P. 1992. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Universidade Estadual de Campinas.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Uso de krigagem indicativa para verificação da distribuição de Mercúrio Total em sedimentos de fundo no Alto Rio Madeira

Roberta C.F. Galvão[1]; José Vicente E. Bernardi[2]; José Garrofe Dórea[2]; Antônio C. Barbosa[2]; Wanderley R. Bastos[1]; Ângelo Gilberto Manzatto[1] & Paulo M. B. Landim[3]

[1]Universidade Federal de Rondônia (roberta_biologa@yahoo.com.br.); [2]Universidade de Brasília; [3]Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

1. Introdução

A bacia hidrográfica do rio Madeira, ou vale do Madeira, tem uma área total de aproximadamente 1,47 milhões de km^2, o que representa cerca de 23% da bacia Amazônica. Esta bacia é geologicamente e geograficamente complexa porque, além de seu tamanho enorme, suas cabeceiras têm origem nos flancos altamente erosíveis dos Andes, no Escudo Brasileiro desnudado e antigo, e nas terras baixas do Terciário cobertas por florestas, ou seja, nos três principais tipos de áreas de drenagem da Bacia Amazônica. Portanto, a água flui através de zonas de relevo, litologia, clima e vegetação variados, que determinam hidrológicas e hidroquímicas diversificadas (EIA, 2004). As décadas de 70 e 80 foram marcadas por intensa atividade garimpeira, sendo que durante o processo de amalgamação do ouro grandes quantidades de mercúrio metálico foram despejadas no rio Madeira. Sendo um metal pesado, o mercúrio apresenta a tendência de sedimentar-se no leito do rio e é neste local onde ocorre a transformação do mercúrio metálico, através da ação das bactérias metiladoras, em metilmercúrio – a forma mais tóxica do mercúrio. Os solos amazônicos são depósitos naturais de mercúrio (Hermann, 2004). Com a atividade de lixiviação e através de condições físico-químicas locais, o mercúrio estocado nos solos amazônicos atinge os corpos d´água e pode vir a sofrer processos de metilação, contaminando a biota local (Bastos *et al*., 1998; Bastos *et al*. 2006). A importância da erosão na transferência do Hg, presente naturalmente nos solos da Amazônia, para os ecossistemas aquáticos já foi observada por Roulet (1998); Farella *et al*. (2001); Farella

(2005). Nos sistemas hídricos o Hg se encontra adsorvido às partículas sedimentares em suspensão ou depositado no leito do rio, desta forma o objetivo deste trabalho foi empregar a ferramenta krigagem indicativa para averiguar a distribuição espacial do Hg no sedimento de fundo no Alto Rio Madeira.

2. Métodos

A área de estudo compreende parte da rede hidrográfica do Estado de Rondônia, que é composta pelo rio Madeira, seus afluentes e lagos de várzea que interagem com os rios, fazendo parte da grande bacia Amazônica. A região do alto rio Madeira situa-se à montante da rede hidroviária do rio Madeira (Alto rio Madeira), compreendendo desde a sua formação pelos rios Beni e Mamoré, seus afluentes da margem direita (rio Jaci-Paraná e rio Mutum-Paraná) e seu mais importante afluente da margem esquerda (rio Abunã), chegando até a Cachoeira Teotônio – Porto Velho. Nesse trecho de cerca de 360 km, o rio Madeira apresenta 18 cachoeiras, com um desnível de 70m. Para as análises geoestatísticas foram utilizados dados do Banco de dados georreferenciados do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental C. Pfeiffer provenientes de coletas de sedimento de fundo referentes à elaboração do Estudo de Impacto Ambiental para a construção das Usinas do Madeira realizada em fevereiro de 2004. Após as atividades laboratoriais, que envolveram peneiração a úmido, maceração, extração química e leitura por espectrofotometria de absorção atômica das amostras de sedimento de fundo, os dados foram inseridos no banco de dados utilizando o Software ArcView 3.2 e submetidos a estatística descritiva e a krigagem indicativa. A Krigagem Indicativa (KI) é uma técnica estatística desenvolvida por Andrè Journel (1983), que faz estimativas da *função de densidade probabilidade* (f.d.p.) acima ou abaixo de um determinado valor de corte (z_c - *cut off*), também chamado de valor crítico ou limiar. O primeiro passo ao se empregar essa técnica é a transformação dos valores originais em indicadores no formato binário, atribuindo-se zero (0) para os valores acima do nível de corte e um (1) para os valores abaixo, quando se pretende estimar a probabilidade do ponto estimado ser menor ou igual ao nível de corte. Podemos expressar assim esse procedimento:

$$I_j(z_c) = \begin{cases} 1 \text{ se } z_i \leq z_c \\ 0 \text{ se } z_i > z_c \end{cases}$$, onde $I_j(z_c)$ é o indicador

com nível de corte em z_c e z_i é o valor original da variável.

3. Resultados

A estatística descritiva apresenta os valores médios de Hg encontrados no sedimento de fundo do rio Madeira, caracterizando a distribuição dos dados em torno da média (Tabela I).

Tabela I: Estatística descritiva das concentrações de Hg (µg.Kg^{-1}) na matriz sedimento de fundo no rio Madeira no período de cheia (fev. 2004).

Parâmetros	**Valor**
Pontos	29
Média	**56.67**
Desvio Padrão	96.16
Mediana	**33.13**
Máximo	531.59
Mínimo	7.92

Através do modelo variográfico e do algoritmo da krigagem indicativa foi possível predizer a probabilidade da distribuição espacial do elemento Hg presente no sedimento de fundo do Rio Madeira. O variograma modelado para esta variável foi ajustado utilizando o modelo exponencial e obtendo-se a seguinte fórmula: [0,18702 exponencial (0,74795, 0,48047, 90,9) efeito pepita]. Também se encontrou os seguintes valores para predição do erro: -0,003 (média), 0,479 (quadrado da média da raiz), 0,428 (erro padrão da média), -0,04 (média normalizada) e 1,137 (quadrado da média da raiz normalizada). A análise variográfica revelou que Hg mostrou-se regionalizado até o alcance de 170 km existindo, assim, uma dependência espacial entre os valores separados por distâncias iguais ao intervalo de amostragem em questão. A partir deste alcance a variável deixa de ter dependência espacial entre as amostras, tornando-se aleatória. A validação cruzada indicou que houve um

ajuste adequado entre os valores estimados através do uso da krigagem indicativa (média: -0,016; raiz média quadrada: 0,491; erro médio padrão: 0,483; média padronizada: -0,022; raiz média quadrada padronizada: 1,121). A Figura 1 ilustra o mapa temático elaborado para o elemento Hg, a fim de observar a distribuição espacial deste ao longo da área de estudo. Observando a distribuição dos tons de cinza nota-se, o gradiente das concentrações de Hg.

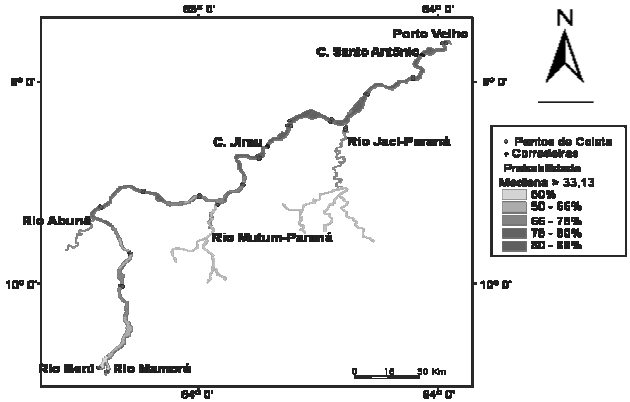


Figura 1. Mapa temático de probabilidade para distribuição de Hg no sedimento de fundo do rio Madeira cdf > 33,13 $\mu g.Kg^{-1}$.

4. Discussão e Conclusão

A krigagem indicativa revelou que o Hg apresenta-se distribuído ao longo de todo o Alto Madeira, sendo que as maiores concentrações encontram-se distribuídas nos sedimentos de fundo próximos das cidades de Porto Velho, Jacy-Paraná e Abunã (com 80-85% de probabilidade de se encontrar valores acima do nível de corte 33,13) e Mutum-Paraná(50-66% de probabilidade). Pode-se dizer que estes valores estão associados às fontes naturais de mercúrio para o ambiente (vulcanismos e lixiviamento dos elementos existentes no perfil do solo da região) e à influência antrópica, como as freqüentes atividades de queimadas que ocorrem na região, com o objetivo de substituir as florestas por áreas destinadas à agropecuária, que liberam Hg para o meio; e suas emissões provenientes da extração do ouro. Além de estar distribuído próximo às áreas urbanas, o Hg

também está presente em grandes quantidades nas proximidades das corredeiras Santo Antônio e Jirau, levantando-se a hipótese da existência de grandes bolsões de Hg, oriundo das atividades de mineração nas décadas de 70 e 80, depositados nas regiões de queda das corredeiras.

5. Referências Bibliográficas

Bastos, W.R.; Malm, O; Pfeifer, W.C. & Cleary, D. 1998. Establishment and analytical quality control of laboratories for Hg determination in biological and geological samples in the Amazon Brazil. *Ciência e Cultura* 50:255-260.

Bastos, W.R.; Gomes. J.P.O.; Oliveira R.C.; Almeida, R.; Nascimento, E.L.; Bernardi, J.V.E.; Lacerda, L.D.; Silveira, E.G. & Pfeiffer, W.C. 2006. Mercury in the environment and riverside population in the Madeira River Basin, Amazon, Brazil. *The Science of the Total Environment* 368:344-351.

EIA - Estudo de Impacto Ambiental. 2004. *Relatório Final I*. 1680p.

Farella, N.; Lucotte, M.; Louchouarn, P. & Roulet, M. 2001. Deforestation modifying terrestrial organic transport in the Rio Tapajos, Brazilian Amazon. *Organic Geochemistry* 32:1443-1458.

Farella, N. 2005. *Les fermes familiales de la région frontière du Tapajós em Amazonie brésilienne: relations entre les origines, les pratiques agricoles, les impacts sur les sols et le déboisement*. Tese de Doutorado em Ciências Ambientais, Université du Québec à Montréal. Montréal, Canadá, 209 p.

Herman, J.C. 2004. *Mercúrio em solos de Rondônia: A Geoestatística como ferramenta de análise como influência da ação antrópica (Um estudo de caso).* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho.

Roulet, M. 1998. Effect of recent human colonisation on the presence of mercury Ecosystems. *Water, Air and Soil Pollution* 112:297-313.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7; Furnas Centrais Elétricas.

Estudo do mercúrio associado aos sólidos em suspensão considerando a sazonalidade (cheia e seca) no alto rio Madeira, Amazônia Ocidental

Roberta C.F. Galvão[1]; João P.O. Gomes[1,2]; Ronaldo de Almeida[1]; José Vicente E. Bernardi[3]; Wanderley R. Bastos[1]; José Garrofe Dórea[3] & Paulo M. B. Landim[4]

[1]Universidade Federal de Rondônia (roberta_biologa@yahoo.com.br); [2]Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; [3]Universidade de Brasília; [4]Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

1. Introdução

O rio Madeira é classificado como um rio de águas brancas amareladas ricas em sólidos em suspensão. Esses sólidos em suspensão constituem o material dissolvido e particulado que é transportado pelo rio Madeira ao longo de toda sua extensão – fato que o classifica como um veículo de transporte e dispersão de poluentes orgânicos e inorgânicos, a exemplo dos elementos-traço, que são os elementos químicos que ocorrem na natureza, de uma forma geral, em pequenas concentrações da ordem de partes por milhão (ppm) e partes por bilhão (ppb) (Esteves, 1998). Fatores naturais e antrópicos contribuem para o aumento na produção desses sólidos. Como fatores naturais, pode-se citar que boa parte da bacia do rio Madeira se localiza em região Andina, região essa composta por rochas areníticas de fácil desagregação, e o fato da região possuir alta precipitação, o que juntamente com a geologia local provoca uma alta produção de sedimentos. A exemplo de fatores antrópicos têm-se a ocupação crescente da região Andina, o desmatamento na região amazônica e as atividades de mineração. Em processos naturais as contribuições para o aparecimento de elementos-traço em águas superficiais são o intemperismo de rochas e o escoamento superficial da água das chuvas após lavagem e lixiviamento dos elementos do perfil do solo da região (Guilherme *et al*. 2005); enquanto em processos antrópicos a contaminação, deve-se aos derivados de resíduos ou deposição atmosférica, às reações químicas

(adsorção a partículas e outras superfícies e deposição nos sedimentos), contribuições industriais, em detrimento da emissão de efluentes para o ambiente. A partir da década de 70, o sistema hídrico do Rio Madeira tem recebido grandes quantidades de mercúrio utilizado no processo de amalgamação do ouro durante a mineração. Essa atividade alcançou seu auge durante a década de 80 e atualmente existe em menores proporções. O regime hidrológico do rio Madeira é submetido a variações cíclicas importantes que são evidenciadas pela seca e pela cheia. Elas podem influenciar na biodisponibilidade dos elementos-traço (como o Hg), para a rede trófica e, por conseguinte, na exposição humana a esse contaminante, possuindo um papel importante na produtividade dos ecossistemas aquáticos. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar o Hg associado aos sólidos em suspensão considerando a sazonalidade no Alto Rio Madeira.

2. Métodos

A área de estudo é a região do Alto rio Madeira, que compreende desde a sua formação pelos rios Beni e Mamoré, seus afluentes da margem direita (rio Jacy-Paraná e rio Mutum-Paraná) e seu mais importante afluente da margem esquerda (rio Abunã), chegando até a Cachoeira de Santo Antônio – Porto Velho. Nesse trecho de cerca de 360 km, o rio Madeira apresenta 18 cachoeiras. Para as análises estatísticas foram utilizados dados do Banco de dados georreferenciados do Laboratório de Biogeoquímica Ambiental C. Pfeiffer provenientes de coletas referentes a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental para a construção das Usinas do Madeira realizadas em novembro de 2003 e fevereiro de 2004. Após as atividades laboratoriais, que envolveram filtragem por gravimetria das amostras de água, extração química e leitura por espectrofotometria de absorção atômica, os dados foram submetidos a verificação de normalidade, usando o teste de Shapiro Wilks (W), e quanto à homocedasticidade, usando a Análise de Variância (ANOVA/MANOVA). Para reforçar as análises, o teste de Hotelling foi empregado para os dados paramétricos, a fim de verificar diferenças de médias para casos onde existam múltiplas variáveis

dependentes, intervalores e um grupo formado por uma variável independente, como é o caso deste estudo.

3. Resultados

Na estatística descritiva dos dados utilizaram-se medidas da estatística clássica (tabela 1). Pela observação dos valores médios notou-se que o período de cheia do rio Madeira foi caracterizado por apresentar um total de sólidos em suspensão superior, ao período de vazante (cheia = 523 $mg.L^{-1;}$ vazante = 331 $mg.L^{-1}$).

Tabela 1: Estatística descritiva das concentrações de sólidos em suspensão ($mg.L^{-1}$) e Hg ($\mu g.Kg^{-1}$) no rio Madeira no período de cheia (fev. 2004) e seca (nov. 2003).

Estatística Descritiva Cheia* (fev. 2004) e Seca (nov. 2003) Rio Madeira.									
	N	Md*	Mín*	Máx*	DP*	Md	Mín	Máx	DP
[S.S.] $mg.L^{-1}$	69	523	326	996	129	331	238	516	62
[Hg] µg.Kg-1	69	45	30	84	10	49	37	87	11

Md = média, Mín = mínimo, Máx = máximo, DP = desvio padrão

As amostras foram submetidas ao teste de Shapiro Wilks (α = 0,050), sendo que no período de seca os S.S. e Hg apresentaram distribuição normal, com $p < 0,013$ (S.S.) e $p < 0,000$ (Hg); enquanto no período de cheia os SS e Hg apresentaram normalidade com $p < 0,000$. Empregou-se a análise de variância (ANOVA "oneway") e notou-se que apenas os S.S. ($F = 1201,4$; $p = 0,000$) apresentou-se significativo entre os períodos de seca e cheia (Hg: $F = 1414,6$; $p = 0,16$). A seguir, empregou-se o teste de Hotelling, onde pode-se confirmar a diferença significativa entre os períodos ($p < 0,000$).

4. Discussão e Conclusão

O teste (ANOVA one-way) mostrou que somente a variável SS, obteve diferença significativa entre os períodos hidrológicos. Isto indica que a significância dos SS foi suficiente para separar os dois períodos. Neste sentido que o teste de Hotelling foi aplicado para se

confirmar o teste de variância múltipla (MANOVA). Assim sendo pode-se inferir que as concentrações de Hg não variaram em função da diferença quantitativa dos sólidos em suspensão entre os períodos hidrológicos. Isto indica que as concentrações deste elemento não apresentam relação de causa e efeito com os sólidos em suspensão. O teste estatístico ainda revelou que existe uma relação geoquímica entre o Hg e os argilo-minerais dos sólidos em suspensão nos dois períodos amostrados, dessa forma eles acabam se associando por afinidade química em maior ou menor concentração dependendo de sua disponibilidade no sistema hídrico. Recomenda-se, como medida mitigadora, o monitoramento do Hg associado aos sólidos em suspensão considerando a sazonalidade na coluna d'água.

5. Referências Bibliográficas

Esteves, F.A. 1998. *Fundamentos de Limnologia***.** 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Interciência.

Guilherme, L.R.G.; Marques, J.J.; Pierangeli, M.A.P.; Zuliane, D.Q.; Campos, M.L. & Marqui, G. 2005. Elementos traço em solos e sistemas aquáticos. *Tópicos em Ciência do Solo* 4:345-390.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Avaliação da qualidade ambiental e exposição humana ao mercúrio na bacia de drenagem do rio Jamari (afluente do rio Madeira com diversos tipos de impacto antrópico)

Olaf Malm[1]; Daniele Kásper[2]; Renata Spolti Leão[2]; Elisabete F. Albuquerque Palermo[2]

[1]Universidade Federal do Rio de Janeiro (olaf@biof.ufrj.br); [2]Bolsistas do CNPq.

1. Introdução

A poluição químico-biológica na bacia do rio Jamari configura um grande problema sócio-ambiental da Amazônia, podendo neste aspecto ser entendida como região modelo, cujos estudos poderão servir de referência. Esta bacia sofreu com o impacto da construção da Usina Hidrelétrica de Samuel, uma vez que a formação do reservatório alterou em grande extensão suas características limnológicas e, conseqüentemente, a dinâmica de poluentes. O mercúrio há muito tempo é considerado poluente prioritário em estudos ambientais, especialmente quando em sua forma orgânica altamente tóxica, o metil-mercúrio (MeHg), que mesmo em doses moderadas, mas contínuas, pode provocar efeitos tóxicos irreversíveis à saúde humana. Em geral, a construção de represas sobre áreas florestadas na região amazônica tem gerado condições peculiares quanto à concentração e distribuição de oxigênio nesses ambientes. A grande fitomassa inundada, ao se decompor, consome grande parte do oxigênio dissolvido, gerando altos déficits de oxigênio na coluna d'água e altas concentrações de carbono orgânico dissolvido (Tundisi *et al*., 1995), além da grande mobilização de metais a partir do solo inundado. Portanto, uma das conseqüências importantes decorrentes do represamento é a produção mais intensa de MeHg associada à degradação anaeróbia da matéria orgânica inundada (Guimarães *et al*, 2000). O mercúrio apresenta a propriedade de se bioacumular e biomagnificar ao longo das cadeias alimentares, sendo, portanto, observadas maiores concentrações do metal a cada aumento na posição trófica dos organismos (Stemberger & Chen, 1998). Como na Amazônia a fonte básica de proteínas dos

ribeirinhos é o peixe (Dorea, 2004) e a principal forma de Hg presente em seu músculo é o metil-mercúrio (Ikingura & Akagi, 2003), atenção especial deve ser dada a fim de conhecer e monitorar as concentrações deste metal na biota amazônica. Diante desses conhecimentos e assumindo que a qualidade da água é um fator limitante para o desenvolvimento econômico e social do país, tornou-se evidente a necessidade do monitoramento do mercúrio que entra no reservatório da Usina Hidrelétrica de Samuel, rio Jamari, e o quanto fica acumulado e é transportado à jusante do mesmo. Acreditamos que a avaliação dos seus níveis na biota aquática conduziria a uma melhor compreensão dos processos que levam à incorporação do metal e sua transferência ao longo das cadeias alimentares, bem como dos níveis presentes no pescado que é consumido pelas populações humanas da região.

2. Métodos

Amostras de material particulado em suspensão (MPS), plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) e peixes foram obtidas no reservatório e à jusante da barragem da UHE Samuel, durante o período chuvoso. Na água foram mensurados a temperatura, condutividade, pH e oxigênio dissolvido. O MPS foi obtido a partir da coleta de água em garrafas do tipo *Van Dorn* e posterior filtragem em filtros de microfibra de vidro AP-40 (*Millipore*). O plâncton foi coletado em redes de diferentes malhas (captura diferencial de fito e zooplâncton) em formato afunilado equipadas com potes coletores para o material filtrado. Para a captura dos peixes foi utilizado anzol, redes de espera e tarrafas. Cada peixe foi dissecado para a retirada de porção do músculo branco dorsolateral e fígado. Todas as matrizes foram liofilizadas para as análises posteriores. As análises foram realizadas no Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca, do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, na Universidade Federal do Rio de Janeiro. O MPS foi avaliado quanto às concentrações de mercúrio total (HgT), enquanto a determinação de HgT e orgânico (HgOrg) foi realizada no fitoplâncton, zooplâncton e no músculo e fígado dos peixes. Para as análises de metilmercúrio (MeHg) e selênio (SeT), foram utilizados os fígados dos peixes. O HgT e HgOrg foram quantificados por meio de espectrofotômetro de absorção atômica

com sistema de injeção em fluxo (FIMS–400, Perkin Elmer). A determinação do MeHg foi realizada por meio de cromatografia gasosa com detector de captura de elétrons (cromatógrafo a gás Schimadzu modelo GC-14B-DCE). As concentrações SeT foram mensuradas em espectrofotômetro de absorção atômica com atomização em forno de grafite (AAS ZEEnit 60, Analytic Jena).

3. Resultados

As concentrações de HgT no MSP foram semelhantes à montante e à jusante da barragem, cujos valores médios foram 635 e 667.02 µg/kg p.s., respectivamente. As concentrações e porcentagens de mercúrio orgânico foram semelhantes entre as duas localidades, exceto para o fitoplâncton que exibiu maior valor de mercúrio inorgânico à jusante. De um modo geral, o fitoplâncton apresentou menores concentrações de HgOrg e %HgOrg (em média 33,10 µg/kg e 15%) em comparação ao zooplâncton (em média 75,16 µg/kg e 52%). As concentrações de HgInorg foram maiores no fitoplâncton (em média 180,87 µg/kg) quando comparadas as do zooplâncton (em média 70,32 µg/kg). As espécies de peixes coletadas foram: *Serrasalmus rhombeus, Rhaphiodon vulpinus, Pinirampus pirinampu* e *Cichla monoculus* (carnívoros/piscívoros); *Serrasalmus eigenmanni* e *Hemiodus unimaculatus* (onívoros); *Leporinus friderici*, *Leporinus affinis*, *Schizodon fasciatus* e *Laemolyta proxima* (herbívoros); *Hypophthalmus marginatus* (planctívoro). Os peixes carnívoros de montante e jusante apresentaram as seguintes concentrações médias, em µg/kg p.u.: HgT músculo M = 527.7, J = 1346.2 /fígado M = 649.6, J = 1676.5; HgOrg músculo M = 515.4, J = 1280.5/fígado M = 264.2, J = 935.1; SeT fígado M = 1392.5, J = 1551.3. Os peixes onívoros HgT músculo M = 207.5/fígado M = 348.5; HgOrg músculo M = 209.9/fígado M = 63.0; SeT fígado M = 4251.5. Os herbívoros HgT músculo M = 122.0, J = 133.1/fígado M = 104.2, J = 96.3; HgOrg músculo M = 116.2, J = 122.6/fígado M = 35.8, J = 112.5; SeT fígado M = 10875.1, J = 2822.8. Enquanto o planctívoro HgT músculo J = 592.6/fígado J = 1098.0; HgOrg músculo J = 534.1/fígado J = 196.4; SeT fígado J = 2008.4. As porcentagens de MeHg em relação às concentrações de HgT foram quantificadas no fígado dos peixes carnívoros *S. rhombeus* e *P. pirinampu* e variaram

de 1,49 a 52,54% e de 8,13 a 26,71%, respectivamente. Os peixes carnívoros apresentaram concentrações de HgT e HgOrg no músculo e fígado maiores à jusante (teste *t*, $p<0,0001$), enquanto os peixes herbívoros não diferiram entre jusante e montante (teste *t,* $p>0,05$). Os peixes planctívoros da jusante apresentaram concentrações de HgT e HgOrg no músculo e fígado semelhantes às verificadas nos carnívoros da montante (teste *t,* $p>0,05$). As concentrações de HgT e HgOrg no tecido muscular dos peixes aumentaram ao longo da cadeia alimentar. As maiores concentrações de Se foram observadas nos peixes herbívoros e onívoros-herbívoros, seguidos pelos peixes planctívoros e os peixes carnívoros e onívoros-carnívoros.

4. Discussão e Conclusão

As maiores concentrações de HgOrg no fitoplâncton, quando comparadas às do zooplâncton, sugerem que as formas orgânicas do metal sejam eficientemente transferidas para o nível trófico sucessivo (Wiener & Spry, 1996). De acordo com o conceito de biomagnificação, espera-se que as concentrações de Hg no tecido muscular dos peixes se elevem de acordo com o aumento do nível trófico dos mesmos (Stemberger & Chen 1998). As concentrações de HgT e HgOrg no músculo dos peixes aumentaram ao longo da cadeia alimentar, sendo os carnívoros detentores dos maiores valores. O estudo foi realizado durante o período chuvoso, quando a coluna d'água à montante da barragem se encontra desestratificada. Nesta condição, o Hg na água tende a estar homogeneamente distribuído, fato corroborado pelas concentrações do metal semelhantes entre o plâncton e o MPS de montante e jusante, isto é, o Hg exportado à jusante foi semelhante ao observado na montante. Os peixes não apresentaram o mesmo padrão por exibirem uma integração das concentrações de Hg do local ao longo do tempo. Durante o período de seca, o hipolímnio à montante da barragem apresenta baixos valores de oxigênio dissolvido e de pH (Viana, 2002) e, nestas condições, a metilação do mercúrio é influenciada positivamente (Svobodová *et al*., 1999). No Reservatório de Samuel, possivelmente ocorram condições favoráveis de metilação do Hg no hipolímnio, e como a captação de água desta hidrelétrica encontra-se a 10 metros de profundidade, a água transportada para jusante da barragem é,

durante a estação seca, proveniente deste estrato (Viana, 2002). Portanto, as elevadas concentrações de Hg nos peixes da jusante (carnívoros e planctívoros), em relação àquelas observadas nos peixes do reservatório, são uma conseqüência do barramento do rio Jamari que cria condições propícias à metilação do mercúrio, fazendo com que a biota de jusante esteja mais exposta ao metal quando comparada com a da montante que fica localizada predominantemente no epilímnio. Os peixes herbívoros, por não apresentarem a dieta diretamente relacionada com os principais exportadores de MeHg para jusante, não estão refletindo concentrações de Hg diferentes devido à barragem. As concentrações de Se no fígado foram sempre superiores às observadas para o Hg neste órgão. Os peixes com uma dieta alimentar associada ao sedimento, material particulado em suspensão, algas e vegetais superiores foram os que apresentaram as maiores concentrações de selênio, provavelmente devido ao maior aporte deste semi-metal na dieta. Além disso, foi observado que, ao contrário do Hg, o Se não biomagnifica ao longo da cadeia alimentar. Cerca de 52% dos espécimes de peixes apresentaram concentrações de HgT superiores às recomendadas pela Organização Mundial da Saúde, sobretudo aqueles provenientes da jusante do reservatório, em especial os carnívoros. Portanto, as características propícias de metilação do mercúrio no reservatório da UHE Samuel e a forma de captação da água em profundidade culminam em um pescado com maiores concentrações do metal à jusante, representando um maior risco às populações que consomem os peixes deste local.

5. Referências Bibliográficas

Dorea, J.G. 2004. Cassava cyanogens and fish mercury are high but safely consumed in the diet of native Amazonians. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 57:248-256.

Guimarães, J.R.D.; Roulet, M.; Lucotte, M. & Mergler, D. 2000. Mercury methylation potentials along a lake-forest transect in the Tapajós river floodplain, Brazilian Amazon: seasonal and vertical variations. *The Science of the Total Environment* 261:91-98.

Ikingura, J.R. & Akagi, H. 2003. Total mercury and methylmercury in fish from hydroeletric reservoirs in Tanzânia. *The Science of the Total Environment* 304:355-368.

Stemberger, R.S. & Chen, C.Y. 1998. Fish tissue metals and zooplankton assemblages of northeastern U.S. lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55:339-352.

Svobodová, Z.; Dusek, L.; Hejtmánek, M.; Vykusová, B. & Smíd, R. 1999. Bioaccumulation of mercury in various fish species from Orlík and Kamýr Reservoirs in the Czech Republic. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 43:231-240.

Tundisi, J.G.; Bicudo, C.E. & Matsumura-Tundisi, T. 1995. *Limnology in Brazil*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências e Sociedade Brasileira de Limnologia. 376p.

Viana, J.P. 2002. Physical and chemical post-dam alteration in the Jamari River, a hydroelectric-developed river of the Brazilian Amazon. *Hydrobiologia* 472:235-247.

Wiener, J.G. & Spry, D.J. 1996. Toxicological significance of mercury in freshwater fish. In: Beyer, W.N.; Heinz, G.H. & Redmon-Norwood, A.W. (Eds.) *Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*. Boca Raton: Lewis Publishers/CRC Press. 494p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Grupo Temático II - Ecologia e Manejo de Organismos Aquáticos da Amazônia

Maurício de Carvalho Amazonas[1]; Ângelo Antônio Agostinho[2]; Lúcia da Costa Ferreira[3] & Orlando Moreira Filho[4]

[1]Universidade de Brasília (mauricioamazonas@uol.com.br); [2]Universidade Estadual de Maringá (agostinhoaa@gmail.com); [3]Universidade Estadual de Campinas (luciacf@unicamp.br); [4]Universidade Federal de São Carlos (omfilho@power.ufscar.br).

A realidade única e inigualável dos seus atributos naturais faz com que a história do desenvolvimento social e econômico da Amazônia seja marcada centralmente por sua história ecológica. Passando pelas "drogas do sertão" e pelo ciclo da borracha, a história da Amazônia é a história de suas florestas e de suas águas, dos homens que nelas vivem, e dos homens que delas vivem, ainda que delas estando longe.

Atualmente, os ciclos modernos de desenvolvimento da região paradoxalmente engendram modelos de ocupação e uso dos recursos naturais que buscam promover o crescimento econômico não a partir do enorme manancial de riquezas naturais estabelecidas, mas sim por meio de sua remoção e destruição, retirando a floresta para substituí-la por pastagens e monoculturas e degradando os recursos hídricos. Todavia, em que pese a força desse vetor econômico, a floresta e os rios são ainda base crucial da economia da região, valores cruciais para imenso contingente populacional neles e deles viventes e sobreviventes.

Nesse sentido, o grupo temático Ecologia e Manejo de Organismos Aquáticos se coloca na importante diretriz de enfrentar a questão do uso social dos recursos aquáticos, ou seja, a pesca baseada na extração de peixes e demais organismos aquáticos, com sua enorme relevância social, econômica e na segurança alimentar. Os estudos desenvolvidos nesse grupo buscam gerar conhecimentos e informações científicas e tecnológicas relativos a estes sistemas, indo desde o conhecimento básico acerca das características biológicas e ecológicas das espécies, suas diferentes perspectivas de manejo, passando pelas questões das formas sociais de sua

apropriação, uso e manejo, bem como os conflitos sociais envolvidos, culminando com as dimensões institucionais e políticas relacionadas à gestão deste campo de atividades. Abrangendo diferentes regiões geográficas, diferentes arranjos institucionais e apresentando sempre grande articulação transversal entre os projetos, o grupo temático produziu resultados de expressiva relevância.

A Sub-rede BASPA (Bases para a sustentabilidade da pesca na Amazônia) se articulou de modo efetivo a construir um arranjo de projetos que captassem as diversas etapas e dimensões da cadeia de conhecimento relacionada à temática. Concentrando seu foco espacial de pesquisa no baixo Solimões, com destaque à região de Manacapuru, a sub-rede conseguiu estabelecer estudos de compreensão biológica e ecológica das espécies, estudos sociológicos e estudos econômicos da utilização social dos recursos pesqueiros, estudos de modelagem matemática dos estoques pesqueiros, estudos de manejo dos estoques e estudos de processamento tecnológico destes recursos. Reunindo pesquisadores de diferentes instituições como a UFAM, o INPA e a UNESP/SP, a sub-rede conseguiu reunir resultados relevantes, integrados e consolidados, claramente contribuindo para a ciência e tecnologia da região.

A Sub-rede MAPEVAM (Manejo integrado dos recursos pesqueiros na várzea amazônica), à semelhança da anterior, também se constituiu de modo integrado e transversal, articulando os diferentes componentes da cadeia de conhecimento. Focando suas pesquisas nas regiões do Médio Amazonas e Purus, as pesquisas desenvolvidas pela sub-rede incluem estudos genéticos das principais espécies, estudos de manejos de peixes, quelônios e crocodilianos, bem como análises socioeconômicas de sistemas de manejo participativo, bem como suas dimensões institucionais e de gestão. Integrando pesquisadores da UFPA e da UFAM, a sub-rede igualmente aporta resultados relevantes para o conhecimento na área.

A sub-rede PROPEIXE (Conservação e manejo das espécies de peixes da Amazônia visando um cenário de sustentabilidade) vem somar às pesquisas sobre a temática ecologia/manejo, com um aporte dirigido à atividade de criação de peixes nativos em cativeiro. Se de um lado as condições da Amazônia ainda colocam a atividade da

captura como dominante, de outro lado a perspectiva da criação em cativeiro adquire importância fundamental, à medida que pode estar justamente nesta modalidade um elemento de minimização dos impactos ecológicos da captura em ambiente natural. Neste sentido, os projetos desenvolvidos no âmbito da sub-rede incluem estudos biológicos de espécies de maior interesse econômico, como o pirarucu, o tucunaré, o matrinxã e o tambaqui, voltados à genômica e proteômica, viabilidade e manejo genético, sanidade e ictiopatologia, e alimentação e nutrição de peixes. Assim, essa sub-rede apresentou uma atuação marcante nas principais frentes de pesquisas necessárias ao desenvolvimento e aprimoramento do segmento zootécnico, tentando viabilizar uma alternativa local para a aqüicultura da região. Além da clara integração das agendas de pesquisa, a sub-rede contempla ainda uma marcante integração inter-institucional, envolvendo pesquisadores do INPA-AM, UFPA-PA, UEMA-MA e Universidade Nilton Lins-AM.

Como um todo, pode-se dizer que a formação deste grupo temático possibilitou o desenvolvimento de importantes projetos de pesquisa na Amazônia que, uma vez integrados, podem representar uma clara plataforma temática e metodológica, passível de, sobre ela, se desenvolverem padrões e protocolos de pesquisa que permitam a replicação de estudos equivalentes em diferentes regiões e por diferentes instituições, configurando o caráter e a finalidade da rede. O caráter multidisciplinar e a transversalidade alcançada pelas sub-redes foi um dos pontos relevantes efetivado por este grupo. Ressalte-se ainda que a boa qualidade dos desenhos experimentais das propostas possibilitou a aplicação de metodologias inovadoras e a abordagem de novas técnicas da genética molecular. Os resultados alcançados com as espécies de peixes, tartarugas, jacarés e mamíferos aquáticos, sem dúvida nenhuma, constituem subsídios valiosos para o monitoramento dos estoques naturais, manejo, bem como abre boas perspectivas para o desenvolvimento de aqüicultura com sustentabilidade ambiental. É oportuno observar que essas pesquisas, realizadas essencialmente nas áreas de várzea, tiveram sempre presente o cuidado com a qualidade da água na forma de monitoramento das variáveis limnológicas.

Outro fato digno de destaque é a inserção dos estudos científicos junto às necessidades dos grupos sociais ribeirinhos na busca de alternativas para o uso racional e a sustentabilidade dos recursos naturais, o que poderá somar na promoção da exploração e continuidade desta atividade na região. Também, a transferência de novas tecnologias desenvolvidas no grupo para agregar valor aos produtos gerados pela comunidade ribeirinha deverá contribuir de forma muito relevante no meio social dessas populações. Assim, as interações entre pesquisadores e os grupos sociais ribeirinhos, foi um resultado relevante, tanto no desenvolvimento da pesquisa como na transferência de novas tecnologias.

Outro ponto a ser destacado está nas estratégias desenvolvidas no grupo relacionadas à educação ambiental e à divulgação científica, buscando uma transferência rápida e efetiva das informações para a sociedade.

Um resultado não menos relevante foi o da consolidação de linhas de pesquisa em grupos já estabelecidos e desenvolvimento e consolidação de grupos novos ou emergentes, em diferentes pontos da Amazônia..

Por fim, a transversalidade entre as sub-redes deste grupo indica que as estratégias de manejo pesqueiro apontadas nas pesquisas, associadas ao monitoramento genético, poderão balizar ações governamentais para determinar os limites do uso sustentável dos recursos pesqueiros na Amazônia.

Artigo-síntese da sub-rede BASPA

Bases para a sustentabilidade da pesca na Amazônia – BASPA

Alexandre A.F. Rivas[1]; Antonio J. Inhamuns[1]; Carlos E.C. Freitas[1]; Maria Gercília M. Soares[2]; Miguel Petrere Jr.[3] & Therezinha de Jesus P. Fraxe[1]

[1]Universidade Federal do Amazonas (cefreitas@ufam.edu.br); [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Desde a sua concepção, a proposta desta sub-rede consistiu em uma tentativa de articular estudos que se complementam, enquanto causa e efeito. Com este espírito, o projeto *Biologia e Ecologia de Peixes de Lagos de Várzea: Subsídios para Conservação e Uso dos Recursos Pesqueiros da Amazônia* realizou pesquisas básicas que constituíram grande parte do conjunto de informações utilizado pelo projeto *Modelos de Avaliação de Estoques Pesqueiros de Lagos de Várzea*, o qual, também, buscou informações nos projetos *Caboclos-Ribeirinhos e a Etnoconservação dos Recursos Pesqueiros em Manacapuru* e *Estimativa do Valor do Não-uso de Recursos Ambientais na Região do Lago de Manacapuru, Amazonas*. As informações econômicas, sociais e etnológicas constituíram a base para a eleição de espécies e produtos de pescado que compõem o elemento central do projeto *Manejo Tecnológico Racional de Pescado em Comunidades Rurais no Estado do Amazonas*. Ao final, o projeto *Estratégias de Manejo Pesqueiro na Amazônia* procurou reunir os resultados na tentativa de construção de políticas públicas para o uso sustentável dos recursos pesqueiros. Ao mesmo tempo, este projeto retroalimentou os demais projetos, encaminhando as demandas dos usuários dos recursos, identificando os conflitos, a ineficácia dos instrumentos de ordenamento e assim por diante.

Cerca de três anos após a concepção da sub-rede e de seus

projetos, principalmente após o exaustivo trabalho de campo e de análise dos dados, ficou claro, para nós que trabalhamos no seu desenvolvimento, que a tarefa de construir respostas transdisciplinares não é trivial e que nossas metas foram, algumas vezes, muito ambiciosas. Por exemplo, ainda não construímos uma plataforma de modelos que contemple de forma equânime variáveis ambientais, biológicas, econômicas e sociais. Entretanto, os dados estão disponíveis e análises cruzadas, envolvendo dois ou três projetos estão sendo desenvolvidas e poderão, em curto e médio prazo, não apenas fornecer respostas interessantes sobre a pesca amazônica, mas também propor abordagens metodológicas inovadoras.

Um caráter facilitador da interação obtida foi nossa decisão inicial de atuarmos de forma conjunta em uma área focal, o Lago Grande de Manacapuru (Figura 1).

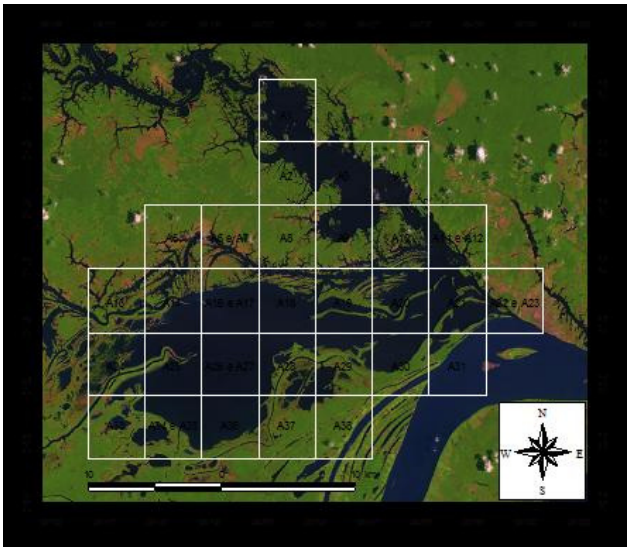


Figura 1. Localização do Lago Grande de Manacapuru, nas proximidades da sede municipal (quadrícula mais à direita da imagem).

Consideramos, entretanto, que alguns resultados já obtidos são de extrema relevância:

(i) Obtenção de parâmetros de dinâmica populacional de diversas espécies de importância comercial;
(ii) Aprofundamento do conhecimento acerca da biologia de diversas espécies de peixes de lagos de várzea da Amazônia;
(iii) Consolidação do etnoconhecimento das populações que habitam lagos de várzea da Amazônia Central acerca dos peixes e da pesca;
(iv) Identificação da percepção de territorialidade dos ribeirinhos de lagos de várzea da Amazônia Central;
(v) Obtenção de um método para estimar o valor de não-uso dos recursos pesqueiros;
(vi) Obtenção de estimativas de valor de não-uso dos recursos pesqueiros de lagos de várzea da Amazônia Central;
(vii) Desenvolvimento de um modelo trófico para a biota de lagos de várzea da Amazônia;
(viii) Desenvolvimento de tecnologias apropriadas de uso dos recursos pesqueiros de lagos várzea, incorporando valor ao pescado;
(ix) Desenvolvimento de um calendário de espécies-produtos tecnológicos, em função da disponibilidade das espécies e da adequação de sua composição química ao processamento;
(x) Desenvolvimento de uma proposta de manejo ecossistêmico para lagos de várzea da Amazônia.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede BASPA

	Coordenador	Título do Projeto de pesquisa	Instituição
1	Alexandre Almir Ferreira Rivas	Estimativa de valor de não-uso de recursos ambientais na Região do Lago de Manacapuru, Amazonas.	UFAM – AM
2	Antonio José Inhamuns da Silva	Manejo tecnológico racional do pescado em comunidades rurais no Estado do Amazonas	UFAM - AM
3	Carlos Edwar de Carvalho Freitas	Estratégias de manejo pesqueiro na Amazônia	UFAM - AM
4	Maria Gercilia Mota Soares	Biologia e ecologia de peixes de lago de várzea: subsídios para conservação e uso dos recursos pesqueiros da Amazônia	INPA - AM
5	Miguel Petrere Junior	Modelos de avaliação de estoques pesqueiros de lagos de várzea	UNESP/Rio Claro-SP
6	Therezinha de Jesus Pinto Fraxe	O caboclo ribeirinho e a etnoconservação dos recursos pesqueiros do Lago Manacapuru	UFAM - AM

Estimativa de valor de recursos ambientais na região do lago de Manacapuru, AM

Alexandre Rivas[1]; Beatriz Furtado Rodrigues[2]; Renata Reis Mourão[2]; James R. Kahn[3]

[1]Universidade Federal do Amazonas, Washington and Lee University e Instituto Piatam (alex.rivas@piatam.org.br); [2]Instituto Piatam; [3]Washington and Lee University, Universidade Federal do Amazonas e Instituto Piatam.

1. Introdução

A região do lago de Manacapuru, Manacapuru, Amazonas, é conhecida por sua piscosidade e beleza natural. Este lago recebe forte influência em termos hidrológicos e da dinâmica da biota, particularmente, a aquática, do rio Solimões e da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Piranha. Apesar de sua riqueza, a região sofre o efeito da pressão humana nos seus recursos naturais, especialmente por meio da atividade pesqueira. Nessa área, praticam-se dois tipos de pesca: a comercial e de subsistência. A primeira é realizada por pescadores locais, mas também por outros vindos de Manaus. A pesca de subsistência é praticada por ribeirinhos que vivem às margens do lago e que eventualmente vendem seus excedentes em Manacapuru ou para barcos de pesca (ver Freitas *et al.*, neste volume, para a caracterização dessa atividade). Diante desse cenário, a atividade pesqueira guarda forte relação com os serviços ambientais que esse sistema oferece, além de se constituir numa importante fonte de proteína e renda para as pessoas envolvidas. Assim, o objetivo deste estudo é o de se estimar valores indiretos associados aos recursos naturais da área de estudo, visando gerar um referencial econômico para ser utilizado na gestão sócio-ambiental desse importante ecossistema amazônico.

2. Métodos

Para estimação dos valores, foi desenvolvido um Experimento de Escolha (EE). A construção teórica desse tipo de experimento via preferência declarada provém da análise de escolha discreta da preferência dos consumidores, a qual tem por base o modelo

randômico de maximização da utilidade (RMU) de McFadden (1974). Neste estudo, estruturou-se uma função de utilidade randômica para explicar as preferências individuais por estados alternativos da área de estudo. Esses estados dizem respeito a políticas passíveis de serem implementadas para evitar a degradação dos recursos pesqueiros por meio de alternativas de gestão ambiental. Experimentos de escolha utilizam um desenho experimental num processo de repetição dessas escolhas a fim de estimar um valor. Pede-se aos respondentes de uma pesquisa que escolham entre estados alternativos do mundo. Cada estado está associado a diferentes características ambientais e a uma relação custo/renda. As respostas podem então ser usadas para medir o valor que as pessoas atribuem às características ambientais. São exemplos de estudos que utilizaram experimentos de escolha em valoração ambiental os de Holmes & Adamowicz (2003), Hanley *et al.* (1998), Li *et al.* (2004), Stewart *et al*. (2005), Stevens *et al.* (2000), Roe *et al.* (1996) e Matthews *et al.* (1998). Neste estudo estima-se uma função de utilidade no formato a seguir:

$$V_{ij} = \upsilon(\beta + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \ldots + \beta_n Z_n + \beta_a S_1 + \beta_b S_2 + \ldots + \beta_m S_k)$$

onde β é o termo constante e pode ser separado em constantes de alternativa específica (CAE) e β_n e β_m são vetores dos coeficientes associados aos atributos de cenários Z e às características individuais dos respondentes, S, que se supõe influenciar a utilidade. Adicionalmente, estima-se também as variações compensatórias e os valores *part-worth* de alguns atributos (ver maiores detalhes em Swait, 2006).

3. Resultados e Discussão

Com base nos experimentos de escolha, foi feita a estimação da variação compensatória para a pesca de subsistência e calculado o valor marginal (*part-worth*) em duas situações da pesca comercial. No primeiro caso, estimou-se uma situação onde a pesca ficaria melhor e outra, pior. Nas duas situações, dois níveis de preços foram utilizados. Esses preços correspondem às eventuais compensações medidas em termos de energia (litros de gasolina e diesel). Para a

pesca de subsistência, os valores da variação compensatória variaram de (-)R$ 0,30 a (-)R$ 1,28 por pessoa/mês, no caso de existir uma piora na pesca, ou seja, uma desutilidade (daí a razão do sinal negativo no primeiro intervalo de valor); e de R$ 2,15 a R$ 8,96, no caso de haver uma melhora substancial. Para pesca comercial, foi calculado o valor marginal da política que teve significância estatística na análise. Ou seja, a saída de uma situação de aumento na redução do ICMS sobre o combustível para uma situação onde se aumentava o período de defeso. As utilidades das respectivas variáveis foram negativas, indicando que elas não são desejadas pelos pescadores. O valor marginal dessa mudança foi estimado em R$ 24,16 por pessoa por mês. Para se ter uma noção de escala de valor, os resultados encontrados foram comparados com o pagamento feito por família pelo Governo do Estado do Amazonas no programa Bolsa Floresta. Esse programa paga a quantia de R$ 50,00 por família/mês para que essas não destruam a floresta e os serviços ambientais da mesma sejam mantidos. Para se ter uma base de comparação mais apropriada, considerou-se que uma família tem em média cinco pessoas, o que equivale a aproximadamente R$ 2,50 por pessoa da família por mês. Duas tabelas são apresentadas abaixo, sumarizando os resultados encontrados. A Tabela I apresenta a estimativa de valor de variação compensatória em uma situação partindo da redução do ICMS sobre o combustível para uma política de maior defeso, na pesca comercial. A Tabela II apresenta a variação compensatória em duas situações distintas de escassez de peixe, na pesca de subsistência.

Tabela I. Variação compensatória na pesca comercial.

Política	**Tipo de valor**	**$ estimado/pessoa/mês**	**$ bolsa floresta /pessoa/mês**
• (-) ICMS • (+) Defeso	⇩ Uso Não-uso	24,16	2,50

Tabela II. Variação compensatória na pesca de subsistência.

Política	Escassez de peixe	Tipo de valor	$ estimado /pessoa/mês	$ bolsa floresta /pessoa/mês
• Suficiente peixe • Não suficiente peixe	Maior	Predominância de não-uso	-0,30 / -1,28*	2,50
• Suficiente peixe • Mais que suficiente peixe	Menor	Predominância do uso	2,15 / 8,96	

*O sinal negativo indica apenas a desutilidade que a escassez de peixe traz (não existe preço negativo).

4.Conclusão

O estudo utilizou a modelagem de escolha para estimar valores monetários associados aos recursos ambientais na área de interesse. Esses valores foram calculados indiretamente a partir da atividade pesqueira, comercial e de subsistência, uma vez que não há mercados definidos para esse tipo de recurso. Os valores encontrados mostram que para a pesca comercial, quanto mais se proteger os estoques, portanto, aumentar o seu valor de não uso, maior será compensação esperada por esse segmento. Por outro lado, na pesca de subsistência, menores compensações estão associadas à situação de maior escassez de pescado, sugerindo que para essa modalidade é muito mais importante a simples existência de estoques pesqueiros.

5. Referências Bibliográficas

Freitas, C.E.C.; Witkoski, A.C.; Pereira, H.S. & Araújo, L.M.S. Estratégias de Manejo da Pesca na Amazônia Central (neste volume).

Hanley, N.; Wright, R.E. & Abramawicz, V. 1998. Using choice experiments to value the environment. *Environmental and Resource Economics* 11:413.

Holmes, T. & Adamowicz, W.L. 2003. Attribute-Based Methods. In: Champ, P.; Brown, T. & Boyle, K. (Eds.) *A Primer on the Economic Valuation of the Environment*. Dordrecht: Kluwer, p.171-219.

Li, C.Z.; Kuuluvainen, J.; Pouta, E.; Rekola, M. & Tahvonen, O. 2004. Using Choice Experiments to Value the Natura 2000 Nature Conservation Programs in Finland. *Environmental and Resource Economics* 29: 361-374.

Matthews, K.; Johnson, F.; Reed, D.; Richard, W. & Desvousges, W. 1998. *The potential role of conjoint analysis in natural resource damage assessments*. Working Paper, Triangle Economic Research.

McFadden, D. 1974. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: Zarembka, P. (Ed.) *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press, 105-142.

Roe, B.; Boyle, K.J. & Teisl, M.F. 1996. Using conjoint analysis to derive estimates of compensating variation. *Journal of Environmental Economics and Management* 31:145–159.

Stevens, T.H.; Belkner, R.; Dennis, D.; Kittredge, D. & Willis, C. 2000. Comparison of contingent valuation and conjoint analysis for ecosystem management. *Ecological Economics* 32:63–74.

Stewart, S. & Kahn, J.R. 2005. An introduction to choice modeling for non-market valuation. In: Alberini, A. & Kahn, J.R. (Eds.) *A Handbook of Contingent Valuation*. London: Edward Elgar Publishers, 153-176.

Swait, J. 2006. Advanced Choice Models. In: Kanninen, B. (Ed.) *Valuing Environmental Amenities Using Stated Choice Studies: A Common Sense Approach to Theory and Practice*. Dordrecht: Springer, p.229-293.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Petrobras e Projeto Piatam.

Processamento tecnológico de pescado e confecção de embalagens em comunidades rurais no Estado do Amazonas

Antonio José Inhamuns[1]; Cristiane Gama da Costa[2] & Raquel Aguiar da Silva Alves[3]

[1]Universidade Federal do Amazonas (asilva@ufam.edu.br); [2]Universidade do Estado do Amazonas; [3]Acadêmica de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Amazonas.

1. Introdução

A comercialização de produtos agropecuários processados, com valor agregado pela aplicação de tecnologia de processamento pode representar o aumento da lucratividade. O processamento do pescado nas diversas formas tecnológicas agrega valores às espécies, inclusive àquelas rejeitadas, sem ou com baixo valor comercial, possibilitando um incremento na renda das pessoas envolvidas no setor, além de introduzir proteína de excelente qualidade nos diversos cardápios (Ogawa & Maia, 1999). O consumo médio per capita de pescado pela população ribeirinha da Amazônia alcança 550 g/dia (Batista *et al*., 1998), o que revela a grande disponibilidade deste recurso natural. Parte da produção é comercializada; entretanto, pouco retorna na forma de bens de consumo devido ao baixo valor agregado à produção. O objetivo deste trabalho foi determinar a potencialidade do pescado e seus subprodutos e desenvolver tecnologia de fácil aplicação para processamento e conservação em comunidades rurais no Estado do Amazonas.

2. Métodos

A pesquisa foi realizada no município de Manacapuru, nas localidades de Jaiteua de Cima, Jaiteua de Baixo e São Lourenço (região do lago Grande), nas comunidades de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro I e II, Tradicional, Assembléia de Deus, Santa Isabel, Santo Antônio e Nossa Senhora Aparecida. As espécies ícticas foram capturadas no período de enchente-cheia-vazante-seca da bacia Amazônica, identificadas e caracterizadas quanto ao

rendimento (Morais *et al*., 1983), composição química (AOAC, 1995) e valor calórico total (Silva, 1981). Com base nestes resultados, as tecnologias para conservação do pescado já adotadas pelos ribeirinhos foram ajustadas para melhoria da qualidade de acordo com a respectiva prática regional de consumo. Foram transferidas as tecnologias de elaboração dos produtos de pescado, as quais abrangeram as técnicas de salga seca, salga úmida, concentrado protéico artesanal de pescado (piracuí) e defumação. Diversas matérias-primas vegetais com potencial para confecção de cestarias para uso como embalagens dos produtos foram coletadas, identificadas e utilizadas em cursos de tecelagem e confecção de artesanato nas localidades. Foram realizadas capacitações em empreendedorismo para organização e orientação nos processos produtivos e comerciais.

3. Resultados

As espécies com maiores índices de captura foram classificadas quanto ao teor de gordura (Ackman, 1989), fator determinante para definir o tipo de processamento. Então, acari-bodó (*Pterygoplichthys pardalis),* traíra (*Hoplias malabaricus)*, acará-açu (*Astronotus ocellatus)*, pescada-branca (*Plagioscion squamosissimus*) e aruanã (*Osteoglossum bicirrhosum)* foram classificadas como magras, pois apresentaram menos de 2% de gordura; já o tambaqui (*Colossoma macropomum)*, surubim (*Pseudoplatystoma* spp.), tucunaré (*Cichla monoculus),* jaraqui-escama-grossa *(Semaprochilodus insignis*), aracu-comum (*Shizodon fasciatum*) e aracu-cabeça-gorda (*Leporinus friderici*), com teores entre 2 a 4% ficaram na categoria de baixo teor de gordura. A piranha-caju (*Pygocentrus nattereri),* cangati (*Trachelyopterus galeatus),* piranha-seca (*Serrasalmus altispinis),* aracu (*Leporinus friderici),* jaraqui (*Semaprochilodus* spp.*),* peixe-cachorro (*Acestrorhynchus falcirostris),* curimatã (*Prochilodus nigricans),* piranha tucupi (*Serrasalmus spilopleura),* piranha-mucura (*Serrasalmus elongatus),* sardinha-comum (*Triportheus albus),* pacu-manteiga (*Mylossoma duriventre)* foram classificados com medianamente gordos, com teores entre 4 a 8%; enquanto que pacu (*Mylossoma duriventre),* sardinha-comprida (*Triportheus elongatus),* branquinha (*Potamorhina latior),* branquinha-comum

(*Potamorhina latior),* branquinha (*Curimata ocellata),* charuto (*Hemiodus* sp.*)* foram as espécies classificadas como gordas, com mais de 8%. O teor de proteínas no tecido muscular das espécies variou entre 14,7 a 22,2%, com média de 18±2%, enquanto a umidade ficou entre 62,3 a 80,7%, com média de 74,2±4,4%, cinzas entre 0,8 a 2,5, com média de 1,5±1,3%, e o valor calórico total variou entre 82,4 e 223,5 com média de 126,9±38,5 kcal EB/100g. Os rendimentos na forma de corpo limpo (sem vísceras, cabeça, escamas e nadadeiras) variaram entre 42,8 a 80,6%, com média de 66,4±8,6%. As espécies vegetais identificadas para tecelagem e ornamentos foram cipó-ambé (*Philodendron spruceanum*), palha-de-tucum (*Astrocaryum vulgare*), arumã (*Ischnosiphon polyphyllus*), tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) e cuia (*Crescentia cujete*). As espécies vegetais identificadas para uso em tintura foram crajiru (*Arrabidaea chica*), macucu (*Aldina heterophylla*), urucum (*Bixa orellana*) e cumatê (*Myrcia atramentifera*).

4. Discussão e Conclusão

Os resultados da composição química das amostras analisadas poderão subsidiar a prescrição de dietas, auxiliar na definição do tipo de processamento a serem adotados para cada espécie, bem como estimar o tempo de estocagem do pescado processado e produtos de pescado (Sikorski, 1994). Para as espécies muito gordas e medianamente gordas, recomendou-se o uso da técnica da salga úmida como forma de prevenir a rancificação via oxidação dos lipídios pelo contato com o ar. Entretanto, todas as espécies podem ser processadas por essa técnica, independente do teor de lipídios em seus músculos. As espécies com baixo teor de gordura e magras foram recomendadas para processamento na forma de salga seca e concentrado protéico de pescado (piracuí), com a finalidade de obter reduzido teor de lipídios no produto final. A técnica da defumação a quente por tempo prolongado foi recomendada para a maioria das espécies. Os resíduos gerados pelo processamento poderão ser transformados em ensilado biológico de pescado, com destino a ração animal. Foi possível a aplicação das tecnologias de processamento e conservação do pescado sem o uso de eletricidade e solventes orgânicos. Foram confeccionados diversos artefatos com o

material vegetal identificado nas áreas comunitárias, mas os comunitários ainda estão buscando o melhor modelo de embalagem que atenda adequadamente a apresentação dos produtos elaborados.

5. Referências Bibliográficas

Ackman, R.G. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science* 13:161-241.

Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemistry*. 16th Ed. Arlington: Sidney William. 1268p.

Batista, V.S.; Inhamuns, A.J.; Freitas, C.E.C. & Freire-Brasil, D. 1998. Characterization of the fishery in river communities in the low-Solimões/high Amazon region. *Fish Management and Ecology* 5:419-435.

Morais, C.; Mantovani, D.M.B. & Carvalho, C.R.L. 1992. Rendimento cárneo e composição química da ictiofauna acompanhante na captura do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1982). *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 22:62-72.

Ogawa, M. & Maia, E.L. 1999. *Manual de pesca: Ciência e Tecnologia do pescado*. Vol. 1. São Paulo: Livraria Varela. 430p.

Sikorski, Z.E. 1994. *Tecnologia de los productos del mar: recursos, composición nutritiva y conservación.* Zaragoza: Acribia. 330p.

Silva, D.J. 1981. *Análise de alimentos. Métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Imprensa Universitária. 158p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Petrobras.

Plano de manejo tecnológico de pescado em comunidades rurais no município de Manacapuru, AM

Antonio José Inhamuns[1]; Cristiane Gama da Costa[2] & Raquel Aguiar da Silva Alves[3]

[1]Universidade Federal do Amazonas (asilva@ufam.edu.br); [2]Universidade do Estado do Amazonas; [3]Acadêmica de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Amazonas.

1. Introdução

Cerca de 33 mil toneladas de peixes são desembarcadas anualmente no Estado do Amazonas, sendo que Manacapuru, segundo maior ponto de desembarque do, contribui com 2,4 mil toneladas (IBAMA, 2007). Esta produção tem sido destinada para o consumo local e de outras regiões do país e exterior. Contudo, apesar das 3000 espécies de peixes estimadas nos rios amazônicos, nos locais de venda apresentam-se em torno de 40 espécies, das quais somente oito a 10 possuem expressão econômica (Batista *et al.*, 1998). Entre as espécies disponíveis e pouco capturadas, estão incluídos peixes de baixa aceitabilidade no mercado devido ao sabor, aparência, forma física, quantidade de espinha, teor de gordura, entre outros atributos sensoriais. Entretanto, é possível incluir estas espécies no cardápio da população e nas intenções de captura, desde que sejam aplicados processos tecnológicos que modifiquem sua aparência e composição *in natura* (pescado fresco, forma como são normalmente comercializados). Para utilizar de forma racional as diversas espécies de pescado disponíveis, são necessários estudos de biologia e ecologia pesqueira que venham dar suporte à decisão de quais espécies capturar nos diferentes períodos sazonais da Amazônia, e qual a tecnologia mais adequada para processá-las. Tendo como base estas informações, o objetivo deste trabalho foi elaborar um plano de uso tecnológico das espécies com maior abundância relativa nas áreas de pesca comunitárias estudadas, propondo alternativas para o aproveitamento daquelas rejeitadas ou pouco consumidas no Estado do Amazonas.

2. Métodos

A pesquisa foi realizada no município de Manacapuru, nas localidades de Jaiteua de Cima, Jaiteua de Baixo e São Lourenço (região do lago Grande); nas comunidades de Nossa Senhora do Perpétuo Socorro I e II, Tradicional, Assembléia de Deus, Santa Isabel, Santo Antônio e Nossa Senhora Aparecida. Durante um ano, espécies ícticas foram capturadas em pescarias experimentais no período de enchente-cheia-vazante-seca da bacia Amazônica (Santos & Santos, 2005). Além destas, foram também coletadas informações no principal ponto de comercialização da produção comunitária. As espécies com maior freqüência ao longo do ano, oriundas dos dois bancos de dados, foram caracterizadas quanto ao rendimento cárneo e composição química (AOAC, 1995; Morais *et al*., 1992), como forma de obter subsídios para o plano de manejo tecnológico do pescado presente nas comunidades. As espécies foram classificadas com base no trabalho de Ackman (1989), ou seja: classe 1 (magro, abaixo de 2,0%); classe 2 (pouco gordo, 2,0 a 4,0%); classe 3 (semi-gordo, 4,0 a 8,0%) e classe 4 (muito gordo, acima de 8,0%) e a partir desta classificação foram definidas as técnicas de processamento a serem aplicadas, tendo como princípio a prevenção da concentração e oxidação dos lipídios no produto final.

3. Resultados

Entre as espécies comercializadas, observou-se que o tucunaré (*Cichla ocelaris*) foi a espécie mais freqüente nos meses de outubro a janeiro; o pacu (*Mylossoma duriventre*) liderou os meses de fevereiro e setembro; o acari-bodó (*Liposarcus pardalis*) foi a espécie com maior freqüência em março; o curimatã (*Prochilodus nigricans*) predominou em abril; o tambaqui (*Colossoma macropomum*) em maio e junho; em julho, os aracus (*Schizodon fasciatum* e *Leporinus fridericii*) foram mais freqüentes; e em agosto foi o surubim (*Pseudoplatystoma fasciatum*). As capturas experimentais realizadas revelaram maiores freqüências para as seguintes espécies: na localidade São Lourenço – cubiu-orana (*Hemiodus immaculatus*) em janeiro; apapa-branco (*Pellona flavipinnis*) nos meses de fevereiro, abril, setembro, outubro e novembro; branquinha-comum (*Potamorhina latior*) nos meses de março, maio, junho, novembro e

dezembro; piranha-caju (*Pygocentrus nattereri*) nos meses de agosto, outubro e novembro; na localidade Jaiteua – branquinha-cabeça-lisa (*Potamorhina altamazonica*) em janeiro; apapa-branco (*Pellona flavipinnis*) em fevereiro; branquinha-comum (*Potamorhina latior*) em março, junho, julho, agosto e setembro; tambaqui (*Colossoma macropomum*); sardinha-papuda (*Triportheus angulatus*) em maio; piranha-vermelha (*Pygocentrus nattereri*) e piranha-tucupi (*Serrasalmus spilopleura*) em outubro, novembro e dezembro (Tabela I).

Tabela I**.** Plano de manejo de uso tecnológico para as principais espécies comercializadas durante o ano pelos pescadores das comunidades do lago Grande de Manacapuru.

		***PERÍODO SAZONAL (meses)**															
		Enchente				Cheia				Vazante				Seca			
ESPÉCIES		D	J	F	M	A	M	J		J	A	S	O		N	D	
tucunaré	*Cichla* spp.	**S**	**U**		**D**	**S**	**U**		**D**	**S**	**U**		**D**	**S**	**U**		**D**
pirapitinga	*Piaractus brachypomus*		**U**		**D**						**U**		**D**		**U**		**D**
acari-bodó	*Liposarcus pardalis*			**P**				**P**				**P**				**P**	
tambaqui	*Colossoma macropomum*		**U**		**D**		**U**		**D**		**U**		**D**		**U**		**D**
pacu-manteiga	*Mylossoma duriventre*		**U**		**D**		**U**		**D**		**U**		**D**				
acara-açu	*Astronotus ocellatus*	**S**	**U**	**P**	**D**									**S**	**U**	**P**	**D**
aruanã	*Osteoglossum bicirrhosum*									**S**	**U**	**P**	**D**	**S**	**U**	**P**	**D**
branquinha-comum	*Potamorhina latior*		**U**		**D**						**U**		**D**				
piranha-vermelha	*Pygocentrus nattereri*	**S**	**U**	**P**						**S**	**U**	**P**		**S**	**U**	**P**	
pescada-branca	*Plagioscion squamosissimus*	**S**	**U**		**D**					**S**	**U**		**D**	**S**	**U**		**D**
curimatã	*Prochilodus nigricans*		**U**	**P**	**D**		**U**	**P**	**D**		**U**	**P**	**D**		**U**	**P**	**D**
traíra	*Hoplias malabaricus*	**S**	**U**	**P**		**S**	**U**	**P**		**S**	**U**	**P**		**S**	**U**	**P**	
aracu-comum	*Schizodon fasciatum*	**S**	**U**	**P**	**D**	**S**	**U**	**P**	**D**	**S**	**U**	**P**	**D**				
jaraqui-escama-grossa	*Semaprochilodus insignis*	**S**	**U**	**P**	**D**	**S**	**U**	**P**	**D**								
sardinha-papuda	*Triportheus angulatus*						**U**		**D**								
surubim	*Pseudoplatystoma fasciatum*									**S**	**U**		**D**	**S**	**U**		**D**

*Períodos sazonais: enchente (dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril); cheia (maio e junho); vazante (julho, agosto e setembro); seca (outubro,

novembro e dezembro). SS = salga seca; SU = salga úmida; P = concentrado protéico; D = defumado.

4. Discussão e Conclusão

Comparando os resultados das pescarias experimentais com os da comercialização, foi possível constatar que apenas cinco espécies capturadas com maior freqüência integraram os dois grupos: branquinha, curimatã, piranha caju, sardinha e tambaqui. A partir dos resultados obtidos com a composição química das espécies ícticas mais abundantes e observando o período sazonal, foi possível traçar um plano de manejo para cada localidade, por espécies comercializadas, bem como para a aplicação de tecnologias com fins à elaboração de produtos de pescados possibilitando, assim, seu aproveitamento adequado para consumo e auxiliando gradativamente no desenvolvimento sócio-econômico das comunidades envolvidas, via comercialização dos produtos processados. As espécies muito gordas e semi-gordas foram recomendadas para os processos de salga úmida e defumação, enquanto as pouco gordas e magras para salga seca e concentrado protéico, embora algumas possam ser processadas de todas as formas. A maioria das espécies com pouco interesse comercial foram classificadas como muito gordas ou semi-gordas, confirmando sua rejeição pelo consumo na forma *in natura* pela população.

5. Referências Bibliográficas

Ackman, R.G. 1989. Nutritional composition of fats in seafoods. *Progress in Food and Nutrition Science* 13:161-241.

Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemistry*. 16th Ed. Arlington: Sidney William. 1268 p.

Batista, V.S.; Inhamuns, A.J.; Freitas, C.E.C. & Freire-Brasil, D. 1998. Characterization of the fishery in river communities in the low-solimões/high amazon region. *Fish Management and Ecology* 5:419-435.

IBAMA. 2007. *Estatística Pesqueira do Amazonas e Pará-2004*. Manaus: Ibama/ProVárzea. 74p.

Morais, C.; Mantovani, D.M.B. & Carvalho, C.R.L. 1992. Rendimento cárneo e composição química da ictiofauna

acompanhante na captura do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1982). *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos* 22:62-72.

Santos, G.M. & Santos, A.C.M. 2005. Sustentabilidade da Pesca na Amazônia. *Estudos Avançados* 19:165-182.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Petrobras.

Estratégias de manejo da pesca na Amazônia Central

Carlos Edwar de Carvalho Freitas[1]; Antonio Carlos Witkoski[1]; Henrique dos Santos Pereira[1] & Lenizi Maria da Silva Araújo[1, 2]

[1]Universidade Federal do Amazonas (cefreitas@ufam.edu.br); [2]Instituto Piatam.

1. Introdução

As pescarias amazônicas são bastante complexas e diversificadas. São caracterizadas pelo emprego de diversos tipos de apetrechos e de estratégias de pesca e pela exploração de um grande número de espécies (Petrere, 1978; Batista, 1998). Estas características traçam um claro contraste com as operações de pesca industrial que são operacionalmente mais homogêneas e focadas sobre um número limitado de espécies-alvo. Diversos autores classificaram as modalidades de pesca desenvolvidas na Amazônia. Atualmente, coexistem seis modalidades de pesca na bacia amazônica: a pesca de subsistência, a pesca comercial destinada ao abastecimento dos centros urbanos regionais, a pesca comercial destinada aos frigoríficos e a exportação, a pesca em reservatórios, a pesca de espécies ornamentais destinada ao mercado de aquariofilia e a pesca esportiva (Freitas, 2002). Em rios de águas brancas, o sistema é comparativamente mais simples do que em rios de águas pretas, uma vez que inexistem reservatórios na porção central da bacia, e as pescarias esportivas e de espécies ornamentais ainda são incipientes. Entretanto, a maior intensidade da pesca comercial, aliada à maior densidade populacional nas várzeas, potencializa a ocorrência de conflitos entre pescadores comerciais e de subsistência. A existência de conflitos pelo uso de recursos naturais impõe uma lógica perversa no processo de exploração, uma vez que cada usuário tende a maximizar seus esforços de captura para evitar que os demais usuários possam usufruir preferencialmente dos recursos disponíveis. É possível que estratégias de auto-regulação e co-manejo dos recursos pesqueiros sejam alternativas viáveis ao manejo pesqueiro centralizado que vinha sendo usado predominantemente pelos órgãos

ambientais brasileiros. Todavia, inexistem estudos de monitoramento das iniciativas implantadas e/ou abordagens que construam cenários para avaliar diferentes formas de ação. Neste projeto, contextualizamos a pesca na Amazônia Central, identificando a situação de sobrepesca de alguns estoques, os conflitos pelo uso dos recursos entre os diferentes usuários e apresentando as estratégias de manejo comumente empregadas pelo órgão gestor.

2. Métodos

As informações acerca das estratégias de pesca já desenvolvidas na área do lago Grande de Manacapuru foram obtidas a partir de consultas ao conjunto de atos normativos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM). Ao mesmo tempo, as iniciativas locais de manejo, desenvolvidas mediante acordos "informais", foram levantadas por meio de entrevistas aos ribeirinhos e pescadores que atuam no lago. Para obter indicações da intensidade de pesca exercida no lago e efetuar sua caracterização, instalamos um sistema de estatística pesqueira no porto de desembarque localizado na sede do município de Manacapuru.

3. Resultados

A gestão local dos recursos pesqueiros se processa de maneira diferente nas três localidades estudadas. Encontram-se umas mais organizadas, no sentido de conservar os estoques pesqueiros, outras que não possuem qualquer forma organizada de manter os recursos pesqueiros conservados. Os primeiros acordos de pesca datam de meados da década de 1970. Nesse período, quando havia apenas uma "comunidade" nas margens do lago, os acordos eram realizados pelas lideranças da própria "comunidade". No caso de se encontrar muitas "comunidades" nas margens de um lago ou de um sistema de lagos, então os presidentes das unidades sociais e mais algumas lideranças locais participavam do processo de elaboração e negociação do acordo intercomunitário. Na localidade Jaiteua de Cima, o acordo de pesca existente envolve o conjunto das quatro unidades sociais pertencentes à localidade (Comunidade Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Comunidade Assembléia de Deus, Comunidade Assembléia

de Deus Tradicional e Comunidade Santa Izabel), sendo iniciados pelos presidentes ou líderes de cada "comunidade" que convocaram os demais moradores, sobretudo os pescadores, para discutirem sobre o problema do escasseamento do pescado em "seus" ambientes aquáticos. A elaboração desses acordos surgiu da necessidade de proteger os ambientes de pesca adjacentes às unidades sociais. Esses ambientes vinham sendo alvo de um grande esforço de pesca praticado, principalmente, pelos pescadores comerciais citadinos. Dessa forma, o acordo de pesca nasceu através de uma iniciativa local de regulamentação da pesca face à ausência ou ineficiência do Estado na regulamentação e fiscalização dessa atividade. As iniciativas locais de gestão ambiental ou etnoconservação, manifestadas no acordo de pesca da localidade do Jaiteua de Cima, é um exemplo do equívoco decorrente da generalização da construção teórica proposta por Hardin (1968), pois foi uma iniciativa local dos pescadores de subsistência de tentar controlar a sobrepesca na localidade no período da seca. Contudo, é fato que nem todos os moradores concordam com essa iniciativa, pois possuem uma relação mais estreita com o mercado e aplicam uma racionalidade que procura maximizar a produção e destinar grande parte para o comércio. Dessa forma, o acordo de pesca existente na localidade não conseguiu evitar eventuais conflitos sociais entre os diversos tipos moradores-pescadores, a fim de evitar que um comportamento individual comprometa o interesse coletivo. Deste modo, é inegável que uma maior participação do Estado e um diálogo mais amplo entre os pescadores constituem elementos importantes para o sucesso do acordo de pesca e para que seus benefícios alcancem todos os usuários dos recursos pesqueiros. Porém, é importante evidenciar que nem todas as "comunidades" amazônicas possuem tendências à auto-regulação da exploração ambiental. A "comunidade" Santo Antônio (Jaiteua de Baixo) é uma das unidades sociais que não possui regras de controle e uso da ictiofauna e a grande maioria dos pescadores pesca comercialmente.

4. Discussão e Conclusão

Além do estímulo a procedimentos de co-gestão dos recursos pesqueiros, acreditamos que é possível estabelecer um manejo

ecossistêmico, ao menos em nível local, reconhecendo o sistema do lago Grande de Manacapuru como o ecossistema a ser manejado (unidade de manejo). Este sistema terá como princípio o estabelecimento de áreas de pesca sustentável, na qual podem ocorrer simultaneamente a pesca comercial e a pesca de subsistência, áreas de pesca exclusivamente para subsistência e áreas de restrição total à pesca. A definição destas áreas dentro do sistema deverá ser efetuada com base num processo participativo, seguindo os elementos norteadores de co-gestão antes mencionados. Ainda mais, estratégias de monitoramento deverão ser estabelecidas, a fim de permitir contínua revisão destas áreas, em um processo adaptativo na tomada de decisão.

5. Referências Bibliográficas

Batista, V.S. 1998. *Distribuição, dinâmica da pesca e dos recursos pesqueiros na Amazônia Central*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 291p.

Freitas, C.E.C. 2002. Recursos pesqueiros amazônicos: status atual da exploração e perspectiva de desenvolvimento do extrativismo e da piscicultura. In: Mello, A.F. (Ed.) *O futuro da Amazônia: dilemas, oportunidades e desafios no limiar do século XXI*. Belém: EDUFPA, p.101-129.

Hardin, G. 1968. The tragedy of commons. *Science* 162:1243-1248.

Petrere, M. 1978 Pesca e esforço de pesca no Estado do Amazonas. II. Locais, aparelhos de captura e estatísticas de desembarque. *Acta Amazonica* 8:1-54.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Pirada: popularização da genética dos grandes bagres migradores na várzea amazônica

Kyara Formiga-Aquino[1]; Jacqueline da S. Batista[1]; Iamili M.A. Aguiar[2]; Andréa Cristina Pereira-Batista[3]; Tatiana Marão-Siqueira[3]; Fabíola C. Rodrigues[4]; Naiara A. Bertucchi-Vogt[3]; Rosa J. Filgueiras-Souza[5]; Giselle M. Guimarães[3]; Lucicleide M. Araújo[3]; Larissa M. Neves[5]; Adriel L. Cordeiro[6]; Izeni P. Farias[7]; José A. Alves-Gomes[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (formiga@inpa.gov.br); [2]Pedagoga e bolsista do projeto PIRADA; [3]Bióloga e bolsista do projeto PIRADA; [4]Mestranda em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [5]Acadêmica de Biologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas; [6]Acadêmico de Biologia, Uninorte; [7]Universidade Federal do Amazonas.

1. Introdução

Desenvolvido no Laboratório Temático de Biologia Molecular (LTBM) do INPA, o Projeto PIRADA desde 1999, estuda a variabilidade genética dos grandes bagres da Amazônia que incluem a piramutaba *(Brachyplatystorna valllantii),* a piraíba *(B. filamentosum)*, o filhote capa preta (*B. capapretum)* e a dourada *(B. rousseauxii),* que são espécies cuja junção dos nomes originou o nome do projeto (PIRA de PlRAmutaba e PlRAiba e ADA de dourADA). Estas espécies são capturadas pela frota comercial de pesca ao longo de toda a extensão do sistema Estuário-Amazonas-Solimões e em seus tributários de água branca e são espécies importantes para a atividade pesqueira em mais de cinco países amazônicos (Barthem & Goulding, 1997). O Projeto PIRADA procura caracterizar geneticamente estas espécies e as suas populações na Amazônia por meio de marcadores moleculares mitocondriais e microssatélites com o intuito de identificar estoques pesqueiros sob o ponto de vista genético. Buscamos estimar, por exemplo, se cada tributário do rio Amazonas/Solimões contém populações monofiléticas, segregadas, ou se a escolha do tributário para a desova é feita ao acaso. Queremos também verificar a importância relativa de cada tributário para a migração destas

espécies de bagres e ainda se existem indícios de populações residentes na calha do Solimões-Amazonas. Este tipo de estudo é de fundamental importância uma vez que o conhecimento científico pode subsidiar planos de conservação e manejo para esse importante recurso pesqueiro na região. Além da pesquisa, o projeto também realiza atividades de divulgação de seus resultados direcionados a vários seguimentos da sociedade, visando atingir estudantes das escolas públicas municipais e estaduais, de universidades e comunidades envolvidas direta e/ou diretamente com a pesca desses peixes. O presente trabalho teve como principal objetivo realizar ações no âmbito da popularização da ciência e tecnologia em instituições públicas de ensino, bem como em comunidades a fim de atingir demais atores da pesca tais como pescadores, feirantes e consumidores, no intuito de contribuir para a formação de cidadãos sensibilizados com a importância da conservação e manejo dos recursos pesqueiros visando à disseminação de conceitos e práticas conservacionistas.

2. Métodos

Um dos produtos gerados pelo Projeto Pirada em 2005 foi um Jogo Didático Interativo chamado "PIRADADOS". O projeto PIRADA, desde essa data, realizou oficinas educativas em escolas públicas de Manaus e do interior do Estado do Amazonas e a dinâmica de trabalho consistiu na: 1) Apresentação de uma palestra, envolvendo informações sobre o ciclo de vida dos grandes bagres migradores, além de termos genéticos comumente utilizados na pesquisa com DNA; 2) Realização de uma prática de Extração de DNA simplificada utilizando componentes presentes no dia-a-dia do estudante e a 3) Aplicação do jogo didático interativo PIRADADOS, que visava não só a disseminação de forma descontraída dos resultados obtidos no projeto de pesquisa científica mas também verificar, o conhecimento adquirido pelos estudantes durante as ações de divulgação. O Piradados consiste em um jogo de tabuleiro, que possui o mapa da Amazônia e se percorre "casas" ao longo da fita de DNA iniciada no estuário Amazônico e se extende ao longo do rio Solimões/Amazonas até a cidade de Pucallpa no Peru. Em cada jogada, o número de casas a percorrer é determinado pelos

dados jogados, e a resposta correta de uma pergunta, sorteada entre as 58 cartas existentes, permite que o jogador realize esse ação. A atividade pode ser realizada a partir de três jogadores ou três equipes que representam três cardumes sendo cada um representando uma espécie de bagre (a piramutaba, a piraíba e a dourada).

3. Resultados

Em parceria com as Secretarias Estadual e Municipal de ensino (SEDUC e SEMED) foram realizadas oficinas educativas em Escolas públicas no intuito de divulgar o projeto e viabilizar a eficiência (validação) do jogo para o público alvo. Com estas ações, o INPA com o projeto PIRADA recebeu uma monção de parabenização da Assembléia Legislativa do Estado do Amazonas (2005) pela aplicação do jogo PIRADADOS nas Escolas Estaduais e da Câmara municipal de Manaus (2007) pela realização dessas atividades em Escolas Municipais. As oficinas também ocorreram em comunidades como a de São Francisco do Paruá (Manacapuru-AM), Colônias de pescadores (Tefé, Tabatinga e Coari-AM) e Universidades (Ulbra, UEA e UFAM) no Estado do Amazonas. O Projeto participou de uma expedição internacional proporcionada pela OTCA (Organização do Tratado de Cooperação Amazônica), na qual estudantes de ensino médio oriundos de nove países amazônicos puderam jogar o PIRADADOS. Foi realizado o "I Ciclo de oficinas educativas para genética e conservação dos grandes bagres migradores da Amazônia" por meio do qual foram realizadas oficinas educativas em escolas estaduais de dez municípios amazonenses (Coari, Eirunepé, Humaitá, Iranduba, Itacoatiara, Lábrea, Manacapuru, Manaus, Tabatinga, e Tefé). Em 2008 foi realizado o "II Ciclo de oficinas" no qual foram atingidos municípios ainda não contemplados no I Ciclo (Boca do Acre, Manicoré, Cacau Pirera, Careiro da Várzea) além de retornar a seis municípios (Eirunepé, Iranduba, Itacoatiara, Manaus, Tabatinga e Tefé). As oficinas educativas do projeto pirada foram incluídas na programação das atividades realizadas pela Coordenação de Extensão do INPA, que realiza ações de popularização da ciência por meio dos seguintes eventos: "Comunidade no Jardim Botânico"; Projeto "Circuito da Ciência"; "Semana do Meio Ambiente",

"Aniversário do Bosque da Ciência", "Ação Global" e "Semana Nacional de Ciência e tecnologia". A Tabela I elenca as atividades de divulgação realizadas pelo projeto Pirada desde 2006 com a estimativa do número de estudantes atingidos por evento.

Tabela I. Estimativa do número de estudantes atingidos com as atividades de divulgação realizadas pelo projeto Pirada desde 2006.

Ano	**Evento**	**Nº estudantes**
2006	Oficinas educativas em escolas Municipais	532
2006	Comunidade no Jardim	≈ 400
2007	Projeto Circuito da Ciência	≈ 400
2006 e 2007	Aniversário do Bosque da Ciência	≈ 160
2006 e 2007	Semana do meio ambiente	≈ 170
2007	I Ciclo de oficinas educativas	605
2008	II Ciclo de oficinas educativas	≈ 430
2006 a 2008	Ação Global	≈ 730
2006 a 2008	Semana Nacional da Ciência e tecnologia	≈ 1960
Total		≈ 5387

Durante as atividades de divulgação foram distribuídos vários itens de divulgação previstos em um projeto de comunicação visual. Foram veiculados os seguintes itens: adesivos, camisas, chaveiros, jalecos, *folders*, etc. Além de todos estes itens foi criado um site do projeto (www.pirada.org) pelo qual o público oriundo da comunidade científica e de escolas pode acessar informações sobre o projeto e os principais resultados das pesquisas sobre a genética dos grandes bagres migradores da Amazônia até então realizados.

4. Discussão e Conclusão

O jogo didático interativo PIRADADOS pode ser utilizado como recurso didático no apoio ao processo ensino-aprendizagem uma vez que aborda conteúdos curriculares pertinentes ao ensino médio, incluindo não somente questões inseridas na disciplina de biologia, mas também em outras áreas como a geografia, além de abordar questões sociais como a dinâmica da pesca na Amazônia. Com a

atividade prática de extração de DNA, foi apresentada de forma simples e acessível aos estudantes, uma das etapas de trabalho realizadas rotineiramente em laboratórios de pesquisa em biologia molecular. Assim, foi possível aproximar a ciência da comunidade, uma vez que a equipe executora literalmente saiu dos laboratórios levando os resultados das pesquisas à comunidade escolar. A realização destas oficinas de divulgação foi de fundamental importância para a comunidade escolar, pois foi possível de forma pioneira levar informações sobre as pesquisas em genética dos grandes bagres migradores, ressaltando a importância destas informações ao se elaborar estratégias de manejo e conservação destas espécies na Amazônia. Este evento contribuiu para a formação de uma nova consciência e sensibilização da conservação dos recursos pesqueiros da Amazônia.

5. Referência Bibliográfica

Barthem, R.B. & Goulding, M. 1997. *Os Bagres Balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos*. Brasília: CNPq e Sociedade Civil Mamirauá. 140p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Fapeam.

Estrutura trófica e fontes de carbono dos peixes do lago Grande, Manacapuru-AM

Ana Cristina Belarmino de Oliveira[1] & Fabiane de Almeida Santos[2]

[1]Universidade Federal do Amazonas (acbolive@ufam.edu.br); [2]Mestranda em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, Universidade Federal do Amazonas.

1. Introdução

A diversidade da ictiofauna das áreas alagadas da várzea amazônica ainda é pouco conhecida devido à complexidade deste ecossistema, no qual os eventos do ciclo de vida dos peixes, em conjunto com variáveis abióticas, afetam a sua presença e coexistência. Somado a essa complexidade, essas áreas estão sujeitas a ações antrópicas como pesca comercial, expansão das fronteiras agrícolas e mais recentemente, na área específica deste estudo, a exploração de petróleo e gás natural na bacia do rio Urucu. A deficiência de informações sobre biologia e estrutura das taxocenoses de peixes e sobre o papel ecológico que a ictiofauna desempenha na ciclagem de energia e nutrientes, dificultam a elaboração de planos de manejo dos estoques pesqueiros e ações mitigadoras que visem a sua preservação. Para se realizar um manejo efetivo e monitoramento das condições ambientais desses ecossistemas, há necessidade de se compreender os fatores que controlam sua produção, ou seja, a disponibilidade de energia. Um passo fundamental para esta investigação é o estudo de alguns aspectos da dinâmica do carbono no sistema e na biota com base na identificação das fontes autotróficas de carbono incorporadas pelos organismos. A variação natural dos isótopos estáveis de carbono e nitrogênio, como traçadores do destino da matéria orgânica na cadeia alimentar, é uma importante ferramenta. O método isotópico pode prover uma contínua mensuração da posição trófica que integra a assimilação de energia e fluxo de massa através de todas as diferentes vias tróficas dos organismos. Neste contexto, com base no método isotópico, foram investigadas a estrutura trófica e as fontes de carbono dos

peixes do lago Grande, um lago de várzea da Amazônia Central, gerando informações para subsidiar a tomada de decisões de ações atenuantes de possíveis impactos antrópicos sobre os recursos aquáticos e, conseqüentemente, os recursos pesqueiros, base da sócioeconomia regional.

2. Métodos

As coletas foram realizadas nos períodos de seca e cheia. Dos peixes capturados, foram retiradas amostras do músculo dorsal. Concomitantes às coletas de peixes, foram realizadas coletas dos organismos alimento: invertebrados, plantas e sedimento. Dos invertebrados, foram obtidas amostras de corpo inteiro, exceto para camarões e moluscos. Das plantas, foram retiradas amostras com talos, folhas, inflorescências, sementes e frutos, quando presentes. No Laboratório, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 55°C e moídas em almofariz e pistilo até a forma de pó fino para determinação da composição isotópica, realizada no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP. Os peixes foram classificados em níveis tróficos, considerando o valor de fracionamento isotópico de nitrogênio (2,7‰). sendo os produtores primários (plantas fotossintéticas) como Nível-1, e os peixes organizados nos níveis subseqüentes de acordo com o seu valor médio $\delta^{15}N$ para cada período. A posição trófica dos peixes foi determinada como proposto por Vander-Zanden *et al*. (1997). Para a compreensão do fluxo de energia da cadeia trófica da ictiofauna, relacionou-se no eixo cartesiano (x:y) os valores médios de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das fontes alimentares com os valores dos grupos de peixes das categorias tróficas para cada período. Por diagramação, foram identificadas as fontes de carbono de maior relevância para cada grupo. As diferenças entre os valores médios de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ nos períodos hidrológicos foram submetidas ao teste *t* para amostras dependentes, e as análises gráficas foram conduzidas com o auxílio do programa *Statistica for Windows* 7.1.

3. Resultados

As fontes alimentares (166 amostras) foram relacionadas com as 48 espécies de peixes classificadas em níveis tróficos em ambos os

períodos: seca e cheia (Figura 1). Os valores médios de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ dos peixes entre os períodos de seca e cheia não diferiram estatisticamente (P=0,44 e P=0,34, respectivamente).

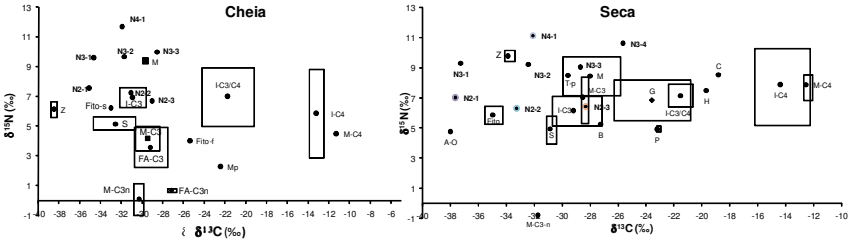


Figura 1. Relação entre os valores médios de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ dos de peixes dos níveis tróficos: N2 (N2-1, N2-2, N2-3), N3 (N3-1, N3-2, N3-3 e N3-4) e N4 (N4-1) e fontes alimentares (µ±D.P.) do lago Grande. (Z = zooplâncton, Fito-s = fitoplâncton/seston, S = sedimento, Fito-f = fitoplâncton filamentoso, M-C3 = macrófita aquática C3, FA-C3 = floresta alagada C3, FA-C3n = floresta alagada C3 fixadora de N, M-C3n = macrófita aquática C3 fixadora de N, M = macrocrustáceos-camarões, I-C3 = insetons C3, I-C3/C4 = insetos C3/C4, I-C4 = insetos C4 e Mp = molusco pomaceae).

4. Discussão e Conclusão

A caracterização isotópica das fontes alimentares do lago Grande apresenta pouca diferença entre os períodos hidrológicos estudados. A principal diferença pode ser atribuída à disponibilidade ou não de algumas fontes. Os valores médios de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ das plantas do lago Grande foram próximos aos obtidos em outros ambientes estudados na Amazônia (Benedito-Cecílio *et al.*, 2000; Oliveira *et al.*, 2006), onde também se observou grande faixa de variação na composição isotópica entre os organismos coletados. Em ambos os períodos, as fontes primárias de plantas C3 fixadoras de N_2 apresentaram valores de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ que evidenciam pouca ou nenhuma relação como fonte primária de carbono para a biomassa dos peixes do lago Grande. Da mesma forma, as macrófitas C4, grupo fotessintético que responde por mais de 50% da produtividade primária nas várzeas da Amazônia (Junk, 1985), apresentam valores isotópicos não relacionados com os peixes, evidenciando pouca importância dessa fonte para a biomassa da ictiofauna. A participação dessa fonte nos peixes pode ocorrer indiretamente pelo consumo de invertebrados, principalmente os insetos. A composição isotópica em $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ da ictiofauna, da mesma forma que as fontes de alimento, não foi influenciada pelos períodos hidrológicos de seca e cheia. A biomassa

dos peixes do lago Grande pode ser caracterizada isotopicamente por organismos consumidores primários e secundários que, na sua maioria, dependem de fontes empobrecidas em $\delta^{13}C$ e com um alto grau de onivoria. Essa constatação está baseada nos resultados das maiores freqüências de espécies com $\delta^{13}C$ entre 31 e 32‰ e $\delta^{15}N$ entre 9 e 10 ‰. A grande amplitude de variação para os valores de $\delta^{13}C$ demonstra utilização diversificada de fontes primárias de carbono pela ictiofauna, enquanto a pequena amplitude de variação para o $\delta^{15}N$ demonstra estreita faixa entre os níveis tróficos da cadeia trófica do lago Grande. Os resultados de $\delta^{15}N$ dos peixes possibilitaram a estruturação trófica da ictiofauna em três níveis acima dos consumidores primários: 2º Nível, 3º Nível e 4º Nível. O 3º Nível, que caracterizou os organismos com característica onívora, apresentou o maior número de espécies. Resultado que corrobora o de Santos & Ferreira (1999), ao afirmar que a elevada inter-relação entre ambientes aquáticos e terrestres provê uma grande variedade de itens alimentares e promove um alto nível de onivoria. As diferenças isotópicas para as médias de $\delta^{15}N$ do 3º Nível e 4º Nível para os períodos de seca e cheia refletiram em mudanças de posicionamento trófico entre os períodos para algumas espécies. Sete espécies do 2º Nível na cheia, na seca se posicionaram no 3º Nível. Esse comportamento é esperado, na medida em que a seca é considerada um período de restrição alimentar, dependendo os peixes exclusivamente de fontes autóctones, o que induz ao aumento de carnivoria entre as espécies. Não houve diferença nos valores de $\delta^{13}C$ entre os níveis tróficos; contudo, a grande variação de $\delta^{13}C$ observada em cada nível trófico indicou a existência de várias fontes para os peixes de um mesmo nível. As plantas C3 e o fitoplâncton foram as fontes primárias de maior importância para a biomassa das espécies do lago Grande. Esses resultados se aproximam dos apresentados por Oliveira *et al*. (2006), para peixes do lago Camaleão, e diferem daqueles que apontam o fitoplâncton como principal fonte de energia (Forsberg *et al*. 1993; Benedito-Cecilio *et al*., 2000). Entretanto, o posicionamento mais para a esquerda dos peixes dos grupos N2-1 e N3-1 evidencia a existência de uma fonte menos enriquecida em $\delta^{13}C$ não identificada e de importância para a

biomassa dessas espécies, semelhante ao que foi observado por Calheiros (2003) na planície de inundação do rio Paraguai.

5. Referências Bibliográficas

Benedito-Cecílio, E.; Araújo-Lima, C.A.R.M.; Forsberg, B.R.; Bittencourt, M.M. & Martinelli, L.A.C. 2000. Carbon sources of Amazonian fisheries. *Fisheries Management and Ecology* 7:1-10.

Calheiros, D.F. 2003. *Influência do pulso de inundação na composição isotópica ($\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$) das fontes primárias de energia na planície de inundação do rio Paraguai (Pantanal MS)*. Tese de Doutorado. Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo. 164p.

Forsberg, B.R.; Araújo-Lima, C.A.R.M.; Martinelli, L.A.; Victória, R.L. & Bonassi, J.A. 1993. Autotrophic carbon sources for fish of the Central Amazon. *Ecology* 74:643-652.

Junk, W.J. 1985. Temporary fat storage, and adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. *Amazoniana* 9:315-351.

Oliveira, A.C.B.; Soares, M.G.M.; Martinelli, L.A. & Moreira, M.Z. 2006. Carbon sources of fish in an Amazonian floodplain lake. *Aquatic Science* 68: 229-238.

Santos, G.M. & Ferreira, E.G. 1999. Peixes da Bacia Amazônica. In: Lowe-McConnel, R.H. (Ed.) *Estudos ecológicos de comunidades de Peixes Tropicais*. São Paulo: Edusp, p.345-373.

Vander-Zanden, M.J.; Cabana, G. & Rasmussen, J.B. 1997. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope rations ($\delta^{15}N$) and literature dietary data. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences.* 54: 1142-1158.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG-7, Instituto Piatam e Fapeam.

Parâmetros populacionais de algumas espécies de peixe do complexo Lago grande de Manacapuru, AM, Brasil

Fábio Ribeiro Silva[1]; Luiza Prestes de Souza[2]; Sergio Roberto Moraes Rebelo[2]; Hélio Beltrão dos Anjos[2]; Fabiana Calacina[2]; Fabrício Barros de Sousa[2]; Danniel Rocha Bevilaqua[2] & Maria Gercilia Mota Soares[2]

[1]Museu Paraense Emílio Goeldi; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (gerciliams@yahoo.com.br).

1. Introdução

As áreas periodicamente alagadas dos lagos de várzea da Amazônia Central são consideradas ambientes de grande importância para a manutenção da biodiversidade de peixes. Suas águas ricas em sedimentos têm grande produtividade biológica que sustenta a maioria das espécies de peixes exploradas comercialmente. Na Amazônia brasileira, a pesca é uma importante atividade extrativista, gerando renda anual de U$ 285 milhões. Manacapuru movimenta grande volume de pescado, por ser a terceira maior população do Estado do Amazonas, seu principal porto movimenta anualmente cerca de 2500 t de pescado gerando uma renda aproximada de R$ 2,5 milhões. O consumo de pescado é alto e, embora ocorra uma variação anual na composição dos desembarques, 31 espécies que faziam ocasionalmente parte de desembarques em décadas passadas hoje estão entre as principais desembarcadas nos portos da região. É o caso de *Anodus* spp., *Hemiodus* spp., *Prochilodus nigricans*, *Semaprochilodus* spp., *Cichla* spp., *Plagioscion squamosissimus*, e peixes de menor interesse comercial como *Potamorhina* spp., *Psectrogaster* sp., *Pygocentrus nattereri*, que fazem parte da comercialização. O conhecimento da biologia e desembarque de várias espécies ainda é limitado quando comparado com níveis de produção biológica e econômica dos recursos pesqueiros explorados na Amazônia. Para um ajuste entre as exigências de mercado e capacidade de suporte dos estoques explotados é necessário conhecer a biologia das populações ícticas, com ênfase nos parâmetros de crescimento, mortalidade e reprodução que são utilizados para subsidiar medidas de manejo. Considerando a relevância da pesca no

lago Grande para a economia local, foram estudados dados referentes à biologia populacional dos peixes com representatividade nas pescarias experimentais realizadas nos lagos São Lourenço e Jaiteua e/ou nos desembarques pesqueiros em Manacapuru.

2. Métodos

O estudo foi desenvolvido nos lagos Jaiteua (03˚13'901'' S e 60˚44'326'' W) e São Lourenço (03˚17'555'' S e 60˚43'759'' W), Manacapuru, AM, situados na margem esquerda do rio Solimões. Esses lagos fazem parte do complexo lacustre que forma o lago Grande de Manacapuru, constituído por lagos, paranás, furos e igarapés com área estimada em torno de 420 km^2. Os lagos Jaiteua e São Lourenço permanecem conectados ao rio Solimões e Manacapuru, respectivamente, durante todo o ciclo hidrológico. Os dados utilizados para determinação de parâmetros populacionais são provenientes de pescarias experimentais e de espécies comercializadas no porto da Panairzinha, Manacapuru, AM. Na pesca experimental, os peixes foram capturados de julho/2006 a dezembro/2007 na água aberta e na floresta alagada dos lagos com malhadeiras de vários tamanhos, 30 a 200 mm entre nós, expostas em um período de 24 horas, com despescas a cada seis horas. Os peixes foram identificados, medidos (cm) e pesados (g) em campo. Na Panairzinha, foram obtidos os dados biométricos, comprimento padrão (cm) e peso (g) de 200 exemplares/mês de tucunaré e 100 exemplares/mês de tambaqui, em amostragens mensais de fevereiro/2007 a janeiro/2008. Esses peixes são provenientes da frota de pesca comercial e artesanal que atua no complexo lago Grande de Manacapuru. Foi determinada a estrutura populacional em comprimento das espécies; os parâmetros a e b da relação peso-comprimento foram estimados pelo método dos mínimos quadrados, e verificada a isometria no crescimento através do teste t onde: $H0:b=3$; $H1:b\neq3$. Os estádios de maturação gonadal foram identificados conforme escala de maturação macroscópica: I-imaturo, II-início de maturação, III-em maturação avançada, IV-maduro, V-desovado e VI-em repouso. Para estimar o comprimento médio em que 50% das fêmeas têm a primeira maturação gonadal (L_{50}) e o comprimento onde o total de fêmeas alcança a maturidade

sexual (L_{100}), foi utilizada uma função logística. Para estimar os parâmetros de crescimento L_∞ e k da equação de Von Bertalanffy, foi utilizada a rotina *ELEFAN I* (Análise Eletrônica de Freqüência de Comprimento) do Programa FAO-ICLARM *Stock Assessment Tools* – FISAT. Nestas análises, o parâmetro t_0 foi considerado zero. O índice de performance de crescimento (Φ') foi estimado pela equação de Pauly e Munro. A longevidade ou idade máxima ($A_{0,95}$), foi estimada a partir da fórmula proposta por Taylor e, finalmente, a mortalidade natural (M) foi estimada pelo método de Taylor e pela fórmula empírica de Pauly.

3. Resultados

Tabela I – Número de peixes utilizados na análise (N), intervalo de comprimento (Lmax = maior comprimento capturado; Lmin = menor comprimento capturado), parâmetros da relação peso-comprimento (a = coeficiente linear; b = coeficiente de alometria), de reprodução (L_{50} = tamanho de primeira maturação; L_{100} = tamanho em que todas as fêmeas já maturaram), de crescimento (k = taxa de crescimento, $L\infty$ = comprimento assintótico, ϕ´= índice de performance de crescimento, to = idade teórica no comprimento zero, $A_{0,95}$ = longevidade) e mortalidade (^{3}M = mortalidade natural pelo método de Taylor e ^{4}M = mortalidade natural pelo método de Pauly) de algumas espécies de lagos do complexo lacustre Lago Grande de Manacapuru, AM.

Espécies	Ano	N	L_{min} (cm)	$L_{máx}$ (cm)	a	b	r^2	L_{50} (cm)	L_{100} (cm)	k (ano^{-1})	L_∞ (cm)	Φ´	t_0	$A_{0,95}$ (anos)	^{3}M (ano^{-1})	^{4}M (ano^{-1})
[1] *Acestrorhynchus falcirostris*	2006/2007/2008	875	10,2	36	0,014	2,84	0,87	15,60	17,50	0,12	34,46	2,15	0	24,96	0,12	0,42
[1] *Pellona flavipinnis*	2006/2007/2008	2058	6,5	36	0,07	2,46	0,77	13,74	15,50	0,20	28,40	2,20	0	14,98	0,20	0,63
[1] *Potamorhina latior*	2006/2007/2008	1510	8,5	18,9	0,089	2,44	0,71	14,39	16,90	0,65	24,68	2,59	0	9,11	0,33	1,42
[1] *Pygocentrus nattereri*	2006/2007/2008	2511	6,0	23,0	0,037	3,03	0,83	9,89	14,50	0,50	25,20	2,50	0	5,49	0,55	1,18
[2] *Colossoma macropomum*	2007/2008	1271	17,0	62,0	0,039	2,96	0,97	-	-	0,16	70,00	2,89	0	18,72	0,16	0,42
[2] *Cichla monoculus*	2007/2008	2398	19,0	51,0	0,0264	2,94	0,94	-	-	0,38	53,55	3,03	0	7,88	0,38	0,80

1 - Peixes provenientes de pescarias experimental

2- Peixes provenientes de desembarque no porto da Panaizinha Manacapuru-AM

3 - Método de Taylor, apud Sparre&Venema (1997)

4 - Método de Pauly (1980)

4. Discussão e Conclusão

O L_{50} encontrado para a branquinha (14,39 cm) corrobora os valores relatados por Freitas (2002) em lagos do Acre, onde foi determinado L_{50} = 12,4 cm para machos e 14,5 cm para fêmeas. No caso da piranha-vermelha, o L_{50} = 9,89 cm ficou muito abaixo dos valores calculados por Duponchelle *et al.* (2007), que encontroaram para machos L_{50} entre 10,8 cm e 11,4 cm e para fêmeas de 12,9 cm a 14,5 cm. Os valores encontrados neste estudo para o parâmetro b da

relação peso x comprimento das espécies são semelhantes aos valores citados por Issac & Rufino (2000), para tambaqui; Corrêa (1998), para tucunaré; e Freitas (2002), para branquinha. Estes trabalhos definiram crescimento alométrico para estas espécies. A exceção foi a piranha-vermelha, com crescimento isométrico, diferente do observado por Duponchelle *et al.* (2007), que mencionam alometria positiva. Os valores de b são um indicativo de como a espécie reage aos fatores ambientais a que uma determinada população está exposta. Mudanças na dieta, alterações climáticas ou eventos reprodutivos exercem influência sobre o crescimento dos peixes, determinando alterações no valor de b. Assim, é esperado que se encontrem variações de valores entre diferentes regiões. A performance de crescimento para espécies migradoras tem sido relatada como sendo maior do que para espécies sedentárias, o que foi observado para os peixes aqui analisados. O ϕ' para tambaqui e tucunaré não foram condizentes com os de Villacorta-Correa (1997) e Issac & Rufino (2000), respectivamente. Isto não representa necessariamente uma depleção nas condições populacionais dessas espécies no lago Grande, mas pode representar uma variação de condições a que as populações comparadas estão expostas, o que pode ocorrer quando se compara estoques diferentes. Os valores de mortalidade gerados no método de Pauly para tucunaré, tambaqui e piranha-vermelha foram os que mais se aproximaram daqueles de Petrere Jr. (1983), Pauly (1994), Corrêa (1998) e Isaac & Ruffino (2000), que também utilizaram o método de Pauly. Os valores resultantes das estimativas de parâmetros populacionais sugerem que os níveis de exploração pesqueira para as populações de *Pygocentrus nattereri* (piranha-vermelha), *Pellona flavipinnis* (apapá-branco), *Potamorhina latior* (branquinha-comum) e *Acestrorhynchus falcirostris* (peixe-cachorro), não são prejudiciais às populações, possivelmente pelo seu baixo valor para a pesca comercial. Porém, esse foi o primeiro trabalho sobre os parâmetros de crescimento e mortalidade desses peixes. Entretanto, o *Colossoma macropomum* (tambaqui) já apresenta sinais de sobrexploração e o *Cichla monoculus* (tucunaré) está próximo de uma condição de sobrexploração pesqueira. É importante, nesse primeiro momento, implementar medidas de manejo e ordenamento pesqueiro para estas

duas espécies, o que não impede a inclusão das outras espécies como medida preventiva.

5. Referências Bibliográficas

Corrêa, R.O. 1998. *Crescimento de tucunaré* Cichla monoculus *(Perciformes: Cichlidae) em ambiente natural: seleção da melhor estrutura calcificada para a determinação da idade*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 70p.

Duponchelle, F.; Lino, F.; Hubert, N.; Panfili, J.; Renno, J.F.; Baras, E.; Torrico, J.P.; Dugue, R. & Nunez, J. 2007. Environment-related life-history trait variations of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. *Journal of Fish Biology* 71:1113-1134.

Freitas, F.E.L. 2002. *Estrutura populacional e aspectos reprodutivos da* Potamorhina latior *(Characiformes: Curimatidae) (Spix, 1829) dos Lagos Tributários do rio Acre-Amapá*. Tese de Doutorado. Universidade Federal São Carlos, São Carlos. 110p.

Isaac, V.J. & Ruffino, M.L. 2000. Biologia pesqueira do Tambaqui, *Colossoma macropomum*, no Baixo Amazonas. In: Ibama. *Recursos pesqueiros no Médio Amazonas: biologia e estatística pesqueira*. Brasília: Ibama. p.65-88.

Pauly, D. 1994. Quantitative analysis of published data on the growth, metabolism, food consumption, and related features of the red-bellied piranha, *Serrasalmus nattereri* (Characidae). *Environmental Biology of Fishes* 41:423-437.

Petrere Jr., M. 1983. Yield per recruit of the Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Amazon State, Brazil. *Journal of Fish Biology* 22:133-144.

Villacorta-Correa, M.A. 1997. *Estudo de idade e crescimento do tambaqui* Colossoma macropomum *(Characiformes, Characidae) no Amazonas Central, pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus. 217p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Comparações de modelos Ecopath para subsídio de manejo pesqueiro em lagos amazônicos

Miguel Petrere Júnior[1]; Ronaldo Angelini[2]; Fernanda Melo Carneiro[3]; Priscila Lemes[4]; Geiziane Tessarolo[4]; Camila Leite Pereira[4]; Flávia Kelly Siqueira de Souza[5]

[1]Universidade Estadual Paulista, Rio Claro; [2]Universidade Estadual de Goiás; [3]Doutoranda em Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Goiás; [4]Mestrandas em Ecologia e Evolução, Universidade Federal de Goiás; [5]Centro de Excelência Ambiental, Petrobrás.

1. Introdução

O conceito de ecossistema é considerado o mais importante em Ecologia, já que agrega outros tópicos como populações, comunidades, fluxo entre componentes, energia, ciclagem de nutrientes, predação, entre outros (Cherret, 1989). Teias tróficas são sinônimos de ecossistemas e muitas vezes podem ser definidas como sistemas complexos adaptativos (Power & Dietrich, 2002). A modelagem dos ecossistemas ou teias tróficas aquáticas permite embasar políticas de manejo de pesca, alterando a ordem de prioridades de conservação que passa das espécies alvo da pescaria, para a sustentabilidade do ambiente como um todo (Angelini & Gomes, 2008). Neste sentido, o uso de modelos ecossistêmicos em pescarias de águas continentais é interessante, visto que estes sistemas são mais suscetíveis a mudanças do que os ambientes marinhos e, ainda, fundamentais na alimentação de populações ribeirinhas pelo mundo, desempenhando papel fundamental na segurança alimentar (FAO, 2003). Na região amazônica, é estimado que o consumo de peixe pelas populações humanas gire em torno de 500 g/dia (Batista *et al.*, 1998). Os objetivos deste trabalho foram: i) quantificar as teias tróficas de dois ambientes de lagos amazônicos, a floresta alagada e o ambiente aberto do lago; ii) quantificar as teias tróficas dos lagos Jaiteua e São Lourenço, unindo as informações dos ambientes de várzea e aberto que cada um destes lagos possui; iii) comparar os diferentes modelos, por meio de atributos ecossistêmicos, para verificar a estabilidade de cada ambiente e lago.

2. Métodos

Os lagos alvos deste estudo são o Jaiteua e o São Lourenço, Amazonas. As áreas dos lagos e seus respectivos ambientes são: lago Jaiteua, com área total de 90,1 km^2, sendo 32,4 km^2 de área aberta e 57,7 km^2 de várzea; e lago São Lourenço, com área total de 26,7 km^2, dos quais 11,4 km^2 de área aberta e os 15,3 km^2 restantes de floresta alagada.

Modelo

Nós usamos o *software* Ecopath (Christensen & Pauly, 1993) para construir quatro modelos ecossistêmicos: o primeiro modelo, com as espécies que foram capturadas no "Ambiente Aberto" dos lagos Jaiteua e São Lourenço; o segundo foi o da "Floresta Alagada" para estes mesmos lagos; o terceiro e o quarto modelos foram confeccionados utilizando os dados separados por lago (Jaiteua e São Lourenço), agrupando os dois ambientes (aberto e floresta) de cada lago, em duas teias tróficas. Para a Amazônia, dois modelos Ecopath já foram construídos: Silva Jr (1998) para um lago de várzea e Angelini *et al.* (2006) para toda a calha do Amazonas. Estes modelos formam a base dos modelos aqui apresentados. Maiores detalhes do modelo e do programa Ecopath podem ser encontrados em Angelini & Gomes (2008).

3. Resultados

Os valores dos atributos para os quatro modelos são muito próximos. Pode-se, todavia, inferir que: o "Ambiente Aberto" é o menos estável. O modelo de Floresta Alagada apresentou a maior ciclagem de nutrientes; a captura por área no lago São Lourenço é quase o triplo do que no Jaiteua; estes dois últimos modelos (de lago) apresentaram índices de maturidade muito similares, como os resultados da razão Produção Primária Total/Respiração Total (em torno de 1,5), o índice de ciclagem de Finn (cerca de 12%) e o Overhead (75%), mostrando que os sistemas são igualmente resilientes ou homeostáticos.

4. Discussão e Conclusão

A partir dos resultados do modelo, é possível inferir que a pesca possa ser parcialmente incrementada nestes dois lagos, mas que as medidas de manejo devem considerar principalmente as populações ribeirinhas e os peixes que elas capturam para consumo. Para melhorar os modelos, deve-se: a) colocar estas populações humanas como o principal predador de topo dos modelos para os lagos, pois isto deverá aumentar a possibilidade de equilíbrio dos modelos; b) como as atividades e pressão de pesca são diferentes entre seca e cheia e também pelo fato da composição e dietas das espécies se alterarem conforme a época de chuvas, é importante montar modelos para cada uma destas épocas, com a finalidade de simular os diferentes cenários de manejo e pressão pesqueira. O Ecopath se mostra um programa fundamental para a simulação destes cenários, pois incorpora explicitamente a floresta de várzea na teia trófica, mas é necessário ressaltar que para que o manejo seja bem sucedido, dados de desembarque devem ser monitorados, pois são imprescindíveis na calibração dos modelos e, conseqüentemente, na simulação das previsões.

5. Referências Bibliográficas

Angelini, R. & Gomes, L.C. 2008. *O artesão dos ecossistemas: construindo modelos com dados*. Maringá: Eduem. 186p.

Angelini, R.; Fabré, N.N.; Silva-Júnior, U.L. 2006. Trophic analysis and fishing simulation of the biggest Amazonian catfish. *African Journal of Agricultural Research* 1:151-158.

Batista, V.S.; Inhamuns, A.J.; Freitas, C.E.C. & Freire-Brasil, D. 1998. Characterization of the fishery in river communities in the low-Solimões/high-Amazon region. *Fisheries Management and Ecology* 5:419-435.

Cherret, J.M. (Ed). 1989. *Ecological Concepts: the contribution of ecology to an understanding of the Natural world*. Oxford: Blackwell. 380p.

Christensen, V. & Pauly, D (Eds.). 1993. *Trophic models of aquatic ecosystems*. Manila: ICLARM. 390p.

FAO. 2003. *The ecosystem approach to fisheries: issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation*

and outlook. Technical Paper. 76p.
Power, M.E. & Dietrich, W.E. 2002. Food webs in river networks. *Ecological Research* 17:451-471.
Silva-Júnior, U.L. 1998. *Análise da produção pesqueira de um lago de várzea do Baixo Amazonas através de um modelo de balanço de massas*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus. 73p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

O caboclo-ribeirinho e a etnoconservação dos recursos pesqueiros do lago Manacapuru (AM)

Marco Antonio de Souza Brito[1]; Antonio Carlos Witkoski[2]; Therezinha de J.P. Fraxe[3]; Tiago da Silva Jacaúna[1]; Suzy Cristina Pedroza da Silva[3]; Pedro Henrique Coelho Rapozo[4]

[1]Mestrando em Sociologia, Universidade Federal do Amazonas; [2]Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal do Amazonas; [3]Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas (tecafraxe@uol.com.br); [4]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

O estudo abordou as práticas de pesca e as iniciativas de manejo (ou gestão local) dos recursos pesqueiros desenvolvidas pelos pescadores das localidades Jaiteua de Baixo, Jaiteua de Cima e Cajazeira, localizadas no Município de Manacapuru, Amazonas, que destinam o pescado tanto para autoconsumo quanto para comercialização. O trabalho de campo vivenciado a partir das fases do ciclo hidrológico da região (enchente/cheia/vazante/seca) permitiu, através da etnografia, do uso de formulários e das entrevistas abertas, ressaltar a importância do conhecimento desses pescadores como a dimensão por excelência das práticas de pesca que viabilizam, por intermédio de práticas tradicionais, o manejo e a conservação da natureza – dos peixes e seus habitats. Analisar suas atividades significou classificá-las em dois grupos: a pesca tradicional e a pesca moderna, que reúnem diversas modalidades de pesca e demonstram os distintos modos de apropriação dos recursos aquáticos. Na ocasião das atividades, verificou-se que o ponto de pesca mais praticado é o *lanço*, local "bom" de captura, sendo também o momento da aprendizagem das crianças a serem socializadas na atividade pesqueira. Num dia de trabalho no *lanço*, por exemplo, o pai ensina o filho sobre os saberes acerca do comportamento dos peixes, do calendário da pesca, das principais iscas de captura (insetos, pequenos animais e frutos) e da classificação dos peixes, evidenciando sistemas próprios de conhecimento. Acompanhando as rotinas de trabalho, verificou-se que o lago Grande e o Paraná do Anamã são lugares aquáticos vitais para estas localidades, pois não

secam totalmente em períodos de estiagem (seca). Este fato permitiu compreender as regras "informais" subjacentes às praticas de pesca, bem como identificar os principais conflitos e as "possíveis iniciativas locais" de intervenção na apropriação desses e de outros ambientes e seus recursos, com base nos interesses e necessidades das próprias localidades.

2. Métodos

Esta pesquisa fez parte do projeto interdisciplinar intitulado "Bases Para Sustentabilidade da Pesca na Amazônia Central – BASPA". O presente estudo foi resultado do projeto da sub-rede BASPA intitulado "O Caboclo-Ribeirinho e a Etnoconservação dos Recursos Pesqueiros do Lago Manacapuru, AM". Sua concepção e execução partiram do encontro interdisciplinar (discussões e debates) entre as equipes da sub-rede (áreas dos distintos saberes do campo científico – biologia, engenharia de pesca, economia e sociologia) e com as principais lideranças e moradores das localidades definidas no estudo. No campo social, as observações, coletas de dados e análise da organização sócio-econômica dos pescadores das localidades Cajazeiras, Jaiteua de Baixo e Jaiteua de Cima, considerando a dinâmica das práticas de pesca realizadas por eles, fundamentou-se em alguns aspectos da vida econômica: 1) o modo pelo qual os pescadores e suas famílias se organizam para aquisição e manutenção dos meios materiais e sociais de sua existência; 2) o modo como se relacionam com seus ambientes de pesca e outros recursos produtivos; 3) o conhecimento e a inteligência perceptiva dos pescadores como fundamento importante para as práticas de pesca; 4) o modo como percebem e criam condições para a manutenção dos recursos pesqueiros; 5) a importância dos utensílios de pesca como formas de aquisição do pescado; e 6) a relação que os pescadores mantêm com o mercado das trocas materiais e simbólicas. Os dados obtidos para composição dos gráficos são originados do formulário BASPA, cujo conteúdo está em relação direta com as fases do ciclo hidrológico da região – enchente/cheia/vazante/seca. Este formulário buscou captar dados para as equipes da sub-rede para facilitar a necessária compreensão e interdependência entre áreas do conhecimento. As excursões (em

barco) a campo e interdisciplinares para área de estudo foram realizadas mensalmente durante 12 meses. O tempo de excursão em cada ida a campo era de cinco dias e máximo de dois dias em cada localidade, sendo necessário visitar todas as comunidades e suas respectivas lideranças. A prática etnográfica e as entrevistas abertas e semi-estruturadas possibilitaram a interpretação do contexto social dos pescadores das localidades e, ao mesmo tempo, verificando a compatibilização entre dados quantitativos e dados qualitativos no entendimento da realidade social da pesca nessa região.

3. Resultados

A área de estudo reúne a presença de distintos agentes sociais da pesca. Assim, os pescadores de subsistência estão mais presentes nas localidades Cajazeira (86%) e Jaiteua de Cima (69%) e com menos predominância na localidade Jaiteua de Baixo (30%). O cotidiano de suas vidas é marcado pela polivalência das atividades – a agricultura, o extrativismo e as atividades criatórias. O pescado capturado é mais para autoconsumo. Os pescadores artesanais (locais), praticantes da pesca comercial mais intensiva, estão mais presentes na localidade Jaiteua de Baixo (66,7%), um pouco menos predominante em Jaiteua de Cima (39%) e pouco expressivos em Cajazeira (14,3%). A presença dos pescadores artesanais citadinos (que moram em Manacapuru e são denominados pelos pescadores locais pelo rótulo pescadores de "fora") é constante em territórios de pesca das localidades. As modalidades de pesca mais praticadas reúnem a composição e/ou combinação de apetrechos tradicionais e modernos, sendo utilizados quase em equilíbrio em termo de variedade. As malhadeiras e as tramalhas representam, em média, 45% dos apetrechos mais utilizados pelos pescadores, enquanto 55% representam o uso de utensílios tradicionais, tais como o caniço, o arco e flecha, o arpão, a zagaia, a linha de mão e anzol, a tarrafa e o currico. As carnes de peixes, camarão e carne de pequenos animais são as principais iscas. Os peixes se alimentam de frutas, insetos e materiais orgânicos da folhagem. Georeferenciamos 55 ambientes de pesca, com destaque para o lago São Lourenço, o lago Grande, o Paraná do Jaiteua e o Paraná do Anamã, locais onde acordos informais de pesca ocorrem, pois esses ambientes são de manutenção

da subsistência das famílias durante a estiagem, o que não se atribui a outros ambientes de pesca, pois secam totalmente. No restante do ano, a pesca pode ser praticada com freqüência nestes locais. O *lanço* é o espaço de trabalho realizado, destinado para a pesca de subsistência e comercial. Os jovens pescadores aprendem a conhecer os peixes – o comportamento, a alimentação, as variadas espécies, as regras de uso. É no *lanço* que se dá a reprodução social do conhecimento do pescador.

4. Discussão e Conclusão

Os grupos sociais que habitam a localidade Jaiteua de Cima possuem iniciativas autônomas de conservação dos recursos pesqueiros materializada no acordo de pesca existente na localidade, onde os pescadores locais fiscalizam a sobrexploração da ictiofauna, impedindo a pesca comercial no período da seca, alegando que essa prática contribui para a escassez dos recursos. Embora existam problemas de legitimidade do acordo entre os diferentes usuários desses recursos (agricultores, pescadores comerciais locais e pescadores citadinos) e que precisam ser solucionados, pois acabam agravando os conflitos de pesca, eles se apresentam como uma alternativa viável à gestão ambiental. Deste modo, podemos inferir que a manutenção dos recursos pesqueiros depende do sentido e da racionalidade subjacente a estas práticas de pesca, e que a reprodução do conhecimento tradicional pode degradar-se à medida que se tornam mais "especializados" na prática da pesca por forte influência das ilusões do lucro imediato estimulados pelo mercado capitalista em função da sobrevivência das famílias. Portanto, uma postura de trabalho com propósitos imediatos e necessários, mas que se contrapõe ao estilo de vida e do *ethos* da família tradicional ribeirinha centrada na unidade de produção familiar camponesa. Esta mesma face da degradação do conhecimento diz respeito ao "esquecimento gradual" de saberes e práticas de manejo que são coadunadas para subsistência com as práticas de pesca. Neste sentido, atividades relacionadas ao uso do solo, da floresta e à caça, pela força das crescentes disposições econômicas capitalistas e por necessidade de sobrevivência, estão sendo deixadas pelos jovens que pouco se interessam em virtude das baixas expectativas de ganhos e

de vida relacionadas a estes setores da produção familiar camponesa. Fato que se agrava com a ampliação dos campos de pastos para gado e com a criação desordenada dos búfalos que pisoteiam e destroem as matas ciliares, impedindo o abrigo, o crescimento e a reprodução dos peixes que se deslocam para locais mais distantes. Portanto, torna-se necessário que instâncias do Poder Público e Instituições Governamentais responsáveis pelo gerenciamento, fiscalização e monitoração de áreas de várzea revejam as políticas e práticas de conservação da natureza, incorporando o conhecimento e as formas de manejo dos recursos naturais das populações locais, não as desprezando na formulação de uma proposta de manejo ambiental. A possibilidade deste diálogo torna possível atenuar os avanços da economia das monoculturas e criação de gado que, pelo "rótulo da legitimidade e legalidade" mais destrutiva que benéfica, reduzem a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Petrobras.

Manejo social da pesca

Tiago da Silva Jacaúna[1]; Antônio Carlos Witkoski[2] ; Therezinha de Jesus Pinto Fraxe; Suzy Cristina Pedroza da Silva; Pedro Henrique Coelho Rapozo

[1]Mestrando em Sociologia, Universidade Federal do Amazonas; [2]Departamento de Ciências Sociais, Universidade Federal do Amazonas; [3]Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas (tecafraxe@uol.com.br).

1. Introdução

A pesquisa realizou uma reflexão acerca de novas estratégias de gestão ambiental na Amazônia, onde a participação política das populações locais torna-se indispensável numa proposta de manejo dos recursos pesqueiros. A idéia foi demonstrar que uma proposta de gestão integrada ou co-gestão dos recursos pesqueiros é possível, embora sejam apontadas algumas dificuldades, tanto quanto à resistência dos próprios grupos sociais como das fragilidades institucionais. De acordo com Pereira & Pinto (2001), estudos empíricos vêm demonstrando que os grupos sociais que habitam a região de várzea da Amazônia, em face ao descomprometimento do Estado em gerir os recursos pesqueiros, vêm se organizando no sentido de passarem a controlar os seus territórios, impondo sanções àqueles que infringirem as regras traçadas por eles. De acordo com o autor, essas iniciativas locais de gestão podem ser entendidas como etnoconservação, ou seja, uma resposta adaptativa das populações locais à ausência de políticas governamentais de gestão ambiental que atendessem a seus interesses. Dessa forma, a lógica do individualismo econômico presente na hipótese da *Tragédia dos Comuns* (*sensu* Hardin, 1968) não se aplica a determinados grupos sociais da Amazônia. Segundo esta hipótese, os indivíduos, vivendo em grupo, tendem a maximizar sua produção continuamente, porém essa é a atitude que todos tomam, representando, assim, a "tragédia dos comuns", pois o aumento contínuo da produção resultaria em uma queda brusca da produtividade e a conseqüente exaustão dos recursos naturais explorados. Assim, os indivíduos não teriam a capacidade de controlar sua produção e coibir a sobrexploração dos

recursos naturais, sendo necessária a sua privatização ou estatização. Apesar de esta concepção ter sido muito difundida e aceita por muitos cientistas, esta pesquisa procurou mostrar que essa idéia não se aplica a determinados grupos sociais da Amazônia.

2. Métodos

A metodologia foi pautada no modelo etnográfico (olhar, ouvir e escrever) que se constitui na descrição e interpretação minuciosa da cultura dos sujeitos em estudo, onde se privilegia o significado simbólico da vida diária, ou seja, os aspectos políticos e sócio-culturais que permeiam a vida coletiva (Oliveira, 1996). O conjunto dos procedimentos e técnicas para coleta dos dados foi realizado através do emprego de diário de campo, observação participante, entrevistas semi-estruturadas, ou seja, a construção de uma cadeia de evidências e o estabelecimento da base de dados.

3. Resultados

A gestão local dos recursos pesqueiros se processa de maneira diferente nas três localidades estudadas. Encontram-se umas mais organizadas, no sentido de conservar os estoques pesqueiros, e outras que não possuem qualquer forma organizada de manter os recursos pesqueiros conservados. Após aplicação de formulários, nos quais se perguntava se as unidades sociais costumavam se reunir para discutir os problemas relativos à pesca, com exceção da localidade Cajazeira, todas as demais se reúnem freqüentemente para tratar dos problemas relativos à atividade pesqueira. O índice mais alto de reuniões é em Jaiteua de Cima, localidade onde os conflitos sociais são mais intensos, em que 70% dos entrevistados afirmaram se reunir freqüentemente para discutir a respeito da pesca. Os diversos pescadores representam, neste sentido, um meio estratégico no processo de reprodução econômica e cultural das unidades sociais estudadas, configurando a dependência de uma pesca de subsistência e, corriqueiramente, não competitiva, o que possibilita o desenvolvimento de sistemas de manejo sem a participação e assistência do governo, contando apenas com a mobilização e organização das “comunidades” interessadas na gestão dos recursos naturais. De acordo com Pereira & Pinto (2001), as “comunidades”

atingem níveis diferenciados no desenvolvimento de instituições locais de manejo, muitos grupos não atingiram qualquer forma de ordenamento do uso dos recursos naturais – como é o caso das unidades sociais pertencentes às localidades Cajazeira e Jaiteua de Baixo – enquanto outras mantêm acordos de pesca informais de acesso e captura, como ocorre na localidade Jaiteua de Cima. Outros grupos apresentam, ainda, forte resistência a este tipo de iniciativa, principalmente aquelas famílias que possuem interesse na utilização comercial dos estoques pesqueiros, uma vez que essas formas de manejo implicam o estabelecimento de limites nas quantidades pescadas – seja para o uso individual e/ou coletivo. Isto, por sua vez, pode levar a ações de caráter não-cooperativo, na medida em que restringe as expectativas de ganho econômico de algumas famílias. Nem sempre os grupos sociais sustentam as iniciativas de organização, que envolvem reuniões, negociações, planejamento e sanções; estes fatores podem tornar inviável a manutenção das formas de manejo. Na área pesquisada, as famílias que são contrárias a essas iniciativas de manejo da fauna aquática são aquelas compostas por pescadores comerciais locais que têm na atividade da pesca sua principal fonte de renda, não lhes interessando limites de captura do pescado, pois isso compromete a sua estabilidade social e econômica. Contudo, isto não impede que as formas de manejo não se tornem alternativas de etnoconservação praticadas por algumas unidades sociais da área de estudo, uma vez que se constitui em um conjunto de medidas conservacionistas desenvolvidas pelos grupos locais em razão da realidade apresentada.

4. Discussão e Conclusão

A análise de nossas informações permite inferir que nem todos os povos seguem a lógica da maximização dos lucros e do individualismo econômico, que poderia levar ao desenlace proposto pela "tragédia dos comuns" (Hardin, 1968). As iniciativas locais de gestão ambiental ou etnoconservação, manifestadas no acordo de pesca da localidade do Jaiteua de Cima, são um exemplo do equívoco decorrente da generalização da construção teórica proposta por Hardin, pois foi uma iniciativa local dos pescadores de subsistência de tentar controlar a sobrepesca na localidade no

período da seca. Contudo, é fato que nem todos os moradores concordam com essa iniciativa, pois possuem uma relação mais estreita com o mercado e aplicam uma racionalidade que procura maximizar a produção e destinar grande parte para o comércio. Dessa forma, o acordo de pesca existente na localidade não conseguiu evitar eventuais conflitos sociais entre os diversos tipos moradores-pescadores, a fim de evitar que um comportamento individual comprometa o interesse coletivo (Kahn, 1966). Deste modo, é inegável que uma maior participação do Estado e um diálogo mais amplo entre os pescadores constituem elementos importantes para o sucesso do acordo de pesca e para que seus benefícios alcancem todos os usuários dos recursos pesqueiros.Uma alternativa interessante seria incentivar e dar condições para que os pescadores comerciais locais pudessem realizar outras atividades produtivas, sobretudo no período da seca, a fim de diminuir a dependência econômica da atividade da pesca. Todavia, a tendência organizativa das unidades sociais permite-nos concluir que o fortalecimento e a formalização do acordo de pesca se torna uma alternativa interessante para o manejo da pesca na Amazônia Central. Outrossim, a participação do Estado é essencial para garantir a legitimidade e, assim, estabelecer-se um regime de propriedade comunal. O grande desafio que se impõe ao sucesso do processo de co-manejo da pesca na Amazônia é garantir que todos os usuários interessados no usufruto dos recursos da ictiofauna tenham igual possibilidade de participação no processo de tomada de decisão. É preciso que as regras estabelecidas possam contar com a participação dos três grupos sociais de pescadores identificados na área: pescadores de subsistência, pescadores comerciais locais e pescadores citadinos. Nesse ínterim, o fomento de uma racionalidade comunicativa (Habermas, 1988) pode criar as bases propícias para o sucesso do co-manejo. Essa racionalidade comunicativa e/ou ação comunicativa deve incorporar os sujeitos sociais diretamente envolvidos, isto é, os diferentes tipos de pescadores, bem como o Estado, através de seu órgão gestor e demais segmentos da sociedade civil. Os resultados obtidos pelos projetos da sub-rede BASPA confirmam, portanto, a necessidade de incorporar aspectos

econômicos, sociais, políticos, culturais e ecológicos nas estratégias de manejo pesqueiro.

5. Referências Bibliográficas

Habermas, J. 1988. *Teoria de laación comunicativa.* Madrid: Taurus.

Hardin, G. 1968. The tragedy of commons. *Science* 162:1243-1248.

Kahn, A.E. 1966. The tyranny of small decisions: market failures, imperfections, and the limits of economics. *Kyklos* 19:23-46.

Oliveira, R.C. 1996. O trabalho do antropólogo: olhar ouvir e escrever. *Revista de Antropologia* 39:13-37.

Pereira, H. & Pinto, J.R. 2001. Etnoconservação da fauna aquática no médio Amazonas: situação atual e perspectiva. *I Encontro de Etnobiologia da Região Norte*. Manaus, 5 a 8 de dezembro. Disponível em: http://nerua.inpa.gov.br/NERUA.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Petrobras.

Artigo-síntese da sub-rede MAPEVAM

Manejo integrado dos recursos pesqueiros na várzea amazônica - estudo comparativo de duas regiões: Baixo Amazonas e Baixo Purus

David Gibbs McGrath[1]; Izeni Pires Farias[2]; Victoria J. Isaac Nahum[1] & Juarez Carlos Brito Pezzuti[1]

[1]Universidade Federal do Pará (dmcgrath@amazon.com.br); [2]Universidade Federal do Amazonas.

1. Introdução

Nos últimos quinze anos, houve uma revolução nas políticas e estrutura institucional de gestão dos recursos pesqueiros na região amazônica (McGrath et al. 2008). Estas mudanças incluem, especificamente, a mudança de um sistema baseado na filosofia de manejo científico para um sistema de co-manejo em que o governo e as organizações de pescadores juntos definem e implementam sistemas de gestão dos recursos pesqueiros. Este período também tem sido marcado por grandes avanços no conhecimento científico do sistema aquático do Rio Amazonas e da ecologia da várzea, possibilitando o desenvolvimento de sistemas de gestão participativa cada vez mais eficientes em termos de manejo e conservacão dos recursos pesqueiros.

Em várias regiões da Amazônia estão em curso iniciativas de gestão participativa, algumas envolvendo unidades de conservação de uso direto e outras áreas de propriedade privada. Em parceria com o IBAMA, organizações comunitárias e organizações não-governamentais locais estão criando sistemas regionais que abrangem grandes extensões de várzea incorporando dezenas de comunidades e milhares de pessoas. Além dessas experiências regionais de co-manejo, existe um grande número de experiências locais de manejo comunitário de espécies como o pirarucu e de tabuleiros de várias espécies de quelônios. Por meio desses processos as políticas de gestão participativa da pesca e da exploração de outras espécies da fauna aquática estão sendo refinadas, as organizações de

gestão participativa, fortalecidas e sistemas de manejo mais eficientes e sustentáveis, desenvolvidos.

Apesar do progresso no desenvolvimento de sistemas de gestão participativa, existe ainda uma série de questionamentos sobre a eficácia dessa abordagem para a conservação e manejo sustentável de espécies aquáticas do ponto de vista ecológico, biológico, social e econômico. Em um sistema aberto como a várzea do Rio Amazonas, até que ponto sistemas de lagos individuais podem ser considerados unidades de manejo eficazes? Sistemas de manejo pesqueiro têm um efeito positivo nos estoques locais? É possível manejar de forma sustentável populações de espécies aquáticas de valor comercial como quelônios e jacarés? Organizações comunitárias são capazes de manejar de forma sustentável seus recursos aquáticos? O objetivo dessa sub-Rede é contribuir para a conservação e manejo sustentável dos recursos aquáticos por meio da investigação dessas quatro questões:

Projeto 1: Caracterizar e delimitar populações de espécies aquáticas chave por meio de análises genéticas para subsidiar o desenvolvimento de estratégias regionais e políticas para a conservação e manejo da fauna aquática.

Projeto 2: Avaliar a exploração dos recursos pesqueiros e o impacto dos sistemas de co-manejo pesqueiro nos estoques pesqueiros e na dieta da população ribeirinha.

Projeto 3: Avaliar a exploração de três grupos de espécies aquáticas (pirarucu, quelônio e jacaré) e desenvolver iniciativas-piloto de manejo adaptativo e de avaliação de estoques para subsidiar o manejo comunitário.

Projeto 4: Investigar os fatores que influenciam o desempenho dos sistemas de co-manejo dos recursos aquáticos do ponto de vista da sustentabilidade institucional e da viabilidade econômica.

2. Métodos

Os projetos foram desenvolvidos em duas regiões de várzea caracterizadas por diferentes sistemas de gestão territorial. Na região de Santarém, no Baixo Amazonas, foram estudados sistemas de co-manejo pesqueiro que estão sendo transformados em Projetos de Assentamento Agro-Extrativista pelo INCRA (processo que

começou depois do início do projeto). Na região do Baixo Purus, o estudo foi realizado em um mosaico de unidades de conservação incluindo a Reserva Biológica Abufari e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Piagaçu-Purus onde um sistema de gestão participativa está sendo implementado. Os quatro projetos utilizaram metodologias distintas apropriadas para seus objetivos de pesquisa. O Projeto 1, de análise genética das populações de espécies aquáticas, analisou marcadores genéticos do genoma mitocondrial e de *loci* microsatélite, de acordo com a espécie, para obter parâmetros genéticos populacionais como diversidade gênica, diversidade nucleotídica, número de haplótipos, heterozigosidade observada, heterozigosidade esperada e número de alelos por *locus* (Excoffier *et al.*, 2005; Falush *et al.*, 2003; Mantel, 1967; Pritchard *et al.*, 2000; Slatkin, 1985; Weir & Cockerham, 1984). O Projeto 2 avaliou o impacto da pesca nas comunidades pesqueiras dos lagos amostrados, o consumo de proteína animal (monitorado numa amostra de famílias para determinar a quantidade e importância relativa de pescado na dieta) e realizou o monitoramento de amostra de pescadores quanto à atividade pesqueira, incluindo apetrechos utilizados e volume e composição das capturas. No Projeto 3 trabalhou-se com moradores de várias comunidades nas duas áreas para coletar dados sobre a biologia e a ecologia de espécies de quelônios e jacarés e do pirarucu, coletando também dados sobre a exploração dessas espécies e sua contribuição para a dieta (Crouse *et al.*, 1987; Heppell *et al.*, 1996; Pantoja-Lima, 2007). Com grupos de determinadas comunidades procurou-se desenvolver planos de manejo adaptativo. O Projeto 4 analisou a legislação e documentos das políticas governamentais de co-gestão, os acordos e desempenho institucional de sistemas comunitários e as estratégias econômicas das famílias envolvidas nos sistemas do co-manejo (McGrath *et al.*, 2007).

3. Resultados

Os resultados dos estudos contribuíram para responder às quatro perguntas específicas da Sub-rede.

Projeto 1: Num sistema aberto como a várzea do Rio Amazonas, qual é a escala apropriada para assegurar a conservação das espécies aquáticas? A equipe do Projeto 1 identificou três padrões na estrutura

genética das populações de espécies aquáticas estudadas. O primeiro padrão foi a ausência de estruturação genética das espécies amostradas entre as duas regiões, indicando um amplo fluxo genético na várzea da Amazônia Central. O segundo padrão foi o isolamento por distância, observado em algumas espécies, incluindo o pirarucu, o aruanã, o tambaqui, e o acará-açu. No caso do pirarucu foi observada uma maior diversidade genética em locais com uma longa história de manejo sustentável, como a RDS Mamirauá e a Ilha de São Miguel na região de Santarém (Hrbek *et al.*, 2007; Hrbek *et al.*, 2005). Em três espécies de quelônios foi observada uma diferenciação genética entre regiões, indicando a importância de adaptações a condições locais de populações dessas espécies (Pearse *et al.*, 2006).

Projeto 2: Sistemas de manejo pesqueiro têm um efeito positivo nos estoques locais? Os resultados confirmam a importância do pescado na dieta da população ribeirinha, já observada em outros estudos, e também revela diferenças importantes no consumo de pescado entre comunidades e regiões. Os resultados também revelaram diferenças significativas entre comunidades e regiões na atividade pesqueira em termos da diversidade e volume de captura. Essas diferenças são consistentes com os resultados da pesca experimental que indicam que o manejo está tendo um efeito positivo nos estoques pesqueiros locais.

Projeto 3: É possível manejar de forma sustentável populações de espécies aquáticas de valor comercial como quelônios, jacarés e o pirarucu? Esse projeto mostra a importância dos quelônios na dieta e, em alguns casos, na renda da população ribeirinha. O estudo mostra também que, apesar das comunidades estudadas na região de Santarém não estarem numa unidade de conservação e se localizarem próximas do principal centro urbano da região, os quelônios e jacarés são abundantes e, em alguns casos, populações locais são suficientemente grandes para viabilizar o manejo pelas comunidades. O interesse no manejo de jacarés foi uma unanimidade nas comunidades da várzea do Baixo Amazonas contatadas, mas apenas uma entre 14 comunidades levou até o fim o programa de avaliação comunitária. O estudo também demonstra a importância dos tabuleiros manejados pelas comunidades para a conservação das

populações locais, apesar da pressão da exploração de subsistência e comercial.

Projeto 4: Organizações comunitárias são capazes de manejar espécies aquáticas de forma sustentável? O problema é que no contexto das atuais políticas e estruturas institucionais de co-gestão de espécies aquáticas não é possível fazer uma avaliação do potencial do manejo comunitário. As condições impostas pelo governo, especialmente o IBAMA, atuam como o principal gargalo no desenvolvimento de sistemas para o manejo sustentável de espécies aquáticas. Com algumas exceções de caráter experimental, o manejo de animais silvestres é proibido. Na pesca, onde o manejo comunitário é permitido, as condições impostas pelo IBAMA ferem os princípios do manejo coletivo baseados na formação de grupos com direitos exclusivos aos benefícios gerados pelos seus esforços. Essas restrições, combinadas com o fraco desempenho do IBAMA e outros órgãos governamentais no apoio à fiscalização, minam o potencial do co-manejo de espécies aquáticas. Outra observação é o alto custo dos sistemas de co-manejo para as pessoas envolvidas, coletiva e individualmente. Esses custos são exacerbados pelas condições impostas pelo governo e pela falta de apoio do mesmo no processo de fiscalização.

4. Discussão

Os resultados do conjunto de estudos realizados pela sub-rede mostram o potencial do manejo sustentável das espécies aquáticas e sua contribuição para a conservação da biodiversidade aquática e o desenvolvimento sustentável das comunidades ribeirinhas na várzea. O conjunto de estudos aponta para a necessidade de um sistema de co-gestão multi-escalar para a região de várzea envolvendo quatro principais níveis (McGrath *et al.*, 2007 e 2008): (1) o nível da posse individual administrada pela família, principal unidade de decisão no manejo dos recursos naturais da várzea; (2) a comunidade e seu território, onde são manejadas populações locais de espécies aquáticas; (3) o sistema de lagos interligados manejados por organizações de co-manejo; e (4) a região de várzea da Amazônia central, que assegura a conservação do ecossistema em questão e a diversidade genética das espécies aquáticas manejadas por meio de

uma entidade representando o mosaico de unidades. Esse sistema está sendo construído gradativamente por meio da criação de unidades de conservação, de projetos de assentamento agro-extrativistas e da integração destes nos níveis municipais, estaduais e, eventualmente, regionais.

Um terceiro ponto é que, embora existam questionamentos sobre a capacidade de grupos comunitários de manejar seus recursos naturais de forma sustentável, os maiores gargalos para viabilizar sistemas de manejo estão ligados às políticas governamentais e ao fraco desempenho das instituições governamentais de co-manejo. A consolidação de um sistema de co-manejo de espécies aquáticas dependerá de mudanças significativas nas políticas e instituições governamentais envolvidas para fortalecer, e não enfraquecer, sistemas de co-manejo (Kemenes *et al.*, 2006). Nesse contexto, outra conclusão importante é a evolução das políticas e instituições de co-manejo dos recursos aquáticos como resultado da interação entre três principais grupos de atores: comunidades ribeirinhas e suas organizações regionais, as instituições governamentais responsáveis pela gestão ambiental e as ONGs voltadas para o manejo sustentável e que intermedeiam a relação entre as comunidades e o governo. Ao longo de quase duas décadas, a interação entre esses três grupos tem levado a mudanças progressivas nas políticas e estruturas institucionais num longo processo de aprendizagem. Embora tenha havido bastante progresso nesse período, o processo está longe de ser concluído.

5. Temas transversais

Relações Estado e Sociedade – Um tema central da sub-rede é a relação entre a sociedade e o estado na gestão dos recursos aquáticos. De um lado, o Estado define as condições sob as quais grupos locais possam manejar seus recursos aquáticos locais, estabelecendo quais espécies podem ser manejadas, a estrutura dos sistemas de manejo e as regras específicas permitidas. Do outro lado, todos esses elementos são modificados pela pressão dos grupos envolvidos no manejo. As diferentes modalidades de co-manejo são respostas à pressão dos movimentos sociais. Por meio de um processo interativo, as políticas de conservação e manejo são modificadas

progressivamente e, no processo, as instituições e os grupos da sociedade civil também sofrem transformações, alterando suas instituições para se adaptar às novas condições de manejo.

Etnociências – Um segundo tema central do estudo é a etnociência, mais especificamente o conhecimento da história natural dos recursos aquáticos e o papel desse conhecimento na construção de sistemas de manejo comunitário. Há outro elemento importante que vai além da etnociência, com a investigação de padrões regionais na estrutura genética de populações de espécies aquáticas. Assim, o estudo das estruturas genéticas mostram padrões numa escala maior do que a escala do conhecimento de grupos locais, evidenciando a necessidade de estratégias regionais, até da escala da bacia, para assegurar a conservação da diversidade genética das espécies manejadas.

Economia ecológica – Finalmente, um outro tema central é o custo de transação dos sistemas de manejo. Um ponto é a sua viabilidade técnica em termos de seu impacto nas populações e outro, a viabilidade econômica do manejo do ponto de vista das comunidades e famílias envolvidas. As políticas de manejo influenciam na relação entre custos e benefícios, especialmente na distribuição destes entre os diferentes grupos envolvidos (população e Estado).

É importante lembrar que sistemas de manejo coletivo são criados por famílias para lidar com problemas no uso dos recursos comuns que elas não podem resolver de forma unilateral. Sistemas coletivos, portanto, são uma extensão das estratégias econômicas das famílias e a composição das regras e o grau de investimento dependerão dos interesses de cada família e a sua confiança na capacidade do sistema de garantir os seus interesses.

6. Contribuições para o Manejo Sustentável dos Recursos Aquáticos

a) Conhecimento das características genéticas de populações de espécies importantes da fauna aquática.

- Identificação dos limites espaciais de populações, fornecendo bases para uma estratégia regional de conservação e manejo dessas espécies.

- Análises genéticas realizadas nas principais espécies de peixes comerciais e da fauna aquática.
- Avaliação do grau de diferenciação das populações de cada espécie entre as duas regiões determinadas.
- Recomendações para estratégias de manejo e conservação das espécies.
- Trabalhos científicos produzidos divulgando resultados.

b) Avaliação do impacto dos diversos sistemas de manejo nos recursos pesqueiros locais.

- Avaliação do impacto da pesca, realizada nas duas regiões.
- Resultados incorporados no Diagnóstico da Pesca Artesanal no Estado do Pará apresentado à Secretaria de Pesca e Aquicultura do Pará (SEPAq).
- Fornecimento de subsídios para o desenvolvimento de sistemas de gestão mais eficientes do ponto de vista ecológico, econômico e social.

c) Desenvolvimento de metodologias participativas de monitoramento e avaliação de sistemas de manejo que possam ser implementados pelos usuários.

- Implementação de sistemas comunitários de monitoramento e avaliação para as populações de quelônios, jacarés e pirarucu..
- Comunitários capacitados para usar as metodologias no monitoramento e avaliação dos recursos pesqueiros em comunidades nas duas regiões.
- Possibilidade de incorporação nos planos de manejo/utilização da RDS Piagaçu-Purus e dos Projetos de Assentamento Agroextrativista (PAEs) de Várzea do Baixo Amazonas.

d) Contribuição para o desenvolvimento de sistemas de manejo adaptativo de três grupos de espécies-chave da fauna aquática e sua integração em sistemas integrados de manejo e conservação da várzea em pelos menos duas regiões.

- Sistemas de manejo adaptativo desenvolvidos para três grupos de espécies.

- Iniciativas demonstrativas funcionando nas duas regiões e planos de manejo em fase de elaboração para populações de jacaré-tinga e pirarucu.

e) Contribuição para o aperfeiçoamento das políticas e a estrutura institucional de gestão participativa da várzea.

- Conclusões das análises sendo incorporadas na Instrução Normativa para PAEs de várzea.
- Propostas para uma política estadual de co-manejo pesqueiro apresentadas para a SEPAq.
- Diagnóstico de políticas e instituições de pesca e aquicultura apresentada à SEPAq incluindo recomendações baseadas nesse projeto.
- Técnicos da EMATER e INCRA capacitadOs no co-manejo dos recursos naturais e o manejo integrado do ecossistema de várzea.
- Artigos publicados apresentando resultados.

f) Subsídios técnicos para a elaboração e implementação de uma política de manejo da fauna aquática para fins comerciais.

- Estudos realizados em duas regiões para dois grupos de espécies (quelônios e jacarés), demonstrando potencial para o manejo sustentável.
- Participação no grupo de trabalho de manejo de animais silvestres do IBAMA com o objetivo de elaborar uma política de manejo.
- Planos de manejo sendo elaborados.

g) Análise econômica-ecológica dos principais sistemas de manejo dos recursos naturais da várzea para subsidiar desenvolvimento de sistemas mais eficientes e sustentáveis.

- Análise dos custos e benefícios de dois sistemas de manejo realizados em dois níveis (sistema e família).
- Gargalos identificados que diminuem a eficiência e a sustentabilidade e políticas propostas sendo implementadas para resolver problemas via INCRA e SEPAq.
- Propostas de políticas de fomento a manejo comunitário incluido no Diagnóstico da Pesca do Estado do Pará da SEPAq.

7. Referências Bibliográficas

Crouse, D.T.; Crowder, L.B. & Caswell, H. 1987. A stage-base population model for loggerhead sea turtle and implications for conservation. *Ecology* 68:1412-1423.

Excoffier, L.; Laval, G. & Schneider, S. 2005. Arlequin ver. 3.1: an integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online* 1:47-50.

Falush, D.; Stephens, M. & Pritchard, J.K. 2003. Inference of population structure using multilocus genotype data: linked loci and correlated allele frequencies. *Genetics* 164:1567-1587.

Heppell. S.S.; Crowder, L.B. & Crouse, D.T. 1996. Models to evaluate headstarting as a management tool for long-lived turtles. *Ecological Applications* 6:556-565.

Hrbek, T.; Crossa, M. & Farias, I.P. 2007. Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. *Brazilian Journal of Biology* 67:909-917.

Hrbek, T.; Farias, I.P.; Crossa, M.; Sampaio, I.; Porto, J.I.R. & Meyer, A. 2005. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation* 8:297-308.

Kemenes, A. & Pantoja-Lima, J. 2006. Tartarugas sob ameaça. *Ciência Hoje* 228:70-72.

Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27:209-220.

McGrath, D.; Cardoso, A.; Almeida, O.T. & Pezzuti, J. 2008. Constructing a policy and institutional framework for an ecosystem-based approach to managing the lower Amazon floodplain. *Environment, Development and Sustainability* 10:677-695.

McGrath, D.; Almeida, O.T. & Merry, F.D. 2007. The influence of community management agreements on household economic strategies: cattle grazing and fishing agreements on the lower Amazon floodplain. *International Journal of the Commons* 1:101-121.

Pantoja-Lima, J. 2007. *Aspectos da biologia reprodutiva de* Podocnemis expansa *Schweigger, 1812,* Podocnemis

sextuberculata *Cornalia, 1849 e* Podocnemis unifilis *Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae) na Reserva Biológica do Abufari, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 73p.

Pearse, D.E.; Arndt, A.D.; Valenzuela, N.; Miller, B.A.; Cantarelli, V.H. & Sites Jr., J.W. 2006. Estimating population structure under nonequilibrium conditions in a conservation context: continent-wide population genetics of the giant Amazon river turtle, *Podocnemis expansa* (Chelonia; Podocnemididae). *Molecular Ecology* 15:985-1006.

Pritchard, J.K.; Stephens, M.J. & Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155: 945-959.

Slatkin, M. 1985. Gene flow in natural populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 393-430.

Weir, B.S. & Cockerham, C.C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38:1358-1370.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede MAPEVAM

	Coordenador	Título do Projeto de pesquisa	Instituição
1	David Gibbs McGrath	Análise socio-econômica dos sistemas de manejo participativo no contexto da economia familiar, da comunidade ribeirinha e das políticas e estruturas institutucionais de gestão da várzea	UFPA - PA
2	Izeni Pires Farias	Genética, conservação e manejo da fauna aquática da várzea amazônica	UFAM -AM
3	Juarez Carlos Brito Pezzuti	Manejo integrado de recursos. Manejo integrado da fauna aquática na várzea: pirarucu, quelônios e jacarés	UFPA - PA
4	Victoria Judith Isaac Nahum	Avaliação dos impactos do manejo dos estoques pesqueiros sob diferentes sistemas de gestão	UFPA - PA

Os Custos do Manejo Coletivo da Pesca na várzea do Baixo Amazonas

David G. McGrath[1]; Oriana T. Almeida[1]; Virginia S. Calabria[2]; Tereza Ximenes[1]; Lucilene Amaral[1] & Edna Alencar[1]

[1]Universidade Federal do Pará; [2]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

Pesquisas das últimas duas décadas revelaram os principais fatores influenciando o desempenho de sistemas de manejo dos recursos comuns. No entanto, poucos estudos têm sido realizados sobre os custos de transação envolvidos nesses sistemas de manejo do ponto de vista da comunidade ou da unidade familiar. Conseqüentemente, um fator central no desempenho de sistemas de manejo dos recursos comuns tem sido ignorado. Seguindo Meshkat *et al*. (2006), definimos os custos de transação como "os custos gerados por famílias individuais para participar de reuniões e implementar decisões para fiscalizar os direitos de propriedade comunitário". Nesse trabalho, examinamos os custos para famílias e comunidades de participar em sistemas de manejo coletivos dos recursos pesqueiros e do pirarucu *(Arapaima gigas*) no município de Santarém, baixo Amazonas.

2. Métodos

Esse estudo apresenta resultados de análises de dois tipos de manejo participativo, o sistema regional de co-manejo pesqueiro da região de Santarém e duas iniciativas comunitárias de manejo adaptativo do pirarucu, uma em que a pesca é individual e outro em que a pesca é coletiva (Castello, 2004). No primeiro estudo, os custos do sistema de co-manejo foram calculados separadamente para as comunidades e para os fiscais do Ibama e depois somados para estimar o custo total do sistema de co-manejo. Foram entrevistados Agentes Ambientais Voluntários (AAVs) dos Conselhos Regionais de Pesca do sistema municipal de co-manejo e fiscais da Superintendência Regional do Ibama em Santarém. Nas entrevistas, foram coletados

dados sobre as atividades envolvidas no sistema de co-manejo e o tempo gasto em cada atividade durante o período de um ano. Além do tempo, foram coletados dados sobre os custos financeiros das atividades, incluindo o custo do tempo envolvido. Para estimar o valor do tempo dedicado à atividade, usamos o valor pago a diaristas na comunidade. A estimativa da captura anual municipal foi utilizada uma estimativa baseada em dados da Colônia de Pescadores Z-20. Nos dois casos de sistemas de manejo adaptativos de pirarucu foram coletados dados sobre as regras de participação no manejo do pirarucu, as atividades envolvidas e o tempo gasto em cada atividade. Esse valor foi convertido em reais, utilizando o valor da diária paga na região. Estimativas da produção total de pirarucu foram obtidas do presidente da associação comunitária. No caso do sistema de pesca individual, usamos dados sobre a captura total por pescador para estimar a distribuição da renda da pesca na comunidade e dados do monitoramento da atividade pesqueira para estimar o cálculo da captura por unidade de esforço (CPUE) por pescador.

3. Resultados

Os resultados revelam os altos custos dos dois tipos de sistema. No caso do sistema de co-manejo, os custos totais foram estimados em R$ 1.200.000,00 para o município de Santarém. Desse total, 85%, isto é R$ 1.001.000,00, foram arcados pela comunidade e apenas R$ 198.411,00 pelo IBAMA. Estimamos o valor total da produção pesqueira do município em R$ 9.000.000,00, e o desembarque de pescado em Santarém em R$ 3.000.000,00. O custo da fiscalização das comunidades representa, portanto, 11% do primeiro e 33% do segundo valor. Os custos do sistema de manejo de pirarucu foram estimados em R$ 19.000,00 para a comunidade de Ilha de São Miguel (pesca individual) e R$ 8.000,00 para a comunidade de Santa Maria do Tapará (pesca coletiva). A renda da pesca de pirarucu foi estimada em R$ 39.000,00 e R$ 5.000,00, respectativamente. O lucro líquido da pesca de pirarucu foi de R$ 19.560,00 para a Ilha de São Miguel, enquanto Santa Maria do Tapará sofreu uma perda de R$ 3.640,00. No caso da Ilha de São Miguel, onde a pesca é individual, há uma concentração de renda da pesca de pirarucu em um número pequeno de pescadores. Os primeiros 10 pescadores, 20% do total,

pescaram 60% do total, enquanto os primeiros 20 pescadores respondem por 82%. Esses dois grupos também foram mais produtivos com cálculo da captura por unidade de esforço de R$ 20,30 e R$ 16,00, respectivamente para esses dois grupos, enquanto os dois últimos grupos tiveram um CPUE de R$ 4,30 e R$ 25,10 negativos.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados do estudo mostram o alto custo de sistemas do manejo participativo da pesca em sistemas de co-manejo e de manejo comunitário. Os altos custos para a comunidade exacerbam os problemas gerados pelas deficiências estruturais e operacionais do sistema de co-manejo e ajudam a entender a alta taxa de desistência dos AAVs (McGrath *et al*., 2004 e 2007). Os resultados da análise dos sistemas de manejo do pirarucu também revelam que os custos dos sistemas de manejo adaptativos também são altos. A diferença nos retornos para as duas comunidades, no entanto, se deve a diferenças entre os dois sistemas. No segundo caso, a comunidade define uma cota anual e nesse caso a cota é baixa porque os estoques de pirarucu estão em recuperação. Também a estimativa de custo para as duas comunidades não incluem o tempo gasto na pesca. Como a pesca é individual, no caso da Ilha de São Miguel esse custo é alto. No caso de Santa Maria do Tapará, onde a pesca é coletiva, a captura da cota é realizada em dois ou três dias no período em que o nivel da água nos lagos está no seu menor nível, maximizando, portanto, a produtividade pesqueira. Nos dois casos, o estudo não integra os benefícios adicionais do manejo do pirarucu que incluem a recuperação dos estoques de outras espécies de valor comercial, resultando num aumento da produtividade e da renda da atividade pesqueira nas duas comunidades.

5. Referências Bibliográficas

Castello, L. 2004. A method to count pirarucu *Arapaima gigas*: fisheries, assessment, and management. *North American Journal of Fisheries Management* 24:379-389.

McGrath, D.G.; Cardoso, A. & Sá, E.P. 2004. Community Fisheries and Co-Management on the Lower Amazon Floodplain. In:

Welcome, R. & Petr, T. (Eds.) *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Vol. II. FAO and Mekong River Commission, p.207-222.

McGrath, D.G.; Cardoso, A.; Almeida, O.T. & Pezzuti, J. 2007. Constructing a policy and institutional framework for an ecosystem-based approach to managing the lower Amazon floodplain. *Environment, Development and Sustainability* 10:677-695.

Meshack, C.K.; Ahdikari, B.; Doggart, N. & Lovett, J.C. 2006. Transaction costs of community-based forest management: empirical evidence from Tanzania. *African Journal of Ecology* 44:468–477.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Monitoramento da exploração e avaliação comunitária de populações de quelônios no baixo rio Purus

Jackson Pantoja Lima[1]; George Henrique Rebêlo[2]; Juarez Carlos Brito Pezzuti[3]; Maria do Carmo Gomes Pereira[4]; Adriana Pontes Viana[5]; Jaydione Luiz Marcon[5]; Daniely Félix Silva[6]

[1]Doutorando em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (jacksonpantoja@yahoo.com.br); Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Universidade Federal do Pará; [4]Bolsista do CNPq; [5]Universidade Federal do Amazonas; [6]Doutoranda em Ecologia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro.

1. Introdução

Os quelônios de água doce da família Podocnemididae têm sido um importante recurso alimentar para as populações humanas da América do Sul desde o período pré-colonial (Bates, 1876). Quelônios do gênero *Podocnemis* no rio Purus foram e ainda constituem recursos amplamente utilizados, havendo pesca comercial e de subsistência, coleta de ovos e uma cadeia de comercialização clandestina que distribui os produtos pescados na Reserva Biológica do Abufari (RBA) e entorno até pequenas, médias e grandes cidades da Amazônia Central. Populações de tartaruga (*P. expansa),* iaçá e tracajá na Reserva Biológica do Abufari, município de Tapauá, baixo rio Purus, vêm sendo estudadas desde 1998 com o objetivo inicial de monitoramento de desovas e captura experimental de adultos. Os resultados de monitoramento têm nos mostrado que a população adulta de fêmeas de tartaruga que desovam na praia do Abufari a cada ano parece estável (aproximadamente 2.300 fêmeas/ano), mas a estrutura populacional variando entre anos (Pantoja-Lima, 2007). Diante disto, verificou-se a necessidade de saber qual a estrutura populacional das espécies de quelônios capturadas para o consumo, volume estimado de animais e um balanço financeiro do dinheiro envolvido com esta atividade.

2. Métodos

Área de Estudo

Este estudo vem sendo realizado na RBA (5º22'S e 63º01'W), criada por Decreto Presidencial Nº 8757, em 20 de setembro de 1982, situada no baixo rio Purus, município de Tapauá, Amazonas. Esta Unidade de Conservação (UC) foi criada com o intuito de proteger as populações e áreas de desova de uma única espécie, *Podocnemis expansa*, a tartaruga-da-amazônia. Em toda a área do município, vivem cerca de 20 mil pessoas, distribuídas entre a zona rural e urbana, de forma eqüitativa. A cidade de Tapauá fica a 50 km de distância da RBA, principal área de desova de quelônios no rio Purus.

Avaliação populacional

Com base nos resultados obtidos durante a fase de Diagnóstico Rural Participativo (DRP) quanto à distribuição, rotas migratórias e pesca de quelônios na região, implementou-se um programa de marcação e captura com base no conhecimento dos comunitários, utilizando as técnicas e os apetrechos de pesca típicos da região para captura de quelônios. Assim, as capturas foram executadas com rede capa-saco, redes de cerco e malhadeiras, além da captura de fêmeas no período de nidificação e da biometria e marcação de animais apreendidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Por recomendação dos moradores e com a sua participação efetiva, investimos principalmente na captura com redes capa-saco, que apresenta maior rendimento e que poderia ser utilizada na vazante e na enchente do rio Purus, principalmente nos canais do igarapé do Chapéu e rio Abufari, podendo ainda ser utilizada no canal do rio Purus. Todos os quelônios capturados no estudo foram identificados (marca e lacre), medidos (mm), pesados (g) e posteriormente foram soltos no local de captura.

Monitoramento do consumo

Em todo o município de Tapauá existem 4.088 residências e 19.448 habitantes, de acordo com o IBGE. Em abril de 2007, foram entrevistados moradores de 124 residências urbanas na cidade de Tapauá, com uma freqüência de entrevistas de uma residência a cada 10 em cada rua e percorridas 50% das ruas. As entrevistas foram realizadas com um questionário estruturado com perguntas sobre

número de animais consumidos por espécie e preço unitário pago por espécie.

3. Resultados

Avaliação populacional

Entre os anos de 1998 e 2007, foram marcados 5.556 quelônios, cujos sumários de tamanhos se encontram na Tabela I. Os métodos de captura indicados pelos ribeirinhos (capa-saco e rede de arrasto) apresentaram maiores rendimentos e foram responsáveis pelo maior número de capturas (Tabela I). A razão sexual média por ano para tartarugas e iaçás capturados em redes de arrasto foi 1,81 e 0,70 fêmeas para cada macho da espécie, respectivamente. Para capturas com capa-saco foram observadas 1,33, 0,82 e 0,60 fêmeas por macho, respectivamente. Animais apreendidos apresentaram uma proporção de 5,08, 1,34 e 1,23 fêmeas para cada macho de tartaruga, iaçá e tracajá, respectivamente.

Tabela I. Número (N), Média e Desvio Padrão (M±DP, em milímetros) e intervalo (mínimo e máximo) de comprimento reto da carapaça de quelônios capturados por: pesca experimental*, de fêmeas desovando na praia** e de animais apreendidos pelo IBAMA*** na RBA, no período entre 1998 e 2007.

Técnica	**Tartaruga**			**Iaçá**			**Tracajá**		
	N	M±DP	Intervalo	N	M±DP	Intervalo	N	M±DP	Intervalo
Praia**	196	705±39	573-790	31	263±34	222-351	4	412±45	345-442
Arrasto*	245	423±151	141-845	1377	189±22	129-320	21	327±113	77-440
Capa-saco*	474	357±114	157-742	2322	196±23	105-393	51	324±67	210-440
Malhadeira*	8	246±25	225-300	2	208±25	190-225	7	259±12	237-273
Apreensão***	218	450±200	98-783	429	190±37	72-326	121	295±108	72-427

Monitoramento do consumo

Foram entrevistadas 124 famílias em abril de 2007, que juntas somaram um consumo de 1.102, 169 e 198, iaçás, tracajás e tartarugas, respectivamente. O consumo médio por residência foi 11,2 iaçás, 2,4 tracajás e 2,6 tartarugas naquela estação de verão. Tendo em vista que em anos anteriores (JPL, dados não publicados)

não foi observada diferença entre o consumo médio entre moradores da zona rural e urbana, estimamos que ao todo foram consumidos 56.864 quelônios no município (75% iaçás, 11,5% tracajás e 13,5% tartarugas), durante o ano de 2006. Se considerarmos o número total de residências no município (4.088), a população total (19.442 habitantes) e a média de pessoas por residência (4,76 pessoas), podemos estimar que o consumo per capita foi de 2,92 animais e que o consumo por domicílio foi de 13,91 quelônios/ano. O preço médio de comercialização dos quelônios foi de R$ 2,22±1,27/iaçá, R$ 25,24±9,05/tracajá e R$ 59,81±25,80/tartaruga. Portanto, acreditamos que cerca de R$ 600.000,00 tenham sido utilizados na compra e venda de quelônios, no município de Tapauá em 2006. Apesar de a iaçá ser a principal espécie capturada, a tartaruga representa 63% do volume de dinheiro investido no mercado de quelônios. Com relação ao tamanho dos animais, não foi detectada diferença significativa entre o tamanho daqueles apreendidos pelo IBAMA e os que capturamos nas pescarias experimentais (Tabela I).

4. Discussão e Conclusão

A despeito de diversos trabalhos que não levam em consideração o conhecimento ecológico tradicional dos ribeirinhos, neste estudo a participação ativa de pescadores de quelônios foi fundamental para uma boa avaliação dos estoques das espécies-alvo. Os locais indicados pelos comunitários durante o mapeamento participativo também foram essenciais para a realização do estudo. Apreensões de redes e animais nos canais do rio Abufari e igarapé do Chapéu já mostravam ambos os locais como principais vias de acesso dos quelônios à planície inundável do baixo rio Purus, onde ocorre a maioria das pescarias de quelônios nesta região (Kemenes & Pantoja-Lima, 2006). Ao contrário do que se supunha, não se verificou uma diferença no tamanho dos animais apreendidos e aqueles das pescarias experimentais, um claro indicativo de que os animais estão sendo explorados independentemente do tamanho. Modelos populacionais de quelônios com base em estudos de longo prazo sugerem que um pequeno aumento na mortalidade de subadultos e adultos pode comprometer a viabilidade populacional de longo prazo (Crouse *et al*., 1987; Heppel *et al*., 1996; Sideek &

Baldwin, 1996). Para quelônios amazônicos, a coleta de ovos e a pesca podem provocar o lento declínio das populações, mas faltam estudos que indiquem quais os efeitos do uso sobre as populações das várias espécies sob exploração. Todo este mercado regional é ilegal, o que dificulta o acesso às informações sobre a pesca e a participação dos diferentes atores. A descriminalização do uso de quelônios e de outras espécies nativas da fauna representa um passo fundamental para viabilizar pesquisas participativas e a elaboração de planos de manejo das populações de quelônios na Amazônia.

5. Referências Bibliográficas

Bates, H.W. 1876. *The naturalist on the river Amazon*. London: Murray. 395p.

Crouse, D.T.; Crowder, L.B. & Caswell, H. 1987. A stage-base population model for loggerhead sea turtle and implications for conservation. *Ecology* 68:1412-1423.

Heppell, S.S.; Crowder, L.B. & Crouse, D.T. 1996. Models to evaluate headstarting as a management tool for long-lived turtles. *Ecological Applications* 6:556-565.

Kemenes, A. & Pantoja-Lima, J. 2006. Tartarugas sob ameaça. *Ciência Hoje* 228:70-72.

Pantoja-Lima, J. 2007. *Aspectos da Biologia Reprodutiva de* Podocnemis expansa *Schweigger, 1812,* Podocnemis sextuberculata *Cornalia, 1849 e* Podocnemis unifilis *Troschel, 1848 (Testudines, Podocnemididae) na Reserva Biológica do Abufari, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 73p.

Sideek, S.M. & Baldwin, R.M. 1996. Assessment of the Oman green turtle (*Chelonia mydas*) stock using a stage-class matrix model. *Herpetological Journal* 6:1-8.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, CAPES, FAPEAM, IBAMA, ICMBIO.

Elaboração de proposta de manejo comunitário de jacarés na várzea do baixo Amazonas, município de Santarém/PA

Juarez Brito Pezzuti[1]; Rafael Sá Leitão Barboza[1]; Roberta Sá Leitão Barboza[2] & George Henrique Rebêlo[3]

[1]Universidade Federal do Pará (juca@ufpa.br); [2]Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Universidade Federal do Pará; [3]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

1. Introdução

A região do baixo Amazonas, na qual o ecossistema várzea está inserido, caracteriza-se pelo seu solo extremamente fértil e sua riqueza em biomassa. A fauna local apresenta importante fonte protéica na dieta da população local, porém alguns grupos faunísticos encontram-se sub-explorados devido a fatores culturais (tabus alimentares), e ausência uso direto ou indireto desses animais. Os crocodilianos são um dos grupos mais abundantes e menos aproveitados nos quesitos alimentação e economia, sendo encontradas três espécies nessa região: jacaretinga (*Caiman crocodilus*), jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e jacarepaguá ou tiri-tiri (*Paleosuchus palpebrosus*). A partir de uma viagem inicial para as regiões Aritapera e Tapará, no município de Santarém/PA, verificou-se uma demanda entre as comunidades para a utilização racional, sem desperdício, com aproveitamento econômico dos jacarés diante da morte de vários indivíduos sem nenhuma forma de aproveitamento e da evidência do comércio ilegal. Nesse sentido, considerando a vontade dos comunitários de manejar este recurso de forma sustentável, um plano de manejo comercial de jacarés de caráter participativo vem sendo elaborado com as comunidades da várzea do município de Santarém. Desta forma, segue-se abaixo um histórico das atividades desenvolvidas durante todas as etapas do processo de construção do plano de manejo.

2. Métodos

A área de estudo compreende a várzea do baixo Amazonas e abrange 14 comunidades das regiões Aritapera e Tapará: Pixuna, Santa Maria, Tapará-Miri, Igarapé da Praia, Correio do Tapará, Ilha São

Miguel, Costa do Aritapera, Mato Alto, Água Preta, Carapanatuba, Centro do Aritapera, Enseada do Aritapera, Boca de Cima e Centro do Surubim-Açú. Inicialmente, em maio de 2006, foi realizada em cada comunidade uma dinâmica de grupo focal denominada Mapeamento Participativo, que consiste em uma das ferramentas aplicadas dentro do conjunto de técnicas de pesquisa integrada conhecido como Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (Seixas, 2005). O conjunto de técnicas incluídas permitiu mapear áreas de uso da comunidade e as distribuições, as áreas de vida e os padrões migratórios dos principais recursos faunísticos utilizados e potenciais (jacarés) pelas comunidades, empregando-se para tal o conhecimento ecológico tradicional de seus usuários. Desta forma, esta ferramenta possibilitou o mapeamento das principais áreas de reprodução e dispersão, assim como as respectivas rotas das espécies *C. crocodilus, M. niger* e *P. palpebrosus* nas comunidades estudadas. O DRP também possibilitou identificar e espacializar os conflitos envolvendo os recursos em questão e as demandas de cada comunidade. A partir da demanda apresentada, sobretudo o interesse unânime em manejar as populações de jacarés, foram planejadas oficinas (julho/2006, janeiro e julho/2007 e fevereiro/2008) para capacitação dos comunitários e elaboração de uma agenda de monitoramento comunitário das populações a serem manejadas. Durante as capacitações, foram discutidas noções de biologia e ecologia de jacarés, noções sobre manejo de fauna, práticas para avaliar os estoques e obtenção de dados de estrutura das populações e elaboração de um cronograma de atividades para o verão 2006 e inverno e verão 2007. Os comunitários foram treinados para realizar as contagens de jacarés por meio da metodologia padronizada para estudos de crocodilianos (Brazaitis *et al.*, 1996; Da Silveira & Thorbjarnarson, 1999), que consiste em levantamentos noturnos (contagens) com a utilização de holofotes e botes com motor de popa ou a remo. Os indivíduos são localizados e contados com o auxílio do reflexo dos olhos quando iluminados pelo holofote. A cada indivíduo é feita a aproximação para identificação e estimativa de comprimento total do animal. Durante o treinamento prático, foi realizada captura com identificação, biometria, pesagem, marcação, verificação do sexo e verificação da temperatura cloacal. Variáveis

como microhabitat, corpos d'água, vegetação presente e sítios de reprodução (ninhadas) também foram verificadas. As capturas foram realizadas com um cambão ("catch-all") e laços de cabos de aço, equipamentos freqüentemente utilizados para este fim. A marcação foi efetuada pela remoção de escamas caudais, formando um código de identificação, procedimento comum em estudos de marcação de crocodilianos em todo o mundo (Rebêlo & Lugli, 2001). Também foi estabelecida uma programação de contagens de validação realizadas pelos próprios pesquisadores do projeto, sorteando-se contagens comunitárias para comparação par-a-par.

3. Resultados

Com base no uso do DRP em maio de 2006, foi possível determinar os recursos-alvo a serem trabalhados para o manejo comunitário diante do interesse explicitado pelos comunitários, formalizados em abaixo assinado. A demanda para o manejo de jacaré incluiu, do ponto de vista dos comunitários, duas motivações básicas. A primeira considerou as reclamações sobre o número excessivo de jacarés, os quais estariam prejudicando as pescarias, competindo pelo peixe, destruindo utensílios de pesca e ameaçando as pessoas, causando acidentes e atacando criações domésticas. A segunda parte do fato do numeroso estoque de jacarés já ter sido explorado localmente no passado para produção de mantas de carne salgada (descrita no mapeamento participativo realizado no primeiro semestre de 2006) e algum consumo local. Esta produção ilegal para o mercado informal levou alguns comunitários, através de suas entidades, a pensar na possibilidade de obter ganho econômico com um programa de manejo voltado para a economia legal e formal. Atendendo às demandas das comunidades de pescadores acima descritas, foram reunidos seus representantes nos meses de julho/2006, janeiro e julho/2007 e fevereiro/2008, e realizadas oficinas de capacitação e treinamento em biologia e manejo de jacarés a fim de utilizar esse recurso de maneira sustentável (Tabela I).

Tabela I. Atividades realizadas entre o inverno de 2006 e o verão de 2007.

Período	Atividades desenvolvidas
Mai/06	Viagem exploratória realizada nas comunidades da várzea, incluindo mapeamento participativo, identificação das demandas.
Jul/06	I Oficina de jacarés: capacitação e treinamento.
Jan/07	II Oficina de jacarés: avaliação das contagens, planejamento.
Jul/07	III Oficina de jacarés: avaliação das contagens, planejamento.
Fev/08	IV Oficina de jacarés: avaliação das contagens e plenária final com discussão do plano de manejo informal.

O objetivo geral das oficinas foi capacitar e treinar comunitários em todas as etapas de avaliação dos estoques, incluindo não somente a coleta dos dados, mas a sua posterior análise e interpretação, e também para que os mesmos possam tornar-se multiplicadores e organizadores do programa de manejo de jacarés na região. Em julho de 2006 a primeira oficina foi realizada para capacitar e treinar os comunitários em biologia e manejo de jacarés, incluindo aulas teóricas, práticas orientadas, seminários e discussões em plenária. Após cada prática noturna de contagem, cada grupo organizava na manhã seguinte as informações coletadas na noite anterior e apresentava em seminários para a plenária. As tardes eram utilizadas para discutir sugestões para aprimorar as contagens; obter detalhes sobre os habitats da região; ensinar técnicas para medir, pesar, verificar o sexo e marcar jacarés; tirar dúvidas sobre os índices de densidade; discutir sobre índices de perturbação (proporção de animais que fogem antes de serem identificados) e discutir o cronograma para os próximos meses. Apenas as contagens realizadas com membros da equipe de capacitação e treinamento coletaram dados de estrutura populacional através da produção de estimativas e de capturas para correção das mesmas, contrastando com as contagens realizadas pelos comunitários, que produziram resultados quantitativos apenas quanto ao número e densidade de jacarés nos locais selecionados para as avaliações. Dando continuidade, na segunda e terceira oficinas, realizadas em janeiro e agosto de 2007 respectivamente, as contagens dos comunitários foram avaliadas e

ajustadas com as validações. Os comunitários observaram a estrutura populacional e densidade dos jacarés nos corpos hídricos das regiões, aperfeiçoaram as técnicas de contagem, sistematizaram relatos sobre acidentes, ataques e prejuízos relacionados a jacarés e fizeram novos planejamentos de contagens. As validações, para os comunitários, também serviram para exercitar o conjunto de procedimentos-padrão mínimos para as contagens noturnas. Durante a Terceira Oficina, realizada em julho de 2007, a convidada Sônia Canto, da Secretaria de Produção Rural (SEPROR) do Estado do Amazonas apresentou a experiência do programa de manejo comunitário de jacarés da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Mamirauá, pioneira no manejo de jacarés em vida livre no Brasil. Em fevereiro de 2008 realizou-se a Quarta Oficina, com a participação de um representante da Colônia de Pescadores Z-20, do Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia (IPAM) e da Secretaria de Estado de Pesca e Aqüicultura (SEPAq). Na ocasião foram realizadas novas contagens e avaliações dos produtos das contagens anteriores e um balanço avaliando todo o trabalho realizado. Foram debatidos, em plenária, temas como abate, mercado de carne e couro e discussão do plano de manejo para distintos cenários (controle, experimental e comercial). Na plenária final da oficina, ficaram decididas algumas metas e responsabilidades, cabendo aos comunitários realizar as contagens e o registro de abates, apresentar a discussão da oficina aos comunitários em geral e procurar mercados para outros produtos como dentes e osteodermas. Aos pesquisadores coube a responsabilidade de realizar as contagens de validação, realizar oficinas, analisar todos os resultados, confeccionar o plano de manejo, procurar outras fontes potenciais de mercado e custear os materiais de consumo para continuação do monitoramento comunitário. Na Tabela II, pode-se observar as comunidades e seus representantes participantes das oficinas, e em evidência, o decréscimo do número de participantes das comunidades nas mesmas.

Tabela II. Número de participantes de cada comunidade por oficina.

Comunidades	I Oficina Jul/06	II Oficina Jan/07	III Oficina	IV Oficina Fev/08
Pixuna	2	2	-	-
Santa Maria	3	-	-	-
Tapará-Miri	3	3	-	-
Igarapé da Praia	1	-	-	-
Correio do Tapará	2	-	-	-
Ilha São Miguel	3	2	2	-
Costa do Aritapera	3	1	-	-
Mato Alto	-	2	-	-
Água Preta	-	3	2	5
Carapanatuba	3	3	-	-
Centro do Aritapera	4	3	2	-
Enseada do Aritapera	4	8	-	-
Boca de Cima	2	-	-	-
Centro do Surubim-açu	1	-	-	-

4. Discussão e Conclusão

A formulação do Plano de Manejo Informal (PMI) de jacarés na várzea de Santarém teve como objetivos estabelecer metas, indicadores, atividades, tarefas, épocas, regras, vigilância comunal e sanções, a partir da demanda já existente para manejar jacarés em algumas comunidades da várzea de Santarém. O plano de manejo em questão foi idealizado para que sua formulação fosse resultado de pesquisa participativa em sistema de co-manejo, que além das demandas locais e integração com projetos de pesquisa especializados, necessita de articulação política com entidades locais e instituições governamentais e não governamentais. Com base nisso foram convidados representantes de instituições parceiras e interessadas, como a Colônia de pescadores Z-20, SEPAq, IPAM e MOPEBAM (Movimento dos Pescadores do Oeste do Pará e Baixo Amazonas). Embora tenha ocorrido a redução do número de

comunidades dando prosseguimento ao programa e do número de participantes nas oficinas, os contadores que permaneceram, assim como os que foram sendo incorporados ao processo, demonstraram grande avanço no uso da metodologia aplicada. A redução considerável da participação das comunidades nas oficinas pode estar ligada a fatores como participação voluntária sem remuneração e descrença nos resultados concretos. As áreas que deverão ser manejadas foram escolhidas na plenária através da discussão e decisões consensuais, onde foram considerados os principais indicadores biológicos (densidade de jacarés, número de jacaré por área, número de jacarés total, índice de perturbação e a estrutura populacional de cada espécie) e relatos de interações com jacarés (destruição de artefatos de pesca, competição pelo pescado, competição pela caça, ataques a animais domésticos e acidentes com humanos). A escolha de áreas a serem manejadas baseou-se no modelo fonte-dreno, no qual algumas áreas (1) servirão como fonte de produção de jacarés abastecendo outras áreas (2) onde serão feitas as pescarias dos animais. Baseando-se na análise conjunta dos dados das amostragens da estação seca, voltadas para verificação do maior número possível de jacarés a serem avistados e identificados, e da estação chuvosa, onde devem ser observadas e identificadas ninhadas de jacarés obtendo-se informações sobre áreas importantes para reprodução dos jacarés, juntamente com a integração desses dados com as informações dos relatos de interações com jacarés, ficou definido que as espécies jacaretinga (*Caiman crocodilus*) e jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) podem e devem ser manejadas. Como produto da Quarta Oficina, pretende-se apresentar uma proposta de manejo de jacarés para a região e encaminhá-la a consultores especialistas em ecologia e manejo de jacarés (George Rebêlo - INPA, Sônia Canto - SEPROR/AM, Ronis da Silveira - UFAM) para que a mesma seja avaliada e, em seguida, apresentada aos comunitários e encaminhada ao IBAMA.

5. Referências Bibliográficas

Brazaitis, P.; Rebelo, G.H.; Yamashita, C.; Odierna, E.A. & Watanabe, M.E. 1996. Threats to Brazilian crocodilian populations. *Oryx* 30:275-284.

Da Silveira, R. & Thorbjarnarson, J.B. 1999. Conservation implications of commercial hunting of black and spectacled caiman in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Brazil. *Biological Conservation* 88:103-109.

Rebêlo, G.H. & Lugli, L. 2001. Distribution and abundance of four caiman species (Crocodilia: Alligatoridae) in Jaú National Park, Amazonas, Brazil. *Revista de Biologia Tropical* 49:1019-1033.

Seixas, C.S. 2005. Abordagens e técnicas participativas em gestão de recursos naturais. In: Vieira, P.F.; Berkes, F. & Seixas, C.S. *Gestão Integrada e Participativa de Recursos Naturais: Conceitos, Métodos e Experiências.* Florianópolis: Secco/APED, p.73-105.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, IPAM, FINEP.

Avaliação dos impactos do manejo dos estoques pesqueiros sob diferentes sistemas de gestão

Victoria J. Isaac Nahum[1]; Cláudia Pereira de Deus[2]; Morgana C. de Almeida[3]; Mauricio C. Zorro[4]; Claudemir Oliveira da Silva[5]; Regina G. Pinheiro[6]; Álvaro Batista de Sousa Jr[7]; José Leocyvan G. Nunes[7]; Michel F. Catarino[2] & Roseilza do Vale[2]

[1]Universidade Federal do Pará; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Mestranda em Ecologia, Universidade Federal do Pará; [4]Centro Federal de Educação Tecnológica, Pará; [5]IARA/IBAMA; [6]Mestranda em Direito Ambiental, Universidade Estadual do Amazonas; [7]Acadêmicos da Universidade Federal do Pará.

1. Introdução

Os sistemas de co-manejo dos recursos pesqueiros na Amazônia representam novas experiências de gestão dos recursos naturais, os quais tradicionalmente foram tratados como de responsabilidade do governo, e com medidas que surgiram de forma centralizada. Ainda há duvidas, porém, se esse novo modelo de gestão traz benefícios para as comunidades e para o meio ambiente. O presente projeto objetivou estudar os impactos da implantação de sistemas participativos de manejo, comparando locais nos quais foram evidentes diferenças na sua aplicação.

2. Métodos

Para esse objetivo escolheram-se duas áreas diferentes de trabalho em cada uma das regiões de estudo da sub-rede (Baixo Purus e Baixo Amazonas). As áreas de Tapará (com acordos de pesca bem estabelecidos) e Urucurituba (há acordos, mas com pesca comercial dominante e pouca governança), no Baixo Amazonas, e as áreas de Ayapuá (Reserva de Desenvolvimento Sustentável em implantação) e Uauaçu (entorno da Reserva) no Baixo Purus, foram estudadas, sendo ainda escolhidas duas comunidades em cada uma dessas áreas e duas áreas de pesca. Foram aplicadas três metodologias básicas: i) estudo da integridade da ictiofauna, através da estimativa de indicadores, que refletem a estrutura e complexidade da comunidade;

ii) análise das capturas dos moradores de cada região e da produtividade da sua atividade de pesca; e iii) consumo de pescado, em relação a outros alimentos de origem protéica. Para o estudo da integridade da ictiofauna, foram realizadas quatro campanhas de pesca experimental, seguindo as alterações do ciclo hidrológico (seca, enchente, cheia e vazante). Nestas campanhas, foram colocadas quatro baterias de seis redes de malha cada, com malhas 4, 6, 7, 10, 12 e 18 cm entre nós opostos, no período entre as 17:00 h da tarde e aproximadamente 09:00 h da manhã seguinte. Esta seqüência foi aplicada em dois lagos, em cada região focal: Baixo Purus e Baixo Amazonas. A captura e produtividade média dos moradores das comunidades foram analisadas com base em coletas feitas pelos próprios pescadores durante sete dias consecutivos, nos quatro períodos do ano. Nesses dias, a produção por espécie foi registrada, com auxílio de balanças do tipo dinamômetro, bem como o tempo de pesca e o apetrecho utilizado. Aproximadamente 20 pescadores por região foram engajados nesta atividade (cinco por comunidade). O consumo de alimentos de origem protéica foi estudado com base em coletas realizadas pelos próprios comunitários, sendo pesados e anotados todos os alimentos protéicos ingeridos pela família, em todas as refeições durante sete dias consecutivos, em cada período do ano, com auxílio de uma balança de cozinha simples. Ao todo, 20 famílias por região foram engajadas nesta atividade, sendo cinco por comunidade.

3. Resultados

Os acordos dos lagos do Baixo Amazonas possuem várias regras de controle do esforço, sendo a principal restrição a proibição do uso de redes de malha nos períodos considerados de maior risco, como durante a seca. Já na RDS do Purus, o Plano de Manejo da reserva delimitou setores os quais tem diferentes formas de uso, sendo alguns e proteção integral, outros para subsistência e, por último, algumas áreas de uso comercial. Estas regras visam, dentre outros, evitar os inúmeros conflitos que tradicionalmente são observados nessa área pelo uso dos recursos naturais e pesqueiros. Na região do Baixo Amazonas, foram encontradas 155 espécies de peixes nas coletas de pesca experimental. Dessas espécies, 119 ocorreram no

lago Aramanaí, na região de Urucurituba, e 117 no lago Curiquara, na região do Tapará. O índice de diversidade variou entre estações do ano e lagos, entre um máximo de 4,79 na vazante de Aramanaí e 3,37 na seca do mesmo lago. Os valores médios foram mais altos no lago Curiquara, onde consideramos que o manejo teve maior sucesso. Para o Baixo Purus, foram registradas 125 espécies nas coletas de pesca experimental, sendo 104 espécies na região de Ayapuá, dentro da reserva e 89 em Uauaçu, no entorno da mesma. O índice de Shannon variou entre um máximo de 4,40 na vazante dos lagos de Ayapuá a 1,30 na cheia de Uauaçu. A ingestão média de proteína animal pelos pescadores e moradores da região do Baixo Amazonas foi de 568 g.*per capita*.dia^{-1}. O pescado destaca-se como o item mais consumido, com 421 g.per *per capita*.dia^{-1}, seguido da carne de frango, com 57 g. *per capita*.dia^{-1}, e a carne de gado, com 51 g. *per capita*.dia^{-1}. No Purus, observou-se uma maior taxa de consumo diário de proteína: 792 g. *per capita*.dia^{-1}. O pescado é também a principal fonte de alimento protéico, com 550 g. *per capita*.dia^{-1}, seguido da caça, com 180 g. *per capita*.dia^{-1}. Outros alimentos, como frango e carne, não possuem a mesma importância que o Baixo Amazonas, provavelmente devido à distância das localidades das grandes cidades. Não existem diferenças no consumo de proteína entre comunidades e entre estações do ano, indicando que o consumo de pescado é independente das formas de manejo. O pescado representa cerca de 70% em peso de toda a proteína consumida. A freqüência de consumo de pescado por estas comunidades é de seis dias na semana. Em Santarém, no Baixo Amazonas, a captura de pescado pelas comunidades demonstrou render em média 10 kg por pescador e por dia de pesca, sendo de 4,5 kg para a região do Tapará, onde os acordos de pesca funcionam melhor e de 16 kg para a região de Urucurituba, onde domina a pesca comercial. Na região do Tapará, das 39 espécies capturadas, 15 correspondem a 81% de toda a captura. Conclui-se que os pescadores das regiões com acordos atuam sobre uma diversidade maior de recursos pesqueiros, capturando um número maior de espécies, mas em menor quantidade (só para subsistência). Já na região de Urucurituba, das 36 espécies capturadas apenas 6 correspondem a 78% de toda a captura, já que são pescarias com finalidade comercial, principalmente para a

captura do mapará. Para o Baixo Purus, o rendimento médio da pesca foi de 21 kg por pescador por dia. Em Uauaçu, a média foi de 11 kg por pescador e por dia de pesca, sendo o tucunaré e o acará as principais entre as oito espécies capturadas. Na região de Ayapuá o rendimento médio diário foi de 22 kg por pescador, sendo o pirarucu, acará e tucunaré as mais representativas de um total de 20 espécies nas capturas. Os níveis de governança ficaram evidentes na análise dos dados sobre o uso de artes de pesca no Baixo Amazonas. Na região do Tapará, 46% de toda a produção é capturada com redes de malha, sendo que sua utilização é reduzida durante o período de proibição desta arte, imposto pelo acordo de pesca local. Já na região de Urucurituba, onde a pesca comercial é dominante, os acordos também proíbem as redes, porem eles não são cumpridos e 72% da produção é capturada por essas redes, sendo que seu uso se mantém quase constante ao longo do ano. Concluindo e considerando a maior diversidade encontrada nos lagos com manejo, tanto nas capturas da pesca das comunidades, como na pesca experimental, percebe-se que, seja na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Baixo Purus, como nos lagos com acordos de pesca funcionando, no Baixo Amazonas, o manejo descentralizado tem efeitos positivos sobre a conservação dos ambientes aquáticos e sobre a pesca aumentando a riqueza e diversidade de espécies. Contudo, nos locais onde domina a pesca comercial, isto conduz a uma exploração mais intensa e seletiva dos recursos, o que gera uma maior produtividade por pescador, a qual deverá ser traduzida em maior renda provinda da pesca. A pesca comercial e os interesses de comercialização dos produtos da pesca também induzem ao descumprimento dos acordos comunitários ou formas de co-manejo, criando conflitos sociais internos. Assim, para o manejo participativo ser bem sucedido, devem ser consideradas fontes alternativas de renda, que compensem as restrições estabelecidas pela conservação dos peixes, facilitando mecanismos de controle interno e de governança.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Artigo-síntese da sub-rede PROPEIXE

Conservação e manejo de espécies de peixes de água doce da Amazônia - PROPEIXE

Vera Maria Fonseca de Almeida e Val[1]; Adalberto Luís Val[1]; Maria Nazaré Paula da Silva[1]; Alzira Miranda de Oliveira[1]; Maria Angélica Correa Laredo[1]; Raquel Abecassis[1]; Jeú Leandro Gonçalves Pinto[1]; Sergio Ricardo Nozawa[2]; Iracilda Sampaio[3]; Cleusa Suzana Araújo[2]; Paulo Henrique Rocha Aride[2] & Maria Claudene Barros[4]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (veraval@inpa.gov.br); [2]UniNiltonLins; [3]Universidade Federal do Pará; [4]Universidade Estadual do Maranhão.

A aqüicultura é uma atividade milenar e, apesar disso, ainda é desenvolvida com base em metodologias muito antigas, sem qualquer controle biológico, tecnológico dos indivíduos parentais e da prole. Além do mais, é uma atividade que polui o ambiente, pode causar danos na biodiversidade se for realizada com espécies exóticas e pode levar a danos na população consumidora se o peixe for criado em ambiente poluído por metais. Na Amazônia, a piscicultura foi bastante desprezada porque os estoques pesqueiros são muito volumosos: quantidade de peixe por área, isto é, grandes cardumes e alta disponibilidade em lagos de várzea e igapós. Ainda, há uma diversidade de espécies comercializáveis que, na opinião de muitos, dispensaria a criação em cativeiro. Apenas recentemente, com a diminuição de algumas espécies em torno das grandes cidades e com a diminuição do tamanho das espécies capturadas é que a população tem atentado para o fato de que há necessidade de criar algumas espécies como o tambaqui, o pirarucu e o matrinxã. Além dessas espécies, há o tucunaré que, juntamente com o pirarucu, são os peixes mais apreciados da região. O pirarucu e o tambaqui estão entre os peixes mais ameaçados por sua escassez e diminuição do tamanho médio ofertado no mercado. Todas essas espécies ainda não têm sua reprodução em cativeiro dominada e tanto o pirarucu como o

tucunaré têm o agravante de serem carnívoros, o que dificulta e encarece sua criação. Pensando nisso e para mudar a prática de jogar alguns peixes num pequeno lago ou tanque e deixar que se criem sem nenhum acompanhamento, a rede PROPEIXE foi idealizada com projetos que pudessem iniciar estudos gerando resultados aplicáveis à prática de piscicultura. Em todos os projetos, procuramos combinar esses fatores com técnicas modernas de biologia molecular, genética populacional, metabolismo nutricional e fisiologia hematológica para identificar genes, identificar as populações geneticamente, melhorar o desempenho dos animais com alimentos oriundos de subprodutos naturais da Amazônia, caracterizar animais com problemas patológicos a fim de melhorar a reprodução, acelerar o crescimento e aperfeiçoar o ganho de peso das quatro espécies.

Nossos objetivos foram desenhados para subsidiar a atividade de aqüicultura. Todos os projetos se complementaram e, de alguma maneira, geraram resultados importantes como subsídios para essa atividade. A perspectiva de geração de produtos para criadores e para geradores de políticas públicas é muito boa e poderá ocorrer em futuro próximo. Os dados gerados em todos os projetos trouxeram respostas importantes para a criação de todas as espécies. Em suma, nossos objetivos foram:

1) Obter conhecimentos científicos sobre a genética, a sanidade e as respostas fisiológicas após a preparação de alimentos alternativos para espécies de peixes cultiváveis na Amazônia;
2) Buscar a prática de uma piscicultura sustentável na Amazônia do ponto de vista socioeconômico e ambiental;
3) Propor novas metodologias para a criação de peixes na Amazônia que reduzam o custo ambiental e econômico e proporcionem melhor sustentabilidade social; e
4) Integrar informações obtidas nos diferentes projetos de pesquisa, que compõem a sub-rede, visando o manejo sustentado de populações de peixes de água doce da Amazônia.

Para o alcance destes objetivos, além do desenvolvimento dos projetos, algumas outras ações foram desenvolvidas, tais como (i) levantamento do estado da arte da piscicultura no estado do Amazonas; (ii) aplicação de questionários para a avaliação das necessidades relacionadas ao melhor desenvolvimento da atividade

na região; (iii) oficinas de treinamento e instrução para criadores; (iv) Cursos e Treinamento (FRH) em metodologias modernas para estudantes de pós-graduação.

Os resultados dos projetos podem ser observados nos resumos apresentados para cada projeto. Entretanto, podemos sumariá-los afirmando que foram identificados índices hematológicos que podem servir de diagnóstico para pirarucus parasitados facilitando o acompanhamento da saúde dos animais em tanques de piscicultura; foram testadas e selecionadas rações modificadas com subprodutos naturais da Amazônia, as quais mostraram bons rendimentos e melhoria na obtenção de filés com melhor composição protéica. Na área de genética da conservação, foram identificadas as principais espécies de tucunaré criadas em açudes em dois estados do nordeste e na bacia do rio Paraná, onde essas espécies são exóticas, mas fontes importantes de alimento/lazer para as populações locais; foi confirmada a hipótese de alta variabilidade e alto fluxo gênico entre as populações de tambaqui ao longo de sua área de distribuição e do pirarucu em áreas naturais propriamente manejadas. Além disso, a rastreabilidade da carne de tambaqui e dos seus híbridos com pirapitinga foi alcançada e isso pode ser de grande utilidade para usuários e para solução de problemas legais na comercialização do pescado. Quanto aos estudos sobre transcriptômica e proteômica, pudemos reconhecer genes importantes para o crescimento e reprodução de indivíduos adultos das espécies estudadas bem como verificar que, quando adultos, o desenvolvimento de maior capacidade de defesa (expressão de genes e proteínas anti-estresse e ligados ao sistema imunológico) pode ser importante para os criadores de peixes, pois tais espécies demandam um maior cuidado com indivíduos jovens e isso parece ser uma regra geral dentre as espécies estudadas.

Quanto à caracterização da piscicultura no estado do Amazonas podemos resumir os resultados obtidos na tabela abaixo. Esses números referem-se a 60 dos 62 municípios do Estado, uma vez que apenas dois deles não praticam a atividade.

Infra-estrutura de Produção	Número	Freqüência (%)	Sistema de Manejo
Viveiros de Barragem	428	75,09	Extensivo e semi-intensivo
Tanques convencionais	86	15,09	Semi-intensivo e Intensivo
Tanques-rede	28	04,91	Intensivo
Canal de igarapé	9	01,58	Super-intensivo
Alvenaria	14	02,45	Intensivo e Super-intensivo
Aquários	5	00,88	Intensivo
TOTAL	570	100,00	

As espécies mais cultivadas são o tambaqui, seguido do matrinxã e do pirarucu. O tucunaré aparece em posição muito distante, após a criação de quelônios, peixes ornamentais, e outras espécies menos comercializáveis. Como já mencionado, a importância da criação de tucunaré é muito maior no nordeste do que no norte do Brasil.

O trabalho de levantamento de necessidades e problemas apontou para diversas demandas por assistência técnica, sendo que o que pudemos depreender foi que a falta de planejamento da atividade e a falta de instrução são os principais entraves para que a atividade seja desenvolvida com maior ganho socioeconômico e para que se torne ambientalmente sustentável.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, INPA, UniNiltonLins, UFPA e UEMA.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da Sub-rede PROPEIXE

	Coordenador	Título do projeto de pesquisa	Instituição
1	Cleusa Suzana Oliveira de Araujo	Sanidade e ictiopatologia do pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivado na Amazônia: qualidade da água e estresse ambiental	Centro Universitário Nilton Lins - AM
2	Maria Claudene Barros	Caracterização e manejo genético de populações naturais e artificiais de tucunarés	UEMA - MA
3	Maria Iracilda da Cunha Sampaio	Viabilidade genética de populações artificiais de peixes da bacia amazônica com base em populações naturais	UFPA - PA
4	Paulo Henrique Rocha Aride	Alternativas para alimentação de peixes da Amazônia: uso de subprodutos agroflorestais e resíduos de pescado	Centro Universitário Nilton Lins - AM
5	Vera Maria Fonseca de Almeida e Val	Aplicação de técnicas modernas na manutenção de peixes em cativeiro: genômica e proteômica do crescimento de tambaqui, matrincha, pirarucu e tucunaré	INPA - AM

Metazoários e protozoários parasitas do pirarucu, *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimatidae), cultivado em uma piscicultura semi-intensiva na Amazônia Central, Brasil

Cleusa Suzana Oliveira Araújo[1,2]; Marcos Tavares-Dias[3]; Ana Lúcia Gomes[1,4]; Sanny Maria Sampaio Andrade[1]; Andréia Belém-Costa[4]; João Tito Borges[5]; Hellen Emilia Menezes de Souza[1]; Marieta Nascimento Queiroz[6] & Gabriela Viana[6]

[1]Centro Universitário Nilton Lins; [2]Universidade do Estado do Amazonas; [3]Embrapa Amapá; [4]Universidade Federal do Amazonas; [5]Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica; [6]Acadêmica de Biologia, Centro Universitário Nilton Lins.

1. Introdução

O pirarucu, *Arapaima gigas* Schinz, é um peixe Osteoglossiforme com respiração dupla, que ocorre somente na America do Sul. Este peixe chega a medir cerca de três metros de comprimento e pesar 200 kg (Gomes *et al*., 2006). Na natureza, os peixes albergam pelo menos uma espécie de parasito, que raramente é fatal para o hospedeiro, pois a intensidade parasitaria é mantida sob controle pelo sistema imunológico (Silva-Souza *et al*., 2006; Thatcher, 2006). Assim, visando conhecer as distintas estratégias usadas pelos diferentes grupos de parasitos, seus aspectos zoológicos e ecológicos, estudos realizados no rio Solimões relataram a presença dos Monogenoidea *Dawestrema cycloancistrium* Price & Nowlin; 1967; *D. cycloancistrioides* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1985 e *D. punctatum* Kritsky, Boeger & Thatcher, 1985 nas brânquias de *A. gigas* (Kritsky *et al*., 1985) e dos Nematoda *Procamallanus rarus* Travassos, Artigas e Pereira, 1928; *Goezia spinulosa* Diesing, 1839; *Terranova serrata* Drasche, 1884; *Camallanus tridentatus* Drasche, 1884 e *Caballerotrema arapaimense* Thatcher, 1980, no estômago (Gomes *et al*., 2006). Os peixes respondem ao estresse de forma a refletir a severidade e a duração do estressor. As respostas ao estresse são divididas em três categorias: primária, secundária e terciária. As respostas primárias são as hormonais; as secundárias são mudanças

nos parâmetros fisiológicos e bioquímicos; e as terciárias são o comprometimento no desempenho, mudanças no comportamento e aumento da suscetibilidade a doenças (Brandão *et al*., 2006). Estudos com prevalência e intensidade de parasitos durante o desenvolvimento de *A. gigas,* bem como a resposta fisiológica do hospedeiro ao parasito no meio natural, são raros; em piscicultura, inexistentes. Portanto, esta pesquisa trouxe informações que contribuem para programas de desenvolvimento sustentável, bem como monitoramento e análise das causas de ocorrência de doenças e dados epidemiológicos no Estado do Amazonas.

2. Métodos

Os exemplares de peixes foram coletados durante 18 meses em uma propriedade comercial que cultiva o pirarucu em sistema semi-intensivo, em Manacapuru, Amazonas. Após a captura, foram tomadas as medidas biométricas do peixe e, em seguida, adotadas as metodologias de coleta de parasitas e sangue. Após a coleta dos peixes, foi feito raspado de pele e de brânquias. Em seguida foram retiradas as brânquias, as fossas nasais, o trato digestivo, e fixados em formol a 10% para possível detecção de parasitos. Para identificação dos parasitos, foram utilizadas as metodologias descritas por Martins (1998) e Eiras *et al.* (2000). Foram coletados exemplares com diferentes intervalos de comprimento, para poder determinar as variações nos índices de infecção/infestação em função do crescimento do peixe (Bush *et al*., 1997). Após a coleta, o material foi transportado para os laboratórios. As amostras de sangue foram coletadas de cada animal por punção do vaso caudal. Este sangue destinou-se à determinação de parâmetros hematológicos, lactato e obtenção de plasma.

3. Resultados

Foram coletados 210 peixes no período de 18 meses de coleta e analisados 190. Neste período, os peixes tiveram o tamanho médio variando de 10,7 a 42,8 cm e apresentaram altos índices parasitários nas brânquias pelos monogenéticos pertencentes às espécies *Dawestrema cycloancistrioides* e *D. cycloancistrium.* No primeiro mês de coleta, a intensidade média foi de 0,6 parasito por peixe; após

um ano, os peixes com tamanho médio de 42,8 cm apresentaram intensidade média de 650,4 parasitos por peixe. A abundância durante este período variou entre os meses de coleta. Contudo, a prevalência tendeu a uma estabilidade após o quinto mês, quanto atingiu 100%. Além dos monogenéticos, os peixes estavam infectados por *Trichodina* sp. (protozoário), Argulidae (crustáceo) e *Ictiobodo* sp. (protozoário), nas prevalências de 9,1, 2,7 e 19,1, respectivamente. Na fase juvenil, nos primeiros seis meses de coleta, verificou-se baixa ocorrência de outros grupos de parasitos. Os peixes estavam infectados na pele por Monogenéticos, *Trichodina* sp., Argulidae e *Ictiobodo* sp., nas prevalências 36,4, 69,0, 0,9 e 0,9, respectivamente; no trato intestinal, por Nematoda distribuídos em *Terranova serrata, Camallanus tridentatus* e *Goezia spinulosa*, nas prevalências, 2,7, 4,5 e 5,4, respectivamente. O estresse causado pelo parasitismo foi evidenciado por meio das alterações fisiológicas em nível das constantes hematológicas, quanto se verificou que os peixes não parasitados apresentaram diferença significativa em nível de trombócitos totais (µL), com 9967±10364, quando comparados aos parasitados, com 16288±11080; os neutrófilos (µL), não-parasitados com 901,9±1099,2 e parasitados com 316±305; eosinófilos (µL), não-parasitados com 1358±1423 e parasitados com 848±800. Os demais parâmetros bioquímicos não apresentaram diferenças significativas quando comparados os peixes não-parasitados com os parasitados.

4. Discussão e Conclusão

O desenvolvimento de técnicas para o controle de parasitoses passa pela necessidade do diagnóstico da situação epidemiológica e sanitária dos estabelecimentos de cultivo, para que se possa interferir de forma eficiente no processo (Tavares-Dias *et al*., 2006) e melhoria da qualidade do pescado produzido. Em alevinos de pirarucus cultivados semi-intensivamente houve elevada ocorrência de Monogenoidea e *Trichodina*, seguida por Argulidae, *Ictiobodo* sp. e nematóides, parasitos também descritos para outras espécies de peixes cultivados no Brasil (Martins *et al*., 2002; Piazza *et al.*, 2006; Tavares-Dias *et al*., 2006; Lemos *et al*., 2007). Porém, no tegumento de *A. gigas* a maior prevalência e intensidade foram de *Trichodina*,

seguida por Monogenoidea, enquanto nas brânquias ocorreu o inverso. A ocorrência de *Argulus* sp. e *Dolops discoidalis* em *A. gigas* foi feita por Thatcher (2006). Portanto, esta elevada prevalência e intensidade de infecção por Monogenoidea e protozoário se devem à predileção destes parasitos por este tipo de ambiente. Somente três espécies de Monogenoidea são conhecidas infectando *A. gigas* de ambiente natural: *D. cycloancistrium*, *D. cycloancistrioides* e *D. punctatum* (Kritsky *et al*., 1985), mas neste mesmo hospedeiro coletado de cultivo semi-intensivo foram encontradas somente *D. cycloancistrioides* e *D. cycloancistrium*. Contudo, no tegumento houve ocorrência somente de *D. cycloancistrium*, enquanto nas brânquias foram encontradas *D. cycloancistrioides* e *D. cycloancistrium*. Possivelmente, esta preferência sugere competição intraespecífica na organização desta comunidade de monogenético. Em *A. gigas*, o nível de infecção branquial por *D. cycloancistrioides* e *D. cycloancistrium* foi positivamente correlacionado com o comprimento total dos hospedeiros. Similarmente, outros estudos também descrevem correlação entre o comprimento do hospedeiro e os níveis de parasitismo (Sasal *et al*., 1999; Marques & Cabral, 2007). Sasal *et al*. (1999) destacam que a riqueza parasitária de Monogenea específico estava provavelmente com o tamanho do hospedeiro. Os nematóides são parasitos mais comuns em peixes de água doce, têm ciclo de vida complexo, necessitando de dois ou mais hospedeiros para completar seu ciclo de vida. Assim, os peixes podem servir de hospedeiros definitivos ou intermediários. Quando hospedeiros definitivos, os vermes adultos parasitam principalmente o seu trato digestório, mas também podem ser encontrados em todos os órgãos e estruturas. Quando hospedeiros intermediários, as formas larvais podem permanecer encistadas ou migrar em direção a diversos órgãos, provocando lesões. Os prejuízos causados no hospedeiro são bastante variáveis, dependendo da espécie de nematóide, dos órgãos atacados e da intensidade de infecção (Thatcher, 2006). No estômago de *A. gigas* de ambiente natural, foi descrita a ocorrência de quatros espécies de nematóides, o *P. rarus* (10,2%), *G. spinulosa* (65,8%), *T. serrata* (80,4%) e *C. tridentatus* (0,41%), mas somente *P. rarus* e *C. tridentatus* são específicos para este hospedeiro (Gomes *et al*., 2006).

Porém, em *A. gigas* coletados em viveiros de cultivo semi-intensivo, somente os nematóides (25,0%) *G. spinulosa* e *C. tridentatus* foram encontrados no intestino deste hospedeiro. Este estudo foi o primeiro a descrever a infestação parasitária em piscicultura para *A. gigas*. Os resultados indicam alta prevalência e abundância dos Monogenea *D. cycloancistrioides* e *D. cycloancistrium* e do protozoário *T. fariai*, elementos importantes para definição das condições de saúde do cultivo de peixes e dados relevantes de epizootias, que podem refletir em perdas econômicas na aqüicultura. Altas taxas de infestações parasitárias podem ser diagnosticadas usando-se as alterações hematológicas.

5. Referências Bibliográficas

Brandão, F.R.; Gomes, L.C.; C. & Campos, E. 2006. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. *Acta Amazonica* 36:349-356.

Bush, A.O.; Lafferty, K.D.; Lotz, J.M. & Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al*. revisited. *Journal of Parasitology* 83:575-583.

Gomes, A.L.; Santos, M.S.; Costa, A.B.; Correa, M.V. & Varella, A.B. 2006. Riqueza de helmintos parasitos do estômago de pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) coletados na reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, Amazonas (Brasil). In: *IV Congresso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*. CIVA2006 (www.civa2006.org), p. 891-895.

Eiras, J.C.; Takemoto, R.M. & Pavanelli, G.C. 2000. *Métodos de estudo e técnicas laboratoriais em parasitologia de peixes*. Maringá: Eduem. 171p.

Kritsky, D.C.; Boeger, W.A. & Thatcher, V.E. 1985. Neotropical Monogenea. 7. Parasites of the pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier), with descriptions of two new species and redescription of *Dawestrema cycloancistrium* Price and Nowlin, 1967 (Dactylogyridae: Ancyrocephaline). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 98:321-331.

Lemos, J.R.G.; Tavares-Dias, M.; Sales, R.S.A.; Nobre Filho, G.R. & Fim, J.D.I. 2007. Parasitos nas brânquias de *Brycon amazonicus* (Characidae, Bryconinae) cultivados em canais de

igarapé do Turumã-Mirim, Estado do Amazonas, Brasil. *Acta Scientiarum* 29:217-222.

Marques, J.F. & Cabral, H.N. 2007. Effects of sample size on fish parasite prevalence, mean abundance and mean intensity estimates. *Journal of Applied Ichthyology* 23:158-162.

Martins, M.L.; Onaka, E.M.; Moraes, F.R., Bozzo, F.R., Paiva, A.M.F.C. & Gonçalves, A. 2002. Recent studies on parasitic infections of fresh water cultivated fish in the State of São Paulo, Brazil. *Acta Scientiarum* 24:981-985.

Pavanelli, G.C.; Machado, M.H.; Takemoto, R.M.; Guidelli, G.M. & Lizama, M.A.P. 2004. Helminth fauna of fishes: diversity and ecological aspects. In: Thomaz, S.M.; Agostinho, A.A. & Hahn, N.S (Eds.). *The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Blackhuys.

Piazza, R.S.; Martins, M.L.; Guiraldelli, L. & Yamashita, M.M. 2006. Parasitic diseases of freshwater ornamental fishes commercialized in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca* 32:51-57.

Sasal, P.; Trouvé, S.; Muller-Graf, C. & Morand, S. 1999. Specificity and host predictability: a comparative analysis among monogenean parasites of fish. *Journal of Animal Ecology* 68:437-444.

Silva-Souza, A.T.; Shibatta, O.A.; Matsumura-Tundisi, T.; Tundisi, J.G. & Dupas, F.A. 2006. Parasitas de peixes como indicadores de estresse ambiental e eutrofização. In: Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. & Galli, C.S. (Eds.). *Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle*. São Carlos: IIE/IEEGA, p.373-386.

Tavares-Dias, M.; Barcellos, J.F.M.; Marcon, J.L.;.Menezes, G.C.; Ono, E.A. & Affonso, E.G. 2006. Hematological and biochemical parameters for the pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Osteoglossiformes, Arapaimatidae) in net cage culture. *Electronic Journal of Ichthyology* 2:61-68.

Thatcher, V. E. 2006. *Amazon Fish Parasites*. 2nd ed. Sofia-Moscow: Pensoft. 508p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Identificação genética dos estoques de tucunarés introduzidos em diferentes bacias hidrográficas brasileiras

Cleydson Gomes Almeida[1]; Raquel Rodrigues Rocha[1]; Joseane Fernanda Passos[1]; Iracilda Sampaio[2]; Elmary Fraga[3] & Maria Claudene Barros[3]

[1]Acadêmicos de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão; [2]Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança; [3]Universidade Estadual do Maranhão (mbdene@yahoo.com.br).

1. Introdução

Dentre os ciclídeos neotropicais, o gênero *Cichla* (tucunaré) inclui espécies de maior tamanho e, conseqüentemente, de significativo valor comercial. Trata-se de um peixe carnívoro originário da bacia amazônica que tem sido muito utilizado para peixamento em barragens e açudes, por ter uma carne excelente e apresentar qualidades para a pesca esportiva. Os tucunarés alimentam-se preferencialmente de peixes pequenos, camarões e insetos aquáticos (Nelson, 1994). A taxonomia de *Cichla* tem sido avaliada apenas com dados morfológicos, havendo mais de 15 formas diferentes sugeridas. Numa revisão recente que considerou a morfologia e a distribuição geográfica para este gênero, Kullander & Ferreira (2006) validaram 15 espécies, das quais nove são consideradas novas para a ciência. Apesar de o tucunaré ser bastante apreciado para o consumo, o fato de ser uma espécie carnívora tem inibido sua criação em cativeiro, pois o custo-benefício não é compensador. Assim, o tucunaré sofre uma grande pressão em seu ambiente natural – a sobrepesca e, por isso, também vem merecendo atenção. Por outro lado, é preocupante a sua constante introdução em ambientes fora de sua área de distribuição natural, que são os rios da Amazônia. O cenário atual mostra que os tucunarés são encontrados em quase toda a bacia do alto rio Paraná; ao longo de toda a bacia do rio São Francisco; no pantanal mato-grossense e praticamente em todas as demais bacias hidrográficas brasileiras. A origem destes estoques é completamente desconhecida, pois os registros das introduções são falhos e podem existir situações de re-introduções com estoques de diferentes áreas geográficas. Como a hibridização natural parece ser

um evento comum neste gênero, este processo necessita de monitoramento via análise genética. Neste sentido, verificar a origem genética dos estoques introduzidos para fora da Amazônia é uma tarefa essencial para um manejo sustentável da pesca do tucunaré. Neste contexto, o presente trabalho objetivou mapear geneticamente as populações artificiais de tucunaré, utilizando seqüências do gene mitocondrial rRNA 16S, visando contribuir com relevantes informações para o manejo deste grupo de peixes.

2. Métodos

As amostras obtidas fora da área de distribuição natural foram obtidas na bacia do rio São Francisco (reservatório da Hidrelétrica de Sobradinho/PE); bacia do rio Parnaíba (reservatório da Hidrelétrica de Boa Esperança/PI); bacia do rio Paraná (reservatório da Hidrelétrica de Itaipu/PR e trecho do rio Paraná, a montante); Açudes de Cajazeiras - Pio IX/PI, Barreiras - Fronteiras/PI e Ingazeiras – Paulistana/PI. As amostras em áreas de ocorrência natural foram obtidas das bacias dos rios Uatumã, Solimões, Negro, Trombetas, Amazonas e Tocantins. O DNA total foi isolado a partir do tecido muscular, e a amplificação da região genômica a partir do DNA total foi realizada pela técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), usando-se combinações de *primers* específicos. Os produtos da PCR foram seqüenciados, utilizando-se o método didesoxiterminal. As seqüências obtidas foram editadas e alinhadas, usando-se o programa BioEdit (Hall, 1999). O número de haplótipos, sua freqüência e sítios variáveis foram obtidos pelo programa DnaSP versão 4.10 (Rozas *et al*., 2003). A árvore de haplótipo foi gerada no programa Network 4.5 (http://www.fluxus-engineering.com); a composição nucleotídica e as árvores filogenéticas, pelo programa MEGA4 (Tamura *et al*., 2007), com significância dos agrupamentos estimada pela análise de *bootstrap* (Felsenstein, 1985).

3. Resultados

Um fragmento de 413 pares de bases do gene rRNA 16S foi obtido para 114 espécimes de tucunaré com a seguinte composição nucleotídica: 21,3% de timina, 25,4% de citosina, 32,0% de adenina e 21,3% de guanina. Quatro haplótipos e 16 sítios polimórficos

foram observados nas amostras analisadas (Figura 1 e Tabela I). As análises filogenéticas produziram árvores com topologia similar nos diferentes métodos utilizados (parcimônia e agrupamentos de vizinhos). Observou-se que o haplótipo quatro (H4), de ocorrência apenas na bacia do rio São Francisco, agrupou com *Cichla tyrorus* provenientes do rio Trombetas, PA. O haplótipo três (H3), também do rio São Francisco, agrupou com *C. monoculus* provenientes de vários rios do Amazonas, AM. Já o haplótipo um (H1), presente no rio São Francisco, açudes do Piauí, reservatório da UHE de Boa Esperança/PI, reservatório da UHE de Itaipu/PR e na bacia do rio Paraná, foi fortemente agrupado com *C. kelberi* proveniente do rio Tocantins, PA. O haplótipo dois (H2) foi encontrado somente na bacia do rio Paraná e no reservatório da UHE de Itaipu/PR, agrupando fortemente com *C. piquiti* proveniente do rio Tocantins, PA.

4. Discussão e Conclusão

Nossos resultados corroboram os descritos na revisão de Kullander & Ferreira (2006), no tocante às características morfológicas e distribuição geográfica das espécies, e permitem-nos inferir em relação aos estoques introduzidos que a bacia do rio São Francisco possui mais de uma espécie com introduções a partir de diferentes rios da bacia amazônica. A bacia do rio Paraná também apresenta introduções de tucunarés de diferentes espécies, *C. kelberi* e *C. piquiti*, no entanto, provenientes de uma mesma bacia, a do rio Tocantins, PA o que está de acordo com os dados de Oliveira *et al.* (2006) para esta bacia. Os açudes do Piauí, bem como o reservatório da UHE de Boa Esperança/PI receberam introdução de uma única espécie, *C. kelberi*, sendo esta introdução a partir da bacia do rio Tocantins, PA. Portanto, nossos resultados sugerem que grande parte dos estoques de tucunarés introduzidos na bacia do rio São Francisco/PE, açudes do Piauí, reservatórios das UHEs de Itaipu/PR e Boa Esperança/PI e bacia do rio Paraná são oriundos do Rio Tocantins, PA, levando-nos a confirmar que a espécie *C. kelberi* tem sido amplamente utilizada para peixamento em diferentes regiões do Brasil.

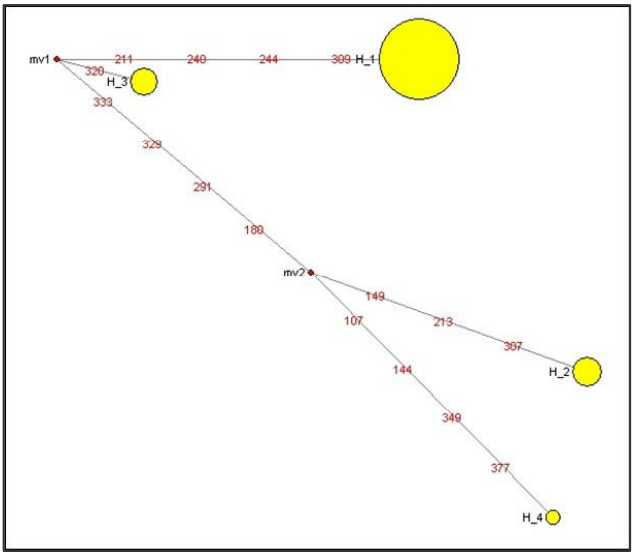


Figura 1. Rede de haplótipos de tucunarés introduzidos e naturais em diferentes bacias hidrográficas brasileiras. Os círculos representam os haplótipos, sendo o tamanho proporcional à freqüência. Os números são as posições de mutação para o fragmento de 413 pb do gene rRNA 16S.

Tabela I. Haplótipos de tucunarés introduzidos e naturais em diferentes bacias hidrográficas brasileiras baseados em 413 pb do gene rRNA 16S.

NH	Freq.	Sítios Variáveis	Ocorrência
		1111222223 333333 0448114490 022347 7490130417 909397	
H1	89	CGACCCTTTA TATCCA	Rio Parnaíba, Açudes, Rios São Francisco, Paraná e Tocantins
H2	12	..GTATCCCT C.CA..	Rios Paraná e Tocantins
H3	10	....ACC.. CG....	Rios São Francisco, Negro, Amazonas, Uatumã, Trombetas e Solimões
H4	03	TATACCC. C.CATG	Rios São Francisco e Trombetas

NH = número do haplótipos. Freq = freqüência.

5. Referências Bibliográficas

Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39:783-791.

Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41:95-98.

Kullander, S.O. & Ferreira, E.J.G. 2006. A review of the South American cichlid genus *Cichla*, with descriptions of nine new species (Teleostei: Cichlidae). *Ichthyological Explorations of Freshwaters* 17:289-398.

Nelson, J.S. 1994. *Fishes of the World*. 3rd Ed. New York: John Wiley and Sons. 600p.

Oliveira, A.V.; Prioli, A.J.; Prioli, S.M.A.P.; Bignotto, T.S.; Júlio-Júnior., H.F.; Carrer, H.; Agostinho, C.S. & Prioli, L.M. 2006. Genetic diversity of invasive and native *Cichla* (Pisces: Perciformes) populations in Brazil with evidence of interspecific hybridization. *Journal of Fish Biology* 69:260-277.

Rozas, J.; Sánchez-DelBarrio, J.C.; Messeguer, X. & Rozas, R. 2003. DNA polymorphism analyses by the coalescent and other methods. *Bioinformatics* 19:2496-2497.

Tamura, K.; Dudley, J.; Nei, M. & Kumar, S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24:1596-1599.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e UEMA.

O manejo de pirarucus da Reserva Mamirauá: avaliação genética

Juliana Araripe[1]; Luciana Almeida Watanabe[1]; Péricles Sena do Rêgo[1,3]; Helder Queiroz[2]; Iracilda Sampaio[1] & Horacio Schneider[1]

[1]Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança (julianaararipe@yahoo.com.br); [2]Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá; [3]Universidade Estadual do Maranhão.

1. Introdução

O pirarucu (*Arapaima gigas*) é um importante recurso pesqueiro da região amazônica, que vem sendo explorado desde o século XIX. Dados históricos de desembarque pesqueiro sugerem ter havido uma diminuição do tamanho populacional ao longo de sua área de distribuição, principalmente próximo às grandes cidades da região amazônica. Uma das estratégias adotadas para associar essa importante atividade pesqueira e a conservação da espécie é a implementação de sistemas de manejo. O manejo do pirarucu vem sendo desenvolvido na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (RDSM) desde 1999 e surgiu como uma solução para manutenção desta atividade pesqueira após a proibição da pesca e comercialização do pirarucu no Estado do Amazonas que não fosse procedente de sistemas de manejo ou de estações de piscicultura. O primeiro setor da Reserva Mamirauá a manejar o pirarucu foi o Jarauá, localizado na região central da área focal da reserva. O Jarauá abrange cerca de 560km^2 (Arantes *et al*., 2006) e é composto por mais de 150 lagos que se conectam anualmente durante o período da cheia. Em 2001, o manejo foi também implementado no setor Tijuaca, vizinho ao Jarauá. No ano seguinte (2002), o Maraã, localizado na área subsidiária da RDSM, e o setor Coraci, na RDS Amanã, também começaram a desenvolver essa atividade. Atualmente se destacam pela quantidade de pirarucus pescados o setor Jarauá e o conjunto de lagos próximo à cidade de Maraã, os quais estão distantes cerca de 100km. O manejo desenvolvido atualmente nesta unidade de conservação se baseia no tamanho

mínimo de captura e comercialização, no período de defeso e na contagem de pirarucus adultos nos principais lagos de várzea da reserva. A partir do total de indivíduos contados é estabelecida a quantidade de pirarucus que poderão ser capturados (cota), correspondendo a até 30% do total de adultos. Apesar de alguns dados de contagem e densidade de pirarucus dentro da reserva indicarem que o manejo está sendo biologicamente eficiente, nenhum estudo havia sido desenvolvido utilizando ferramentas de genética molecular para verificar os níveis de variabilidade entre os conjuntos de lagos que manejam este peixe.

2. Métodos

Para verificar a implicação do manejo nas populações de pirarucus da Reserva Mamirauá e auxiliar no direcionamento do manejo desta espécie, buscamos responder questionamentos relacionados a aspectos práticos destas populações. Para isso, foi isolado o material genético de 463 pirarucus da RDSM coletados anualmente de 2002 a 2006. Foram analisadas amostras de peixes pescados no setor Jarauá e no Complexo Lago Preto, próximo a Maraã. As amostras foram genotipadas usando sete locos microssatélites descritos por Farias *et al*. (2003) através do programa *Fragment Profiler* (GE Healthcare). Os bancos de dados foram montados de forma a verificar cada aspecto biológico que estava sendo investigado. Para analisar se ocorre mudança na diversidade genética da população a cada ano de pesca foram comparados número absoluto, riqueza e freqüência alélica de cada ano, assim como a presença de alelos exclusivos, AMOVA e índice de diferenciação genética (Fst) entre 314 pirarucus coletados no Jarauá entre os anos de 2002 e 2006. Para testar a similaridade genética entre os lagos do Jarauá foram analisados 223 indivíduos coletados em 15 lagos com até 25km de distância. Os parâmetros utilizados foram freqüência dos alelos em cada lago, número de migrantes, Fst e teste de Mantel. A comparação entre as duas localidades que mais manejam pirarucus na reserva foi realizada utilizando 314 indivíduos de 42 lagos do Jarauá e 149 do Complexo Lago Preto no Maraã. Foram analisadas riqueza e freqüência alélica, distribuição de alelos raros e exclusivos, AMOVA, Fst e número estimado de migrantes entre as duas

localidades. A hipótese de isolamento por distância foi avaliada pelo teste de Mantel com 15 lagos do Jarauá e o Complexo Lago Preto. Os programas utilizados foram: Fstat, Genepop, Arlequin e Geneclass.

3. Resultados

A análise temporal indicou que ao longo dos cinco anos de acompanhamento não houve grande diferenciação no número, riqueza e freqüência dos alelos. O índice de diferenciação genética não foi significante entre os anos e a AMOVA indicou que toda a diversidade estava dentro do total de pirarucus analisados. Os alelos mais freqüentes nos cinco anos foram os mesmos para a maioria dos locos. A comparação entre os 15 lagos analisados no setor Jarauá mostrou um índice de diferenciação genética (Fst) significante para poucos pares de lagos, sendo baixo para a maioria destes. Não houve uma correlação entre os pares de lagos com diferenciação significante e a distância geográfica entre os mesmos. Dentre os 45 alelos identificados para o setor Jarauá, somente dois alelos foram exclusivos de um dos lagos, tendo sido sugerida a presença de cinco migrantes entre estes. O teste de Mantel não foi significante, refutando a hipótese de isolamento por distância dentro do Jarauá. Por outro lado, a comparação entre os pirarucus do Jarauá e do Maraã indicou que estes dois estoques apresentam diferenciação significativa e moderada. A AMOVA e o Fst encontraram 4,8 % de diferenciação entre estes. A correlação entre a distância genética (Fst) e a geográfica para 15 lagos do Jarauá e o Complexo Lago Preto foi significante para todos os pares. Os alelos mais freqüentes para cada loco mostraram uma pequena variação entre os dois estoques, tendo sido identificados ainda 11 alelos exclusivos do Jarauá e cinco exclusivos do Maraã. Foi estimada a presença de sete indivíduos migrantes, sendo quatro do Maraã para o Jarauá e três no sentido oposto.

4. Discussão e Conclusão

Os resultados de genotipagem usando marcadores microssatélites mostraram uma alta variabilidade genética para a população de

pirarucus da Reserva Mamirauá. Os dados corroboram a idéia de que o manejo está sendo eficiente, inclusive com uma capacidade de recuperação dos estoques maior do que a inicialmente estimada por Queiroz & Sardinha (1999). Possivelmente dois efeitos estão levando a essa alta diversidade genética dentro desta unidade de conservação: o processo de migração lateral e a exploração abaixo dos níveis suportados. A migração lateral foi detalhadamente descrita por Castello (2008) para pirarucus em lagos de várzea. Segundo este padrão, os pirarucus permanecem principalmente nos lagos e canos durante a seca e, à medida que o nível da água começa a subir, eles gradativamente invadem as áreas recém-alagadas. Durante a cheia, este peixe permanece na floresta alagada, onde dispõe de maior quantidade de alimento e proteção. Quando se inicia a vazante, os indivíduos retornam a ambientes mais baixos, permanecendo nos lagos durante a seca, completando assim um ciclo anual. Os dados moleculares aqui apresentados sugerem que esteja acontecendo um retorno ao lago sem fidelidade obrigatória durante a vazante. Isto é, um pirarucu pode ou não retornar ao mesmo lago onde vivia na seca anterior. Este padrão de retorno sem fidelidade obrigatória estaria levando a um grande compartilhamento de alelos e ausência de estruturação genética dentro do Jarauá. Esta hipótese é apoiada pelos dados de Queiroz (2000), que encontrou padrões de dispersão de 13,7 km ao ano, e Queiroz & Sardinha (1999), que citam o registro de recuperação de dois indivíduos que foram recapturados cinco anos após a marcação no mesmo lago onde foram soltos. O segundo aspecto que parece estar mantendo a alta diversidade genética dos pirarucus da Reserva Mamirauá é a quantidade de peixes anualmente capturada. Os resultados indicam que a cota de 30% do total de adultos contados está dentro do perfil ideal para a manutenção, sendo sugerida inclusive uma reavaliação desta quantidade. Os dados disponíveis de antes da implementação do manejo indicavam que a quantidade de pirarucus pescados dentro da reserva estava próxima ou acima do limite de modelo sustentável (Queiroz & Sardinha, 1999). Nós sugerimos um monitoramento contínuo destes estoques usando estes resultados como referência. A diferenciação entre os dois estoques da reserva está sendo mantida pelo fluxo limitado entre as populações, devido à característica predominantemente sedentária

do pirarucu associada à distância geográfica entre as duas localidades estudadas. Uma dispersão genética deve estar ocorrendo por meio do deslocamento de adultos e juvenis. Devido a sua limitação temporal, este fator pode explicar a pequena estruturação entre Jarauá e Maraã.

5. Referências Bibliográficas

Arantes, C.C.; Garcez, D.S. & Castello, L. 2006. Densidades de pirarucu (*Arapaima gigas*, Teleostei, Osteoglosidae) nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã, Amazonas, Brasil. *Uakari* 2:37-43.

Castello, L. 2008. Lateral migration of *Arapaima gigas* in floodplains of the Amazon. *Ecology of Freshwater Fish* 17:38-46.

Farias, I.P.; Hrbek, T.; Brinkmann, H.; Sampaio, I. & Meyer, A. 2003. Characterization and isolation of DNA microsatellite primers for *Arapaima gigas*, an economically important but severely over-exploited fish species of the Amazon basin. *Molecular Ecology Notes* 3:128-130.

Queiroz, H.L. 2000. *Natural history and conservation of pirarucu, Arapaima gigas, at the Amazonian Várzea: Red giants in muddy waters*. PhD Disertation, University of St. Andrews. 226p.

Queiroz, H.L. & Sardinha, A.D. 1999. A preservação e o uso sustentado dos pirarucus em Mamirauá. In: Queiroz, H.L. & Crampton, W.G.R. (Eds.) *Estratégias para Manejo de Recursos Pesqueiros de Mamirauá*. Brasília: CNPq e Sociedade Civil Mamirauá, p.108-141.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, CAPES, IECOS, UFPA, IDSM.

Análises genéticas em populações naturais e artificiais de tambaqui (*Colossoma*) da Amazônia

Lucio Castro; Simôni Santos; Fátima Cunha; Dioniso Sampaio; Horacio Schneider[1] & Iracilda Sampaio[1]

[1]Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança (ira@ufpa.br).

1. Introdução

Os quatro componentes da produção pesqueira brasileira são a pesca extrativista marinha e continental e a aqüicultura marinha e continental. Segundo os dados da estatística pesqueira do IBAMA, o Brasil produziu em 2005 um total de 751.293 toneladas (t) de peixes oriundos da pesca extrativista, sendo 507.858,5 t vindos da pesca marinha e 243.434,5 t da pesca continental. Já a aqüicultura produziu 257.780 t, sendo 78.034 t da aqüicultura marinha e 179.746 t da aqüicultura continental. Dentre os peixes de água-doce cultivados no Brasil, a tilápia foi a mais abundante (68.000 t), cultivada preferencialmente no nordeste, sudeste, sul e centro-oeste; a carpa contribuiu com 42.000 t, cultivada predominantemente no sul; em terceiro lugar, aparece o tambaqui puro, com 25.000 t, sendo criado em quase todos os estados brasileiros (exceto Paraná e Rio Grande do Sul). Um percentual significativo do cultivo também é representado por dois híbridos do tambaqui (tambacu e tambatinga). Na região norte há um predomínio no cultivo do tambaqui puro (67% da produção total de 2005), mas já há também o uso dos híbridos tambacu e tambatinga (IBAMA, 2005). O tambaqui é cientificamente conhecido como *Colossoma macropomum* (Cuvier), um peixe da família Characidae, nativo das regiões de várzea dos rios Amazonas e do Orinoco. Os exemplares da espécie apresentam nadadeiras adiposas com raios, dorso pardo escuro e ventre esbranquiçado. Por ser um peixe de fácil reprodução em laboratório e grande resistência ao cultivo, foi a primeira espécie nativa brasileira a ser facilmente manuseada para cultivo. Esta facilidade tem promovido a disseminação do tambaqui puro e de seus híbridos para cultivo em todas as regiões brasileiras, sem qualquer estudo prévio sobre a genética das populações naturais fornecedoras de matrizes para

alevinagem, e tampouco sobre a viabilidade genética dos híbridos. O presente estudo foi delineado então para avaliar os seguintes aspectos genéticos da aquicultura do tambaqui: (i) analisar os níveis de variabilidade genética e a conectividade (fluxo gênico) das populações nativas ao longo de toda a distribuição da espécie; (ii) verificar se as matrizes produtoras de alevinos possuem variabilidade genética representativa dos estoques naturais; (iii) desenvolver marcadores genéticos para identificação de híbridos; (iv) desenvolver marcadores genéticos para identificar produtos derivados de tambaqui (filés) com fins a propiciar uma rastreabilidade de produtos de exportação para outros mercados.

2. Métodos

Foram obtidas amostras aleatórias de 57 exemplares de tambaquis do estoque natural oriundo do rio Tapajós, da cidade de Aveiro, Pará. Para a comparação com estoque oriundo de aqüicultura, outros 32 exemplares foram obtidos no cultivo da Penitenciária Agrícola de Cucurunã, situado na Rodovia Everaldo Martins, Santarém, Pará. De cada peixe, foi retirado um pequeno pedaço de músculo, que foi acondicionado em um tubo de 1,5 ml, contendo etanol absoluto. A extração de DNA total foi realizada de acordo com protocolo rápido com fenol/clorofórmio, e o isolamento da região D-loop mitocondrial foi feito por meio da técnica de PCR, usando-se os seguintes iniciadores: L1 5' CTAACTCCCAAAGCTAGKATTC 3' e H1 5' CCGGCRCTCTTAGCTTTAACTA 3'. O seqüenciamento de DNA foi realizado no ABI 377. As seqüências obtidas foram alinhadas no BioEdit 5.0.6 (Hall, 1999), e as relações de similaridade entre os haplótipos foram estimadas pelo programa MEGA4 (Tamura *et al*., 2007). As novas seqüências de D-loop geradas para o presente estudo foram comparadas com as publicadas por Santos *et al*. (2007) para populações naturais de *C. macropomum* de Tabatinga, Coari, Parintins, Oriximiná e Santarém.

3. Resultados

Considerando os 674 nucleotídeos das seqüências de D-loop geradas para a população natural de tambaqui de Aveiro (n=57) e para a amostra da piscicultura de Cucurunã (n=32), foram observados ao

todo 33 haplótipos diferentes. Os mais freqüentes na população nativa de Aveiro foram Cma11 (nove vezes), Cma28 (oito vezes), Cma24 (quatro vezes), Cma3 e Cma15 (três vezes), Cma2, Cma10, Cma21 e Cma32 (duas vezes). Os demais haplótipos foram observados somente uma vez cada. Na amostra de cultivo de Cucurunã foram observados apenas dois haplótipos, Cma1 (presente em 20 animais) e o Cma2 (em 12 animais). Na comparação das diferenças par-a-par entre os 33 haplótipos de Aveiro e do cultivo de Cucurunã observou-se maior variação entre os haplótipos Cma18 e Cma24 (ambos da população natural), com 20 diferenças (3% de divergência nucleotídica). Os haplótipos mais similares na população natural foram Cma9, Cma11 e Cma32, com apenas uma diferença (0,4% de divergência nucleotídica). Os dois haplótipos da amostra de piscicultura (Cma1 e Cma2) mostraram elevada divergência nucleotídica (2,9%), da mesma ordem de magnitude da observada entre os haplótipos mais divergentes da população natural (20 diferenças, 3% de divergência, entre Cma18 e Cma24). O haplótipo de cativeiro Cma1 é muito similar aos haplótipos Cma9 (uma diferença apenas), Cma32 (duas diferenças) e Cma11 e Cma58 (três diferenças) da população nativa de Aveiro. Por outro lado, o segundo haplótipo de cativeiro (Cma2) é razoavelmente diferente de qualquer outro haplótipo de Aveiro, com divergência nucleotídica variando entre 0,9% com Cma5 e Cma6 (seis diferenças) a 2,9% com Cma53 (19 diferenças). Com relação ao padrão filogenético dos haplótipos de D-loop da população nativa de Aveiro e de aqüicultura, foi obtido um cladograma bastante politômico, sem suporte significativo para qualquer dos arranjos. Analisando em conjunto as amostras do presente estudo (57 nativas e 32 de cultivo) com as 48 do trabalho de Santos *et al*. (2007), foi gerada uma base de dados com 137 seqüências de D-loop para um fragmento de 674 pares de bases. Foram observados 70 haplótipos diferentes e uma árvore filogenética politômica, como mistura de haplótipos entre as diferentes populações, indicando ausência de estruturação genética nas populações naturais de tambaqui ao longo de toda a distribuição geográfica da espécie. Para os dois haplótipos da amostra de cativeiro, que como já mencionado são altamente divergentes, na análise global foi possível determinar precisamente a origem

geográfica de um deles, o haplótipo Cma1, que é 100% similar ao haplótipo Cma20 da população de Parintins do trabalho de Santos *et al*. (2007). Já o haplótipo Cma2 da amostra de cultivo mostra alta similaridade (99%) com haplótipos de Coari, Santarém e Aveiro.

4. Discussão e Conclusão

Considerando o estudo prévio de Santos *et al*. (2007) e os dados da presente análise, o atual conhecimento da diversidade haplotípica da região D-loop do DNA mitocondrial para populações nativas de *C. macropomum* se resume a 105 seqüências e 78 haplótipos diferentes. Santos *et al*. (2007) analisaram 48 indivíduos de cinco populações ao longo de um transecto de 2.000 km desde Tabatinga (Amazonas) até Santarém (Pará), e encontraram 47 haplótipos diferentes (apenas em Coari aparecerem dois haplótipos iguais). Com exceção de três situações (Coari x Coari, Parintins x Tabatinga e Santarém x Coari), não existe compartilhamento de haplótipos entre indivíduos ou entre populações, revelando de fato alto grau de diversidade haplotípica. Com a inclusão dos 32 novos haplótipos da população de Aveiro, já se observa um número maior de compartilhamento de haplótipos idênticos: Aveiro compartilha alguns haplótipos com Parintins, Tabatinga e Coari. Tendo em conta a ampla distribuição geográfica da espécie na bacia amazônica, o número de indivíduos analisados de cada população parece pequeno ainda para que se possa ter uma melhor visão do padrão de estruturação genética das populações naturais de tambaqui. De todo modo, com os dados disponíveis, prevalece a hipótese de Santos *et al*. (2007) de uma grande e única população panmítica de *C. macropomum*, com intenso fluxo gênico. Outro achado em favor desta hipótese é o padrão em forma de estrela das árvores filogenéticas geradas, com baixos níveis de suporte para qualquer tipo de arranjo entre haplótipos ou populações, sugerindo ausência de estruturação geográfica das populações. As divergências nucleotídicas entre os haplótipos de D-loop de tambaqui chegaram a até 3%. Vários haplótipos mostraram divergências nucleotídicas acima de 1%. Níveis similares de divergência nucleotídica de D-loop foram observados em peixes marinhos como pargo (*Lutjanus purpureus, L. campechanus* e *L. erythropterus*) e também no cianídeo *Sciaenops ocellatus,* mas são bem mais elevados do que os observados na pescada-amarela, *Cynoscion acoupa* (Rodrigues *et al*.,

2008). Normalmente, os valores de divergência genética do presente refletem eventos históricos da evolução das espécies como reduções populacionais drásticas no passado (*bottleneck*) e não necessariamente efeitos atuais da pressão de pesca. Entretanto, o monitoramento periódico da variabilidade genética de estoques naturais poderá ser útil para o ordenamento pesqueiro. Isto significa que, se detectada uma acentuada diminuição da variabilidade genética em determinada população em relação aos níveis atuais, um defeso mais prolongado poderá ser recomendado. Ressalta-se ainda a importância do uso de DNA para identificação de matrizes produtoras de alevinos, assim como para identificação de produtos destinados para exportação, ferramenta denominada código de barras de DNA – *DNA Barcode*, uma abordagem inovadora que certamente agregará valor aos produtos derivados do tambaqui.

5. Referências Bibliográficas

Hall, T.A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series* 41:95-98.

IBAMA. 2005. *Estatística da Pesca 2005. Brasil. Grandes regiões e unidades da federação*. CEPENE/Tamandaré. 97p.

Rodrigues, R.; Schneider, H.; Santos, S.; Vallinoto, M.; Saint-Paul, U. & Sampaio, I. 2008. Low levels of genetic diversity depicted from mitochondrial DNA sequences in a heavily exploited marine fish (*Cynoscion acoupa*, Sciaenidae) from the Northern coast of Brazil. *Genetics and Molecular Biology* 31:487-492.

Santos, M.C.F.; Ruffino, M.L. & Farias, I.P. 2007. High levels of genetic variability and panmixia of the tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) in the main channel of the Amazon River. *Journal of Fish Biology* 71:33–44.

Tamura, K.; Dudley, J.; Nei, M. & Kumar, S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24:1596-1599.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e UFPA.

Genética, conservação e manejo da fauna aquática da várzea amazônica

Izeni Pires Farias[1]; Waleska Gravena[1]; Maria da Conceição F. Santos[1]; Adam Leão[1]; Valéria Machado[1]; Edvaldo Mota[1]; Andrea Cantanhede[1]; Themis Silva[1]; Maria das Neves Viana[1]; Rafaela Cardoso Santos[1]; William Vasconcelos[1]; Giuliano Palemão Huergo[2], Rosa Jaqueline Filgueiras de Souza[2]; Jacqueline da Silva Batista[2]; Kyara Aquino[2]; Vera M. F. da Silva[2]; José Alves Gomes[2] & Tomas Hrbek[3]

[1]Universidade Federal do Amazonas (izeni_farias@ufam.edu.br); [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Universidade de Porto Rico.

1. Introdução

O ecossistema de várzea corresponde a cerca de 3% do total da área da bacia amazônica. A sua biodiversidade é relativamente baixa quando comparada com a área de terra firme, mas a biomassa da várzea é muito maior. Devido a diferentes fatores como, alta produtividade, boa qualidade do solo proximidade dos corpos d´água facilitando o transporte, este ecossistema é o mais densamente povoado da bacia amazônica, portanto consistindo numa importante fonte de recurso, mas também sendo o mais sujeito às ações antrópicas e de impacto sobre a conservação de sua biodiversidade. A reconhecida importância comercial de algumas espécies encontradas na região amazônica estimula o interesse por sua captura, fazendo com que sejam sobrexploradas de maneira a causar uma redução nos estoques. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar e delimitar populações de espécies aquáticas chaves da várzea amazônica, por meio de análises genéticas para subsidiar o desenvolvimento de estratégias regionais e políticas para a conservação e manejo da fauna aquática. Entre as espécies de peixes de valor econômico, temos o pirarucu (*Arapaima gigas*), o tambaqui (*Colossoma macropomum*), o curimatã (*Prochilodus nigricans*), o matrinxã (*Brycon cephalus*), o aruanã (*Osteoglossum bicirrhosum*), o tucunaré (*Cichla monoculus*), o acará-açú (*Astonotus* spp.) e os grandes bagres migradores como a dourada (*Brachyplatystoma*

rousseauxii), a piramutaba (*B. vaillanti*) e a piraíba (*B. filamentosum*). Todas estas espécies têm sofrido ou estão sofrendo uma intensa exploração comercial e não-comercial ao longo da várzea. Os quelônios são representados pelas espécies *Podocnemis uniflis*, *P. erythrocephala*, *P. sextuberculata* e *P. expansa*. A Amazônia é considerada o centro da diversidade deste gênero, que constitui um recurso da fauna de grande importância para as populações ribeirinhas da região e são utilizados como alternativa na alimentação. Quanto aos crocodilianos, as principais ameaças são a perda de habitat e sobrexploração. Na região amazônica, houve intensa exploração principalmente do jacaré-açu (*Melanosuchus niger*) e do jacaretinga (*Caiman crocodilus*) que estendeu-se até o início dos anos 80. Além dessas espécies, temos ainda os dois principais mamíferos aquáticos de grande porte da várzea: o peixe-boi-da-amazônia (*Trichechus inunguis*) e o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*). O peixe-boi-da-amazônia, embora protegido oficialmente no Brasil como espécie ameaçada de extinção, desde 1967 (Lei de proteção da fauna, nº 5.197, de 03 de janeiro de1967), ainda é alvo da caça comercial e de subsistência em toda sua área de distribuição. Tanto os botos quanto os jacarés vêm sendo usados como iscas para a pesca da piracatinga (*Calophysus macropterus*) que é um peixe necrófago e bastante consumido na Colômbia e mais recentemente em diversas cidades brasileiras. Esta prática ilegal era realizada por alguns ribeirinhos que queriam exportar a piracatinga para a Colômbia, mas hoje ela ocorre em quase toda a Amazônia central. É evidente que um dos grandes problemas para o manejo e conservação dos recursos da fauna da várzea na Amazônia brasileira é a falta de informações sobre a sua exploração e sua biologia em ambiente natural, assim como sua integração com as condições de vida do ribeirinho. O conhecimento do nível e da distribuição da variabilidade genética dessas espécies chave na bacia da várzea é de fundamental importância para o estabelecimento de estratégias eficientes de conservação e manejo.

2. Métodos

As coletas foram realizadas nas regiões do baixo rio Purus e baixo Amazonas; entretanto, com o intuito de obtermos uma visão geral

dos padrões genéticos das espécies, amostras de outras regiões da bacia amazônica também foram adicionadas às análises. O número amostral para as espécies de peixes e quelônios foi em média de 20 indivíduos por localidade, por espécie. Entretanto, esses números foram menores para as espécies de crocodilianos e de mamíferos aquáticos, em virtude da maior dificuldade na obtenção das amostras. As extrações de DNA foram realizadas conforme protocolo padrão. Os marcadores moleculares foram obtidos do genoma mitocondrial (gene do ATPase e região controle) e de locos microssatélites de acordo com a espécie. Para as análises destes marcadores genéticos, obtivemos os seguintes parâmetros genéticos populacionais: diversidade gênica, diversidade nucleotídica, número de haplótipos, heterozigosidade observada, heterozigosidade esperada e número de alelos por loco. Os níveis de diferenciação entre as populações foram calculados usando-se a análise de variância molecular (AMOVA) (Excoffier *et al.*, 1992), o ΦST que é análogo ao FST (Weir & Cockerham, 1984), e o teste de Mantel (Mantel, 1967) a partir de ferramentas disponíveis no software ARLEQUIN versão 3.1 (Excoffier *et al.*, 2005). A estimativa do fluxo gênico entre as localidades foi calculada dos valores par a par do ΦST (Slatkin, 1985). Para as espécies em que utilizamos os marcadores microssatélites, o programa *Structure* versão 2.0 (Falush *et al.*, 2003; Pritchard *et al.*, 2000) foi usado para identificar o número de populações geneticamente homogêneas (K).

3. Resultados

Os resultados dos parâmetros genéticos para as duas regiões do projeto (Baixo rio Purus e Baixo rio Amazonas) revelaram em sua maioria altos níveis de variabilidade genética para todas as espécies de peixes analisadas (*Arapaima gigas*, *Colossoma macropomum*, *Prochilodus nigrans*, *Brycon cephalus*, *Osteoglossum bicirrhosum*, *Brachyplatystoma rousseauxii*, *B. vaillanti* e *B. filamentosum*), com exceção do pirarucu e aruanã, que apresentaram resultados bastante heterogêneos conforme a localidade. O padrão geral observado foi de ausência de estrutura genética na várzea da Amazônia Central (Figura 1); todavia, quando amostras de outras localidades e tributários foram adicionados às análises, observou-se para algumas

espécies a ocorrência de isolamento por distância como um tipo de estruturação como, por exemplo, para o tambaqui, aruanã e pirarucu. O tucunaré, no entanto apresentou significante estruturação genética entre todas as áreas do presente estudo. Os quelônios por sua vez, apresentaram os níveis de variabilidade genética de moderados a altos, e diferenciação genética foi observada entre algumas localidades para o tracajá e a irapuca, mas não para o iaça. Para os jacarés, não se observou diferenciação genética entre as duas localidades amostradas pelo projeto. Os padrões genéticos das duas espécies de mamíferos aquáticos (boto-vermelho e peixe-boi) também evidenciaram ausência de estruturação genética na várzea central.

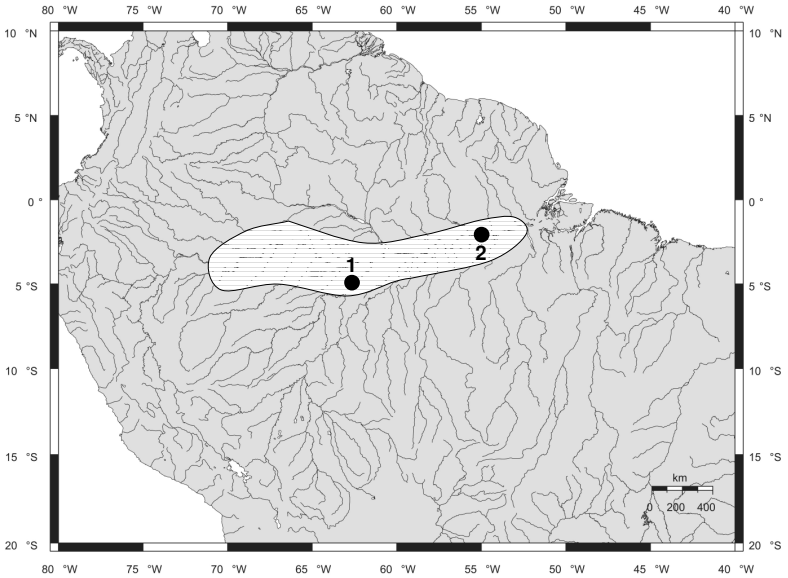


Figura 1. Mapa com delineamento da várzea da Amazônia Central, evidenciando os dois locais amostrados para o presente trabalho: 1) baixo rio Purus; 2) Santarém.

4. Discussão e Conclusão

A região da várzea amazônica funciona em um sistema anual de cheia e vazante dos rios que a formam ao longo do ano. Os padrões de ausência de estruturação genética na várzea da bacia amazônica central, observados para a grande maioria dos táxons estudados, não são surpresa, uma vez que este sistema da várzea facilita a movimentação dos organismos e conseqüentes padrões de troca gênica entre as localidades. A várzea amazônica apresenta-se como um excelente sistema para o manejo de sua fauna aquática, uma vez que, devido à ausência de estruturação genética observada na maioria dos animais estudados, tal padrão facilitará a implementação de qualquer projeto de manejo que envolva a utilização desses recursos. Entretanto, cuidados com relação ao manejo entre grandes regiões geográficas devem ser vistos com restrições para o pirarucu, tambaqui, aruanã e acará-açu, uma vez que estas espécies apresentaram isolamento por distância como uma forma de estruturação genética. Os resultados das análises genéticas para o pirarucu confirmam resultados prévios (Hrbek *et al.*, 2005, 2007) e evidenciam que as regiões com manejo comunitário, que vem sendo realizado há mais de 15 anos, têm ajudado a aumentar a variabilidade genética nestas áreas. Os pirarucus provenientes da RDS Mamirauá e os da Ilha de São Miguel são geneticamente mais diversos do que os de outras regiões não manejadas. O manejo do pirarucu na região do baixo rio Purus trará benefícios tanto para as comunidades locais quanto para a manutenção da variabilidade genética da espécie. Os tracajás e irapucas, entretanto, devem ser manejados com cautela, uma vez que se deve levar em conta a presença de diferenciação genética entre populações de diferentes locais amostrados, padrão este também observado para a tartaruga da Amazônia (Pearse *et al.*, 2006), sugerindo que adaptações locais podem ter grande importância para a sobrevivência da espécie dentro das duas áreas do projeto. Para os jacarés, sugere-se um monitoramento genético paralelo aos programas de manejo comunitário das espécies que estão sendo implementados em alguns locais da várzea amazônica. Para os mamíferos aquáticos, os programas de educação ambiental e de conservação são as estratégias usadas para se entender a biologia e preservação das espécies dentro do contexto amazônico.

5. Referências Bibliográficas

Excoffier, L.; Smouse, P. & Quattro, J.M. 1992. Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: Application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics* 131:479-491.

Excoffier, L.; Laval, G. & Schneider, S. 2005. Arlequin ver. 3.1: An integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online* 1:47-50.

Falush, D.; Stephens, M. & Pritchard, J.K. 2003. Inference of population structure using multilocus genotype data: linked loci and correlated allele frequencies. *Genetics* 164:1567-1587.

Hrbek, T.; Crossa, M. & Farias, I.P. 2007. Conservation strategies for *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) and the Amazonian várzea ecosystem. *Brazilian Journal of Biology* 67:909-917.

Hrbek, T.; Farias, I.P.; Crossa, M. *et al*. 2005. Population genetic analysis of *Arapaima gigas*, one of the largest freshwater fishes of the Amazon basin: implications for its conservation. *Animal Conservation* 8:297-308.

Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Research* 27:209-220.

Pearse, D.E.; Arndt, A.D.; Valenzuela, N.; Miller, B.A.; Cantarelli, V.H. & Sites Jr, J.W. 2006. Estimating population structure under nonequilibrium conditions in a conservation context: continent-wide population genetics of the giant Amazon river turtle, *Podocnemis expansa* (Chelonia; Podocnemididae). *Molecular Ecology* 15:985-1006.

Pritchard, J.K.; Stephens, M.J. & Donnelly, P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics* 155:945-959.

Slatkin, M. 1985. Gene flow in natural populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16:393-430.

Weir, B.S. & Cockerham, C.C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38:1358-1370.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e MCT/CNPq/CT-Amazônia.

Análise populacional das espécies de tucunarés introduzidas

Joseane Fernanda Passos[1]; Cleydson Gomes Almeida[1]; Raquel Rodrigues Rocha[1]; Iracilda Sampaio[2]; Elmary Fraga[3] & Maria Claudene Barros[3].

[1]Acadêmicos de Biologia, Universidade Estadual do Maranhão; [2]Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança; [3]Universidade Estadual do Maranhão (mbdene@yahoo.com.br).

1. Introdução

Os tucunarés são peixes pertencentes à ordem Perciformes, família Cichlidae e gênero *Cichla.* São endêmicos da Amazônia e incluem espécies de alta importância pesqueira (Teixeira & Oliveira, 2005). No cenário atual é verificado que os tucunarés foram introduzidos em várias bacias hidrográficas brasileiras, porém a origem da maioria destes estoques é desconhecida. A introdução de espécies de peixes exóticos tem sido bastante relatada em todos os ambientes aquáticos, pois a presença de espécies invasoras pode gerar impactos sobre a ictiofauna local e, conseqüentemente, sobre a biodiversidade (Sakai *et al*., 2001). O conhecimento e manutenção da integridade genética de subunidades populacionais é um dos aspectos fundamentais em programas de preservação e manejo da espécie (Allendorf, 1995). Estudos genéticos iniciados no final da década de 90 com tucunarés sugerem a ocorrência de hibridização natural em vários locais da bacia amazônica. Tais resultados têm sérias implicações para estratégias de conservação dos estoques, principalmente porque se trata de uma espécie que foi introduzida em bacias hidrográficas diferentes da distribuição original do gênero. Os estudos genéticos até agora realizados cobrem uma área muito pequena da distribuição total deste gênero, tanto na bacia amazônica como nas áreas fora da Amazônia, onde os tucunarés foram introduzidos. Este estudo analisou amostras oriundas da Amazônia e de bacia hidrográficas fora da Amazônia, visando ampliar as áreas de estudo da distribuição geográfica dos tucunarés e introduzir um novo componente no estudo, que é a estimativa de variabilidade genética baseada em seqüências da região *D-loop* do genoma mitocondrial.

2. Métodos

As análises foram baseadas em 45 amostras provenientes da bacia do rio São Francisco no lago da UHE de Sobradinho/PE; bacia do rio Paraná no lago da UHE de Itaipu/PR; bacia do rio Parnaíba no lago da UHE de Boa Esperança/PI; Açude Cajazeiras/PI, Açude Barreiras/PI, Açude Ingazeiras/PI; e bacia do rio Tocantins/PA. Nove seqüências do Genbank (AY 836716; AY 836720; AY 836721; AY 836725; AY 836734; AY 836741; AY 836742; AY 836745; AY 836746) foram incorporadas ao banco de dados. O DNA total foi isolado a partir do tecido muscular, utilizando-se o protocolo de fenol-clorofórmio, modificado a partir daquele originalmente sugerido por Sambrook & Russel (2001). A amplificação da região genômica foi realizada por meio da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), usando-se combinações de *primers* específicos. Os produtos da PCR foram purificados e seqüenciados utilizando-se o método didesoxiterminal (Sanger *et al.,* 1977). A composição nucleotídica e a matriz de divergência genética foram obtidas pelo programa MEGA4 (Tamura *et al.*, 2007). O polimorfismo de DNA, a partir do DnaSP versão 4.10 (Rozas *et al*., 2003).

3. Resultados

Um fragmento de 346 pares de bases da região D-loop do DNA mitocondrial foi obtido em 54 espécimes de tucunarés, apresentando composição nucleotídica de 31,1% timina, 16,0% citosina, 40,1% adenina e 12,7% guanina, 64 sítios polimórficos, 12 haplótipos, diversidade haplotípica de 0,7526 e nucleotídica de 0,04689. Quando analisadas como duas populações distintas, observou-se para a população *Cichla piquiti* três sítios polimórficos, três haplótipos, diversidade haplotípica de 0,4643 e nucleotídica de 0,00217. Para a outra população *C. kelberi*, foram observados oito sítios polimórficos, nove haplótipos, diversidade haplotípica de 0,67 e nucleotídica de 0,00350 (Tabela I). A divergência genética intrapopulacional variou de 0,0 a 1,0% para *C. piquiti* e de 0,0 a 2,0% para *C. kelberi*; a variação interpopulacional, de 19,0 a 21,0%. A divergência genética baseada em Kimura-2-parâmetros está sumarizada na Tabela II.

Tabela I. Variabilidade genética de populações do gênero *Cichla* com base na região controle do DNA mitocondrial (*D-loop*)

				Índice de Diversidade Molecular	
População	**N**	**NH**	**S**	**Haplotípica**	**Nucleotídica**
Cichla piquiti	08	03	03	0,4643	0,67
Cichla kelberi	46	09	08	0,00217	0,00350
Populações agrupadas	54	12	-	0,7526	0,04689

N=tamanho da amostra, NH=número de haplótipos, S=sítios polimórficos.

Tabela II – Percentual de divergência nucleotídica usando o algoritmo de Kimura-2-parâmetro em um fragmento da região controle (*D-loop)* analisado para os haplótipos de *Cichla*.

	Divergência nucleotídica											
Espécimes de *Cichla*	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
H1-*C. piquiti*TUC7FOZ	-											
H2–*C. piquiti*TUC3FOZ	0											
H3–*Cichla* sp azulTO/GB	1	1										
H4–*C.* cf. *monoculus*TO/GB	19	20	19									
H5-*C*.cf.*monoculus*x *Cichla*sp.azul/PR/GB	19	20	19	1								
H6–*C. kelberi*TUC6PR	21	20	21	2	1							
H7–*C. kelberi*TUC5FOZ	20	20	20	1	1	0						
H8–*C. kelberi*TUC8FOZ	20	20	20	1	0	1	1					
H9–*C. kelberi*TUC10FOZ	20	20	20	1	1	1	0	0				
H10-*C. kelberi* TUC110PAUL	20	19	20	1	0	1	1	1	0			
H11-*C. kelberi*TUC23SF	20	20	20	1	0	1	1	1	1	1		
H12-*C. kelberi*TUC10BA	20	21	20	1	1	2	1	1	1	1	0	-

4. Discussão e Conclusões

Nossos resultados corroboram os encontrados por Oliveira *et al.* (2006) quanto aos índices de diversidade e distância genética; no entanto, introduzem um componente novo ao estudo, que é o alcance da distribuição geográfica para *Cichla* até o nordeste brasileiro. A magnitude das diversidades haplotípica e nucleotídica, bem como a distância genética encontrada para as populações de *Cichla* indicam diferenças entre elas, com ausência de introdução da espécie *C. piquiti* no nordeste brasileiro e presença no sul do país, enquanto a introdução de *C. kelberi* está presente no nordeste e no sul do Brasil.

Os estoques encontrados no nordeste e sul do país, de acordo com os nossos dados, são oriundos da bacia do rio Tocantins.

5. Referências Bibliográficas

Allendorf, F.W. 1995. Genetics: Defining the units of conservation. *American Fisheries Society Symposium* 17:247-248.

Oliveira, A.V.; Prioli, A.J.; Prioli, S.M.A.P.; Bignotto, T.S.; Júlio Jr., H.F.; Carrer, H.; Agostinho, C.S. & Prioli, L.M. 2006. Genetic diversity of invasive and native *Cichla* (Pisces: Perciformes) populations in Brazil with evidence of interspecific hybridization. *Journal of Fish Biology* 69:260-277.

Rozas, J; Sánchez-DelBarrio, J.C; Messeguer, X. & Rozas, R. 2003. DNA polymorphism analysis by the coalescent and other methods. *Bioinformatics* 19:2496-2497.

Sakai, A.K; Allendorf, F.W.; Holt, J.S; Lodge, D.M.; Molofsky, J.; With, K.A.; Baughman, S.; Cabin, R.J.; Cohen, J.E.; Ellstrand, N.C.; McCauley, D.E.; O'Neil, P.; Parker, I.M.; Thompson, J.N. & Weller, S.G. 2001. The population biology of invasive species. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32:305-332.

Sambrook, J. & Russell, D.W. 2001. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual.* 3rd ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory.

Sanger, F.; Nichlen, S. & Coulson, A.R. 1977. DNA sequencing with chain-termination inhibitors. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 74:5463-5468.

Tamura, K.; Dudley, J.; Nei, M. & Kumar, S. 2007. MEGA4: Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular Biology and Evolution* 24:1596-1599.

Teixeira, A.S. & Oliveira, S.S. 2005. Evidence for a natural hybrid of peacock bass (*Cichla monoculus vs Cichla temensis*) based on esterase electrophoretic patterns. *Genetic and Molecular Research* 4: 74-83.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e UEMA.

Alternativas para alimentação de peixes da Amazônia: uso de subprodutos agroflorestais e resíduos de pescado

Alzira Miranda de Oliveira[1]; Ramon Baptista[1], Márcio Ferreira[1]; Rafael Duarte[1]; Sergio Nozawa[2]; Rubens Honda[2]; Adalberto Luis Val[1]; Vera Maria Fonseca de Almeida e Val[1] & Paulo Henrique Rocha Aride[2]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [2]Centro Universitário Nilton Lins.

1. Introdução

A piscicultura tem sido vista como um meio tecnológico para produção de alimentos de origem aquática, oferecendo maior rentabilidade e menor custo ambiental para a produção de proteína animal do que a pecuária e por ocasionar menos desmatamento e apresentar maior produção por unidade de área (Honczaryk, 1994; Honczaryk et al, 1995; Zaniboni-Filho, 1997). Embora a Amazônia ofereça grande potencial para a produção de peixes, tem apresentado problemas relacionados com a falta de rações balanceadas contendo teores adequados de nutrientes que proporcionem melhores desempenhos zootécnicos e fisiológicos aos animais. Além disso, alguns estudos apontam a alimentação como o principal fator responsável pelos custos onerosos, podendo ser atribuído até 80% dos gastos. A alimentação representa mais de 50% do custo operacional da aqüicultura, sendo que a matéria prima para proteínas são as mais dispendiosas. No Brasil, ocorre uma escassez de farinha de peixe (FP) e, com o aumento na demanda causado pela elevação da capacidade produtiva, tem-se buscado estudos para uma substituição parcial ou total desta fonte, por outros subprodutos animais ou vegetais (El-Sayed, 1999). Os alimentos de origem animal apresentam alto teor de proteína, um equilíbrio nos níveis de aminoácidos, grande quantidade de ácidos graxos, minerais e vitaminas. Porém, alguns destes alimentos podem apresentar uma variabilidade em sua composição, o que pode alterar a digestibilidade e disponibilidade desses nutrientes, gerando assim prejuízo nos índices de crescimento dos peixes (Vergara *et al*., 1999), além da

possibilidade de mudança na palatabilidade da carne do peixe produzido. O presente projeto teve como objetivo utilizar subprodutos da região Amazônica para substituição e incremento de dietas para tambaqui (*Colossoma macropomum*), visando à manutenção ou melhora dos índices de crescimento, além de manter estável o estado de saúde destes.

2. Métodos

Foram delineados quatro diferentes experimentos, todos por meio de introdução em níveis constantes (15, 30 e 45% e dieta controle, ração comercial). Os subprodutos utilizados foram a macaxeira (*Manihot* sp.), o camu-camu (*Myrciaria dubia*), o arroz (*Oriza sativa*) e o açaí (*Euterpe oleracea*). Ao final do período de velocidade critica de natação, foi realizada punção caudal para a retirada de sangue, para posterior análise de parâmetros hematológicos, segundo Brown (1976): hematócrito, hemoglobina, células vermelhas, constantes corpusculares. Foram determinados peso e comprimento, para avaliação dos índices zootécnicos, e a velocidade crítica de natação à qual os animais foram submetidos.

3. Resultados

As diferentes proporções dos diferentes produtos utilizados apresentaram resultados distintos. O camu-camu utilizado nas dietas experimentais causou diferenças nos parâmetros hematológicos analisados, com exceção da velocidade critica de natação ($p<0,05$). Os dados mostram que a faixa de 45% de camu-camu nas dietas para tambaqui diminuem a produtividade e a performance de natação. O nível adequado para a espécie de 15%, sem prejuízo dos índices de crescimento e do estado de saúde da espécie. Já para a o arroz, o melhor índice para crescimento da espécie foi de 45%. O experimento de macaxeira mostrou que os diferentes índices não apresentaram diferença significativa nos índices de crescimento da espécie.

4. Discussão e Conclusão

Nossos resultados sugerem que a introdução de subprodutos em dietas para juvenis de tambaqui mantém os índices de crescimento de

rações comerciais, sem alteração significativa de vários parâmetros hematológicos analisados.

5. Referências Bibliográficas

Brown, B.A. 1976. *Hematology: principles and procedures.* 2nd Edition. Philadelphia: Lea & Febiger. 336p.

El-Sayed, A.F.M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia *Oreochromis* spp. *Aquaculture* 179:149-168.

Honczaryc, A. 1994. Efeito da densidade de estocagem sobre a performance do matrinxã, *Brycon cephalus* Günter, 1869 (Teleostei, Characidae). In: *VII SIMBRAQ e IIIEMBRAPOA*. Piracicaba.

Honczaryc, A.; Pereira Filho, M. & Storti-Filho, A. 1995. Análise comparativa do crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus* em tanques adubados e alimentados com uma ração comercial. In: *II Seminário sobre Criação do Gênero* Brycon. CEMIG/Volta Grande.

Vergara, J.M.; Lopez-Calero, G. & Robaina, L. 1999. Growth, feed utilization and body lipid content of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. *Aquaculture* 179:35-44.

Zaniboni-Filho, E. & Meurer, S. 1997. Limitações e potencialidades do cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) na região subtropical do Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca* 24:169-172.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Petrobras.

Hematologia do tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentado com dieta enriquecida com camu-camu (*Myrciaria dubia*)

Alzira Miranda de Oliveira[1]; Ramon Baptista[1]; Marcio Ferreira[1]; Rafael Duarte[1]; Sergio Nozawa[2]; Rubens Honda[2]; Adalberto Luis Val[1]; Vera Maria Fonseca de Almeida e Val[1] & Paulo Henrique Rocha Aride[2]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [2]Centro Universitário Nilton Lins.

1. Introdução

A alimentação representa mais de 50% do custo operacional da aqüicultura, sendo que a matéria prima para proteínas são as mais dispendiosas. No Brasil, ocorre uma escassez de farinha de peixe (FP) e, com o aumento na demanda causado pela elevação da capacidade produtiva, tem-se buscado estudos para uma substituição parcial ou total desta fonte, por outros subprodutos animais ou vegetais (El-Sayed, 1999). Os alimentos de origem animal apresentam alto teor de proteína, um equilíbrio nos níveis de aminoácidos, grande quantidade de ácidos graxos, minerais e vitaminas. Porém, alguns destes alimentos podem apresentar uma variabilidade em sua composição, o que pode alterar a digestibilidade e disponibilidade desses nutrientes, gerando assim prejuízo nos índices de crescimento dos peixes (Vergara *et al*., 1999). O uso do camu-camu (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae) já demonstrou ser efetivo para o crescimento e, de acordo com o presente trabalho, também para o nível de saúde do tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae).

2. Métodos

Os tratamentos consistem em 3 diferentes níveis de camu-camu introduzidos em dietas experimentais (15, 30 e 45% e dieta controle, ração comercial). Ao final do período de alimentação de 30 dias, foram analisados alguns parâmetros hematológicos, segundo Brown (1976): hematócrito, hemoglobina, células vermelhas, constantes

corpusculares e a velocidade crítica de natação à qual os animais foram submetidos.

3. Resultados

As diferentes proporções de camu-camu utilizadas nas dietas experimentais causaram diferenças nos parâmetros hematológicos analisados, com exceção da velocidade critica de natação ($p<0,05$). Os dados mostram que a faixa de 45% de camu-camu nas dietas para tambaqui diminuem a produtividade e a performance de natação. O nível adequado para a espécie de 15%, sem prejuízo dos índices de crescimento e do estado de saúde da espécie.

4. Discussão e Conclusão

Nossos resultados sugerem que a introdução de 15% de camu-camu na dieta de tambaqui aumenta a performance de crescimento de natação.

5. Referências Bibliográficas

Brown, B.A. 1976. *Hematology: principles and procedures.* 2nd Edition. Philadelphia: Lea & Febiger. 336p.

El-Sayed, A.F.M. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia Oreochromis spp. *Aquaculture* 179:149-168.

Vergara, J.M.; Lopez-Calero, G. & Robaina, L. 1999. Growth, feed utilization and body lipid content of gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed increasing lipid levels and fish meals of different quality. *Aquaculture* 179:35-44.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Petrobras.

Análise proteômica de hipófises de tambaqui, matrinxã, tucunaré e pirarucu

Rubens T. Honda[1]; Sergio R. Nozawa[1]; Mônica S. Ferreira-Nozawa[1]; Maria de Nazaré Paula da Silva[2]; Frida M. Casanova[2]; Ramon Barros[2]; Adalberto Luis Val[2] & Vera Maria Fonseca de Almeida e Val[2]

[1]Universidade Nilton Lins; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (veraval@inpa.gov.br).

1. Introdução

Os avanços tecnológicos, principalmente da proteômica, têm permitido ao homem identificar proteínas importantes para a aqüicultura. O uso das técnicas de proteômica pode ser compreendido como uma ferramenta importante, pois a expressão diferencial de proteínas durante as fases do crescimento pode revelar os principais genes de indução do hormônio gonadotropina (Gopinath *et al*., 2004; Liu *et al*., 2007). Uma das espécies mais utilizadas nesses estudos é a espécie *Danio rerio* (*zebrafish* ou paulistinha, como é conhecido no Brasil). Estudos recentes com tilápia-do-nilo mostraram que há proteínas que se expressam antes da diferenciação gonadal entre machos e fêmeas que podem ser relacionados a cada um dos sexos. Como mencionado acima, mudanças nos níveis de mRNA nas gônadas de peixes durante o crescimento podem revelar proteínas que se expressam especificamente em machos e em fêmeas antes mesmo que o sexo seja diferenciado, o que facilita a identificação de machos e fêmeas bem mais cedo em espécies sem dimorfismo sexual, facilitando o manejo com fins de reprodução e criação. A construção de géis bidimencionais (2D) e a comparação de proteínas diferencialmente expressas pode revelar os diferentes estágios de vida que estejam relacionados à taxa de crescimento. As quatro espécies aqui estudadas (tambaqui, matrinxã, tucunaré e pirarucu) são bastante conhecidas com relação às suas características morfológicas, respiratórias, comportamentais e fisiológicas. Seus hábitos de reprodução também são conhecidos, o que permite um melhor estudo sobre a expressão diferencial de proteínas por meio da proteômica.

2. Métodos

Foram obtidas amostras de hipófises de animais adultos e jovens (n=6) de exemplares de tambaqui, tucunaré, matrinxã e pirarucu, oriundos de fazendas de piscicultura próximas da cidade de Manaus. Para a proteômica, um extrato protéico das hipófises foi analisado em gel 2D. Foi utilizado o equipamento IPG-Phor (*GE-Healthcare*) e anfólitos de 3-10 com *strips* não-lineares de 13 cm. Para a focalização do PI (ponto isoelétrico), o seguinte programa foi utilizado: 12 horas de hidratação das *strips* a 20º C; 150 V pr 10 minutos; 500 V por 1 hora; 1000 V por 1 hora; 8000 V até o término da corrida em 50 mA/*strip*. Na segunda dimensão, as *strips* foram colocadas no hidratador em 2 mL de solução de equilíbrio-I (TRIS-HCl pH 6,8 (para 4 ml) 0,2 ml; Uréia 6M 1,44 g; glicerol 30% 1, 38 ml; SDS 2% 0,08g; DTT 2% 0,08g por 12 minutos. A seguir, as strips foram incubadas, novamente por 12 minutos, na solução de equilíbrio-II contendo: TRIS-HCl pH 6,8 (para 4 mL) 0,2 mL; Uréia 6M 1,44 g; glicerol 30% 1, 38 ml; SDS 2% 0,08g; Iodoacetamida 0,10 g. As *strips* foram lavadas e colocadas em um gel de 12,5% de poliacrilamida para a segunda dimensão. Após a corrida, os géis foram corados com coomassie e analisados por programas de bioinformática *Phoretix2D Advanced*, que é utilizado para a análise detalhada de imagens de eletroforese em 2D e permite encontrar mudanças de expressão significativas ao longo de uma série de géis. Os *spots* diferenciais foram tratados com tripsina e o produto da digestão foi analisado em um espectrômetro de massa conectado num cromatógrafo líquido (LC-MS/MS). Os espectros foram analisados contra um banco de dados protéicos (PDB) e as homologias determinadas pelo BLASTp-LOCAL.

3. Resultados

Após o seqüenciamento e tratamento das seqüências das quatro espécies, as proteínas foram separadas em grupos: proteínas expressadas em fêmeas, proteínas expressadas em machos, proteínas expressadas em indivíduos jovens e proteínas expressadas em indivíduos adultos e por espécies. Na construção do banco de dados, foi produzida toda a estrutura física da aplicação que abrange a

criação das *tabelas ordenadas* para guardar as informações proteômicas. Foram analisados 47 *spots* em espectrômetro de massa e obtidas as seguintes proteínas: receptores protéicos ligados ao desenvolvimento sexual (receptores de gonadotrofinas, FSH-R e LH-R), proteínas relacionadas com estresse (CYP1A, LDH-A, HSP70, SOD, entre outras), genes e proteínas relacionados ao sistema imunológico (receptores de linfócitos CD4, receptores de linfócitos CD8 e MHC tipo I). A seguir, uma mostra de um gel 2D (Figura 1).

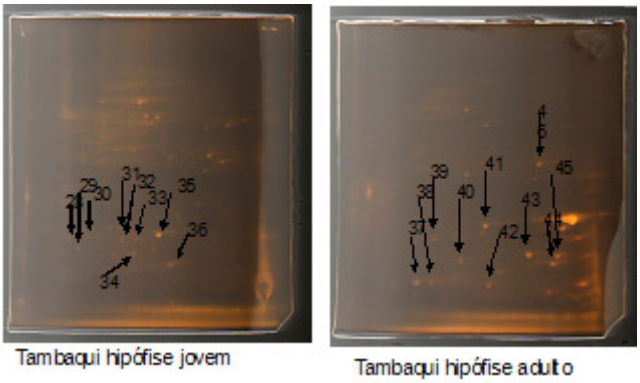


Figura 1. Exemplo de gel 2D obtido na pesquisa.

4. Discussão e Conclusão

A análise da expressão diferencial de proteínas (proteômica) das quatro espécies pôde fornecer um conjunto de informações importantes. Um exemplo aplicado foi a expressão em altos níveis, nas quatro espécies, dos genes FSHR (*Follicle-Stimulating Hormone Receptor*) e LH-beta (*Luteinizing Hormone Receptor*) expressos somente em indivíduos adultos na fase reprodutiva (Maugars & Schmitz, 2007). Os resultados de proteômica indicaram um nível da expressão (cerca de 10 vezes mais), quando comparados com indivíduos juvenis (nas quatro espécies). Como conseqüência, estes elevados níveis de proteínas, nos levou a induzir artificialmente a produção da gonadotrofina para estes níveis elevados de receptores, aumentando a probabilidade da reprodução em cativeiro, principalmente do pirarucu. Ainda ressaltamos a importância da

descoberta de outras proteínas que servirão de marcadores para a sanidade das quatro espécies, além de proteínas importantes para o monitoramento do uso de rações com o aproveitamento de resíduos agroflorestais.

5. Referencias Bibliográficas

Gopinath, A.; Andrew-Tseng, L. & Whitlock, K.E. 2004. Temporal and spatial expression of gonadotropin releasing hormone (GnRH) in the brain of developing zebrafish (*Danio rerio*). *Gene Expression Patterns* 4:65-70.

Li, P.; Peatman, E.; Wang, S.; Feng, J.; He, C.; Baoprasertkul, P.; Xu, P.; Kucuktas, H.; Nandi, S.; Somridhivej, B.; Serapion, J.; Simmons, M.; Turan, C.; Liu, L.; Muir, W.; Dunham, R.; Brady, Y.; Grizzle, J. & Liu, Z. 2007. Towards the ictalurid catfish transcriptome: generation and analysis of 31,215 catfish ESTs. *BMC Genomics* 8:177.

Maugars, G. & Schmitz, M. 2007. Expression of gonadotropin and gonadotropin receptor genes during early sexual maturation in male Atlantic salmon parr. *Molecular Reproduction and Development* 75:403-413.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, INPA e UniNiltonLins.

Expressão diferencial de genes na manutenção de peixes em cativeiro: genes envolvidos no crescimento de tambaqui, matrinxã, tucunaré e pirarucu

Sergio R. Nozawa[1]; Marcos P. Lima[2]; Rubens T. Honda[1]; Mônica S. Ferreira-Nozawa[1]; Maria de Nazaré Paula da Silva[2]; Frida M. Casanova[2]; Ramon Barros[2]; Adalberto Luis Val[2] & Vera Maria Fonseca de Almeida e Val[2]

[1]Universidade Nilton Lins; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (veraval@inpa.gov.br).

1. Introdução

Para a análise da expressão gênica diferencial, quatro espécies bastante conhecidas foram estudadas neste projeto. O tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe mais utilizado nas pisciculturas, é uma espécie de grande porte que possui grande valor comercial. Por ser uma espécie que apresenta adaptações à redução de oxigênio na água e sobrevive em pHs extremos, o tambaqui é considerado uma espécie rústica e fácil de se criar. A outra espécie importante é uma espécie de carne nobre, o pirarucu (*Arapaima gigas*). Este peixe é a maior espécie de escamas de água doce do mundo, podendo alcançar 3 m de comprimento e 250 kg de peso. Destaca-se por ser um peixe de respiração aérea obrigatória. A terceira espécie estudada no presente projeto, o matrinxã (*Brycon amazonicus*), tem sido reconhecida como uma promessa para o sucesso da piscicultura em todo o país. Por fim, a quarta espécie, o tucunaré (*Cichla monoculus*) é aquela que, embora seja muito apreciada na mesa do amazonense e de outras regiões do país, tem seus mecanismos de criação muito dificultados por seus hábitos alimentares piscívoros, o que encarece qualquer tentativa de criação e promove danos ao meio ambiente. As tecnologias moleculares disponíveis permitiram a identificação de genes e proteínas importantes para o desenvolvimento gonadal de uma espécie, para sua resistência a doenças e para melhoria do crescimento em cativeiro. O uso das técnicas moleculares de expressão diferencial de genes em bibliotecas subtrativas de cDNA podem resultar em ferramentas importantes, pois a expressão

diferencial de genes durante as fases do crescimento podem revelar os principais genes de indução do hormônio, como por exemplo, a gonadotropina.

2. Métodos

Foram obtidas amostras de hipófises de animais adultos e jovens (n=6) de exemplares de tambaqui, tucunaré, matrinxã e pirarucu, oriundos de fazendas de piscicultura próximas da cidade de Manaus. Para a transcriptômica, a extração de RNA total foi realizada de acordo com protocolo do fabricante com TRIZOL (*Invitrogen*). A biblioteca subtrativa foi feita seguindo o protocolo da Clontech (*Subtract Library*) e os produtos das bibliotecas subtrativas foram seqüenciados automaticamente no analisador ABI 3130 (*Applied Biosystems*). As seqüências foram analisadas utilizando o *software* Phred/Phrap/Consed anotadas pelo *software* BLAST2GO. O banco de EST (*Expressed Sequence Tags*) de peixes foram criados em MySQL para a busca de identidades e similaridades.

3. Resultados

Após o seqüenciamento e tratamento das seqüências, foram validadas aproximadamente 1000 ESTs únicas (UniEST) das quatro espécies. As EST foram separadas em grupos: genes expressados em fêmeas, genes expressados em machos, genes expressados em indivíduos jovens e genes expressados em indivíduos adultos e por espécies. Na construção do banco de dados, foi produzida toda a estrutura física da aplicação que abrange a criação das *tabelas ordenadas* para guardar as informações genômicas (*Expressed Sequence Tags*). Foram obtidos genes ligados ao desenvolvimento sexual (receptores de gonadotropinas, FSH-R e LH-R)), genes e proteínas relacionados com estresse (CYP1A, LDH-A, HSP70, HSP90, SOD, entre outros), genes e proteínas relacionados ao sistema imunológico (CD4, MHC tipo I e tipo II). Um quadro resumido da espécie tambaqui mostra as diferenças entre as bibliotecas de peixes jovens e adultos:

Expressed Sequence Tag	Gene Ontology
Aryl hydrocarbon receptor nuclear translocator	GO:0005783
CGMP-gated channel	GO:0005739
Cytochrome c oxidase subunit 3	GO:0004129
Cytochrome P450 monooxygenase CYP2K1v3	GO:0005739
Cytotoxic and regulatory T cell protein	GO:0005743
MHC class I antigen	GO:0005216
Neuronal-type voltage-gated calcium channel subunit Cav2.2	GO:0016021
Nuclear pore complex glycoprotein p62	GO:0006817
Putative membrane progestin receptor beta	GO:0003677
Shaw-related potassium channel protein Raw1	GO:0003677
Spi-1/PU.1 transcription factor	GO:0005634

cDNA expressed in library of tambaqui adult fish.

cDNA expressed in library of both tambaqui fish.

cDNA expressed in library of tambaqui young fish.

4. Discussão e Conclusão

A análise da expressão diferencial de genes (transcriptômica em larga escala) das quatro espécies foi pioneira e pôde fornecer um conjunto de informações importantes, sempre considerando um laborioso processo de isolamento dos genes com base na bioinformática, gerando um perfil de expressão baseado nas seqüências transcritas quando comparadas com outros bancos de dados (Li *et al.*, 2007). Estudos comparativos em sistemas de defesa antioxidante em peixes são difíceis de serem feitos devido às diferenças quantitativas reportadas em várias espécies analisadas (Marcon & Wilhelm-Filho, 1999). Comparações entre os 10 bancos de ESTs e as quatro espécies estudadas permitiram concluir que houve diferenças entre as funções dos genes apresentados. A construção de um banco de dados (DNA-FISH) foi inédita e possibilitou a comparação de ESTs de peixes, além de facilitar a seleção dos genes de interesse para a aqüicultura. Um exemplo aplicado foi a expressão em altos níveis, nas quatro espécies, dos

genes FSHR (*Follicle-Stimulating Hormone Receptor*) e LH-beta (*Luteinizing Hormone Receptor*) expressados somente em indivíduos adultos na fase reprodutiva (Maugars & Schmitz, 2007). Os resultados da transcriptômica indicaram um nível da expressão destes genes 12 vezes maior, quando comparados com indivíduos juvenis (nas quatro espécies). Como conseqüência, estes elevados níveis de transcritos (mRNA) nos levou a induzir artificialmente a produção da gonadotropina para estes níveis elevados de receptores, aumentando a probabilidade da reprodução em cativeiro, principalmente do pirarucu. Ainda ressaltamos a importância da descoberta de novos genes que servirão de marcadores para a sanidade das quatro espécies, além de genes importantes para o monitoramento do uso de rações com o aproveitamento de resíduos agroflorestais.

5. Referencias Bibliográficas

Li, P.; Peatman, E.; Wang, S.; Feng, J.; He, C.; Baoprasertkul, P.; Xu, P.; Kucuktas, H.; Nandi, S.; Somridhivej, B.; Serapion, J.; Simmons, M.; Turan, C.; Liu, L.; Muir, W.; Dunham, R.; Brady, Y.; Grizzle, J. & Liu, Z. 2007. Towards the ictalurid catfish transcriptome: generation and analysis of 31,215 catfish ESTs. *BMC Genomics* 8:177.

Marcon, J.L. & Wilhelm-Filho, D. 1999. Antioxidant processes of wild tambaqui, *Colossoma macropomum* (Osteichthyes, Serrasalmidae) from the Amazon. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 123:257-263.

Maugars, G. & Schmitz, M. 2007. Expression of gonadotropin and gonadotropin receptor genes during early sexual maturation in male Atlantic salmon parr. *Molecular Reproduction and Development* 75:403-413.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e INPA.

Grupo Temático III - Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros da Amazônia

Ariane Luna Peixoto[1]; Alaíde Braga de Oliveira[2] & Lúcia da Costa Ferreira[3]

[1]Jardim Botânico do Rio de Janeiro (ariane@pq.cnpq.br); [2]Universidade Federal de Minas Gerais (alaidebraga@terra.com.br); [3]Universidade Estadual de Campinas (luciacf@unicamp.br).

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) projeta um conjunto de cenários climáticos futuros, desde os mais graves até os menos graves, baseado na capacidade do homem de diminuir as emissões de gases de efeito estufa. As previsões do IPCC acerca da velocidade de perda de espécies e degradação da biodiversidade pela ação humana são assustadoras. A ampla divulgação de tais projeções e já algumas ações que se desdobraram em conseqüência delas deram destaque ao papel mediador da biodiversidade nos sistemas ecológicos, valorizando as espécies de plantas animais e microorganismos e a gestão dos recursos da natureza; e à necessidade de adoção de modelos que levem em conta a interdependência entre as variáveis econômicas, sociais e ambientais no processo de desenvolvimento, que passou a ser visto como uma responsabilidade social e global.

A megadiversidade nos diferentes ecossistemas da Amazônia se reflete em tamanha complexidade que é difícil de ser entendida sem que sobre ela se voltem olhares de diferentes campos da ciência, conjuntamente, e que tomem como parceiros habitantes que detém saberes sobre os locais onde vivem e onde gerações aprenderam a fazer uso de suas riquezas. Por outro lado, a complexidade exige que se estabeleçam prioridades e definições de critérios para a escolha de espécies a serem estudadas de forma que, a partir de bases conceituais consolidadas, generalizações possam ser feitas buscando-se padrões e soluções para problemas de manejo e conservação; que se desenvolvam modelos que possam ser testados e mais amplamente utilizados. O desenvolvimento hoje implica a adoção de modelos nos quais as atividades econômicas que podem aumentar o bem estar

social não comprometam a conservação de recursos naturais nos curto, médio e longo prazos; o uso sustentável e a conservação dos recursos naturais direcionados para a produção planejada agregada à visão de longo prazo. A busca de estratégias para conhecer a diversidade biológica em seus diferentes componentes, trabalhando prioritariamente com espécies (e seus ecossistemas) que tenham uso consagrado, ou que sejam promissoras para diferentes usos, tendo a sustentabilidade econômica, social e ambiental como meta, foi o desafio enfrentado pelas três sub-redes que constituem o grupo temático denominando Produtos Madeireiros e Não-madeireiros da Amazônia, dentro do Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil - Subprograma de Ciência e Tecnologia – Fase II (SPC&T).

A junção das três sub-redes, envolvendo 14 projetos, no grupo temático Produtos Madeireiros e Não-madeireiros da Amazônia trabalhou com uma grande diversidade de temas e abrangeu, em suas atividades, espaços geográficos amplos e diferentes setores da sociedade.

A Sub-rede Manejo e Conservação de Recursos Florestais Madeireiros e Não-madeireiros (MANFLOR), envolvendo quatro projetos, partiu de bases de dados bastante consolidadas, oriundas de inúmeros projetos já realizados na região, predominantemente disponíveis na Embrapa, onde estão centrados muitos de seus executores, mas também no Laboratório de Produtos Florestais do IBAMA. A revisitação das informações já disponíveis, com o olhar de novas abordagens e tecnologias, e o exaustivo trabalho de campo foram fundamentais para o conjunto de resultados obtidos por esta sub-rede, que se caracterizou pela abrangência, tanto em área geográfica como em temas tratados. Buscou consolidar conhecimentos sobre produtos madeireiros e não madeireiros, arranjos produtivos locais, ecologia e genética de população de espécies arbóreas, mantendo o encadeamento conceitual dos projetos e a integração entre os diferentes membros das equipes, distantes fisicamente. Tem destaque nos resultados o aprofundamento do conhecimento dos ecossistemas florestais amazônicos e especificamente de algumas das espécies desses ecossistemas, fornecendo dados e modelos para subsidiar políticas públicas que

concorram para o uso sustentável da floresta por meio da exploração econômica de diferentes produtos e o envolvimento do agronegócio na cadeia produtiva de produtos madeireiros ou não-madeireiros. Trouxe avanço no conhecimento sobre as relações entre ecologia e estrutura genética de populações de espécies arbóreas, campo onde são escassas as informações existentes.

A Sub-rede Aproveitamento de Plantas Amazônicas como Fontes de Biodefensivos (APAFBIO), envolveu cientistas de diferentes especialidades para a pesquisa em biodefensivos a partir de espécies de plantas de uso tradicional, conhecidas regionalmente com timbó e do cipó d'alho. Abrangeu seis projetos, sediados no estado do Pará, com pé bem firmado na capacidade científica da Universidade Federal do Pará e do Museu Paraense Emílio Goeldi. Debruçou-se, assim, sobre temática de marcada relevância científica, econômica, social e ambiental: A identificação de princípios ativos, e de seus efeitos, a abertura de possibilidade de sua utilização com viabilidade econômica em escala produtiva e, partindo desta possibilidade, a utilização sustentável de recursos naturais com o envolvimento de comunidades locais no cultivo das espécies envolvidas na pesquisa. Teve destaque nesta sub-rede a introdução de bioensaios, de modo muito dinâmico, que darão independência às instituições envolvidas em questões primordiais que se iniciam com a bioprospecção em campo. Sem dúvida, esta sub-rede criada a partir da demanda do SPC&T terá vida longa e se desdobrará com a introdução de novas ferramentas das áreas de biologia, química e etnociências e o aporte de novas temáticas. Um longo horizonte de inovação tecnológica se percebe nos produtos já apresentados. E, pelas características das atividades desenvolvidas no âmbito do SPC&T, emergirão recomendações de políticas que apontem diferentes caminhos na legislação de acesso a recursos genéticos e à repartição de benéficos oriundos do uso da diversidade biológica brasileira.

A Sub-rede Diversidade Vegetal e de Moléculas Bioativas na Reserva Biológica do Uatumã, Amazônia Central (UATUMÃ), abrangendo quatro projetos, teve como tema central o conhecimento das espécies da Rebio Uatumã, executados dentro de pesquisas abrangentes de Flora e biomassa, estrutura e composição da vegetação arbórea, cujos produtos até então apresentados, servem de

modelo para estudos em outras Unidades de Conservação da Amazônia e do país. Estes dois temas desempenharam importantes papéis como integradores, fornecendo dados e recebendo insumos e produtos de diferentes estudos realizados na Rebio Uatumã. É expressiva a quantidade de dados e a organização deles de forma a torná-los acessíveis aos demais pesquisadores e estudantes do INPA, onde está sediado e a disponibilização *on-line* desse conjunto de dados e informações é, sem dúvida, um avanço considerável. Os resultados destas pesquisas mostram a importância da manutenção de UCs de diferentes modalidades, na Amazônia. Uma outra vertente, desta sub-rede, diz respeito a estudos sobre a atividade biológica e composição química de algumas espécies, quer presentes em Uatumã, quer presentes na Reserva Ducke e a avaliação *in vitro* da atividade antimalárica de moléculas bioativas extraídas de plantas. Com recursos do edital para divulgação científica, executou um interessante e atrativo trabalho, cujos dados técnicos são originários, predominantemente, de projetos desenvolvidos na sub-rede.

O desenvolvimento dos projetos de pesquisa do grupo temático Produtos Madeireiros e Não-madeireiros da Amazônia gerou informações que permitem um melhor entendimento de inter-relações, tanto ao nível dos ecossistemas quanto entre estes e os sistemas sócio-econômicos e políticos; disponibilizou dados mais precisos acerca de características dos componentes da biodiversidade e dos ecossistemas, das dinâmicas destes ecossistemas e do seu potencial produtivo. Principalmente, mostrou que o homem não pode ser visto apenas como elemento de pressão sobre os ecossistemas naturais, mas, também, como elemento criativo, capaz de estabelecer novos modos de se relacionar entre si e com a natureza.

Pela dinâmica dos pesquisadores das diferentes sub-redes, pela atualidade dos temas tratados e pelo extenso trabalho de campo, envolvendo muitas vezes comunidades locais, exerceu forte apelo entre estudantes de graduação e de pós-graduação, sendo a capacitação de recursos humanos, em diferentes níveis, um destaque neste grupo temático. As pesquisas realizadas, em redes de projetos, permitiu a constante difusão e circulação de informações entre os seus executores nas diferentes instituições, maximizando então resultados. Estudantes e jovens pesquisadores reforçaram os grupos

de pesquisa regionais e colaboraram fortemente para a integração das instituições e setores envolvidos nas atividades, colaborando na promoção de parcerias. A produção científica em revistas bem qualificadas, bem como de monografias, dissertações e teses tem destaque. Estes produtos da ciência se prestam a subsidiar o governo brasileiro no desenho de políticas ambientais, de políticas para o setor agrário e florestal e de políticas econômicas e sociais; se prestam, portanto, à transferência efetiva das informações para a sociedade na forma de políticas e diretrizes de desenvolvimento sustentável da Amazônia.

Grande parte das emissões brasileiras de gases de efeito estufa provém do desmatamento, uma das atividades econômicas predatórias que não responde por mais de 1% do PIB. O desafio consiste em encontrar, divulgar, discutir e implementar modelos diversificados para uma Amazônia plural, que fuja da derrubada da floresta, seja por exploração madeireira inadequada, seja para instalação de empreendimentos não sustentáveis econômico, social e ambientalmente. Considerando a riqueza e diversidade de recursos naturais, a sociedade diversa e a pujança de sua comunidade científica, o Brasil tem as melhores condições para enfrentar este desafio. As pesquisas realizadas pelo Grupo Temático Produtos Madeireiros e Não-madeireiros mostram que diversos passos já foram dados.

Artigo-síntese da sub-rede MANFLOR

Manejo e conservação de recursos florestais madeireiros e não-madeireiros – MANFLOR

João Olegário Pereira de Carvalho[1], Lúcia Helena de Oliveira Wadt[2], José Natalino Macedo Silva[3], Marcos Antonio Eduardo Santana[3] & Alberto William Viana de Castro[1]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (olegario@pq.cnpq.br); [2]Embrapa Acre; [3]Serviço Florestal Brasileiro.

1. Introdução

A Sub-rede Manflor vem atuando há 30 meses para atingir os seguintes objetivos: promover o intercâmbio de informações sobre ecologia e manejo de florestas naturais, entre instituições governamentais e não-governamentais, facilitando parcerias para estudos complementares em nível regional; promover o desenvolvimento e a adaptação de sistemas de manejo para florestas naturais e plantadas da Amazônia brasileira, considerando aspectos tais como o uso múltiplo da floresta, espécies mais adequadas, escala de produção, intensidade e formas de posse da terra; recomendar práticas de manejo sustentável para produtos florestais, na Amazônia; validar métodos de avaliação da sustentabilidade ecológica para o manejo de espécies florestais; gerar dados sócio-econômicos de diferentes sistemas de manejo implantados na Amazônia; gerar dados tecnológicos sobre diferentes produtos florestais; gerar novos produtos florestais e agregar valores aos já existentes; subsidiar programas de manejo florestal sustentável, com informações sobre a conservação de espécies arbóreas em florestas manejadas; organizar e sistematizar o conhecimento sobre as interrelações existentes entre os agentes que compõem os arranjos produtivos oriundos de matéria-prima florestal.

2. Métodos

A Sub-rede é composta por cinco projetos: (1) Ecologia de Vegetação das Florestas Manejadas; (2) Genética de Populações de Espécies Florestais em Florestas Manejadas; (3) Sistemas de Manejo Florestal Madeireiro e Não-Madeireiro; (4) Tecnologia Industrial de Produtos Madeireiros e Não-madeireiros; e (5) Análise de Arranjos Produtivos Locais de Produtos Madeireiros e Não-Madeireiros. A integração entre os projetos se deu, principalmente, devido à grande parte dos estudos ser realizada nas mesmas populações e, em vários casos, com os mesmos indivíduos. O projeto Ecologia de Vegetação serviu de base ecológica, assim como o projeto Genética de Populações serviu de base genética, para estudos de caráter mais prático realizados em outros projetos, principalmente nos projetos Sistemas de Manejo e Tecnologia de Produtos Florestais, nos quais a produção sustentável, tanto da madeira como dos produtos não-madeireiros, considerou as informações ecológicas obtidas no projeto Ecologia de Vegetação, para possibilitar a conservação dos recursos florestais. A relação entre os projetos Ecologia de Vegetação e Arranjos Produtivos se deu na integração da economia com a ecologia, como parte da transdisciplinaridade, que proporciona uma análise integrada dos sistemas ecológicos e econômicos que envolvem os recursos madeireiros e não-madeireiros. É a ecologia dos recursos como base para a economia da produção. Além dessa integração, os projetos Tecnologia de Produtos Florestais e Arranjos Produtivos também interagiram com os demais, na medida em que foram avaliados os produtos e arranjos produtivos das mesmas espécies. As instituições e equipes dos cinco projetos estiveram interligadas, na medida do possível, para que cada objetivo fosse atingido. Cada projeto foi constituído por uma equipe multidisciplinar e multi-institucional, o que facilitou a sua integração e obtenção de resultados confiáveis em menor tempo.

3. Resultados

A documentação técnico-científica produzida e as atividades de formação de recursos humanos foram marcos significativos. Mas é

preciso esclarecer que algumas atividades da Sub-rede vinham sendo desenvolvidas em projetos anteriores à sua formação, que indiretamente passaram a fazer parte da Sub-rede. Os resultados dos projetos foram documentados e divulgados em veículos de divulgação científica e na mídia em geral, com extensivo uso de jornais, televisão, folders e páginas das instituições executoras ou parceiras na Internet. Para assegurar a disseminação dos resultados práticos dos projetos Ecologia de Vegetação e Sistemas de Manejo, para um grupo mais amplo de clientes, foi organizado um dia de campo em conjunto com os projetos Bom Manejo (Embrapa/CIFOR/ITTO) e Peteco (Embrapa/CNPq), em uma Unidade de Manejo Florestal de uma das empresas parceiras da Sub-rede. O grupo de participantes incluiu empresários florestais, funcionários de órgãos governamentais e organizações não-governamentais, tomadores de decisões na política florestal, profissionais do setor de base florestal, pesquisadores e estudantes. O desenvolvimento das atividades da Sub-rede deu muitas oportunidades a pesquisadores e estudantes para conduzirem relevantes pesquisas sobre os recursos e produtos florestais. A contribuição mais direta da Sub-rede aos órgãos ambientais do governo foi no que diz respeito ao apoio na avaliação, acompanhamento e vistoria de planos de manejo de florestas naturais em execução na Amazônia. Houve uma estreita ligação com o Ibama e com as organizações estaduais de meio ambiente como, por exemplo, a Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará. No período de execução dos projetos da Sub-rede foram desenvolvidos mais de 20 processos e/ou técnicas, a maioria relacionada à tecnologia industrial de produtos florestais. Foram organizados 20 eventos técnico-científicos, principalmente cursos de capacitação, seminários e *workshops*. A divulgação científica dos resultados obtidos foi feita principalmente por meio de palestras e pôsteres apresentados em simpósios, congressos nacionais ou internacionais e seminários, somando mais de 30 trabalhos. Outros 20 trabalhos foram divulgados em reuniões técnicas, inclusive reuniões de integração das equipes dos projetos. Uma base de informações foi desenvolvida sobre arranjos produtivos locais nos estados do Pará e do Acre, e quatro bases de dados foram e continuam sendo alimentadas com informações geradas pelos projetos da Sub-rede: a dendrobase do programa Ecogene, a base de dados do Laboratório de

Produtos Florestais/SFB sobre espécies de madeiras, a base de dados da Embrapa sobre inventário florestal contínuo em parcelas permanentes em florestas naturais e a base de dados da Rede de Monitoramento de Dinâmica de Florestas da Amazônia Brasileira – Redeflor. Os trabalhos acadêmicos vinculados às atividades desenvolvidas pela Sub-rede somam mais de 40, desde teses de doutorado (5), dissertações de mestrado (8), monografias, até relatórios de iniciação cientifica. Os artigos científicos contendo resultados dos projetos que fazem parte da Sub-rede ou de projetos apoiados pela Sub-rede somam mais de 20, publicados principalmente em periódicos internacionais. Houve a participação de membros da Sub-rede em mais de 40 bancas de pós-graduação, sendo 20 de mestrado e mais de 20 de doutorado. Cerca de 70 alunos, vinculados direta ou indiretamente à Sub-rede, foram formados durante a execução dos projetos, sendo 40 alunos de graduação e os demais distribuídos em mestrado, doutorado e nível médio.

4. Discussão e Conclusão

O setor de base florestal foi altamente envolvido nas atividades da Sub-rede, contribuindo significativamente para o cumprimento de suas metas, e está usufruindo dos resultados obtidos pelas pesquisas concluídas nesses 30 meses. Nesse período, foi demonstrado o interesse de pesquisadores, estudantes e mesmo de empresários florestais em, de alguma forma, participar das atividades de pesquisa ou de conhecerem os seus resultados. Em alguns casos foi possível engajar mais colaboradores aos projetos, principalmente pesquisadores e estudantes. Extremamente positivo foi o envolvimento de instituições governamentais como o Ibama, o Serviço Florestal Brasileiro e as secretarias de meio ambiente, assim como de um expressivo número de bolsistas, técnicos, professores e estudantes, que atuaram como parceiros colaboradores durante esses 30 meses. Muitos resultados do projeto foram obtidos com a colaboração desses parceiros, com expressiva contribuição para sua qualidade e disseminação. Finalmente fica a questão: muitos resultados foram obtidos, muitas informações geradas, mas ainda há

muito a fazer, e a pesquisa deve continuar. E a Sub-rede se extingue aqui? Parte dos resultados foi obtida em cooperação com projetos anteriores que vinham sendo desenvolvidos, e, certamente, a pesquisa deve continuar em projetos que estão sendo iniciados. Mas o ideal seria a Sub-rede não se extinguir aqui e, sim, se consolidar com novos projetos de pesquisa. Para isso são necessários recursos financeiros.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Cikel e ITTO.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede MANFLOR

	Coordenador	Título do projeto de pesquisa	Instituição
1	Alberto William Viana de Castro	Análise dos APL de produtos madeireiros e não-madeireiros	Embrapa Amazônia Oriental - PA
2	João Olegário Pereira de Carvalho	Ecologia de vegetação das florestas manejadas	Embrapa Amazônia Oriental - PA
3	Jose Natalino Macedo Silva	Sistemas de manejo florestal madeireiro e não madeireiro	Embrapa Amazônia Oriental - PA
4	Lucia Helena de Oliveira Wadt	Conservação genética de espécies florestais em florestas manejadas	Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre - Embrapa Acre - AC
5	Marcos Antonio Eduardo Santana	Tecnologia industrial de produtos madeireiros e não-madeireiros	Laboratório de Produtos Florestais – LPF/ IBAMA - DF

Análise dos APL de produtos madeireiros e não-madeireiros no Acre

Alberto William Viana de Castro[1]; Antônio Carlos Paula Neves da Rocha[1]; Moisés Modesto Jr[1]; Manoel Malheiros Tourinho[2]; Antônio Cordeiro de Santana[2]; Claudenor Pinho de Sá[3]; Mariluce Paes de Souza[4] & Roberta Graf[5]

[1]Embrapa Amazônia Oriental; [2]Universidade Federal Rural da Amazônia; [3]Pesquisador da Embrapa Acre; [4]Universidade Federal de Rondônia; [5]Ibama Acre.

1. Introdução

O objetivo deste estudo foi avançar no conhecimento, organização e sistematização das informações sobre as inter-relações existentes entre os diferentes agentes que compõem os Arranjos Produtivos Locais (APL), especificamente os produtores de artefatos fabricados com a utilização de matérias-primas de origem madeireira e não-madeireira para a indústria de base florestal, oriundas do manejo das florestas naturais primárias e secundárias. Os principais produtos não-madeireiros objetos do estudo foram Andiroba (óleo), Castanha do Brasil (frutos), Amapá-doce (resina), Copaíba (óleo) e Cumaru (cumarina). Em relação aos produtos madeireiros, o estudo abordou os APL potenciais considerando as características de qualidade das madeiras para o mercado nacional e internacional. Os resultados do projeto permitem avançar no conhecimento da dinâmica do Sistema Agroindustrial (SAI) de base florestal na região e o fornecimento de informações que possibilitarão a formulação de políticas públicas que estimulem o desenvolvimento regional por meio do apoio ao investimento e fomento, e o estabelecimento de estratégias privadas promovidas pelos agentes dos APL considerados na pesquisa.

2. Métodos

A pesquisa, classificada como exploratória, teve como objetivo proporcionar maior familiaridade sobre o tema, a fim de oferecer um quadro de referência para futuras aplicações. Yin (2001) classifica tal pesquisa como um estudo de caso, com contribuição especial para a

compreensão de fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos mais complexos, permitindo uma investigação que preserva as características holísticas e significativas dos eventos da vida real. Para a coleta de dados primários (quantitativos), tomando como base o questionário indicado pela Redesist (2005) para a coleta de dados sobre APLs, foram selecionadas 37 empresas em relação aos produtos madeireiros e 25 empresas em relação aos produtos não-madeireiros, tomando como base os indicadores da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A pesquisa com produtos madeireiros contemplou empresas inseridas nas atividades de exploração florestal, serviços de silvicultura e exploração, desdobramento da madeira, fabricação de laminados e chapas de madeira, esquadrias e casas pré-fabricadas, artefatos diversos, artefatos de tanoaria e embalagens, cabines, carrocerias e reboque, construção e reparos de barcos e fabricação de móveis, segundo a classificação nacional de atividade econômica (CNAE), utilizada pela RAIS. A pesquisa com produtos não-madeireiros contemplou empresas inseridas nas atividades de exploração florestal, silvicultura e exploração, processamento e conservação de frutas, produção de óleos vegetais em bruto, fabricação de sorvetes, beneficiamento e moagem, fabricação de produtos alimentares, fabricação de medicamento humano, fabricação de sabão, detergentes e sabonetes e fabricação de outros produtos químicos. Foram pesquisadas empresas localizadas nos municípios de Rio Branco e Sena Madureira. Em uma segunda fase da pesquisa (qualitativa), oito empresas líderes tiveram seus representantes entrevistados, quando se utilizou um protocolo de pesquisa com questões abertas. Na fase final da pesquisa foi realizado um *workshop*, em Santarém, PA, para apresentação dos resultados e compatibilização com os agentes das cadeias produtivas entrevistados, empresários, profissionais liberais, instituições governamentais, ONGs e outros *stakeholders*.

3. Resultados

Os APL considerados na pesquisa possuem uma infra-estrutura educacional, institucional e financeira em quantidade razoável para o apoio do desenvolvimento dos APL, os quais são formados, em sua maioria, por micro empresas (60 a 70%). Entre 15 a 35% são

pequenas empresas e poucas são médias empresas, todas criadas com recursos próprios ou com a ajuda de parentes e amigos. Não foi identificada nenhuma empresa que tenha utilizado recursos do sistema financeiro ou fontes oficiais de crédito, mais pela dificuldade de acesso a esses recursos que pela capacidade financeira dos empresários. As principais dificuldades encontradas no primeiro ano de funcionamento foram o custo ou falta de capital para a aquisição de máquinas e equipamentos, contratação de empregados qualificados, custo ou falta de capital de giro e dificuldade em produzir com qualidade e vender a produção. A formação da mão-de-obra, em sua maioria, para todas as categorias de empresas, é de ensino fundamental incompleto, com cerca de 50% na micro empresa. Poucas empresas possuem pessoal qualificado com nível superior completo. O nível de empregados com ensino médio é pouco maior que 10%. Em relação aos produtos madeireiros, as micro empresas atuam localmente, com sua produção distribuída da seguinte forma: 71,2% para o mercado local; 8,5% no estado; e 20,3% para outros estados. As pequenas empresas distribuem sua produção 22,6% no mercado local, 13,6% para outros municípios do estado, 48,3% para outros estados e 15,6% para exportação. As médias empresas distribuem 90,0% de sua produção para o mercado internacional e 10% para outros estados. As empresas de produtos não-madeireiros atuam, em sua maioria, localmente, com cerca de 20% das micro empresas colocando sua produção no mercado externo. Mais que 90% das médias empresas exportam para outros estados do Brasil. Os principais fatores de competitividade considerados são a qualidade do produto a capacidade de atendimento de pedidos e a qualidade da matéria-prima e dos insumos empregados. Em relação à inovação, os principais aspectos abordados foram inovação de produtos e inovação de processos. A exceção das médias empresas, tanto as micro como as pequenas empresas se preocuparam em inovar em mudanças organizacionais como implantação de técnicas avançadas de gestão, mudanças na estrutura organizacional, nos conceitos e/ou práticas de comercialização, e na implementação de novos métodos de gerenciamento, visando à obtenção de normas de certificação (ISSO 9000, ISSO 14000, etc.). Elas relatam como os principais impactos

observados com as medidas inovadoras o aumento da qualidade de produtos, aumento da produtividade, ampliação da gama de produtos ofertados, manutenção da participação no mercado, redução no consumo de energia, ampliação do portfólio, redução do impacto sobre o meio ambiente, manutenção de sua participação no mercado e acesso a novos mercados. As principais fontes de informação das empresas são a área de produção e de vendas e marketing, as instituições certificadoras e a participação em eventos científicos. O uso da internet também vem sendo uma via alternativa, considerada na busca de informações sobre o mercado e oportunidade de negócios. As médias empresas têm uma relação intensa na troca de informações com as *tradings* do setor madeireiro, com representantes em outros estados e no mercado internacional. Quando presentes, as principais formas de cooperação identificadas são com o objetivo de reinvidicações da classe, capacitação de recursos humanos, participação conjunta em feiras, desenvolvimento de produtos e processos, desenvolvimento de design e estilo de produtos, compra de insumos e equipamentos, e obtenção de financiamentos. As principais vantagens da localização no arranjo são a proximidade com os fornecedores de insumos, a disponibilidade de matéria-prima a proximidade com clientes/consumidores, e a infra-estrutura física (energia, transporte, comunicações). Os principais órgãos reguladores/coordenadores são o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), o Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA), o IBAMA, o Instituto Chico Mendes, e as Secretarias de Meio Ambiente em nível estadual e municipal. Além desses, o estado do Acre tem como principal agente coordenador o Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC). De modo geral, a grande maioria das empresas desconhece os programas ou ações voltadas para as micro e pequenas empresas no âmbito dos governos federal, estadual e municipal. Cerca de mais de 50% das empresas conhecem mas ainda não participam de ações do Sebrae. Em relação à avaliação crítica dessas instituições, mais de 50% das empresas não têm experiência para avaliar a ação de instituições federais, sendo que as que já têm experiência, cerca de 20%, têm avaliação negativa, e cerca de 30% avaliam positivamente. Em nível estadual, essa avaliação é positiva para cerca de 30% das empresas; cerca de 20% avaliam

negativamente e os outros 50% não têm elementos para essa avaliação. Em relação à ação em nível municipal, quase 80% das empresas não possuem elementos para avaliação e cerca de 20% avaliam negativamente. A avaliação da ação do Sebrae é positiva para 30% das empresas. As políticas públicas com maior contribuição para o aumento da eficiência competitiva das MPEs do arranjo são assim consideradas pelas empresas: programas de capacitação profissional e de treinamento técnico, linhas de crédito e outras formas de financiamento, incentivos fiscais, melhorias na educação básica, programas de apoio a consultoria técnica e políticas de fundo de aval. Os principais obstáculos que limitam o acesso das empresas às fontes externas de financiamento são as dificuldades e entraves burocráticos para a utilização das fontes de financiamento existentes, a inexistência de linhas de credito adequadas às necessidades da empresa, a exigência de aval/garantia por parte das instituições de financiamento, os entraves fiscais que impedem o acesso às fontes oficiais de financiamento e a exigência de aval/garantia por parte das instituições de financiamento.

4. Discussão e Conclusão

A despeito de algumas empresas insistirem em atuar na ilegalidade, foram encontradas, na grande maioria, diversas iniciativas de empresas trabalhando dentro dos preceitos regulatórios legais, inclusive com a certificação. As iniciativas públicas no Acre vêm ajudando a implementação de uma política para o setor, o que vem propiciando a elevação do nível de organização e profissionalização, em grande parte já atendendo os preceitos estabelecidos nos marcos regulatórios dessas atividades. O entendimento e aceitação do desenvolvimento de atividade florestal na região são resultado da regularização/adequação dessas atividades, amparadas em planos de manejo florestal (obtenção de matéria-prima) e na certificação ambiental (minimização de danos ambientais com a exploração florestal), medidas defendidas por segmentos que favorecem a exploração à partir da adoção das técnicas de manejo florestal já comprovadas em estudos científicos desenvolvidos pelos centros de pesquisa na região. No Acre essas ações encontram-se bem avançadas em relação a estados como Rondônia, Pará e Mato

Grosso, grandes campeões de problemas ligados à exploração de madeireira ilegal. Em relação às dificuldades encontradas, vale destacar o engessamento que o SAI Florestal sofre, decorrente das Políticas Públicas (PP) e da Legislação Ambiental/Florestal em vigor e que têm o Ibama como a principal instituição responsável pela regulação e controle da aplicação das leis ambientais. O IBAMA conta com o apoio dos instrumentos estaduais e municipais encarregados de fiscalizar e cumprir as leis ambientais em nível estadual e municipal, respectivamente. Este estudo ganhará com a realização de pesquisas e/ou ações complementares que possam levar aos usuários a solução proposta para os problemas levantados pela pesquisa, além do esforço para a formulação de políticas públicas capazes de fortalecer a consolidação do APL de produtos madeireiros e não-madeireiros, objetos dessa pesquisa.

5. Referências Bibliográficas

Redesist. 2005. Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovações Locais. Questionário para Arranjos Produtivos Locais. Helena M.M. Lastres e José E. Cassiolato. 2003. Disponível em: www.ie.ufrj/redesist, acessado em agosto de 2005.

Yin, Robert, K. 2001. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Análise dos APL de produtos madeireiros e não-madereiros no Pará

Alberto William Viana de Castro[1]; Antônio Carlos Paula Neves da Rocha[1]; Moisés Modesto Jr[1]; Manoel Malheiros Tourinho[2]; Antônio Cordeiro de Santana[2]; Claudenor Pinho de Sá[3]; Mariluce Paes de Souza[4]; Roberta Graf[5]

[1]Embrapa Amazônia Oriental; [2]Universidade Federal Rural da Amazônia; [3]Embrapa Pará; [4]Universidade Federal de Rondônia; [5]Ibama Pará.

1. Introdução

Esta pesquisa teve como objetivo avançar no conhecimento e na organização e na sistematização das inforamções sobre as inter-relações existentes entre os diferentes agentes que compõem os Arranjos Produtivos Locais (APL), especificamente os produtores que usam matérias-primas de origem madeireira e não-madeireira para a indústria de base florestal, oriunda do manejo das florestas naturais primárias e secundárias. Os principais produtos não-madeireiros, objetos do estudo foram a Andiroba (óleo), a Castanha do Brasil (frutos), Amapá-doce (resina), Copaíba (óleo), e Cumaru (cumarina). Em relação aos produtos madeireiros, o estudo abordou os APL potenciais considerando as características de qualidade das madeiras para o mercado nacional e internacional. Os resultados do projeto permitirão avançar no conhecimento da dinâmica do Sistema Agroindustrial (SAI) de base florestal na região e o fornecimento de informações que possibilitarão a formulação de políticas públicas que estimulem o desenvolvimento regional, por meio do apoio ao investimento e ao fomento e o estabelecimento de estratégias privadas promovidas pelos agentes dos APL considerados na pesquisa.

2. Métodos

A pesquisa, classificada como exploratória, teve como objetivo proporcionar maior familiaridade com o tema para oferecer um quadro de referência para futuras aplicações. Yin (2001) a classifica como um estudo de caso, com contribuição especial para a

compreensão de fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos mais complexos, permitindo uma investigação que preserva as características holísticas e significativas dos eventos da vida real. Para a coleta de dados primários (quantitativos), tomando como base o questionário indicado pela Redesist (2005) para a coleta de dados sobre APLs, foram selecionadas 61 empresas em relação aos produtos madeireiros e 30 empresas em relação aos produtos não-madeireiros, tomando como base os indicadores da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A pesquisa com produtos madeireiros contemplou empresas inseridas nas atividades de exploração florestal, serviços de silvicultura e exploração, desdobramento da madeira, fabricação de laminados e chapas de madeira, esquadrias e casas pré-fabricadas, artefatos diversos, artefatos de tanoaria e embalagens, cabines, carrocerias e reboque, construção e reparos de barcos e fabricação de móveis, segundo a classificação nacional de atividade econômica (CNAE), utilizada pela RAIS. A pesquisa com produtos não-madeireiros contemplou empresas inseridas nas atividades de exploração florestal, silvicultura e exploração, processamento e conservação de frutas, produção de óleos vegetais em bruto, fabricação de sorvetes, beneficiamento e moagem, fabricação de produtos alimentares, fabricação de medicamento humano, fabricação de sabão, detergentes e sabonetes e fabricação de outros produtos químicos. Foram pesquisadas empresas localizadas nos municípios de Santarém, Belterra, Altamira, Medicilândia, Itaituba, e Trairão, na área de abrangência da BR 163. Em uma segunda fase da pesquisa (qualitativa), oito empresas líderes tiveram seus representantes entrevistados, quando se utilizou um protocolo de pesquisa com questões abertas. Na fase final foi realizado um *workshop* em Santarém, PA, para apresentação dos resultados e compatibilização com os agentes das cadeias produtivas entrevistados, empresários, profissionais liberais, instituições governamentais, ONGs, e outros *stakeholders*.

3. Resultados

Os APL considerados na pesquisa possuem uma infra-estrutura educacional, institucional e financeira em quantidade razoável para o apoio ao desenvolvimento dos APL, os quais são formados, em sua

maioria, por micro empresas (35 a 60%); entre 25 e 35% são pequenas empresas e existem poucas médias empresas, todas criadas com recursos próprios ou com a ajuda de parentes e amigos. Não foi identificada nenhuma empresa que tenha utilizado o sistema financeiro ou fontes oficiais de crédito, mais pela dificuldade de acesso a esses recursos que pela capacidade financeira dos empresários. As principais dificuldades encontradas no primeiro ano de funcionamento foram o custo ou falta de capital para a aquisição de máquinas e equipamentos, contratação de empregados qualificados, custo ou falta de capital de giro, e a dificuldade em produzir com qualidade e vender a produção. Mais de 40% dos empregados não possuem nem o ensino fundamental, chegando esse número a cerca de 60% nas pequenas empresas. Poucas empresas possuem pessoal qualificado com nível superior completo. A proporção de empregados com ensino médio fica entre 10 e 20%. Em relação aos produtos madeireiros, as micro empresas atuam localmente, com sua produção distribuída da seguinte forma: 74,8% para o mercado local, 11,9% no estado, 6,6% para outros estados e 6,7% para exportação. As pequenas empresas distribuem assim sua produção: 14,0% no mercado local, 21,7% para outros municípios do estado, 17,0% para outros estados, e 47,3 para exportação. As médias empresas distribuem 90,0% de sua produção para o mercado internacional. As empresas de produtos não-madeireiros atuam, em sua maioria, localmente com cerca de 80% das micro empresas colocando sua produção no mercado local. As médias empresas, em sua totalidade, atendem o estado como um todo; as pequenas e grandes empresas exportam a totalidade da produção. Os principais fatores de competitividade, considerados são a qualidade do produto, capacidade de atendimento de pedidos e qualidade da matéria-prima e dos insumos empregados na produção. Em relação à inovação, os principais aspectos abordados foram inovação de produtos e inovação de processos. À exceção das médias empresas, tanto as micro como as pequenas empresas se preocuparam em inovar em mudanças organizacionais com implantação de técnicas avançadas de gestão, mudanças na estrutura organizacional, nos conceitos e/ou práticas de comercialização e na implementação de novos métodos de gerenciamento, visando à obtenção de normas de certificação

(ISSO 9000, ISSO 14000, etc.), relatando como os principais impactos observados com as medidas inovadoras o aumento da qualidade de produtos, aumento da produtividade, ampliação da gama de produtos ofertados, manutenção da participação no mercado, redução no consumo de energia, ampliação do portfólio, redução do impacto sobre o meio ambiente, manutenção de sua participação no mercado e acesso a novos mercados. As principais fontes de informação das empresas são a área de produção e de vendas e marketing, as instituições certificadoras e a participação em eventos científicos. O uso da internet também vem sendo uma via alternativa, considerada na busca de informações sobre o mercado e oportunidade de negócios. As médias empresas têm uma relação intensa na troca de informações com as *tradings* do setor madeireiro, com representantes em outros estados e no mercado internacional. Quando presentes, as principais formas de cooperação identificadas são com o objetivo de reivindicações da classe, capacitação de recursos humanos, participação conjunta em feiras, desenvolvimento de produtos e processos, desenvolvimento de *design* e estilo de produtos, compra de insumos e equipamentos e obtenção de financiamentos. As principais vantagens da localização no arranjo são a proximidade com os fornecedores de insumos, a disponibilidade de matéria-prima, a proximidade com clientes/consumidores, e a infra-estrutura física (energia, transporte, comunicações). Os principais órgãos reguladores/coordenadores são o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), o Conselho Estadual de Meio Ambiente (COEMA), o IBAMA, o Instituto Chico Mendes e as Secretarias de Meio Ambiente em nível estadual e municipal. De modo geral, as empresas (mais de 80%), desconhecem os programas ou ações voltadas para as micro e pequenas empresas no âmbito dos governos federal, estadual e municipal. Menos de 10% das empresas conhecem, mas ainda não participam, de ações do Sebrae. Em relação à avaliação crítica dessas instituições, mais de 80% das empresas não têm experiência para avaliar a ação de instituições federais, sendo que as que já têm experiência (10 a 40%) avaliam negativamente, e menos de 10% avaliam positivamente. Em nível estadual, quase 90% das empresas não possuem elementos para avaliação e cerca de 20% avaliam negativamente por não possuírem

experiência local. A avaliação da ação do Sebrae é positiva para 20% das empresas. As políticas públicas com maior contribuição para o aumento da eficiência competitiva das MPEs do arranjo são assim consideradas pelas empresas: programas de capacitação profissional e de treinamento técnico, linhas de crédito e outras formas de financiamento, incentivos fiscais, melhorias na educação básica, programas de apoio a consultoria técnica e políticas de fundo de aval. Os principais obstáculos que limitam o acesso das empresas as fontes externas de financiamento são as dificuldades e entraves burocráticos para a utilização das fontes de financiamento existentes, a inexistência de linhas de credito adequadas às necessidades da empresa, a exigência de aval/garantia por parte das instituições de financiamento e os entraves fiscais que impedem o acesso às fontes oficiais de financiamento.

4. Discussão e Conclusão

No Pará, são encontradas diferenças marcantes em relação ao observado no estado do Acre. Apesar de atuarem no mesmo SAI Florestal, as empresas do setor vêm atravessando uma fase de muitas dificuldades frente ao marco regulatório e institucional relativos a industria de base florestal. Em relação à percepção do Ibama, existem muitos assentamentos operados de forma ilegal desde a sua criação e que vêm executando projetos de manejo sem o projeto de empreendimento rural, além de não possuírem licença de instalação e operação. Na ocasião da pesquisa qualitativa (junho/2008), todos os projetos de manejo de assentamentos estavam paralisados no estado. Segundo o Ibama, um dos maiores ilícitos encontrados é o esquentamento de madeira ilegal pelas empresas florestais. Na percepção dos empresários e representantes de empregados e patrões das empresas do setor florestal entrevistados, os principais problemas são: centralização de guias da SEMA em Belém, demora ou falta de liberação dos projetos de manejo, falta de regulação fundiária, pessoal despreparado para a gestão de órgãos ligados ao setor, ação coercitiva do IBAMA, falta de perspectivas favoráveis para o setor, custos elevados de treinamento no sistema S, aumento dos índices de desemprego provocados pelo rigor excessivo com que o governo vem aplicando os marcos regulatórios, com taxas que chegam a

perda de mais de 15 mil empregos na região de Altamira, PA. Segundo dados levantados, a região de Altamira possui, atualmente, somente 14 empresas florestais, de um total de 25 em 2004. Embora o local do Workshop tenha sido escolhido estrategicamente de forma a conciliar a participação dos agentes dos APL dos estados do Acre e Pará, não foi identificada a participação de nenhum agente do estado do Acre, razão pelo qual os resultados devem ser analisados com uma percepção da realidade local do estado do Pará. O Workshop deu oportunidade para que os agentes que colaboraram com a pesquisa, além de representantes das organizações/instituições coordenadoras/reguladoras das atividades pudessem se manifestar quanto aos resultados da pesquisa e assim compatibilizar um documento final de sustentação a políticas públicas passíveis de formulação, à partir dos resultados da pesquisa. Esses resultados estão compatibilizados e apresentados no relatório final do projeto para apoio a formulação de políticas públicas em prol do desenvolvimento dos APL. Este estudo ganhará com a realização de pesquisas e/ou ações complementares que possam levar aos usuários a solução proposta para os problemas levantados pela pesquisa, além do esforço para a formulação de políticas públicas capazes de fortalecer a consolidação do APL de produtos madeireiros e não-madeireiros.

5. Referências Bibliográficas

Redesist. 2005. *Rede de Pesquisa em Sistemas Produtivos e Inovações Locais. Questionário para Arranjos Produtivos Locais*. Helena M.M. Lastres e José E. Cassiolato. 2003. Disponível em: www.ie.ufrj/redesist. Acessado em agosto de 2005.

Yin, Robert, K. 2001. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Mudanças ocorridas nas populações de espécies arbóreas das famílias Burseraceae, Humiriaceae e Sapotaceae em conseqüência de exploração florestal de impacto reduzido em florestas naturais de terra firme no estado do Pará

João Olegário Pereira de Carvalho[1]; Simone Marinho do Nascimento[2]; Tatiana da Cunha Castro[3] & Roberto Wagner Cabral Batista[3]

[1]Embrapa (olegario@pq.cnpq.br); [2]Mestranda em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia; [3]Acadêmico(a) de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia.

1. Introdução

Com as práticas incorretas de manejo florestal, a derrubada de extensas áreas de florestas naturais e o posterior abandono, há um aumento crescente de áreas alteradas e degradadas, colocando em risco a diversidade florística. Faz-se necessário, portanto, desacelerar o desmatamento, através de práticas adequadas de manejo de florestas naturais. Para isso, há a necessidade de se obter todas as informações possíveis sobre a ecologia de florestas, que constituirão a base para o planejamento do manejo. A biodiversidade amazônica é rica, porém há espécies arbóreas ainda pouco conhecidas como a maioria daquelas que compõem as famílias Burseraceae, Humiriacea e Sapotaceae, que são objetos deste estudo. São analisadas as mudanças ocorridas em conseqüência da exploração florestal de impacto reduzido na estrutura das populações das espécies dessas três famílias, que ocorrem em duas áreas de florestas naturais de terra firme no Pará. A finalidade é aumentar o conhecimento sobre a ecologia das espécies para, em futuro próximo, sugerir ações de manejo para a sua utilização adequada.

2. Métodos

Os estudos foram realizados em duas áreas experimentais de florestas naturais submetidas à exploração de impacto reduzido no

estado do Pará: uma com 74 ha, localizada na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, e outra com 108 ha, na Fazenda Rio Capim, propriedade da Cikel Brasil Verde Madeiras, município de Paragominas. A coleta de dados, nas duas áreas, foi realizada em 72 parcelas permanentes de 50m x 50m, sendo 36 em cada área experimental, instaladas e medidas de acordo com a metodologia descrita em Silva *et al*. (2005). Foram considerados indivíduos com diâmetro igual ou superior a 5 cm. Na Flona do Tapajós foram analisadas as espécies conhecidas comumente como abius da família Sapotaceae, enquanto na Fazenda Rio Capim foram analisadas todas as espécies de Burseraceae e Humiriaceae que ocorrem na área experimental. A área na Flona do Tapajós foi explorada em 1979, mas as espécies de abius não foram colhidas, da mesma forma que na área da Fazenda Rio Capim, explorada em 2003, as espécies das famílias Burseraceae e Humiriaceae também não foram colhidas.

3. Resultados

Na família Sapotaceae foram registradas as espécies de abius: *Chrysophyllum amazonicum*, *Pouteria egensis*, *Pouteria bilocularis*, *Pouteria guianenses*, *Ecclinusa abbreviata* e *Micropholis venulosa*. Em todo o período avaliado, ou seja, 16 anos, *E. abbreviata* foi a espécie mais representativa em abundância, freqüência e dominância, seguida por *P. biloculares*. A espécie *Pouteria egensis* apresentou menores valores de abundância, freqüência e dominância, sendo a menos importante da população em todas as ocasiões. Nas espécies *M. venulosa e P.guianenses* houve pouca variação nos parâmetros estruturais avaliados em todas as ocasiões. *Chrysophyllum amazonicum* é uma espécie pouco freqüente na área, pois ocorreu apenas na última avaliação. Dos 11 aos 16 anos após a exploração, a população de abius decresceu, diferente do que ocorreu até aos dois anos após a exploração, quando foi registrado o maior número de ingressos, devido às condições favoráveis de iluminação na área provenientes da abertura do dossel da floresta, e a taxa de mortalidade foi inferior aos ingressos. A população de abius teve o maior incremento em diâmetro nos primeiros 11 anos após a exploração, inclusive superior à média do período total de monitoramento. O

menor incremento da população ocorreu nos últimos anos de monitoramento, dos 11 aos 16 anos após a exploração, mostrando uma certa estabilização no crescimento das espécies. *Pouteria egensis* apresentou o maior incremento em diâmetro, embora tenha sido a menos abundante na área, enquanto *E. abbreviata*, que foi a mais abundante, apresentou o menor incremento diamétrico. Todas as espécies de abius tiveram maior incremento nos primeiros anos após a exploração e foi decrescendo com o passar do tempo (Castro & Carvalho, 2008). Na família Burseraceae foram registradas seis espécies arbóreas: *Protium* spp., *Protium* sp., *Tetragastris panamensis*, *Protium nitidum*, *Trattinickia rhoifolia* e *Protium subserratum*. Nas espécies de *Protium* spp. foram registradas árvores (diâmetro igual ou superior a 10cm) e arvoretas (diâmetro de 5cm a 9cm), tanto antes da exploração como após. O número de árvores na família foi reduzido pela exploração, porém o número de arvoretas aumentou. As espécies *P. subserratum*, *T. panamensis*, *Protium* sp. e *T. rhoifolia* não sofreram alteração em abundância com a exploração, mas *Protium* spp. e *P. nitidum* tiveram alguns indivíduos mortos devido à exploração. A freqüência de árvores também foi reduzida com a exploração, mas a freqüência de arvoretas permaneceu inalterada. A área basal e, conseqüentemente, o volume de madeira da família Burseraceae aumentaram devido ao crescimento em diâmetro das árvores após a exploração florestal (Batista & Carvalho, 2006). Na família Humiriaceae foram identificadas quatro espécies de uxis: *Endopleura uchi*, *Saccoglotis guianensis*, *Vantanea parviflora* e *Vantanea guianensis*. O número de indivíduos, a freqüência, a área basal e o volume de madeira das espécies de uxis sofreram pequena redução em conseqüência da exploração. *V. parviflora* e *E. uchi* se destacaram na estrutura da população da família, tanto antes como após a exploração. As espécies *S. guianensis* e *V. guianensis* não sofreram redução em área basal (Nascimento *et al*., 2006).

4. Discussão e Conclusão

A população das espécies de abius da família Sapotaceae, nos 16 anos estudados na Floresta Nacional do Tapajós, apresentou poucas mudanças na sua estrutura horizontal, indicando que a exploração

realizada na área não afetou significativamente a estrutura populacional. *Ecclinusa abbreviata* é a espécie mais importante na estrutura horizontal da população de abius, destacando-se em abundância, freqüência e dominância durante todo o período de avaliação na floresta estudada, demandando a aplicação de manejo adequado para essa espécie para garantir a sua permanência e perpetuação na estrutura florestal. A maior intensidade de luz na área, logo após a exploração, favoreceu o aumento da população de abius, que teve um leve decréscimo com o passar do tempo. Apesar dos abius não apresentarem potencial econômico no momento, é importante que se conheça o ritmo de crescimento dessas espécies, pois poderão se tornar comerciais futuramente. A avaliação do crescimento também pode indicar a necessidade de aplicação de tratamentos silviculturais adequados à população naquela área. Na família Burseraceae, além do grupo de *Protium* spp., as espécies *P. subserratum, T. panamensis* e *T. rhoifolia* devem ser estudadas com mais detalhes, desde a ecologia até a exploração florestal, pois elas têm presença garantida na população da comunidade. As populações das espécies da família Humiriaceae, embora não tenham sido colhidas na exploração florestal realizada na área, sofreram redução, tanto em abundância como em freqüência, área basal e volume, devido à morte de alguns indivíduos em conseqüência de danos causados pelas operações de arraste ou derruba. Entretanto, a família continua bem representada na área, e as espécies *V. parviflora* e *E. uchi* têm possibilidade de serem manejadas de forma ecologicamente sustentável, considerando a estrutura horizontal de suas populações.

5. Referências Bibliográficas

Batista, R.W.C. & Carvalho, J.O.P. 2006. Efeito da exploração florestal nas populações de espécies arbóreas da família Burseraceae em uma floresta de terra firme, na região de Paragominas, PA. Belém: Embrapa, 2006 (*Comunicado Técnico* 174).

Castro, T.C. & Carvalho, J.O.P. 2008. Mudanças ocorridas na estrutura horizontal das populações de abius em uma área explorada há 27 anos na Floresta Nacional do Tapajós. In: *V*

Seminário de Iniciação Científica da UFRA - XI Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental. Belém: UFRA-CNPq-Embrapa.

Nascimento, S.M.; Carvalho, J.O.P.; Francez, L.M.B.; Quanz, B.; Conceição, C.S. & Hirai, E.H. 2006 Mudanças ocorridas na população de quatro espécies arbóreas da família Humiriaceae em conseqüência da exploração florestal de impacto reduzido, no município de Paragominas, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006 (*Comunicado Técnico* 181).

Silva, J.N.M.; Lopes, J.C.A.; Oliveira, L.C.; Silva, S.M.A.; Carvalho, J.O.P.; Costa, D.H.M. & Melo, M.S. & Tavares, M.J.M. 2005. *Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira*. Belém: Embrapa. 68 p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Cikel.

Identificação botânica de espécies arbóreas pouco conhecidas como contribuição ao planejamento do manejo de florestas naturais no estado do Pará

João Olegário Pereira de Carvalho[1]; Joycirene de Jesus Santos[2]; Erick Baltazar Saldanha[2]; Adriana do Socorro Gomes de Melo[2]; Simone Marinho do Nascimento[2]; Eliana Harumi Hirai[3]; Tatiana da Cunha Castro[4]; Amanda Alves Coelho[4] & Roberto Wagner Cabral Batista[4]

[1]Embrapa (olegario@pq.cnpq.br); [2]Mestrando(a) em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural da Amazônia; [3]Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará; [4]Acadêmico(a) de Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural da Amazônia.

1. Introdução

As espécies arbóreas nativas da Amazônia são de grande importância para o setor econômico, tanto madeireiro como não-madeireiro, porém a prática de exploração ainda vem sendo feita de forma descontrolada, o que acaba causando grandes distúrbios na floresta, alterando a ecologia, estrutura e conservação dessas espécies, muitas das quais, com alta especificidade ecológica e potencialidades de uso, ainda são pouco conhecidas. No presente estudo são apresentados os resultados de identificação científica de espécies, realizada com base em material botânico coletado em duas florestas naturais sob manejo no estado do Pará, com o objetivo de aumentar o conhecimento sobre grupos de espécies pouco conhecidas, ou até mesmo não identificadas botanicamente.

2. Métodos

O material foi coletado em duas áreas experimentais de florestas naturais submetidas à exploração de impacto reduzido no estado do Pará: uma com 74 ha, localizada na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, e outra com 108 ha, na Fazenda Rio Capim,

propriedade da Cikel Brasil Verde Madeiras, município de Paragominas. A coleta de material foi feita de acordo com as diretrizes propostas por Ferreira (2006), em 72 parcelas permanentes de inventário florestal contínuo, sendo 36 parcelas de 50m x 50m em cada área experimental. A identificação foi feita no Herbário IAN da Embrapa Amazônia Oriental. Os grupos de espécies pouco conhecidas estudados são popularmente chamados de: favas, matamatás, abius, taxis, breus, uxis e louros.

3. Resultados

Foram identificadas ou confirmadas as identificações de 74 espécies consideradas desconhecidas, principalmente quanto ao uso da madeira. Na Floresta Nacional do Tapajós foram estudados os grupos de favas e de abius. Foram registradas 10 espécies de favas: *Pseudopiptadenia suaveolens*, *Vatairea sericea*, *Vatairea guianensis*, *Stryphnodendron pulcherrimum*, *Enterolobium maximum*, *Enterolobium schomburkgkii*, *Parkia multijuga*, *Dimorphandra gardneriana*, *Pithecellobium scandens* e *Enterolobium sp.* (Coelho & Ruschel, 2007); e 6 especies de abius: *Chrysophyllum amazonicum*, *Pouteria egensis*, *Pouteria biloculares*, *Pouteria guianenses*, *Ecclinusa abbreviata* e *Micropholis venulosa* (Castro & Carvalho, 2008). Na Fazenda Rio Capim, além dos grupos de favas e abius, foram estudados também os grupos de matamatás, uxis, breus, taxis e louros. O grupo de matamatás é constituído pelas espécies *Eschweilera pedicellata*, *Eschweilera grandiflora*, *Eschweilera coriacea, Eschweilera parviflora; Eschweilera amazonica, Eschweilera ovata, Eschweilera sp.* e *Lecythis idatimon* (Hirai & Carvalho, 2006). O grupo de uxis é formado pelas espécies *Endopleura uchi*, *Saccoglotis guianensis*, *Vantanea parviflora* e *Vantanea guianensis* (Nascimento *et al*., 2006). Os breus constituem as espécies *Protium sp*., *Tetragastris panamensis*, *Protium nitidum*, *Trattinickia rhoifolia* e *Protium subserratum* (Batista & Carvalho, 2006). No grupo de taxis foram registradas três espécies arbóreas: *Sclerolobium paraense, Tachigali mymercophila*, *Stryphnodendron paniculatum* (Saldanha *et al.*, 2008). A população de favas na Fazenda Rio Capim é constituída de 6 espécies do gênero *Parkia*: *P.*

pendula, *P. ulei*, *P. multijuga*, *P. gigantocarpa*, *P. velutina* e *P. decussata* (Santos *et al*., 2008). O grupo de louros é formado pelas espécies *Aniba burchellii*, *Aniba canelilla, Licaria aritu*, *Licaria brasiliensis*, *Licaria* sp., *Nectandra cuspidata*, *Nectandra sp.*, *Ocotea acutangula*, *Ocotea caudata*, *Ocotea costulata*, *Ocotea glomerata*, *Ocotea opifera*, *Ocotea petalanthera*, *Ocotea* sp. e *Sextonia rubra* (Melo & Carvalho, 2006). As espécies de abius ocorrentes da Fazenda Rio Capim constituem o maior grupo estudado: *Chrysophyllum pachycarpa, Chrysophyllum prieurii*, *Ecclinusa abbreviata*, *Ecclinusa guianensis*, *Micropholis acutangula, Micropholis guyanensis*, *Micropholis venulosa*, *Pouteria caimito*, *Pouteria cladantha, Pouteria decorticans*, *Pouteria elegans*, *Pouteria egensis*, *Pouteria engleri*, *Pouteria guianensis*, *Pouteria macrophylla*, *Pouteria oppossitifolia*, *Pouteria macrocarpa*, *Pouteria glomerata, Pouteria laurifolia*, *Pouteria oblanceolata*, *Pouteria piresii* e *Pouteria* sp.

4. Discussão e Conclusão

Das 74 espécies registradas nas duas áreas de florestas naturais, 30 são abundantes, freqüentes e apresentam indivíduos de grande porte, que poderão ser utilizados na indústria madeireira. Estudos complementares estão sendo realizados em relação à dinâmica de crescimento dessas espécies e os tipos de usos, tanto madeireiros como não-madeireiros. Nenhuma das espécies registradas está sendo comercializada, portanto com o conhecimento da ecologia, da dinâmica de crescimento e dos usos potenciais de suas madeiras, essas espécies poderão substituir, nas próximas colheitas, aquelas que foram colhidas na exploração passada, contribuindo para a sustentabilidade do ecossistema florestal.

5. Referência Bibliográfica

Batista, R.W.C. & Carvalho, J.O.P. 2006. Efeito da exploração florestal nas populações de espécies arbóreas da família Burseraceae em uma floresta de terra firme, na região de Paragominas, PA. Belém: Embrapa, 2006 (*Comunicado Técnico* 174).

Castro, T.C.; Carvalho & J.O.P. 2008. Mudanças ocorridas na estrutura horizontal das populações de abius em uma área explorada há 27 anos na Floresta Nacional do Tapajós. In: *V Seminário de Iniciação Científica da UFRA - XI Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental*. Belém : UFRA-CNPq-Embrapa.

Coelho, A.A. & Ruschel, A.R. 2007. Dinâmica das populações de favas em áreas sob manejo na Floresta Nacional do Tapajós. In: *V Seminário de Iniciação Científica da UFRA - XI Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental*. Belém : UFRA-CNPq-Embrapa.

Ferreira, G.C. 2006. *Diretrizes para coleta, herborização, e identificação de material botânico nas parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia brasileira*. Manaus, GT Monitoramento de Florestas. ProManejo/IBAMA/MMA. 42p.

Hirai, E.H. & Carvalho, J.O.P. 2006. Estudo das populações de matamatás em uma floresta de terra firme na região de Paragominas, PA, considerando duas intensidades de colheita de madeira. In: *3º. Seminário de Iniciação Científica da UFRA / 9o. Seminário de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Oriental*, Belém.

Melo, A. S. G. & Carvalho, J.O.P. 2006. Mudanças nas populações de louros em conseqüência da exploração florestal na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA. In: *Seminário Dinâmica de Florestas Tropicais*. Seminário. Belém: GT Monitoramento de florestas.

Nascimento, S.M.; Carvalho, J.O.P.; Francez, L.M.B.; Quanz, B.; Conceição, C.S. & Hirai, E.H. 2006. Mudanças ocorridas na população de quatro espécies arbóreas da família Humiriaceae em conseqüência da exploração florestal de impacto reduzido, no município de Paragominas, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006 (*Comunicado Técnico* 181).

Saldanha, E.B.; Santos, J.J. & Carvalho, J.O.P. 2008. Mudanças ocorridas na estrutura das populações de três espécies de taxi no período de quatro anos após a exploração florestal na região de

Paragominas, PA. 2008. In: *I Seminário Nacional sobre Dinâmica de Florestas. Anais.* Curitiba: Embrapa Florestas.

Santos, J.J.; Saldanha, E.B. & Carvalho, J.O.P. 2008. Dinâmica da população de *Parkia* após exploração de impacto reduzido em uma floresta de terra firme na região de Paragominas, PA. 2008. In: *I Seminário Nacional sobre Dinâmica de Florestas. Anais*. Curitiba: Embrapa Florestas.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Cikel.

Impacto do corte seletivo na diversidade genética de quatro espécies madeireiras amazônicas com diferentes características ecológicas e reprodutivas

Christina Cléo Vinson[1]; Vânia Cristina Rennó Azevedo[2]; Marivana Borges Silva[3]; Ana Yamaguishi Ciampi[2]; Alexandre Sebbenn[4]; Milton Kanashiro[5] & Lúcia Helena de Oliveira Wadt[6]

[1]Doutoranda da University of Oxford; [2]Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (azevedovcr@cenargen.embrapa.br); [3]Universidade Federal do Pará; [4]Instituto Florestal de São Paulo; [5] Embrapa Amazônia Oriental; [6]Embrapa Acre.

1. Introdução

A exploração seletiva de árvores madeireiras tem um impacto direto na demografia e na genética das populações exploradas (Lowe *et al*., 2005; Sebbenn *et al.*, 2007). Tal impacto pode causar a perda de genes específicos, alteração na freqüência dos genes, e pode induzir mudanças nos padrões da diversidade genética (tal como heterozigosidade), sistema de cruzamento, fluxo gênico e tamanho efetivo populacional (Rajora, 2000; Degen *et al*., 2006; Sebbenn *et al.*, 2007; Lacerda *et al.*, 2008). Isto pode ter importante conseqüência na viabilidade em longo prazo das populações das árvores exploradas (Lowe *et al.*, 2005). Com a finalidade de contribuir para o uso sustentável da floresta, este projeto visa estudar o efeito do corte seletivo de árvores na diversidade genética de quatro espécies com características ecológica e reprodutiva contrastantes: *Bagassa guianensis* (Moraceae), *Dipteryx odorata* (Leguminosae), *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae) e *Manilkara huberi* (Sapotaceae). *Dipteryx odorata*, *J. copaia* e *M. huberi* são hermafroditas e polinizadas por insetos; *B. guianensis* é dióica e polinizada principalmente pelo vento, com a participação de diminutos insetos. *Dipterix odorata*, *M. huberi* e *B. guianensis* possuem suas sementes dispersas por gravidade e por animais, como roedores, morcegos e vários vertebrados. Sementes de *J. copaia* são dispersas pelo vento. *Dipterix odorata e B. guianensis* possuem baixa densidade populacional na área de estudo, 0,17 e 0,34 indivíduos (>10 cm de DAP - diâmetro a altura do peito) por hectare

respectivamente; em contraste com *J. copaia* e *M. huberi* com 1,75 e 3,35 indivíduos por hectare, respectivamente. *Jacaranda copaia* e *B. guianensis* são colonizadoras de clareiras, enquanto *M. huberi* e *D. odorata* são espécies clímax de crescimento lento e rápido, respectivamente. *Dipterix odorata* é tetraplóide enquanto as outras são diplóides. A aplicação das informações geradas para essas espécies em modelos de simulação genética que visem elucidar os processos e as conseqüências genéticas associadas com a exploração e fragmentação florestal ao longo do tempo, é um dos principais benefícios que estão sendo obtidos (Sebbenn *et al.*, 2008) pode orientar a adoção de critérios sustentáveis nas operações relativas ao inventário florestal e planejamento da exploração.

2. Métodos

A coleta de material foi realizada numa parcela experimental de 500 hectares sob monitoramento na Floresta Nacional do Tapajós (FLONA), Belterra, PA, na altura do km 83 da BR 163, Rodovia Santarém-Cuiabá. As coletas foram realizadas de acordo com o descrito na Tabela I.

Tabela I. Relação da amostragem objeto deste estudo, por geração e espécie.

	Adultos	**Regene-rantes**	**Descendentes pré-exploração (2003-2004)**		**Descendentes pós-exploração (2006-2008)**	
			famílias	*semente/ família*	*famílias*	*semente/ família*
D. odorata	77	-	16	24-30	12	24-30
J. copaia	300	-	22	24-30	32	24-30
B. guianensis	92	-	18	24-30	8	14-36
M. huberi	481	88	27	30	18	12-30

Análises laboratoriais e análise dos dados: A extração do DNA genômico foi realizada de acordo com o procedimento de CTAB 2% adaptado por Machado *et al.* (2002). Para as análises genéticas foram utilizados sete marcadores microssatélites para *D. odorata*, cinco para *J. copaia*, sete para *M. huberi* e seis para *B. guianensis.* Para as espécies diplóides (*J. copaia, M. huberi,* e *B. guianensis*) as seguintes estimativas foram obtidas: Heterozigosidade esperada (*He*), Heterozigosidade observada (*Ho*), e Índice de fixação (*f*), estimados utilizando o programa GDA – *Genetic Data Analysis*

versão 1.0 (Lewis & Zaykin, 1997), além da estrutura genética espacial utilizando o programa SPAGeDi – versão 1.1 (Hardy & Vekemans, 2002, 2003). As análises do sistema de reprodução foram baseadas no modelo misto de reprodução utilizando o programa MLTR (Ritland, 2004), usando o método de máxima verossimilhança. A análise direta do fluxo gênico via pólen foi obtida usando análise de paternidade, através do programa CERVUS 2.0 (Marshall *et al.*, 1998). O fluxo gênico via pólen foi também estimado indiretamente através de uma avaliação na estrutura de progênies por TWOGENER análises (Austerlitz & Smouse, 2001; Smouse *et al.*, 2001). Pela interpretação dos alelos de *D. odorata* concluiu-se de que se trata de uma espécie etraplóide. Genótipos de *D. odorata* foram analisados com base em estatística fenotípica utilizando-se o programa FDASH (Obbard, 2004). Para os cálculos de distâncias do fluxo de pólen, criamos um programa chamado Orchard (Spielmann *et al*, Pers. Comm) para análise de paternidade.

3. Resultados

As seguintes estimativas foram obtidas para *J. copaia*: *He* = 0,84, 0,83 e 0,84 para os adultos, antes e após o corte das árvores, respectivamente. O índice da fixação para os três grupos está próximo de zero (f = 0,028, 0,020 e 0,022). A divergência genética (θ) entre as três gerações apresenta-se baixa (0,004) e consistente entre os locos (CI 95%). Portanto, não houve diferença após o corte das árvores. *Dipteryx odorata* apresentou um valor médio de 16 alelos/locos e uma diversidade genotípica elevada entre os locos, variando de 0,91 a 0,98. Para *B. guianensis*, de acordo com o número total de alelos por loco, a exploração madeireira de 61% da população adulta causou a perda de três alelos (8,3%), os quais eram de baixa freqüência (0.008-0.037) e outro alelo comum passou a ter baixa freqüência. Um alelo comum passou a ter baixa freqüência. No entanto, os alelos perdidos da população adulta foram encontrados nos juvenis e nas progênies, onde tiveram baixa freqüência (0.029-0.071). A análise da estrutura genética espacial na população reprodutiva de *B. guianensis* antes da exploração detectou significante estrutura em distâncias de até 300 metros, com o coeficiente de coancestria próximo ao esperado entre primos

(0.0625). Entretanto, após a exploração, a população total (árvores reprodutivas e juvenis) não mostram estrutura genética espacial, sugerindo que a exploração rompe com a prévia estrutura genética. Em *M. huberi*, para adultos, regenerantes e descendentes (pré e pós exploração), respectivamente, as seguintes estimativas foram obtidas: *He*= 0,867, 0,840, 0,811 e 0,654. Os índices de fixação para as três primeiras gerações foram significativamente diferentes de zero (*f*= 0,221, 0,303 e 0,237), porém não estatisticamente diferentes entre si (IC 95%). O índice de fixação da geração pós-exploração (*f* = 0,069) foi significativamente diferente dos demais, entretanto, não diferente de zero. A divergência genética (θ) entre as gerações foi baixa para a média dos locos (0,018), mas consistente (IC 95%). A análise de distribuição espacial de genótipos detectou a existência de estruturação genética espacial significativa a uma distância de aproximadamente 450 metros de raio. As taxas de cruzamento multiloco apresentam-se altas para *J. copaia*, 0,99 e 0,97 antes e após o corte, respectivamente, e não é significativamente diferente entre as populações de sementes antes e após o corte. Para *M. huberi*, a estimativa da taxa de cruzamento multiloco (t_m), que é a taxa de cruzamento total da população foi alta (0,98±0,111*)* e a uniloco (t_s) que é a taxa de cruzamento entre indivíduos não parentes, por sua vez, foi menor (0,710±0,042) e significativamente diferente da multiloco (IC 95%). A análise da paternidade para *J. copaia*, usando um nível de confiança de 95%, foi estimada de um total de 943 sementes (285 sementes antes e 658 sementes após o corte). A proporção de doadores do pólen identificados dentro da área foi de 46% (±11%) antes do corte das árvores e 55% (±12%) após o corte. Os resultados pré-exploração mostram uma distância média de 523 m (±180,23 m), com mínima de 189,66 m (± 156,05 m) e máxima de 1001,46m (± 355,26 m). Os resultados após o corte das árvores mostram distância média 456m (±173,08 m), distância mínima de 143,4 m (± 95,0 m) e distância máxima de 1014,9 m (±372,4 m). Os testes estatísticos mostraram não haver diferença significativa para distâncias do fluxo do pólen antes e após a exploração. Para *M. huberi*, a distância média de fluxo de pólen (fluxo gênico) estimada por análise com o *software* Two-Gener foi de 49,5 metros com desvio padrão da dispersão de pólen de 0,69 m, indicando que a

dispersão de pólen da espécie nessa área de floresta natural é restrita. A estimativa da distância média entre as mães foi de 739 metros e a densidade de árvores reprodutivas por hectare (d) foi igual a 1,9. O φ Φ_{ft} global que mede a divergência genética do pólen cruzado entre matrizes foi de 0,138. *Dipteryx odorata* apresenta menos doadores de pólen dentro da área quando comparada a outras espécies. A proporção de doadores do pólen identificados dentro da área foi de 31% (±17%) antes do corte das árvores e 16% (±10%) apos o corte. O pólen dispersou-se por longas distâncias tanto antes quanto após o corte. Os resultados pré exploração mostram uma distância média de 1000 m (±400 m) e 650 m (± 400 m) antes e após o corte das árvores, respectivamente. Testes estatísticos demonstram que há uma diferença significativa na proporção de doadores dentro da área e nas distâncias do fluxo do pólen antes e depois do corte: Há menos doadores dentro da área após o corte e as distâncias do fluxo do pólen também diminuíram após o corte. Uma razão possível é que a assincronia na florescência de *D. odorata* impõe limitações à reprodução da espécie esistem apenas alguns indivíduos na população. Se estes indivíduos forem explorados deverá haver um impacto na reprodução da espécie. Para *B. guianensis*, diferenças entre a taxa de cruzamento multiloco e uniloco foi significantemente diferente de zero ($P<0.05$), sugerindo cruzamento entre indivíduos parentes. A estimativa da correlação de paternidade foi significantemente diferente de zero ($P<0.05$), indicando que parte das progênies (19,3%) são irmãos completos e que há um restrito número efetivo de doadores de pólen, com 5 a 7 árvores masculinas cruzando com cada árvore materna analisada. A partir da estimativa do tamanho efetivo de variância em progênies, foi determinado que para reter o tamanho efetivo de 150 na coleta de uma amostragem de sementes, é necessário coletar sementes de pelo menos 45 árvores maternas. O fluxo gênico via pólen em *B. guianensis,* estimado indiretamente através de uma avaliação na estrutura de progênies, indicou que árvores maternas recebem diferentes agrupamentos polínicos. A distância de fluxo de pólen foi estimada entre 308 a 961 m, dependendo do modelo de dispersão usado (normal ou exponencial). A área de vizinhança reprodutiva variou entre 81 a 812 hectares, dependendo da densidade populacional adotada.

4. Discussão e Conclusões

Os resultados preliminares para *J. copaia* não indicam nenhuma diferença na diversidade genética e dispersão de pólen antes e após o corte seletivo das árvores em curto período, para esta população e com esta intensidade de exploração. Para *D. odorata* diferenças significativas na dispersão de pólen e diversidade genética foram encontradas. Para *B. guianensis*, a detecção de um cruzamento não aleatório tem importante implicação para a conservação genética e programas de coleta de sementes. Para reter o tamanho efetivo populacional de 150, a coleta de sementes para uma conservação *ex situ* ou reflorestamento deve ser realizada no mínimo em 45 árvores maternas. E de acordo com a estrutura genética espacial detectada, se a retirada de sementes irá ser feita em uma população natural da espécie, as árvores maternas necessitam estar distantes entre si pelo menos 300m, para evitar a coleta de sementes de fêmeas relacionadas por parentesco. Na coleta de sementes em populações exploradas, isto não é aparentemente necessário, considerando que a exploração rompe com a prévia estrutura genética espacial. Por último, os resultados sugerem que a exploração florestal causa a perda de alelos raros, porém esses alelos provavelmente não são perdidos da população total, devido a sua presença nas árvores juvenis e nas progênies. A distância da dispersão do pólen é alta e o fluxo gênico oriundo de populações vizinhas ocorre de acordo com a detecção de alelos exclusivos das progênies. Isto pode compensar a perda dos alelos na população estudada. Além disso, a regeneração da espécie, acoplada com a longevidade da semente no banco de sementes do solo, também irão ajudar a reduzir o risco de perda de alelos. *Manilkara huberi* apresenta altos índices de diversidade genética molecular em comparação à média das espécies arbóreas tropicais. Entretanto apresenta alta taxa de endogamia, ou seja, desvio do Equilíbrio de Hardy-Weinberg causado, tanto por autofecundação quanto por cruzamento entre parentes. Trata-se de uma espécie preferencialmente alógama, entretanto, com taxa significativa de autofecundação, que apresenta estruturação genética espacial, estando os indivíduos aparentados localizados num raio de cerca de 450 m. Esta intensa estruturação está relacionada ao fluxo

gênico de isolamento por distância, o que sugere a conservação de grandes áreas no sentido de evitar a perda de subpopulações devido à exploração seletiva que gere fragmentação. Esta atitude auxiliará na manutenção do potencial evolutivo da espécie. A alta diversidade genética de *M. huberi*, a alta taxa de cruzamento e o fato de ser de ampla abrangência na Amazônia, são fatores que sugerem que a espécie apresenta potencial para conservação *in situ* e *ex situ*. Para conservação *ex situ*, sementes devem ser coletadas de pelo menos 188 árvores maternas amostradas preferencialmente, buscando representar o máximo de populações. Este estudo demonstra que a diversidade genética das populações e os processos evolucionários de cada espécie responderão de maneiras diferentes ao corte seletivo das árvores, conseqüentemente, a avaliação de impactos diretos não pode facilmente ser generalizada.

Referências Bibliográficas

Austerlitz, F. & Smouse, P.E. 2001. Two-generation analysis of pollen flow across a landscape. II. Relation between Φ_{ft}, pollen dispersal and interfemale distance. *Genetics* 157:851-857.

Degen, B., Blanc, L., Caron, H., Maggie, L., Kremer, A. & Gourlet-Fleury, S. 2006. Impact of selective logging on genetic composition and demographic structure of four tropical tree species. *Biological Conservation* 131:386-401.

Kalinowski, S.T.; Taper, M.L. & Marshall, T. **C.** 2007. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. *Molecular Ecology* 16:1099-1006.

Lacerda, E.B.L.; Sebbenn, A.M. & Kanashiro, M. 2008. Effects of selective logging on genetic diversity and spatial genetic structure of a *Hymenaea courbaril* population in the Brazilian Amazon *Forest Ecology and Management* 255:1034-1043.

Lewis, P.O. & Zaykin, D. 1997. *GDA-Genetic data analysis: Version 1.0(d12) for windows.* Albuquerque: University of New Mexico. 39p.

Lowe, A.J.; Boshier, D.; Ward, M.; Bacles, C.F.E. & Navarro, C. 2005. Genetic resource impacts of habitat loss and degradation; reconciling empirical evidence and predicted theory for Neotropical trees. *Heredity* 95:255-273.

Marshall, T.C.; Slate, J.; Kruuk, L.E.B. & Pemberton, J.M. 1998. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology* 7:639-655.

Obbard. 2004. *Genetic Variation and Sexual System Evolution in the Annual Mercuries*. Thesis in Plant Science Department. 260p.

Rajora, O.P.; Rahman, M.H.; Buchert, G.P. & Dancik, B. P. 2000. Microsatellite DNA analysis of genetic effects of harvesting in old-growth eastern white pine (*Pinus strobes*) in Ontario, Canada. *Molecular Ecology* 9:339-348.

Ritland, K. 2002. *Multilocus mating system program MLTR. Version 3.0.* University of British Columbia, Canadá. Disponível em: http//kritland@.interchange.ubc.ca. Acesso em 25/10/2008.

Sebbenn, A.M.; Degen, B.; Azevedo, V.C.R.; Silva, M.; Lacerda, A.B.; Ciampi, A.Y.; Kanashiro, M.; Carneiro, F.S.; Tompson, I. & Loveless, M.D. 2007. Modelling the long-term impact of selective logging on genetic diversity and demographic structure of four tropical tree species in the Amazon forest. *Forest Ecology and Management* 254:335-349.

Smouse, P.E.; Dyer, R.J.; Westfall, R.D. & Sork, V.L. 2001. Two-generation analysis of pollen flow across a landscape. I. Male gamete heterogeneity among females. *Evolution* 55:260-271.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Embrapa Amazônia Oriental, DFID e University of Oxford.

Ecologia da polinização de espécies arbóreas em florestas manejadas na Amazônia

Márcia Motta Maués[1], Milton Kanashiro[1], Lúcia Helena de Oliveira Wadt[2] & Lílian Maria da Silva Lima[3]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (marcia@cpatu.embrapa.br); [2]Embrapa Acre; [3]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

O vasto território ocupado pela floresta amazônica reúne a maior diversidade de plantas e animais dentre todos os biomas da Terra (Laurance *et al.*, 2001; Mittermeier *et al.*, 2003). Entretanto, a perda de cobertura vegetal registrada nas últimas décadas vem afetando a fauna e processos ecológicos associados. A exploração madeireira reduz a densidade de árvores e aumenta a distância entre os indivíduos remanescentes, podendo alterar processos reprodutivos e ecológicos. Caso a mobilidade dos vetores de polinização não possa garantir adequadamente o fluxo de pólen entre os indivíduos remanescentes, haverá prejuízos no sucesso reprodutivo (Roubik & Degen, 2004), uma vez que quanto menor a densidade de indivíduos em florescimento numa população, menor o fluxo efetivo de pólen entre indivíduos (Murawski & Hamrick, 1991). Devido às características reprodutivas e padrões demográficos, as árvores tropicais são vulneráveis aos efeitos da fragmentação (Cascante *et al.*, 2002), portanto é fundamental conhecer os processos reprodutivos de espécies sob pressão exploratória. Estratégias adequadas de manejo florestal devem contemplar informações sobre a ecologia reprodutiva das espécies arbóreas, incluindo a conservação das populações de polinizadores que podem ser afetadas pelas modificações na freqüência e composição das espécies florestais (Maués *et al.,* 2007). Neste contexto, preocupados com a conservação da biodiversidade quando se trata de manejo florestal, estudos dos processos reprodutivos foram realizados para um grupo de espécies arbóreas nativas da Amazônia.

2. Métodos

Estudos sobre a fenologia reprodutiva, biologia floral, polinização e sistema reprodutivo de *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don (Bignoniaceae), *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd. (Leg. Papilionoideae), *Manilkara huberi* Huber (Sapotaceae), *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae), *Symphonia globulifera* L. (Clusiaceae), *Bagassa guianensis* Aubl. (Moraceae) e *Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl. (Lecythidaceae) foram realizados em uma área de floresta ombrófila densa, na Floresta Nacional do Tapajós, região do Baixo Amazonas, Estado do Pará e em um jardim clonal de *B. excelsa* na Embrapa Acre, Rio Branco, Estado do Acre. O monitoramento fenológico consistiu em observações qualitativas sobre a ocorrência dos eventos de floração (presença de flores abertas - antese), frutificação (fruto imaturo e fruto maduro, disseminação) e mudança foliar (folha nova e folha madura; desfolha parcial e desfolha total), segundo o método de Fournier & Charpantier (1975). A periodicidade dos eventos reprodutivos foi classificada em anual, sub-anual ou supra-anual (*sensu* Newstrom *et al*., 1994a, 1994b). Na FLONA do Tapajós, foi analisado o efeito da Exploração de Impacto Reduzido (EIR) sobre o fluxo de pólen de cinco espécies (*J. copaia, D. odorata, C. guianensis, S. globulifera* e *B. guianensis*) em uma área de 500 ha submetida à EIR, no ano de 2003, por meio da análise da taxa de deposição de pólen (TDR) na superfície estigmática das flores. Nesse mesmo local, foi feito um estudo sobre a composição de guildas de polinizadores antes e após a EIR, nas espécies *J. copaia, D. odorata* e *S. globulifera*. Para esse estudo, os polinizadores foram reunidos em nove grupos: 1) Abelhas pequenas e médias (< 2,5 cm); 2) Abelhas grandes (> 2,5 cm); 3) Vespas; 4) Dípteros; 5) Lepidópteros; 6) Coleópteros; 7) Passeriformes; 8) Beija-flores; 9) Outras aves.

3. Resultados

Quatro espécies (*Jacaranda copaia, Carapa guianensis, Bagassa guianensis* e *Bertholletia excelsa*) apresentaram padrão de florescimento anual, enquanto *Dipteryx odorata* e *Symphonia globulifera* tiveram florescimento sub-anual, representado por dois

eventos reprodutivos ao ano e *Manilkara huberi* foi classificada como supra-anual, pois passou até quatro anos sem apresentar um evento reprodutivo significativo na população estudada na Flona do Tapajós. Dentre as espécies anuais, o período de maior percentual de florescimento na população foi sincronizado com os meses de menor precipitação pluviométrica (agosto a novembro). Foram encontradas cinco síndromes de polinização: 1) *J. copaia, D. odorata* e *B. excelsa* são plantas melitófilas, polinizadas principalmente por abelhas de médio a pequeno porte (*Centris, Bombus, Euglossa, Eulaema, Eufriesea, Epicharis*, *Augochloropsis, Trigona, Tetragona*); 2) *M. huberi* é polinizada por sirfídeos (*Ornidia, Eristalis*) e abelhas de médio a pequeno porte (*Melipona, Trigona, Aparatrigona, Plebeia, Exomalopsis, Tetrapedia, Augochloropsis, Pseudoagochloropsis, Augochlora*), reunindo duas síndromes de polinização, miiofilia e melitofilia; 3) *C. guianensis* é polinizada por borboletas (*Riodinidae* e *Lycaenidae*) e abelhas de pequeno porte (*Trigona, Cephalotrigona, Plebeia, Tetragona, Tetragonisca*), sendo assim uma planta psicófila e melitófila; 4) *S. globulifera* é polinizada por seis famílias de aves (Thraupidae, Trochilidae, Icteridae, Picidae, Ramphastidae e Psittacidae) da ordem Passeriformes, onde os taxa *Chlorophanes, Cyanerpes, Dacnis, Hemithraupis, Lamprospiza, Ramphocelus, Tachyphonus, Tangara, Thraupis*, foram mais freqüentes, seguidas pelos beija-flores (*Anthracothorax, Folrisuga, Heliothryx, Hylocharis,Thalurania, Threnetes*) e pica-paus (*Celeus, Melanerpes*). Essa guilda de polinizadores é característica da síndrome ornitófila; e 5) *B. guianensis* é polinizada principalmente pelo vento, com a participação de diminutos insetos (tisanópteros), constituindo uma síndrome ambófila (anemofilia associada à entomofilia). Todas as espécies são auto-incompatíveis. A taxa de deposição de pólen (TDR) apresentou diferença significativa entre as duas situações (sem EIR e com EIR), quando todas as espécies foram analisadas em conjunto. Separadamente, a TDR em *D. odorata* foi significativamente maior na floresta explorada ($F_{1,11}$ = 4,96; p = 0,05), enquanto *S. globulifera* apresentou uma resposta contrária, sendo significativamente menor na floresta explorada ($F_{1,13}$ = 4,59; p = 0,05). Para as espécies remanescentes, não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos. Quanto à freqüência e composição

dos grupos de polinizadores, *D. odorata* e *S. globulifera* foram as espécies mais afetadas. Na floresta explorada, houve uma redução significativa na freqüência de lepidópteros, beija-flores e outras aves, bem como das abelhas de grande porte que polinizam *D. odorata*.

4. Discussão e Conclusão

Todas as espécies estudadas são alógamas, demandando a presença de vetores de polinização para mediar o fluxo de pólen entre as árvores. Quanto aos sistemas de polinização, a maioria é polinizada por vetores bióticos (abelhas, lepidópteros, coleópteros e aves), com exceção de *B. guianensis*, que é polinizada pelo vento, com participação de pequenos insetos (tisanópteros). Atualmente, discute-se muito sobre a crise na polinização de plantas tropicais, devido, principalmente, à fragmentação do habitat, expansão agrícola, uso de herbicidas e pesticidas, introdução de abelhas exóticas, além das mudanças climáticas globais (Kearns *et al.*, 1998). A fragmentação do habitat interfere negativamente nas interações planta-polinizador, tornando as visitas dos polinizadores menos eficientes e freqüentes, afetando o sucesso reprodutivo das árvores remanescentes nas florestas alteradas (Harris & Johnson, 2004). Sabendo-se que os vetores bióticos predominam nas florestas tropicais, sua preservação no âmbito das áreas remanescentes de florestas manejadas é vital para a saúde reprodutiva do estrato arbóreo das florestas tropicais. Os agentes polinizadores têm um papel importantíssimo pelos serviços ambientais prestados às florestas tropicais e devem assim ser reconhecidos e preservados para assegurar o sucesso reprodutivo das espécies sob exploração seletiva, assegurar a conservação da biodiversidade, assim como a sustentabilidade do manejo florestal.

5. Referências bibliográficas

Cascante, A.; Quesada, M.; Lobo, J.J. & Fuchs, E.A. 2002. Effects of dry Forest fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. *Conservation Biology* 16:137-147.

Fournier, L.A. & Charpantier, C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las caracteristicas fenologicas de los arboles tropicais. *Turrialba* 25:45-48.

Harris, F.L. & Johnson, S.D. 2004. The consequences of habitat fragmentation for plant-pollinator mutualisms. *Journal of Tropical Insect Science* 24:29-43.

Kearns, C.A.; Inouye, D.W. & Waser, N.M. 1998. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:83-112.

Laurance, W.F.; Albernaz, A.K.M. & Costa, C. 2001. Is deforestation accelerating in the Brazilian Amazon? *Environmental Conservation* 28:305-311.

Maués, M. M.; Oliveira, P.E.A.M. & Kanashiro, M. 2007. Reduced impact logging and its effects on the pollination of Amazonian plants. In: *9th International Pollination Symposium on Plant-Pollinator Relationships–Diversity in Action*. Ames, p.50-51.

Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Brooks, T.M.; Pilgrim, J.D.; Konstant, G.A. & Fonseca G.A.B. 2003. Wilderness and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 100:10309-10313.

Murawski D.A. & Hamrick, J.L. 1991. The effect of the density of flowering individuals on the mating systems of nine tropical tree species. *Heredity* 67:167-174.

Newstrom, L. E. G.; Frankie, G. W.; Baker, H.G. 1994a. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*. 26:141-159.

Newstrom, L.E.G.; Frankie, G.W.; Baker, H.G.; Colwell, R.K. 1994b. Diversity of long-term flowering patterns. In: L.A. Mcdade *et al.* (Eds.) *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*. Chicago: University of Chicago Press, p.142-160.

Roubik, D.W. & Degen, B. 2004. Effects of animal pollination on pollen dispersal, selfing, and effective population size of tropical trees: a simulation study. *Biotropica* 36:165-179.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Embrapa Amazônia Oriental e DFID.

Otimização do processo de conservação do leite de amapá-doce (*Brosimum parinarioides* Ducke)

Rafaella A. Mattietto[1]; Valéria S. Bezerra[2]; Cristina D. Táxi[3]; Cynthia Y. Yano[4]; Beatriz S. Cordeiro[5] & Anna Tsukui[5]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (rafaella@cpatu.embrapa.br); [2]Embrapa Amapá.; [3]Universidade Federal Rural da Amazônia; [4]Bolsista do CNPq; [5]Estagiária Embrapa Amazônia Oriental.

1. Introdução

O látex do amapá-doce, apesar de utilizado como alimento e medicamento pelas comunidades rurais amazônicas, é pouco estudado. Líquido branco e viscoso contém alcalóides, antraquinonas, derivados de cumarina, purinas, esteróides e triterpenóides. A presença de Ca, Fe, Mg e proteínas atribuem-lhe propriedades nutricionais (Galupo, 2004). O objetivo da pesquisa foi investigar o leite do amapá-doce *in natura*, do ponto de vista nutricional, determinando sua composição centesimal, características físico-químicas, mineralógicas, microbiológicas e enzimáticas. Esses dados foram utilizados na otimização do processo de conservação do produto e acompanhamento da sua estabilidade frente ao processo térmico proposto, realizado por meio de avaliações físico-químicas e microbiológicas.

2. Métodos

Foram selecionadas três árvores nativas, identificadas botanicamente, em Moju (PA). A extração do látex foi feita através de cortes transversais no tronco, pelo período da manhã. Para evitar alterações na composição, as amostras foram acondicionadas em frascos esterilizados e em caixas térmicas e foram levadas até Belém (PA). Para a caracterização físico-química e centesimal do leite *in natura* seguiram-se os padrões da AOAC (1997), assim como nas análises mineralógicas fez-se uso de espectrometria de emissão atômica seqüencial por plasma (Clesceri *et al.*, 1998). O tratamento térmico foi otimizado por meio de delineamento fatorial 2^2, tendo como respostas avaliações microbiológicas (Vanderzant & Splittstoesser, 1992). Após avaliação estatística, um processo de pasteurização foi

selecionado para a estocagem, onde o armazenamento das amostras pasteurizadas e não pasteurizadas foram realizados sob refrigeração e à temperatura ambiente. Foram feitas análises de pH, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis, e avaliações microbiológicas, nos tempos zero, 15, 30, 60, 90 e 120 dias para verificar a sua durabilidade.

3. Resultados

Constatou-se que o leite do amapá *in natura* apresenta teores significativos em proteínas (aprox. 6%), lipídios (aprox. 9%) e fibras (aprox. 2%) e conseqüentemente bom valor energético (aprox. 190 kcal/100g). O leite também se destaca quanto aos teores de cálcio (200,63mg/kg), fósforo (149,53mg/kg) e potássio (1862,06mg/kg), em relação aos demais minerais. Possui ainda alto teor de sólidos solúveis (24,14ºBrix) e umidade (61,49%), o que contribui de forma direta na suscetibilidade a processos fermentativos de deterioração. Apresenta níveis elevados de contaminação microbiana (bactérias mesófilas e proteolíticas em contagens de 10^6 e 10^7UFC/g, respectivamente, além da presença de coliformes totais, bolores e leveduras). Nos testes enzimáticos, a enzima polifenoloxidase destacou-se, o que reforça a questão da rápida mudança de cor do leite (de branco para rosado) quando exposto ao ar, uma vez que é uma enzima oxidativa. O processo de pasteurização selecionado foi o de binômio 97ºC/3min e atuou de forma positiva em todas estas características. A durabilidade do leite *in natura* à temperatura ambiente (±29ºC) foi de 3 dias e à temperatura de 10ºC de 30 dias. O processo de pasteurização aumentou a durabilidade para 135 dias (temperatura ambiente) e 5 meses (sob refrigeração a 10ºC).

4. Discussão e Conclusão

Leite do amapá-doce possui boa composição nutricional, o que é interessante pois a população rural utiliza o produto como alimento. O processo de pasteurização aplicado estabilizou o leite do amapá de forma positiva, o que facilita sua comercialização. Caso as propriedades medicinais do leite sejam comprovadas, esse estudo deve ser suplementado para averiguar se a pasteurização afeta tais características.

5. Referências Bibliográficas

AOAC. 1997. Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis.* Arlington: AOAC.

Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. & Eaton, A.D. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20th Ed. Washington: American Public Health Association.

Galupo, S.C. 2004. *Documentação e valorização do óleo de piquiá (*Caryocar villosum *(Aubl) Pers.) e do leite do amapá (*Brosimum parinarioides *Ducke) para a comunidade de Piquiatuba*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia. 92p.

Vanderzant, C. & Splittstoesser, D.F. 1992**.** *Compendium of methods for microbiological examination of foods*. 3rd ed. Washington : American Public Health Association. 914p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Madeiras similares ao mogno: identificação botânica e discriminação por espectroscopia no infravermelho próximo

Tereza C. Pastore[1]; Vera T. R. Coradin[1]; Washington L. E. Magalhães[2]; Esmeralda Y.A. Okino[1]; Graciela I. B. de Muñiz[3]; José A. de Camargos[1] & Otávio A. Bressan[4]

[1]Serviço Florestal Brasileiro (tereza.pastore@florestal.gov.br); [2]Embrapa; [3]Universidade Federal do Paraná; [4]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

A anatomia da madeira é instrumento de identificação botânica, utilizado para conhecimento da flora nos inventários e manejos florestais, nas ações de controle e fiscalização, na industrialização e comercialização da madeira. Há dificuldade em identificar madeiras de espécies semelhantes, tais como as madeiras comercializadas como mogno. A inclusão de várias espécies da família Meliaceae no grupo de similares ao mogno, a variabilidade do material de diversas procedências e geralmente desprovido de material botânico essencial para sua identificação, mostrou a necessidade de prover o procedimento com mais dados. A análise química por espectroscopia de infravermelho próximo (FTNIR) tem sido usada com sucesso para discriminar madeira (Tsuchikawa *et al.*, 2003). Neste caso, as análises de anatomia e química da madeira serão ferramentas complementares para a identificação botânica precisa. São objetos de investigação: 1) caracterizar macro e microscopicamente o xilema secundário das espécies: *Swietenia macrophylla* King (mogno), *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba); *Cedrela odorata* L. (cedro); *Micropholis melinoniana* Pierre (curupixá); *Erisma uncinatum* Warm. (cedrinho); *Dipteryx odorata* (cumaru); *Vatairea paraensis* (fava-amargosa); *Clarisia racemosa* (guaiuba); *Tabebuia incana* (ipê-amarelo); *Mezilaurus itauba* (itaúba); *Guarea* sp. (jitó) e *Sextonia rubra* (louro-vermelho); 2) discriminar por FTNIR as madeiras de mogno e cedro.

2. Métodos

Para os estudos de anatomia de madeira, o material proveio de coletas realizadas pelo Laboratório de Produtos Florestais (LPF) e da sua xiloteca. As espécies possuem exsicatas com material vegetativo correspondente nos herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi, da Embrapa e do INPA. Os corpos-de-prova para análise macroscópica, obtenção de fotomacrografias e montagem de lâminas permanentes foram amolecidos em autoclave (P=1atm, T=120°C) pelo tempo necessário. A seguir foram levados ao micrótomo de deslizamento (AO Spencer) para corte das secções histológicas (espessura 20-40 μm) nos planos tangencial, radial e longitudinal, que foram montadas de acordo com as técnicas usuais de anatomia da madeira. Para as análises microscópicas: mensurações, contagem de elementos celulares e a obtenção de fotomicrografias foi usado um microscópio Olympus BH2 e o software Image-pró-plus. A terminologia e metodologia utilizadas obedeceram às normas do IAWA Committee (1989) e Coradin & Muñiz (1991). O material para as análises FTNIR foi cedido por empresas de exploração florestal (Pa e Ro). Para cada espécie foram coletados 30 discos, retirados na base do tronco de árvores distintas. Cunhas dos discos foram moídas e peneiradas na Embrapa e LPF, utilizando-se a fração retida entre 40 e 60 mesh. Os espectros foram obtidos no equipamento FEMTO NIR900, modo refletância, entre 1100 e 2500 nm, com resolução nominal 1nm. Os espectros foram tratados (alisamento, correção de espalhamento, linha base, normalização e primeira e segunda derivadas) usando o programa Unscrumbler®. O mesmo programa foi usado para construção de modelos de classificação, que foram validados externamente com amostras que não participaram da construção do modelo. Para construção do modelo e classificação das amostras foram usadas tanto as ferramentas SIMCA e regressão PLS, atribuindo o valor 0 para amostras de mogno e o valor 1 para as de cedro. No caso do PLS, a regressão pode ser usada para classificar as amostras da seguinte forma: os valores preditos são comparados aos números 0 e 1. Assim, as amostras cujos valores preditos estão próximos a 0 significa que pertencem à classe do mogno, e aquelas cujos valores preditos estão próximas a 1 pertencem à classe do cedro. Foram testados diversos tratamentos matemáticos do espectro

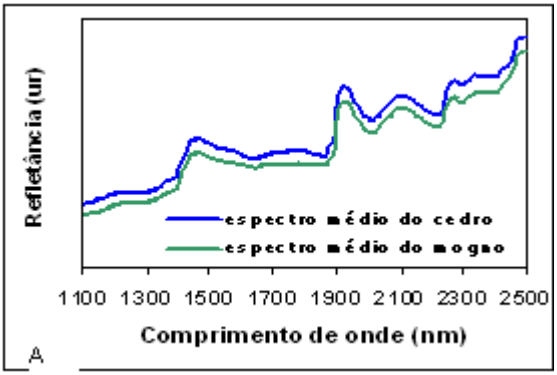
e aqueles que produziram o menor erro de predição nas amostras externas foram considerados adequados. Setenta por cento das amostras foram usadas na construção dos modelos e os 30% restantes para a predição externa e avaliação do erro cometido, obtendo assim, modelos robustos e confiáveis.

3. Resultados

Doze madeiras similares ao mogno foram anatomicamente descritas. As fichas descritivas estão disponíveis no laboratório de anatomia e morfologia da madeira do LPF. Foi confeccionado um painel e uma chave de identificação para identificação de espécies comercializadas como mogno no Brasil. O cedro é uma madeira bastante comercializada como mogno por sua semelhança, em especial a cor e a densidade. A análise comparativa do lenho em nível macroscópico permite distingui-las entre si: o mogno pode apresentar estratificação de raios, enquanto que o cedro nunca apresenta esta característica. Outra diferença marcante é a distribuição dos elementos de vaso: no mogno é difusa; no cedro, localizam-se em anéis, semi-porosos. Uma terceira distinção é o cheiro característico agradável do cedro, que não é observado no mogno. O parênquima axial predominante em ambas é de faixas marginais, porém em observação microscópica no sentido tangencial, o mogno apresenta as séries do parênquima formado por 8 células e o cedro por 4 a 6 células de altura. Os vasos possuem pequena variação em seu comprimento médio (mogno=348μm e cedro= 447μm); quanto ao diâmetro, ambas são de diâmetros médios, mas apresentam diferença na distribuição dos diâmetros de vasos; no mogno a distribuição é difusa e no cedro ocorrem vasos de diâmetros maiores na região dos limites dos anéis de crescimento, onde estão as linhas de parênquima marginal. Ambas apresentam fibras libriformes, porém no mogno elas são septadas e no cedro são do tipo não septada. No mogno observa-se estratificação de raios e esta característica não é observada no cedro.

A Figura 1 ilustra espectros típicos de madeiras (a) e o Gráfico de Escores (b). A análise foi aplicada ao conjunto total de espectros das amostras, após normalização e correção de espalhamento por SNV. Para esta análise foi usada uma validação cruzada total, em que cada espectro é deixado de fora da construção do modelo para sua

validação posterior. Também foi empregado um teste de incerteza para avaliação da significância dos parâmetros. A distância entre modelos encontrada foi de quase 200, que pode ser considerada elevada e mostra o bom desempenho dos modelos usados.



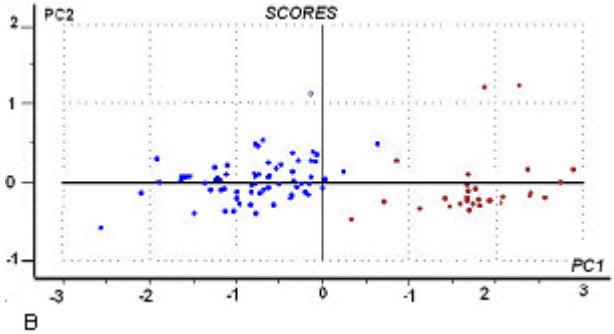


Figura 1. Espectros médios das madeiras de mogno e de cedro (a) e Gráfico de Escores (b), ilustrando a boa separação entre as duas espécies.

4. Discussão e Conclusão

É possível distinguir o mogno do cedro por várias características anatômicas e pelo cheiro peculiar do cedro. A técnica FINIR mostrou que é possível diferenciar essas espécies, por meio de modelo de PCA, o que é altamente positivo em se tratando de espécies nativas.

Os modelos construídos são robustos para serem usados no campo, sem a exigência de investimentos para aclimatização de amostras ou grandes custos operacionais. Os resultados obtidos foram satisfatórios, mostrando-se a técnica promissora. Em continuidade, é provável que o FTNIR traga contribuições mais evidentes para discriminar a andiroba do mogno, que apresentam semelhanças na anatomia do lenho maiores do que as entre mogno e cedro.

5. Referências Bibliográficas

Coradin, V.T.R. & Muñiz, G.B. 1991. *Normas e procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I - Angiospermae e II – Gimnospermae*. Brasília: IBAMA.

IAWA Committee. 1989. List of microscopic features of hardwood identification. *IAWA Bulletin* 10: 219-332.

Tsuchikawa, S.; Inoue, K.; Noma, J. & Hayashi, K. 2003. Application of near-infrared spectroscopy to wood discrimination**.** *Journal of Wood Science* 49: 29-35**.**

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Separação, caracterização química e potencial farmacológico dos extrativos de seis espécies de madeiras

Marcos A. E. Santana[1]; João E. de Carvalho[2]; Luciana Jankowsky[3]; Karina F.F. Costa[4]; Inês R. Sabioni[5] & Marina G. Siqueira[4]

[1]Serviço Florestal Brasileiro (marcos.santana@florestal.gov.br); [2]Universidade Estadual de Campinas; [3]Doutoranda em Farmacologia, Universidade Estadual de Campinas; [4]Bolsista do CNPq; [5]Universidade de Brasília.

1. Introdução

As plantas representam um reservatório extraordinário de novas moléculas e de novos compostos biologicamente ativos. Correntemente, há um interesse ressurgente no reino vegetal como um provedor de compostos que direcionem programas de pesquisa conhecidos como "screening" terapêuticos, que significa pesquisas e testes realizados em amostras de plantas com o propósito de descobrir se possuem alguma atividade particular que possa ser utilizada para fins terapêuticos. A combinação de "screening" químicos e biológicos tem comprovado ser muito eficiente para a pesquisa de um número importante de extratos e para a descoberta de novas moléculas que possam encabeçar novos produtos terapêuticos. Considerando a diversidade das espécies vegetais arbóreas, o Brasil apresenta vantagens comparativas que ampliam consideravelmente o potencial para obtenção (identificação ou isolamento) de princípios ativos para fins medicinais. De acordo com o Coeficiente de Conversão Volumétrica, adotado pelo IBAMA para madeira serrada e laminados, são necessários 1,8 m^3 de toras para gerar 1,0 m^3 desses produtos, o que gera aproximadamente 44,4% de resíduos, que podem conter alto teor de extrativos e, consequentemente, de compostos químicos para fins diversos. Portanto, o presente projeto visa identificar, caracterizar e avaliar o potencial farmacológico das espécies *Dipteryx odorata* (cumaru), *Vatairea paraensis* (fava-amargosa), *Clarisia racemosa* (guariúba), *Tabebuia incana* (ipê-amarelo), *Mezilaurus itauba* (itaúba) e *Sextonia rubra* (louro-

vermelho), espécies exploradas comercialmente que apresentam elevados teores de extrativos no lenho.

2. Métodos

As espécies foram coletadas na Floresta Nacional do Tapajós. As amostras foram preparadas de acordo com os procedimentos descritos na norma TAPPI T-264 om-88 (1996) e os teores de extrativos foram determinados em diversos solventes orgânicos de polaridade crescente de acordo com a norma TAPPI 204 om-88 (1996). Os extratos polares e apolares foram submetidos à coluna cromatográfica com adsorvente sílica e misturas de hexano, acetato de etila e metanol em gradiente crescente de polaridade, gerando uma série de frações. Os compostos obtidos nessas frações foram separados por CLAE e identificados por CG-EM, RMN e IV. A avaliação da atividade antiproliferativa foi realizada em oito linhagens tumorais humanas, Ovário (OVCAR-03), Renal (786-0), Próstata (PC-03), Cólon (HT-29), Pulmão (NCI-H460), Mama (MCF-7), Mama resistente (NCI-ADR/RES) e Melanoma (UACC-62), fornecidas pelo National Cancer Institute (NCI) dos EUA. Os extratos brutos polares e apolares, as frações obtidas desses extratos brutos e compostos puros isolados foram diluídos e adicionados às placas previamente inoculadas com as células tumorais, nas concentrações 0,25; 2,5; 25; 250 µg/ml. Após as etapas de incubação por 48 h, fixação com ácido tricloracético, coloração com sulforrodamina B e solubilização em em Trizma Base, a leitura espectrofotométrica da absorbância foi feita em um leitor de microplacas (ELISA).

3. Resultados

Tabela 1. Porcentagem de extrativos em diferentes solventes.

Espécies	Teor de extrativos (%)						
	Hexano	Tolueno	Clorofórmio	Diclorometano	Etanol/Tolueno	Etanol	Acetona
Clarisia racemosa	0,0	12,9	3,7	3,6	10,8	10,5	8,5
Dipteryx odorata	3,5	5,3	5,9	4,3	10,6	8,8	7,3
Mezilaurus itauba	5,0	7,7	11,5	4,6	8,7	7,1	4,7
Sextonia rubra	13,4	16,3	19,0	12,8	17,5	15,1	14,9
Tabebuia incana	0,9	8,6	9,4	6,7	14,3	8,9	7,8
Vatairea paraensis	2,5	6,6	7,2	5,7	18,1	15,5	15,0

Os extratos brutos apolares usados no decorrer da pesquisa foram obtidos com tolueno para as espécies *C. racemosa, S. rubra, T. incana* e *V. paraensis;* e com clorofórmio para *D. odorata* e *M. itauba*. O etanol foi usado como solvente polar para todas as espécies. A Figura 1 mostra dois dos compostos isolados e identificados do extrato apolar da *V. paraensis*. A Figura 2 ilustra as curvas concentração-resposta do extrato bruto apolar (a) e das frações F2 (b) e F4 (c). A Tabela 2 contém resultados da inibição total do crescimento (TGI) para a espécie *V. paraensis*.

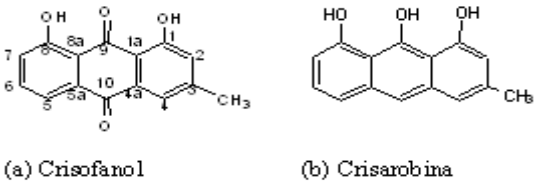


Figura 1. (a) 1,8-dihidroxi-3-metil-9,10 antraquinona, (b) 3-metil-1-antraceno-1,8,9-triol.

Dados espectrais do crisofanol: IV: 3443 (OH fenólico), 1677 e 1628 (C=O), 1606, 1569 e 1476 (C=C aromático). 1270 cm^{-1} (C-O fenólico). **RMN ^{1}H** (DMSO-d_6): δ (H; mult.; J em Hz; int.): 2,42 H-metil; s; 3H); 7,22 (H-2; d; 1,5; 1H); 7,38 (H-7; dd; 9,0 e 1,1; 1H); 7,55 (H-4; d; 1,5; 1H); 7,71 (H-5; dd; 7,6 e 1,3; 1H); 7,81 (H-6; dd; 0.0 e 7,3; 1H); 12,00 (1-fenol;s); 12,10 (8-fenol; s). **RMN ^{13}C** (DMSO-d_6): δ: 21,8 (C-metila); 114,0 (C-2); 116,1 (C-7); 119,5 (C-8a); 120,7 (C-1a); 124,3 (C-5); 124,7 (C-4); 133,2 (C-6); 133,5 (C-5a); 137,5 (C-4a); 149,4 (C-3); 161,6 (C-1); 161,8 (C-8); 181,7 (C-10); 191,8 (C-9). **CG/EM**:$C_{15}H_{10}O_4$ (massa molar 254).

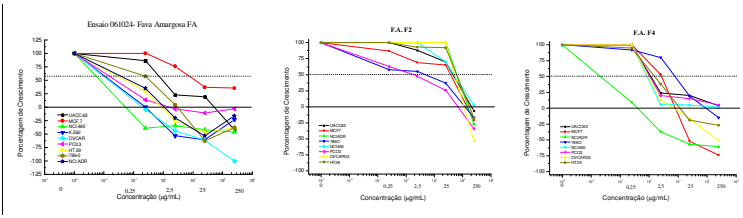


Figura 2. Curva concentração-resposta do extrato bruto apolar (a) e das frações F2 (b) e F4 (c) obtidas a partir do fracionamento desse extrato bruto da *Vatairea paraensis*.

Tabela 2. Inibição total do crescimento (TGI) para a espécie *Vatairea paraensis*.

V. paraensis	Linhagens tumorais humans							
	UACC-62	**MCF-7**	**NCI-ADR/RES**	**786-0**	**NCI-460**	**PC-3**	**OVCAR-03**	**HT-29**
Extrato bruto apolar	31,68	> 250	**2,93**	4,09	**0,27**	11,96	**0,31**	0,44
Fração F02	217,1	152,41	233,29	136,32	266,2	54,49	217,31	199,07
Fração F04	154,56	**8,47**	**0,55**	100,17	74,93	135,62	**12,3**	24,6

4. Discussão e Conclusão

Os altos teores de extrativos justificam a seleção das espécies estudadas, confirmando que o lenho dessas espécies pode ser fonte de moléculas biologicamente ativas. Como exemplo, temos os dois compostos que foram isolados da *V. paraensis*, 1,8-dihidroxi-3-metil-9,10 antraquinona e 3-metil-1-antraceno-1,8,9-triol (fração F4 obtida a parir do fracionamento com 4% de n-hexano e 96% de acetato de etila). A fração F2 contém apenas o primeiro composto, portanto é uma fração pura. Dentre os 12 extratos brutos testados, um polar e outro apolar para cada uma das seis espécies, os apolares das espécies *D. odorata*, *V. paraensis*, *C. racemosa*, *T. incana* e *S. rubra* apresentaram atividade antiproliferativa em modelo de cultura de células tumorais humanas, *in vitro*. Os extratos que apresentaram atividade antiproliferativa foram fracionados e as frações obtidas foram novamente testadas. Os gráficos da Figura 2 exemplificam os estudos realizados, apresentado alguns dos resultados obtidos para a *V. paraensis*. Os resultados obtidos da avaliação antiproliferativa em cultura de células tumorais humanas são expressos em gráfico concentração-resposta (Figura 2), a partir do qual se calcula o TGI (total growth inhibition) apresentado na Tabela 2, que representa a concentração necessária para a inibição total do crescimento celular (Holbeck at al., 2004). O extrato bruto apolar apresentou atividade seletiva sobre as linhagens de carcinomas mamário resistente (NCI-ADR/RES) e pulmonar (NCI-H460) e sobre as linhagens de adenocarcinomas ovariano (OVCAR-03), renal (786-0) e colorretal (HT-29). A fração F2 demonstrou atividade sobre a linhagem de adenocarcinoma prostático (PC-3), enquanto a fração F4 demonstrou ação potencializada sobre as linhagens de carcinoma mamário

(MCF-7), mamário resistente (NCI-ADR/RES) e adenocarcinoma ovariano (OVCAR-03). Pelos resultados obtidos pode-se inferir que a atividade observada no extrato bruto apolar sobre as linhagens hormônio dependentes foi mantida na fração F4, contudo o mesmo perfil de atividade não ocorreu na fração F2.

5. Referências Bibliográficas

Holbeck, S.L. 2004. Update on NCI in vitro drug screen utilities. *European Journal of Cancer* 40:785-93.

TAPPI TEST METHODS. 1996. T 240 om-82 - Preparation of wood for chemical analysis.

TAPPI TEST METHODS. 1996. T 204. om-82 - Solvent extractives of wood and pulp.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Avaliação do processo de extração e caracterização do óleo e sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet)

Marcus A.M. Vasconcelos[1]; Rafaella A. Mattietto[1]; Auriane C.S. Gonçalves[2]; Patrícia S. Oliveira[3]; Paula I.O. Moreira[3]; Sérgio M. Alves[1]; Débora K.T. Moreira[3]; Jozi G. Figueiredo[4] & Heronides A. Dantas Filho[5]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (mavasc@cpatu.embrapa.br); [2]Bolsista do CNPq, [3]Estagiária Embrapa;[4] Doutoranda da Universidade Federal do Ceará; [5]Universidade Estadual do Pará.

1. Introdução

A padronização dos processos de obtenção de produtos naturais sempre foi considerada fator crítico na utilização e no controle de qualidade do material. A andirobeira (*Carapa guianensis*) possui múltiplos usos, tanto como fonte de madeira como de fruto, com alto valor econômico para as comunidades, pois seu óleo é um dos produtos medicinais mais comercializados na Amazônia. O trabalho teve como objetivo realizar a caracterização física e físico-química das sementes de andiroba, além de caracterizar o óleo obtido por cinco diferentes métodos de extração, obter seu perfil cromatográfico e no infravermelho, e avaliar em camundongos o efeito do óleo de andiroba em modelos de nocicepção e seus efeitos toxicológicos.

2. Métodos

Os frutos de andiroba foram coletados em Tomé-Açú (PA). Na caracterização física usou-se 100 sementes escolhidas aleatoriamente. O óleo foi obtido por cinco metodologias: prensagem da amostra (A) com umidade de 5% e (B) acondicionada a 70°C/3h; (C) artesanalmente, denominado "azeite de tábua" e extração com solvente das sementes (D) in natura e (E) fermentadas. Os métodos para caracterização físico-química das sementes e do óleo seguiram os padrões da AOAC (1997). Na avaliação do efeito antinociceptivos foram induzidas contorções abdominais em camundongos por ácido acético.

3. Resultados

Os resultados médios na avaliação física da andiroba foram: comprimento 4,48 ± 3,6622 cm; diâmetro 3,56 ± 4,8624 cm e peso 25,25 ± 6,1941 g.

Tabela 1. Rendimento, características e composição do óleo de andiroba extraído por diferentes métodos.

	Determinação	Metodologia (A) 5% umidade	(B) Acondicionada	(C) Artesanal	(D) *In natura*	(E) Fermentada
	Rendimento %	12,29	13,42	14,01	21,01	29,74
Características físico-químicas	**Índice de acidez**	8,825	11,751	14,658	6,361	10,665
	Índice de saponificação (mg/g)	195,48	192,17	199,95	182,67	191,04
	Índice de Iodo	65,400	64,388	63,743	64,060	64,611
	Índice de peróxido	8,381	9,032	16,544	10,268	7,179
	Índice de refração (meq/100g)	1,4654	1,4654	1,4654	1,4654	1,4653
	Umidade %	0,259	0,230	0,204	0,399	0,384
	Cinzas %	0,024	0,029	0,025	0,024	0,026

Os perfis cromatográficos obtidos dos óleos dos diferentes métodos não apresentaram variação na sua composição nem no percentual de ácidos graxos. Não se observou variação no espectro do infravermelho para os óleos obtidos pelos diferentes métodos. No experimento biológico, contorções nos camundongos foram reduzidas pela aplicação do óleo de andiroba extraído por prensagem (OCGP), na proporção de 36, 66 e 58%, e com aplicação do óleo obtido pelo método "azeite de tábua" (OCGA), nas proporções de 68, 67 e 59% (nas doses de 100, 200 e 400 mg/kg, respectivamente).

4. Discussão e Conclusão

O óleo que apresentou as melhores características para utilização na indústria farmacêutica ou de cosméticos, quanto a sua composição física e química, foi obtido das sementes secas *in natura,* porém o maior rendimento em óleo foi a extração com a amostra fermentada. O óleo obtido da forma artesanal apresenta uma função mais efetiva

na inibição da dor em camundongos, porém devem ser conduzidos mais estudos para validação em outros modelos biológicos.

5. Referência Bibliográfica

AOAC. 1997. Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. Arlington: AOAC.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e MCT/Finep.

Artigo-síntese da sub-rede APAFBIO

Aproveitamento de plantas amazônicas como fontes de biodefensivos

José Luiz Martins do Nascimento[1]; Maria das Graças B. Zoghbi[2]; Jorge Oliveira[2]; Raimunda C.V. Potiguara[2]; Alberto Arruda[1]; Mara Arruda[1]; Antonio Pedro da Silva Souza Filho[3]; Sergio Cardoso de Moraes[1]; Milton Nascimento da Silva[1]; Gisele Guilhon[1]; Regina C. Sarkis Muller & Alberdan Silva Santos[1]

[1]Universidade Federal do Pará (jlmn@ufpa.br); [2]Museu Paraense Emílio Goeldi; [3]Embrapa Amazônia Oriental.

1. Introdução

A busca por defensivos agrícolas de origem vegetal sem prejuízos para o meio ambiente e com possibilidade de agregar valor a recursos vegetais encontrados na região amazônica foi um foco importante dessa sub-rede. Para isso utilizamos duas espécies de timbó e uma do cipó d´alho. Os timbós verdadeiros, plantas do gênero *Derris* da família Leguminosae, originários da Amazônia brasileira, estão entre as mais eficazes dentre as plantas ictiotóxicas e inseticidas. As espécies de timbó de uso mais generalizado na Amazônia são o timbó-vermelho, *Derris urucu*, e o timbó-branco, *Derris nicou*. O cipó d'alho foi identificado como *Mansoa standleyi* (Steyerm) A. H. Gentry (Bignoniaceae). Desta forma, a realização deste trabalho foi dividida em duas etapas. A primeira objetivou gerar produto tecnologicamente viável de caráter relativamente inofensivo à saúde animal, quando empregado de modo apropriado. Para tanto, foram utilizados testes de estresse oxidativo, tais como a atividade da enzima acetilcolinesterase, os níveis de glutationa e peroxidação lipídica e os testes de índice mitótico para averiguar impactos genotoxicológicos, visto que a maioria dos produtos aplicados na agricultura e na pecuária apresentam impacto negativo ao meio ambiente. A segunda etapa foi desenvolvida junto a uma comunidade agrícola no interior da Amazônia, estabelecendo em sua proposição uma intervenção sobre o modo como os agricultores

desenvolvem suas atividades produtivas, visando incentivar o uso de biodefensivos naturais. Ressaltamos que as plantas estudadas neste projeto são encontradas na comunidade envolvida no projeto.

2. Métodos

A colheita de amostra botânica foi de acordo com metodologia usual, e herborização segundo Mori *et al.* (1989). As exsicatas foram incorporadas ao acervo do Herbário MG do Museu Paraense Emílio Goeldi. As informações sobre a utilização da espécie foram obtidas através de entrevistas semi-estruturadas. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação e os extratos, por maceração à temperatura ambiente. Os componentes voláteis foram identificados por meio de cromatografia em fase gasosa (CG) utilizando-se coluna Rtx-5MS e programa de temperatura 60-240ºC (3ºC/min). Para a obtenção dos extratos hidroalcoolicos das duas espécies de *Derris*: A extração foi realizada por percolação, a frio, com 10 litros de solvente polar (5% H2O em etanol P.A.) por amostra extraída, em duas etapas, com período de retenção de solvente de 48 horas por 5 litros de solvente, na primeira etapa, e de 24 horas por 5 litros de solvente, na segunda etapa. Os extratos e frações foram preparados e submetidos aos testes de atividades biológicas. O fracionamento dos extratos para identificação levou á elucidação das estruturas das substâncias de interesse. Tanto os extratos brutos, frações e substâncias isoladas foram submetidas aos ensaios de atividades biológicas: antimicrobiana, carrapaticida, herbicida, citotóxica e antielmíntica.

3. Resultados

A caracterização química dos componentes das duas espécies de timbó indicou que os principais componentes pertencem à classe dos rotenóides, isto é, substâncias isoflavonoídes modificadas, cujo principal e mais estudado representante é a rotenona, outro componente presente foi a deguelina, que também é tóxica para insetos, porém menos ativa que a rotenona. De *Derris trifoliata* foram isolados vários rotenóides, como a rotenona, a deguelina, o α-toxicarol e o 7a-O-metildeguelol. Com relação ao gênero *Mansoa*, os resultados levaram à identificação e registro de *Mansoa standleyi* como sendo a espécie que é conhecida por cipó d'alho no nordeste

paraense. Além de *M. standley* foram identificadas *M. cf. angustidens* e *M. difficilis* também conhecidas por cipó d'alho. Populações naturais de *Mansoa* foram encontradas em igapó (Bragança) e floresta de terra-firme (Salinópolis, Peixe-Boi, Acará). *Mansoa standleyi* apresenta estreita correlação morfológica com *M. alliacea*. Nas coleções existentes nos herbários MG e IAN não foram encontrados registros anteriores de *M. standleyi*, sendo este, possivelmente, o primeiro relato da ocorrência dessa espécie no Norte do Brasil.

O rendimento de óleo essencial variou de acordo com a parte da planta estudada: o maior rendimento foi nas folhas (0,23 % a 0,30 %, calculado com base na amostra livre de umidade) e a porcentagem de água nas folhas in natura variou de 50,0 % a 66,7 %, Os óleos foram caracterizados por alto teor de dissulfeto de dialil (DSDA), e em todas as amostras analisadas a porcentagem de dissulfeto de dialil foi contrabalanceada pela de trissulfeto de dialil (TDSA). Outras substâncias identificadas foram 2-vinil-1,3-diti-5-eno, 2-vinil-1,3-diti-4-eno, e enxofre octaatômico cíclico. O óleo de Mansoa sp. e M. difficilis apresentou um perfil cromatográfico diferente dos óleos de M. standleyi, com ausência de DSDA no primeiro e alto teor de 1-octen-3-ol no último. A composição química dos óleos essenciais de *M. standleyi* também foi semelhante à do alho e a de *M. alliacea*, indicando que a alta similaridade morfológica observada entre essas duas espécies também existe quanto à composição química dos seus óleos essenciais.

O uso oral de ambas as espécies de timbó como biocida não é aconselhável, podendo, entretanto, ser usada como biocida de ectoparasitas, tais como piolhos e carrapatos. As culturas de linfócitos de bubalíneos tratadas com extratos diluídos de folhas de *M. standleyi* são indicativas de que esta planta não desenvolveu nenhum efeito citotóxico ou/e genotóxico, o que representa um possível biocida tanto por via sistêmica ou como aplicação externa e que poderá ser utilizado sem ocasionar efeitos maléficos ao próprio homem. A atividade leveduricida mostrou que o óleo essencial de *M. standleyi* apresentou resultados positivos contra espécies do gênero *Candida*. A Concentração Inibitória Mínima (CIM) mostrou que 2µL mL^{-1} do óleo essencial codificado como CIP-02 apresentou atividade

contra as linhagens de *C. parapsilosis* IOC-2882, *C. guilliermondii* IOC-2889, *C. albicans* IOC-3770 e *C. tropicalis* IOC-3610, mostrando uma eficiência equivalente ao Nitrato de miconazol. A atividade alelopática indicou que o fitol, a uma concentração de 120 ppm, inibe 55,0% do sistema radicular da malícia e mata-pasto. Já o lignocerato de fitila na mesma concentração apresentou 45,0 e 59,0% de inibição para malícia e mata-pasto, respectivamente. Nos experimentos de inibição do hipocótilo, os percentuais de inibição observados foram de magnitude ligeiramente superior aos observados para a germinação, mas inferiores aos observados para o desenvolvimento da radícula. As substâncias fitol e lignocerato de fitila apresentaram maior percentual de inibição frente à espécie malícia, com 44,0 e 51,0% respectivamente, na concentração de 120 ppm. Já para a espécie mata-pasto a inibição foi da ordem de 43,0 e 34%, para as substâncias fitol e lignocerato de fitila, respectivamente, na concentração de 120 ppm. O extrato de cipó d´alho não apresentou atividade carrapaticida. Já o extrato bruto do timbó vermelho se mostrou ativo na concentração de 5% m/v, porém foi ineficaz como biocida atuando apenas como paralisante temporário (quatro dias). Os ensaios de atividade endoparasiticida ainda estão sendo realizados, porém resultados preliminares mostram que uma suspensão do extrato bruto de *M. standleyi* em água, na concentração de 5% m/v (10 mg de extrato bruto por Kg de bezerro), apresentou boa atividade contra helmínticos.

4. Discussão e Conclusão

Os dados obtidos levaram à identificação e registro de *M. standleyi* como sendo a espécie que é conhecida por cipó d´alho no nordeste paraense. Além de *M. standley* foram identificadas *M.* cf. *angustidens* e *M. difficilis* também conhecidas por cipó d´alho. Populações naturais de *Mansoa* foram encontradas em igapó (Bragança) e floresta de terra-firme (Salinópolis, Peixe-Boi, Acará). *Mansoa standleyi* apresenta estreita correlação morfológica com *M. alliacea.* Nas coleções existentes nos herbários MG e IAN não foram encontrados registros anteriores de *M. standleyi*, sendo este, possivelmente, o primeiro relato da ocorrência dessa espécie no Norte do Brasil. O rendimento de óleo essencial variou de acordo

com a parte da planta estudada: o maior rendimento foi nas folhas (0,23 % a 0,30 %, calculado com base na amostra livre de umidade) e a porcentagem de água nas folhas *in natura* variou de 50,0 % a 66,7 %, Os óleos foram caracterizados por alto teor de dissulfeto de dialila (DSDA). Em todas as amostras analisadas a porcentagem de dissulfeto de dialila foi contrabalanceada pela de trissulfeto de dialila (TDSA) no óleo essencial das folhas de *M. alliacea.* Outras substâncias identificadas foram 2-vinil-1,3-diti-5-eno, 2-vinil-1,3-diti-4-eno, e enxofre octaatômico cíclico. O óleo de *Mansoa* sp. e *M. difficilis* apresentou um perfil cromatográfico diferente dos óleos de *M. standleyi*, com ausência de DSDA no primeiro e alto teor de 1-octen-3-ol no último. A composição química dos óleos essenciais de *M. standleyi* também é semelhante à do alho e a de *M. alliacea*, indicando que a alta similaridade morfológica observada entre essas duas espécies também existe quanto à composição química dos seus óleos essenciais. Portanto, a identificação de princípios ativos, a identificação de seus efeitos, a abertura de possibilidade de utilização com viabilidade econômica, a possibilidade de utilização sustentável do recurso natural e a possibilidade do repasse para a comunidade fizeram da temática da bioprospecção uma sub- rede focada em temas transversais.

5. Referência Bibliográfica

Mori, S.A.; Silva, L.A.M.; Lisboa, G. & Corandin, L. 1989. *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. 2 ed. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau. 103p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede APAFBIO

	Coordenador	Título do projeto de pesquisa	Instituição
1	Alberdan Silva Santos	Caracterização das atividades biodefensivas de substâncias químicas produzidas por plantas amazônicas, visando seu uso racional	UFPA - PA
2	Alberto Cardoso Arruda	Caracterização química e avaliação sazonal de duas espécies de timbó e do cipó d'alho como fontes de biodefensivos	UFPA - PA
3	José Luiz Martins do Nascimento	Implicações ecotoxicológicas de plantas amazônicas como fonte de biodefensivos	UFPA - PA
4	Maria das Gracas Bichara Zoghbi	Biodisponibilidade e avaliação química dos componentes voláteis do cipó-de-alho (*Mansoa alliacea*)	MPEG - PA
5	Regina Celi Sarkis Müller	Estudo da mobilidade, transporte e disponibilidade de metais encontrados nos solos em relação a duas espécies de timbó e cipó d' alho	UFPA - PA
6	Sérgio Cardoso de Moraes	Ciência e tradição: educação ambiental na Comunidade Jararaca - Bragança/PA	UFPA -PA

Óleos essenciais de *Mansoa standleyi* (cipó-d'alho), com atividade leveduricida

Ricardo J. Amorim de Deus[1]; Débora A.D. Silva Banna[1]; Ronilson F. Souza[1], Maria das Graças B. Zoghbi[2] & Alberdan Silva Santos[3]

[1]Bolsista do CNPq; [2]Museu Paraense Emílio Goeldi; [3]Universidade Federal do Pará (alberdan@ufpa.br).

1. Introdução

A busca de antimicrobianos de origem vegetal tem grande potencial no tratamento de infecções micóticas e apresenta menos tóxicidade aos pacientes (Recio *et al.*, 1989; Farnsworth, 1996). Entre as diversas espécies de plantas estudadas, destaca-se a *Mansoa standleyi*, com ampla ocorrência na Amazônia, pertencente à família Bignoniaceae, conhecida popularmente como cipó d'alho devido ao seu odor característico de alho (*Allium sativum*) que emana após esmagamento dos seus órgãos morfológicos. Estudos químicos realizados com esta espécie revelaram a presença de substâncias fixas triterpênicas com esqueletos ursano e oleano, além de flavonóides, naftoquinonas, amino ácidos e sulfetos, tendo sido também evidencianda a atividade inibidora do crescimento dos fungos *Microsporum gyseum* e *Tricophyton mentagrophytes*. Neste trabalho descreve-se o resultado das avaliações do potencial antifúngico dos óleos essenciais de cipó d'alho, comparando-se os níveis de fungitoxidade dos óleos essenciais com o nitrato de miconazol, um fungicida comercial.

2. Métodos

Os óleos essenciais de cipó d'alho foram obtidos a partir das folhas, através de hidrodestilaçao (Santos *et al.*, 2004) e codificados como CIP-03F, CIP-02, CIP-03F (dois dias de secagem) e CIP-03F (um dia de secagem). O método de investigação de atividade fungitóxica, aplicado neste trabalho, denominado ASCM, segue um protocolo de execução do Laboratório de Investigação Sistemática em

Biotecnologia e Química Fina (LabISisBio)/ICEN/UFPA. O inóculo dos diferentes microrganismos (*Aspegillus flavus* IOC-3974*, A. niger* IOC-200, *A. tamarii* IOC-186, *A. tamarii* IOC-187, *A. terreus* IOC-217, *Candida guilliermondii* IOC-2889*, C. tropicallis* IOC-3610, *C. parapsilosis* IOC-2882 e *C. albicans* IOC-3770) foram preparados através do cultivo em tubos de ensaio de 15cm x 1,5cm com tampa, contendo 5mL de meio de cultura no formato bico de flauta e incubados a 28°C, durante sete dias. Após este período, adicionou-se 3ml de água estéril com subseqüente agitação em Vortex durante um minuto. As suspensões de esporos (na faixa de 10^6 a 10^8 esporos por mililitro) foram transferidas para frascos com tampas e mantidas sob refrigeração para uso posterior como inóculo. Com um swab embebido na suspensão de esporos efetuou-se o espalhamento do microorganismo sobre a superfície do meio sólido (Sabouraud Dextrose Agar 2%), de modo a se obter um tapete microbiano após seu crescimento (Apisariyakul *et al.*, 1995; Brandão, 2004; Rios *et al.*, 1998). Em seguida, sobre o meio inoculado, foram dispostos seis discos de papel de filtro whatman n° 1 com diâmetro de 5mm. Os discos 1, 2, 3 e 4 continham 2µL de solução provida de óleos essenciais codificados como CIP-03F, CIP-02, CIP-03F (dois dias de secagem), CIP-03F (um dia de secagem) e emulsão de tween 80 (500 µL de Tween-80 para 5mL de água desionizada), nas concentrações de 200 µL mL^{-1}, cada. O disco 5 continha 2µL de solução comercial de Nitrato de miconazol na concentração de 200 mg mL^{-1}. O disco 6 continha apenas 2µL da emulsão de tween 80 (500 µL de Tween-80 para 5mL de água desionizada- branco). Procedimento idêntico foi realizado para cada microorganismo e em duplicata. As placas foram incubadas a 28°C durante 10 dias e observadas a cada 24h. Em tubos de ensaio estéreis de 12cm x 1,5cm foram adicionados 500 µL de Tween-80 para 5mL de água desionizada, efetuando-se a homogeneização da mistura por agitação manual. Nas análises quantitativas, foram transferidas quantidades programadas de óleo essencial de cipó d'alho, a fim de se obter suspensões nas concentrações de: 100, 50, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 e 1 µL mL^{-1}. A partir destas suspensões foram retiradas alíquotas de 2µL e inoculadas de acordo com o procedimento anterior. As placas foram incubadas a 28°C durante 10 dias e observadas a cada 24h.

3. Resultados

Os efeitos fungitóxicos dos óleos essenciais das folhas de cipó d'alho sobre a germinação de esporos das cepas de *Aspegillus flavus* IOC-3974*, A. niger* IOC-200, *A. tamarii* IOC-186, *A. tamarii* IOC-187, *A. terreus* IOC-217, e nas divisões das células de *Candida guilliermondii* IOC-2889, *C. tropicallis* IOC-3610*, C. parapsilosis* IOC-2882 e *C. albicans* IOC-3770 caracterizam-se pela formação de um tapete microbiano continuo sobre todas as placas sendo visualizada a formação ou não de halos em torno dos discos de papel contendo os óleos essenciais com atividades antimicrobianas. Os resultados foram comparados com o Nitrato de miconazol nas mesmas condições experimentais das amostras. Os resultados qualitativos mostraram que os óleos essenciais codificados como CIP-03F, CIP-03F (um dia de secagem) e CIP-03F (dois dias de secagem), não apresentaram atividades contra fungos filamentosos. Já o óleo codificado como CIP-02 apresentou um halo de 12,0±1,0mm de diâmetro para a espécie *A. flavus* IOC-3974*,* 9,5±0,5mm para *A. niger* IOC-200, 8,0± 1,0mm para *A. tamarii* IOC-186, 7,5± 0,5mm para *A. tamarii* IOC-187 e 9,0± 1,0mm para *A. terreus* IOC-217, representando atividades antifúngica, mas de menores magnitudes quando comparados com o controle positivo, ou seja, 30% menor do que o halo obtido para o nitrato de miconazol. Por outro lado, o óleo CIP-02 se mostrou altamente efetivo contra *Candida parapsilosis* IOC-2882, *C. guilliermondii* IOC-2889 e *C. albicans* IOC-3770 com halos de inibição com diâmetros de 19,0±1,1mm, 20,0±1,4mm e 22,0±2,1mm, respectivamente, ou seja, equivalente aos diâmetros de 20,0±1,6mm, 20,0± 0,0mm e 19,0± 0,0mm formados pelo Nitrato de miconazol como controle positivo, respectivamente. Os óleos CIP-03F, CIP-03F (um dia de secagem) e CIP-03F (dois dias de secagem) apresentaram atividades, mas não significativa quando comparadas com o controle positivo. A Concentração Inibitória Mínima (CIM) mostrou que 2µL mL^{-1} do óleo essencial codificado como CIP-02 apresentou atividade contra as linhagens de *C. parapsilosis* IOC-2882, *C. guilliermondii* IOC-2889, *C. albicans* IOC-3770 e *C. tropicalis* IOC-3610, mostrando uma eficiência equivalente ao Nitrato de miconaziol. Já os óleos

essenciais codificados como CIP-03F, CIP-03F e CIP-03F, não apresentaram atividades. Também a amostra de óleo essencial CIP-02 não apresentou atividade no período de 10 dias de observação para os fungos filamentosos.

4. Discussão e Conclusão

Óleo essencial de cipó d'alho CIP-02 apresentou alta atividade fungicida para as leveduras. Já para os fungos filamentosos, apesar dos efeitos ativos, não foi eficiente quando comparado com o controle positivo. Neste contexto, observou-se que a formação do halo se manteve durante os 10 dias de avaliação para todas as linhagens. Estes resultados apontam para a necessidade de realização de outros testes biológicos para potencializar o seu uso em seres humanos. Esta proposição se baseia no fato de que o período foi o mesmo, tanto para as leveduras quanto para os fungos filamentosos. De um modo mais específico, a inibição dos microorganismos do gênero *Candida* é extremamente promissora, em virtude dos valores de inibição terem atingido índices acima de 90%, indicando que o óleo essencial codificado como CIP-02 apresenta potencial de uso como agente fungicida, nas condições descritas. A relevância dos resultados se dá pelo fato de que os valores de halo de inibição encontrados para CIP-02 serem equivalentes ao Nitrato de miconazol, que é um fungicida sintético comercial de alto potencial. Conclusivamente, índices iguais ou maiores do que 0,85 apresentam bom potencial de ação antimicrobiana para usos práticos, razão que nos permite afirmar que o óleo essencial de *Mansoa* pode ser um bom candidato para estudos mais específicos nos combates à candidiáse. Porém, deve-se observar alguns pontos, tais como: local de coleta (análise de metais no solo) e identificação utilizando técnicas moleculares para comprovação da espécie e ou variedade de Mansoa usada nos testes.

5. Referências Bibliográficas

Apisariyakul, A.; Vanittanakom, M. & Buddhasukh, D. 1995. Antifungal activity of turmeric oil extracted from *Curcuma longa* (Zingiberaceae). *Journal of Ethnopharmacology* 49: 163-169.

Brandão, G.C. 2004. *Isolamento biomonitorado de substâncias antimicrobianas de Polygonum spectablil Mart e determinação da CIM para uma chalcona antimicrobiana*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 194p.

Farnsworth, N.R. 1996. Biological and phytochemical screening of plants. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 55: 225-276.

Recio, M.C.; Rios, J.L. & Villar, A. 1989. A review of some antimicrobial compounds isolated from medicinal plants reported in the literature 1978-1988. *Phytotherapy Research* 3:117-125.

Rios, J.L.; Recio, M.C. & Villar, A. 1998. Screening methods for natural products with antimicrobial activity: a review of the literature. *Journal of Ethnopharmacology*: 23: 127-149.

Santos, A.S; Alves, S.M.A; Figueiredo, F.JC & Rocha-Neto, O.G. 2004. Descrição de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. *Comunicado Técnico* 99. Embrapa Amazônia Oriental.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Potencial bioerbicida de substâncias isoladas de *Mansoa standleyi* (Bignoniaceae)

Ronilson F. Souza[1]; Klayton M. Ribeiro[1]; Ricardo J. A. Deus[1]; Debora A.D. Silva Banna[1]; Antonio P.S. Souza Filho[2]; Mara S.P. Arruda[3]; Milton Nascimento da Silva[3]; Alberto Arruda[3] & Alberdan S. Santos[3]

[1]Bolsista do CNPq; [2]Embrapa Amazônia Oriental; [3]Universidade Federal do Pará (alberdan@ufpa.br).

1. Introdução

Na atualidade existe um grande interesse em reduzir invasões de plantas ditas infestantes, pois estas representam um dos principais problemas da produção agrícola. Um manejo inadequado dessas plantas pode provocar a perda da qualidade das lavouras e a diminuição da produtividade, em decorrência da competição por água, luz e nutrientes (Mano, 2006). O uso dos métodos tradicionais (queimada, capinas, roçadeiras), tem se mostrado pouco eficiente no controle de plantas daninhas em médio e longo prazo, por necessitar ser repetido varias vezes, com isso encarece a produção (Souza Filho *et al.*, 2006). A utilização de herbicidas tem se apresentado como única solução eficaz no controle de espécies infestantes, mas o uso indiscriminado destes produtos tem despertado uma grande preocupação por parte de diversas sociedades organizadas e países do mundo inteiro devido aos impactos ambientais e a contaminação causadas nos alimentos (Carvalho *et al.*, 2002). Nesse contexto, têm se investigado bastante a ação de extratos e moléculas com pontencialidade bioerbicida de plantas ditas "úteis", pois poderão representar uma alternativa de uso aos herbicidas sintéticos (Souza Filho *et al.*, 2005). A determinação desta atividade característica em uma espécie, através de ensaios de laboratório e, posteriormente na forma de um produto para teste de aplicação no campo, poderão indicar uma opção de uso no controle de plantas invasoras de pastagens. Nesta expectativa, este trabalho teve como objetivo investigar a atividade bioerbicida das substâncias fitol e lignocerato de fitila isoladas do extrato hidroalcóolico bruto das partes aéreas de

Mansoa standleyi (cipó-d'alho) frente a duas plantas invasoras de pastagens comuns na Amazônia.

2. Métodos

A coleta do material botânico foi realizada na área florestal da EMBRAPA Amazônia Oriental e o processamento realizado no ICEN/UFPA, onde as folhas de cipó d'alho foram submetidas a uma extração a frio em solvente hidroalcoólico. Após obtenção do extrato bruto uma alíquota de 62 g foi submetida a uma CCVU filtrante, utilizando-se sílica gel retificada como fase estacionária, submetendo-a aos seguintes sistemas de eluição com 1 litro de cada: F1- Hex/AcOEt (8:2); F2 – Hex/AcOEt (7:3); F3 – Hex/AcOEt (5:5); F4 – AcOEt 100%; F5- AcOEt/ MeOH (5:5); F6- MeOH 100%. A fração F_1- Hex/AcOEt (8:2) 2,9g foi refracionada em coluna cromatográfica (CCVU) obtendo-se 142 frações, sendo que nas frações $F_{1.14}$ foi eluida em hexano: CH_2Cl_2 – 85:15 e $F_{1/.56–59(\text{frações reunidas})}$ foi eluida em CH_2Cl_2 100%. Foram isoladas duas substâncias, as quais foram identificadas por métodos físicos usuais de RMN de ^1H e ^{13}C e submetidas à bioensaios de alelopatia nas seguintes concentrações 60; 90 e 120 ppm, para avaliar o efeito sobre a germinação de sementes, desenvolvimento da radícula e do hipocótilo. Estas análises foram realizadas a 25° C e fotoperíodo de 12 horas. Como plantas receptoras, foram utilizadas: *Mimosa pudica* L. (malícia) e *Senna obtusifolia* (L.) Irwing & Barneby (mata-pasto).

3. Resultados

A inibição da germinação das sementes de malícia, mesmo na concentração mais alta de 120 ppm, não ultrapassou os 39,0%, obtida da substância lignocerato de fitila. Assim como nos efeitos observados na germinação das sementes, as inibições sobre o desenvolvimento da radícula, independentemente da espécie receptora, estiveram associadas à concentração das substâncias, sendo as inibições mais intensas também observadas a 120 ppm. As inibições observadas sobre este parâmetro foram de magnitude relativamente superior às observadas sobre a germinação. Com base nos resultados verifica-se que o fitol, a uma concentração de 120 ppm, consegui inibir 55,0% do sistema radicular da malicia e mata-

pasto. Já o lignocerato de fitila na mesma concentração apresentou 45,0 e 59,0% de inibição para malicia e mata-pasto, respectivamente. Os percentuais observados nos testes de inibição do hipocótilo foram de magnitude ligeiramente superior aos observados para a germinação, mas inferiores aos observados para o desenvolvimento da radícula. As substâncias fitol e lignocerato de fitila apresentaram maior percentual de inibição frente à espécie malícia, com 44,0 e 51,0% respectivamente, na concentração de 120 ppm. Já para a espécie mata-pasto, a inibição foi da ordem de 43,0 e 34% para as substâncias fitol e lignocerato de fitila, respectivamente, na concentração de 120 ppm.

4. Discussão e Conclusão

A análise da atividade bioerbicida indicou que as substâncias das folhas do cipó d`alho apresentou significativa potencialidade inibitória do desenvolvimento da radícula e do hipocótilo das duas plantas daninhas utilizadas como receptoras. O efeito fitotóxico observado está associado à concentração das substâncias e à parte da planta receptora. Estes resultados indicaram significante ação biotóxica. Entretanto, a geração de um produto deve ser realizada com o extrato bruto ou com uma fração rica nestas substâncias. O uso direto de substancias puras inviabilizará técnica e economicamente o processo, porém os níveis de informações sobre as substancias isoladas nos assegura a atividade e direciona para a geração de produtos que possam ser gerados com tecnologias acessíveis, e que possam ser aplicadas com maior segurança e efetividade no campo, além de diminuir o tempo de trabalho. Nesta investigação o potencial biotóxico das substâncias, contra plantas invasoras se mostrou com pequena magnitude de inibição.

5. Referências Bibliográficas

Carvalho, G.J.; Fontanétti, A. & Cançado, C.T. 2002. Potencial alelopático do feijão de porco (Canavalia ensiformes) e da mucuna preta (Stilozobium aterrimum) no controle da tiririca (Cypeurs rotundus). *Ciência Agrotécnica* 3: 647-651.

Mano, A.R.O. 2006. *Efeito alelopático do extrato aquoso de sementes de cumaru (Amburana cearensis s.) sobre a germinação*

de sementes, desenvolvimento e crescimento de plântulas de alface, picão-preto e carrapicho. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. 102p.

Souza Filho, A.P.S.; Pereira, A.G. & Bayma, J.C. 2005. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. *Planta Daninha* 23:25-32.

Souza Filho, A.P.S.; Borges, F C. & Santos, L.S. 2006. Análise comparativa dos efeitos alelopáticos das substâncias químicas titonina e titonina acetilada. *Planta Daninha* 24: 205-210.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Implicações toxicológicas de plantas amazônicas como fonte de biodefensivos

José Luiz Martins do Nascimento[1]; Moisés Hamoi[1]; Luiz Antonio Loureiro Maués[1]; Barbarela Matos Macchi[1]; Tarciane Garcia1; Denise Costa[1]; Heyder Coutinho Almeida[1]; Anderson Manoel Herculano[1] & Maria Elena Crespo Lopez[1]

Universidade Federal do Pará (jlmn@ufpa.br).

1. Introdução

O presente projeto teve como objetivo desenvolver um biodefensivo de origem vegetal, a partir dos recursos naturais disponíveis na região Amazônica, oriundas de três plantas: *Derris urucu*, *Derris nicou* e gênero *Mansoa.* As atividades executadas dizem respeito ás medidas bioquímicas e toxicológicas para verificar as possíveis alterações nos animais experimentais e controles.

2. Métodos

Foram utilizados seis bubalinos fêmeas, com idade entre 2,5 a 3 anos, mestiço da raça Murrah. As colheitas de sangue para análise foram feitas no Centro de Biotecnologia e Reprodução Animal (CEBRAN) UFPA, e analisadas no Laboratório de Neuroquímica Molecular do Instituto de Ciências Biológicas da UFPA. Os animais foram submetidos a duas colheitas de sangue uma sem estresse e outra após 24 horas de jejum hídrico e alimentar. A avaliação da glutationa em sangue e plasma foi feita de acordo com o método de Anderson (1981), com modificações, e os níveis de peroxidação lipídica plasmática realizado pelo método da reação do ácido tiobarbitúrico (TBAR). Os resultados foram comparados a uma curva com concentrações conhecidas de malonaldialdeído. Os resultados estão apresentados como média e desvio padrão e a análise estatística realizada pelo ANOVA um critério, seguido do teste-*t*. Para a avaliação da peroxidaçãolipidica foi feito o isolamento mitocondrial. As mitocôndrias foram isoladas a partir dos linfócitos purificados do sangue de búfalos controles e expostos ao extrato bruto, extrato hidro-alcoólico e substâncias purificadas a partir do extrato bruto de

Derris urucu e *Derris nicou*, sendo este processo realizado como descrito por Arcos *et al*. (1968). Os linfócitos foram homogeneizados em 10 volumes do tampão de isolamento (KCl 180 mM, albumina bovina sérica 0.5%, ácido 4-morfolinepropanosulfonico (MOPS) 10 mM, Tris base 10 mM, pH 7.2, a 4°C). Esta solução foi centrifugada a 1000 g por 10 min, e o sobrenadante recentrifugado a 17500 g. O precipitado mitocondrial ressuspenso em solução 0.25 M sucrose, 1 mM ácido etilenoglicoltetracetico, 10 mM MOPS, pH 7.2 para posterior análise. Para a avaliação da genotoxicidade foi feito o ensaio de micronúcleos em células sanguíneas de bubalinos (linfócitos) segundo o método descrito por Akudugu & Bohm (2001) com algumas alterações: o sangue dos animais foi coletado para a separação dos linfócitos os quais foram mantidos em tubos de ensaio contendo meio de cultura RPMI em estufa de CO_2 a 37°C. Os linfócitos em cultura foram submetidos ao tratamento com extrato bruto ou hidro-alcoólico de *Derris urucu* ou *Derris Nicou*, juntamente com um indutor de divisão celular fitohemaglutinina. Tal processo foi sucedido pelo tratamento das culturas com oito µg/ml de citocalasina B durante 72 horas, a qual inibe a divisão citoplasmática favorecendo apenas o processo de cariocinese. Após este tratamento as células foram fixadas com solução de metanol: ácido acético (3:1) e coradas com giemsa a 3%. Para cada grupo foram contadas como mínimo 1.000 células (N= nº total de células contadas), observando-se os parâmetros a seguir: número de células binucleadas (CB) e mononucleadas, número de células 1 (MN^1), 2 (MN^2), 3 (MN^3) e 4 (MN^4) micronúcleos, número de metáfases detectadas (M) e o número de pontes nucleoplasmáticas. Os dados analisados mediante o cálculo do índice de binucleação (6) (IB=CB/N), de divisão nuclear (7) ($IDN=(MN^1+2MN^2+3MN^3+4MN^4)/N$), mitótico (3) (IM=M/N) e a percentagem de pontes nucleoplasmáticas em relação ao controle. A medida da atividade das acetilcolinesterase no sangue será determinada utilizando o método proposto por Ellman et al (1961) com pequenas modificações. Esta técnica tem como princípio a hidrólise enzimática do substrato propioniltiocolina pelas enzimas com atividade colinesterásica, produzindo propionato e tiocolina, os quais reagem com um cromógeno (ácido 5,5'-ditio-bis(2-nitrobenzóico) – DTNB), formando 2-nitrobenzoato-5-

mercaptotiocolina e 5-tio-2-nitrobenzoato, ocasionando uma intensificação na coloração amarela da solução, a qual é proporcional a atividade enzimática, e pode ser medida em espectrofotômetro em 405 nm.

3. Resultados

Os resultados demonstraram que os níveis de glutationa reduzida (GHS) em sangue nos animal sem estímulo do estresse foi de 3,92±0,9 µg/ml, e os níveis de glutationa oxidada (GSSG) representam 3,57±1,0 µg/ml, sendo o total de glutationa encontrado no sangue de 7,21±1,9 µg/ml. Quanto aos níveis plasmáticos observados nestes animais, a GHS teve média de 2,88±0,12 µg/ml, a GSSG de 3,97±0,52 µg/ml e o total observado no plasma de 6,85±1,42 µg/ml. Nos búfalos estressados por 24 horas de jejum hídrico e alimentar, a GSH no sangue total correspondeu a 4,49±1,17 µg/ml, a GSSG 12,52±1,87 e o total de 17,01±3,0 µg/ml. No plasma destes animais a GSH foi de 3,81±0,47, a GSSG foi de 13,14±2,39 e a total de 16,87±2,17 µg/ml. Sendo que a razão entre GSSG/GSH no sangue total para animais sem estresse correspondeu a 0,91 e com estresse 2,78, observar que no animal estressado a razão é 3,05 vezes maior, e no plasma do animal sem estresse e com estresse tiveram respectivamente razões de 1,37 e 3,44, sendo que no animal estressado a razão é 2,51 vezes maior. A peroxidação lipídica feita no plasma apresentou valores de 17,60±0,078 e 18,081±0,089 nM para os grupos não estressado e sobre estresse, respectivamente. Os resultados referentes aos efeitos toxicológicos mostram que os componentes majoritários das raízes de timbó que poderiam estar causando efeito genotóxico provavelmente devido a rotenona e os rotenóides, entre os quais se destacam a deguelina, tefrosina e toxicarol. O uso oral dessa planta como biocida não é aconselhável, podendo, entretanto ser usada como biocida de ectoparasitas, tais como piolhos e carrapatos. As culturas tratadas com extratos diluídos de folhas de Mansoa sugerem que esta planta não desenvolveu nenhum efeito citotóxico e/ou genotóxico, o que representa um possível biocida tanto por via sistêmica quanto para aplicação externa, e que poderá ser utilizado sem ocasionar efeitos maléficos ao próprio homem.

4. Discussão e Conclusão

Os níveis de glutationa e peroxidação lipídica em bubalinos revelaram-se como bons indicadores de estresse sendo de suma importância o conhecimento na área, proporcionando estudos mais aprofundados das reações desses animais ao estresse. Possibilita, ainda, quantificar um dos principais fatores que afeta a produtividade desses animais, proporcionando adequar o manejo e obter maior rendimento. Da mesma forma, a avaliação dos efeitos genotóxicos deve ser considerada para o uso sistêmico da raiz de timbó. Entretanto o uso para ectoparasitas podem considerado sem maiores problemas. Os extratos para o gênero Mansoa podem ser usados amplamente nesses animais.

5. Referências Bibliográficas

Akudugu, J.M & Bohm, L. 2001. Micronuclei and apoptosis in glioma and neuroblastoma cell lines and role of other lesions in the reconstruction of cellular radiosensitivity. *Radiation and Environmental Biophysics* 40: 295-300.

Arcos, J.C.; Sohal, R.S; Sun, S.C.; Argus, M.F. & Burch, G.E. 1968. Changes in ultrastructure and respiratory control in mitochondria of rat heart hypertrophied by exercise. *Experimental Molecular Pathology* 8: 49-65.

Ellman, G.L.; Courtney, K.D.; Andres, V. Jr. & Feather-Stone, R.M. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology* 7:88-95.

Financiamento: MCT/CNPq//PPG7.

Anatomia dos órgãos vegetativos de cipó-de-alho (*Mansoa* spp.) que ocorre no nordeste paraense

Raimunda C.V. Potiguara[1]; Renato A.C. Silva[1]; Alba F.A. Lins[1] & Gyselle C.S. Reis[1]

[1]Museu Paraense Emílio Goeldi (raipoty@museu-goeldi.br).

1. Introdução

O gênero *Mansoa* D.C. (Bignoniaceae) é freqüentemente utilizado na região amazônica, principalmente pela população ribeirinha, pelas suas propriedades aromáticas, medicinais e inseticidas. Apresenta uma grande complexidade taxonômica devido às semelhanças morfológicas de suas espécies. A anatomia pode ser um recurso para auxiliar na distinção deste táxon, o que motivou a execução deste trabalho visando descrever a organização estrutural dos órgãos vegetativos, a superfície do limbo foliar e a organização dos tecidos do caule e da raiz, além de identificar substâncias ergásticas e outros compostos e quantificar as estruturas secretoras através de microscopia eletrônica.

2. Métodos

A coleta de amostra botânica foi de acordo com metodologia usual, em diferentes municípios do nordeste paraense: Ananindeua, Ilha de Cotijuba, Santarém Novo e Maracanã. As exsicatas foram incorporadas ao acervo do Herbário MG do Museu Paraense Emílio Goeldi. A análise anatômica das estruturas secretoras foi realizada através de testes histoquímicos e microscopia ótica e de varredura, de acordo com metodologia usual: as folhas foram seccionadas em três regiões: proximal, mediana e distal, mergulhadas na mistura de Jeffrey 10 % por 48 h. As epidermes foram lavadas e coradas em Azul de Astra e Fucsina básica e posteriormente montadas entre lâminas e lamínulas em bálsamo do canadá. Foi utilizado o material fixado em álcool 70%, clarificado em solução de hipoclorito de sódio (1:1), posteriormente lavado e corado com safranina, seguindo as série crescente de solução alcoólica e acetólica e em seguida, montadas entre lâminas em bálsamo do canadá. O material foi

cortado à mão livre com auxílio de lâminas de barbear, sendo clarificado em solução de hipoclorito de sódio (1:1). As seções obtidas foram lavadas em água destilada e coradas em azul de astra /fucsina básica, montadas entre lâminas e lamínulas em glicerina diluída (1:1), selando-se as bordas com esmalte incolor. O material previamente fixado em F.A.A 70%, foi emblocado em parafina e em seguida os blocos foram cortados com o auxilio de micrótomo rotativo, e submetidos a serie alcoólica e aceto-butílica decrescente para desparafinização e coloração, desidratados e montados em bálsamo do canadá.

3. Resultados

Foram analisadas três espécimes de *M. standleyi* e uma de *Mansoa* sp. As estruturas secretoras de todas as amostras analisadas apresentaram características comuns, tais como, venação do tipo broquidódromo, folhas hipoestomáticas, paredes anticlinais onduladas, tricomas tectores e glandulares, estes últimos provavelmente os responsáveis pela exudação dos óleos essenciais. As estruturas secretoras (tricomas glandulares) concentram-se nas folhas, principalmente na região basal e na face abaxial. Essas estruturas são arredondadas, formadas por aproximadamente 16 células dispostas em roseta, e cada célula apresentando substâncias lipofílicas. As folhas são cobertas por cera epicuticular, principalmente sobre as células guardas. Nos folhas foram detectados cristais de oxalato de cálcio e a presença de enxofre. A análise quantitativa das estruturas secretoras revelou diferenças nas amostras estudadas, apresentando um maior número de estruturas na região basal da epiderme abaxial principalmente nos folíolos, e diferenças também em número de estruturas de acordo com o local de coleta. As folhas são cobertas por cera epicuticular, principalmente sobre as células guardas.

4. Discussão e Conclusão

Todas as amostras estudadas apresentaram a mesma organização e tipo de estruturas secretoras, o que pode ser um indicativo de que a espécime de *Mansoa* não identificada possa tratar-se de *M. standleyi*. As estruturas secretoras em maior número na face abaxial da folha de

M. standleyi pode ser mais um aspecto importante na delimitação das duas espécies (*M. alliacea* e *M. standleyi*), uma vez que na literatura há o relato de ausência de glândulas em *M. alliacea* e notável presença das mesmas na face abaxial da folha de *M. standleyi*.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Biodisponibilidade e avaliação química dos componentes voláteis do cipó-de-alho (*Mansoa standleyi*)

Maria das Graças B. Zoghbi[1]; Jorge Oliveira[1]; Raimunda Conceição V. Potiguara[1]; Alba F.A. Lins[1]

[1]Museu Paraense Emílio Goeldi (zoghbi@museu-goeldi.br).

1. Introdução

O gênero *Mansoa* D.C. (Bignoniaceae), constituído por aproximadamente 11 espécies, encontra-se distribuído em ambientes de florestas secas e alagadas do Brasil e da Argentina, e do sudeste do México. Suas espécies são conhecidas pela denominação popular cipó-de-alho devido o odor característico de alho (*Allium sativum*) que emana das mesmas após esmagamento das suas folhas. A estreita correlação com o alho também é observada na composição química de algumas espécies do gênero. Motivado pela escassez de amostras botânicas herborizadas em estado fértil nos herbários da região, o objetivo deste projeto foi dar suporte as atividades da sub-rede "Aproveitamento de plantas amazônicas como fonte de biodefensivos" através do levantamento de ocorrência de cipó-de-alho no nordeste paraense, identificação botânica, usos populares, variação no teor dos componentes voláteis em função dos locais de ocorrência, verão e inverno amazônicos, órgãos da planta, e a padronização do método de extração e análise química dos óleos essenciais e extratos hexânicos.

2. Métodos

A coleta de amostra botânica foi de acordo com metodologia usual, e herborização segundo Mori *et al.* (1989). As exsicatas foram incorporadas ao acervo do Herbário MG do Museu Paraense Emílio Goeldi. As informações sobre a utilização da espécie foram obtidas através de entrevistas semi-estruturadas. Os óleos essenciais foram extraídos por hidrodestilação e os extratos por maceração à temperatura ambiente. Os componentes voláteis foram identificados através de cromatografia em fase gasosa (CG) utilizando-se coluna Rtx-5MS e programa de temperatura 60-240ºC (3ºC/min). A análise

anatômica das estruturas secretoras foi realizada através de testes histoquímicos e microscopia ótica e de varredura.

3. Resultados

Foram realizadas expedições científicas para coleta de amostras botânicas em 22 municípios do nordeste paraense: Ananindeua, Acará, Barcarena, Bragança, Tracuateua, Peixe-Boi, Maracanã, Magalhães Barata, Santo Antonio do Tauá, Santa Luzia do Pará, Bujaru, Vigia, Belém, São João de Pirabas, Salinópolis, Primavera, Quatipuru, São Caetano de Odivelas, Capanema, Santa Izabel, Santarém Novo e Igarapé-Mirim. Em oito municípios foram encontradas amostras férteis (flor e fruto) de cipó-de-alho que favoreceram a identificação da espécie *Mansoa standelyi* e, em três, foram encontradas populações naturais; nos demais as plantas eram cultivadas em quintais e/ou jardins através de estaquia. Também foram identificadas *M. difficilis* e *M.* cf. *angustidens* conhecidas por cipó-de-alho. Foram realizadas treze entrevistas quanto ao uso de cipó-de-alho no nordeste paraense. Foram obtidos noventa e quatro óleos essenciais de folhas e de diferentes órgãos de *M. standleyi* e obtidos trinta e um extratos hexânicos. Foram analisadas as estruturas secretoras de quatro espécimes de *Mansoa.*

4. Discussão e Conclusão

Os dados obtidos levaram à identificação e registro de *M. standleyi* como sendo a espécie que é conhecida por cipó-de-alho no nordeste paraense. A identificação de *M. standleyi* teve por base a diferenciação morfológica de dois caracteres, o cálice e o fruto. Em *M. alliacea* o fruto é uma cápsula linear fortemente angulosa e em *M. standleyi* uma cápsula linear–oblonga, plana a ligeiramente dilatada; o cálice em *M. standley* é truncado ou diminuto e denticulado, 5-10 x 6-11 mm, e em *M. alliacea* é 5-lobulado, 9-21 x 6-11 mm. Além de *M. standley* foram identificadas *M.* cf. *angustidens* e *M. difficilis* também conhecidas por cipó-de-alho. Populações naturais de *Mansoa* foram encontradas em igapó (Bragança) e floresta de terra-firme (Salinópolis, Peixe-Boi, Acará). *Mansoa standleyi* apresenta estreita correlação morfológica com *M. alliacea.* Nas coleções existentes nos herbários MG e IAN não foram encontrados registros

anteriores de *M. standleyi*, sendo este, possivelmente, o primeiro relato da ocorrência dessa espécie no Norte do Brasil. O uso mais comum do cipó-de-alho no nordeste paraense foi o místico, seguido do medicinal. O uso das folhas como condimento em substituição ao alho foi mais citado nos municípios de Acará, Vigia, São João de Pirabas e São Caetano de Odivelas. O uso na pediculose humana e animal foi relatado por moradores dos municípios de Bragança e Tracuateua. Uma espécie não identificada (*Mansoa* sp.) que também é conhecida por cipó-de-alho em Peixe-Boi é utilizada no artesanato local para confecção de cestaria e outros acessórios úteis. O rendimento de óleo essencial variou de acordo com a parte da planta estudada: o maior rendimento foi nas folhas (0,23 % a 0,30 %, calculado com base na amostra livre de umidade) e a porcentagem de água nas folhas *in natura* variou de 50,0 % a 66,7 %, Os óleos foram caracterizados por alto teor de dissulfeto de dialil (DSDA). Em todas as amostras analisadas a porcentagem de dissulfeto de dialil foi contrabalanceada pela de trissulfeto de dialil (TDSA). O teor de DSDA e TSDA foi alto em todos os órgãos da planta principalmente na semente, e apresentaram variação quantitativa em função do local de desenvolvimento, e do tipo e do tempo de secagem da amostra botânica. O DSDA variou de 57,5 % a 69,2 %, e o TSDA de 31,0 % a 20,1 %. O maior rendimento de óleo (0,15 %) por hidrodestilação foi obtido em 2:30 h, com seguinte variação na porcentagem de DSDA/TSDA: 30min (56,5/28,4), 60min (56,3/27,3), 90 min (51,7/32,5), 120 min (55,8/29,3), 150 min (49,9/31,4), 180 min (46,5/36,1). Substâncias mais estáveis foram formadas em poucas horas e à temperatura ambiente a partir de alicina, tais como, 3-vinil-1,2-diti-5- eno e 3-vinil-1,2-diti-5-eno, que também foram identificados no óleo essencial das folhas de *M. alliacea.* Outras substâncias identificadas foram 2-vinil-1,3-diti-5-eno, 2-vinil-1,3-diti-4-eno, e enxofre octaatômico cíclico. O óleo de *Mansoa* sp. e *M. difficilis* apresentou um perfil cromatográfico diferente dos óleos de *M. standleyi*, com ausência de DSDA no primeiro e alto teor de 1-octen-3-ol no último. A composição química dos óleos essenciais de *M. standleyi* também é semelhante à do alho e a de *M. alliacea*, indicando que a alta similaridade morfológica observada entre essas duas espécies também existe quanto à composição química dos seus

óleos essenciais. O perfil químico do óleo de *Mansoa standleyi* por hidrodestilação foi mantido similar com amostras *in natura*, ou secas por até 48 horas à temperatura ambiente (2:30 h). O melhor método de análise foi a CG. As estruturas secretoras de *M. standleyi* e de duas espécies não identificadas foram analisadas por testes histoquímicos e microscopia ótica e de varredura. Todas revelaram características comuns, tais como, venação do tipo broquidódromo, folhas hipoestomáticas, paredes anticlinais onduladas, tricomas tectores e glandulares, estes últimos provavelmente os responsáveis pela exudação dos óleos essenciais. As estruturas secretoras (tricomas glandulares) concentram-se nas folhas, principalmente na região basal e na face abaxial. Essas estruturas são arredondadas, formadas por aproximadamente 16 células dispostas em rosetas, e cada célula apresentando substâncias lipofílicas. As folhas são cobertas por cera epicuticular, principalmente sobre as células guardas. Nos folhas foram detectados cristais de oxalato de cálcio. As estruturas secretoras em maior número na face abaxial da folha de *M. standleyi* pode ser mais um aspecto importante na delimitação das duas espécies (*M. alliacea* e *M. standleyi*), uma vez que na literatura há o relato de ausência de glândulas em *M. alliacea* e notável presença das mesmas na face abaxial da folha de *M. standleyi*.

5. Referências Bibliográficas

Mori, S.A.; Silva, L.A.M.; Lisboa, G. & Corandin, L. 1989. *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. 2 ed. Ilhéus: Centro de Pesquisas do Cacau. 103p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Estudo da mobilidade, transporte e disponibilidade de metais encontrados nos solos em relação a duas espécies de timbó e cipó-d´alho

Regina Celi Sarkis Müller[1], Reinaldo Araújo Pinto[1] & Alexandro Sozar Martins[1]

[1]Universidade Federal do Pará (sarkis@ufpa.br).

1. Introdução

O timbó é o nome popular de um número de plantas brasileira que possuem como princípio ativo a rotenona, saponina ou outras substâncias semelhantes, letais para insetos e peixes e pouco tóxicas para animais de sangue quente. No Brasil, a literatura registra em Belém, Pará, a utilização de dois tipos destas substâncias: o timbó vermelho, extraído de *Derris urucu* (Killip et Smith) Macbride, e o timbó-branco, extraído de *Derris nicou* (Killip et Smith) Macbride, com êxito no controle de ectoparasitos de animais de interesse zootécnico (Costa *et al.*, 1986). O cipó-d'alho (*Adenocalymma alliacea*) é uma planta medicinal cujas folhas são utilizadas como chá no tratamento de tosse, enjôo e constipação (Berg, 1993). Há relatos na literatura sobre a composição do óleo essencial das folhas (Zoghbi *et al.*, 1984). Extratos das flores do cipó-d´alho, *Mansoa standlei*, mostraram efeito hipocolesterolêmico (Srinivasan *et al.*, 1995). São essas substâncias que cada vez mais vêm sendo alvo de estudos para o desenvolvimento de praguicidas ecologicamente menos problemáticos. O objetivo do projeto foi verificar quais os metais e as condições de solo e época do ano influenciariam na produção dos metabólitos de interesse das duas espécies de timbó estudada e do cipó-d'alho.

2. Métodos

Foram realizadas cinco coletas, distribuídas no período de março de 2007 a fevereiro de 2008, envolvendo amostras de solo (do local onde foram coletadas as três espécies), folhas, caule e raízes de *D. urucu* e *D. nicou* (timbós) e folhas de *M. standlei* (cipó-d'alho), as quais foram limpas, secas e homogeneizadas, com exceção das

amostras de solo, que foram tratadas de maneira distinta. Fez-se uma análise com ácido $HNO_3/HCLO_4$ em bloco digestor para leitura dos metais nas diferentes partes da planta (raiz, caule e folhas) e extração dos metais trocáveis no solo. Todas as leituras foram realizadas em um espectrofotômetro de absorção atômica. Nos solos ainda foi medido o Ph em dois meios distintos (H_2O e 0,01M de $CaCl_2$ e matéria orgânica).

3. Resultados

Com as análises químicas realizadas, a princípio concluiu-se que apesar das concentrações de metais e matéria orgânica estarem abaixo da média indicada para culturas (Malavolta, 1980), tanto a planta Cipó d'alho quanto o Timbó mostraram-se bem adaptadas a essas condições de carência nutricional. Além disso, seus valores de metais, encontrados nas folhas e caule, condizem com uma planta bem nutrida. Esse fato pôde ser observado também externamente, uma vez que a planta não demonstrou sinais visíveis de deficiência mineral, o que parece não comprometer a produção dos metabólitos de interesse. Os dados obtidos pela nossa sub-rede, ETDM, devem cruzar com os dados obtidos pela sub-rede PN-BIO, responsável pelo isolamento, identificação e quantificação dessas substâncias. Como ainda falta a quantificação de metais de algumas amostras de Timbó, essa avaliação ainda não pode ser feita. Na conclusão dessas análises então poderemos informar qual o melhor solo e o melhor período que essas espécies devem ser cultivadas, que estará relacionado ao período em que será produzida maior quantidade de metabólitos.

4. Discussão e Conclusões

Durante os 36 meses de execução do projeto, importantes resultados foram alcançados, os quais nos permitem concluir que:

- Todas as amostras de timbó e cipó-de-alho, desde o solo até as diferentes partes do vegetal foram coletadas dentro de um cronograma estabelecido pelo projeto de 3 em 3 meses até completar um ano.

- O conteúdo de metais nas diferentes partes do cipó-de-alho foram quantificadas em todas as amostras coletadas.

- A maioria das amostras de timbó foram analisadas. As últimas análises estão sendo realizadas, o que justamente coincidiu com término do projeto.

- Na maioria das amostras de solo coletadas, tanto do cipó-de-alho como o do timbó, foram analisados os metais, pH e matéria orgânica.

- As metas que ainda não foram cumpridas referem-se às últimas análises que estão sendo realizadas no término do projeto.

5. Referências Bibliográficas

Berg, M.E. van den. 1993. *Plantas medicinais na Amazônia. Contribuição ao seu conhecimento sistemático*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. (Coleção Adolpho Ducke.)

Costa, N.A.; Nascimento, C.N.B.; Carvalho, L.O.D.M.; Duitra, S. & Pimentel, E.S. 1986. Uso do timbó-urucu (*Derris urucu*) no controle do *Haematophinus tuberculatus* em bubalinos. *Boletim de Pesquisa da Embrapa*, 78.

Sirivasan, B. & Chavalitumrong, P. 2001. In vitro effect of *Derris scandens* on normal lymphocyte proliferation and its activities on natural killer cells in normal amd HIV-1 infected patients. *Journal of Ethnophamacology* 76:125-129.

Zoghbi, M.G.B.; Ramos, L.S.; Maia, J.G.; Silva, M.L.; Luz, A.I.R. 1984. Voláteis sulfides of the Amazonian garlic bush. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 32:1009-1010.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Ciência e tradição: educação ambiental na comunidade Jararaca, Bragança-PA

Sérgio Cardoso de Moraes[1]; Iracely Rodrigues da Silva[1] & Maria de Lima Gomes[1]

[1]Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança (scmoraes@ufpa.br).

1. Introdução

Bragança é uma das cidades mais antigas do Estado do Pará, reconhecida em todo o Brasil por suas riquezas culturais e naturais. Fundada em 1613, está localizada próxima do litoral – oceano atlântico – e conta atualmente com uma população de cerca de 98 mil habitantes (IBGE). O município tem aproximadamente 220 comunidades rurais que sobrevivem da pesca artesanal e da agricultura familiar. Dentre estas, encontra-se a comunidade Jararaca, que tem sua economia baseada no cultivo da mandioca, feijão, arroz e outros. Jararaca tem cerca de 342 habitantes. A comunidade ficou praticamente isolada até 1964, quando foi construído pelos próprios moradores um ramal que deu acesso à estrada principal para a cidade de Bragança. Nessa época, a grande maioria da população era analfabeta, pois além de não existir escola próxima da comunidade, era extremamente difícil o acesso até a cidade de Bragança, pois o deslocamento para a cidade era feito somente em caso de grande necessidade. Hoje, o índice de analfabetos ainda é muito alto, pois poucas pessoas conseguiram terminar o ensino fundamental, pouquíssimas conseguem chegar ao ensino médio, a grande maioria mesmo não terminaram o fundamental menor, além das que nunca estudaram. Educação Ambiental em si constitui um espaço social que engloba diferentes práticas de formação de sujeitos. A afirmação desta caracterização é o produto da história social do campo de instrução que disputam entre si atores, projetos e forças, pelo sentido da ação educativa. Por isto, por mais que se argumente a idéia de educação se inclui a educação ambiental, com a qual dificilmente se poderá reduzir toda a diversidade dos trabalhos educativos que são desenvolvidos nesta concepção a uma única idéia geral e abstrata de educação. O que se

arrisca em abstrair a idéia geral de educação desde sempre ambiental são as exigências de inclusão da questão, como aspiração verídica, sócia e historicamente localizada, que envereda para o reconhecimento da relevância de uma educação ambiental baseada na formação dos sujeitos para a sociedade vigente, buscando melhorias sociais a partir do uso de seus meios naturais. Em contato com a comunidade, é inevitável perceber inúmeros outros problemas como: higiene inadequada, alta taxa de mortalidade infantil, alto índice de analfabetismo, ausência de definição adequada do que é lixo, pouco cuidado com a saúde, e outros causados por falta de orientações técnicas e educacionais. Para tanto, indagamos sobre como viabilizar atividades que possam promover o envolvimento da comunidade numa perspectiva ecologicamente correta e também sustentável. A principal atividade produtiva, a agricultura familiar, ainda é realizada nos moldes tradicionais de queima do roçado, com o uso intensivo de defensivos agrícolas. Esta prática, realizada durante décadas, tem ocasionado o "cansaço" de áreas produtivas, ou mesmo proporcionado a redução de qualidade e quantidade de produção. A emergência de apresentar novas tecnologias no processo de uso dos recursos naturais existentes na região de maneira economicamente viável e ecologicamente operacional faz-se necessária para contribuir com o equilíbrio da relação entre o meio ambiente e populações tradicionais da Amazônia, assim como proporcionar garantias para futuras gerações de trabalhadores rurais.

2. Métodos

A metodologia teve como princípio a pesquisa-ação, visto que esta é "um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo" (Thiollent, 2002: 14). Desse modo, também se deu ênfase à corrente filosófica dialética em pesquisa qualitativa. Segundo a dialética, o mundo não é composto de elementos estáticos, e sim dinâmicos, ou seja, a todo o momento se está em via de transformação. Logo, a pesquisa qualitativa não considera o objeto um dado inerte e neutro; mas possuído de

significados e relações que os sujeitos criam em suas ações. Portanto, a fim de realizar os objetivos da pesquisa almejados faz-se necessário considerar estes procedimentos acima citados, os quais podem analisar os conhecimentos da tradição e suas representações relativamente elaboradas que formam uma concepção de vida que orientam as ações individuais dos sujeitos da pesquisa. A primeira fase da pesquisa foi composta de um levantamento sobre as condições sócio-econômicas da Comunidade. Para tanto, utilizamos questionários de entrevistas estruturadas e semi-estruturadas. Este levantamento nos apresentou elementos para que possamos iniciar a elaboração de cartilhas, como elemento didático, para discutirmos os problemas ambientais da referida comunidade. O segundo momento da pesquisa se refere à realização de palestras e seminários para a comunidade. Foram priorizados os temas relativos aos impactos ambientais das tecnologias utilizadas na produção agrícola. Esses eventos também tiveram como finalidade oferecer espaço para que a comunidade se manifeste sobre a maneira como trabalha com o meio, suas tecnologias, suas dificuldades e anseios para melhorar a produção. O terceiro momento caracterizou-se por oficinas ministradas pelas equipes do outro projeto da sub-rede apresentando experimentos de novas técnicas de uso de defensivos na agricultura. Uma equipe de técnicos inicia os primeiros experimentos numa determinada cultura de alimento (a definir posteriormente). Na fase final do projeto, realizaremos um grande seminário envolvendo outras comunidades pertencentes à zona bragantina. Pretendemos atuar como agente multiplicador dessa experiência, contribuindo para que outras comunidades possam utilizar de maneira sustentável os recursos disponíveis no meio ambiente.

3. Resultados

De modo geral, podemos considerar como resultado deste projeto um maior esclarecimento da comunidade sobre sua condição diante da sociedade. Esta consciência promoveu diversas ações da comunidade para com o meio. Entre elas citamos: 1) Ações concretas de organizar em forma de mutirão uma limpeza no igarapé da comunidade; 2) Participação de crianças tanto nas sessões de vídeos como nas atividades ambientais propiciou maior integração desta nos

temas debatidos; 3) Os agricultores despertaram para a importância do trabalho feminino no cultivo e uso das plantas medicinais; e 4) A reativação de um jornal informativo da comunidade propiciou um veículo de comunicação e interação entre a comunidade, além de viabilizar a veiculação em outras comunidades, pois foi criada uma comissão formada por três moradores que fazem a divulgação do jornal informativo em comunidade circunvizinhas. A interação entre comunidade e pesquisadores propiciou momentos de troca de saberes sobre as plantas investigadas (cipó-d'alho e timbó). O conhecimento tradicional de tais plantas congregou-se com as investigações científicas sobre as propriedades botânicas e toxicológicas.

4. Discussão e Conclusão

A pesquisa foi realizada numa concepção de pesquisa-ação, a qual proporciona tanto o conhecimento da realidade pesquisada, quanto permite a participação da comunidade nos diferentes processos que constituem a pesquisa, a fim de conhecer seus resultados para satisfazer suas necessidades e orientar suas práticas sociais. No caso da referida pesquisa, busca-se sustentar um manejo ecologicamente adequado e culturalmente apropriável. Na comunidade Jararaca, normalmente quem se dedica ao plantio e cultivo das plantas medicinais são as mulheres, que adotam o sistema de canteiro. Nesse tipo de manejo, geralmente as espécies de porte pequeno são cultivadas em paneiros. Da população total da comunidade Jararaca, pelo menos 29,16% das famílias cultivam plantas medicinais, enquanto 100% utilizam no tratamento de doenças há mais de 10 anos. Foram coletadas 30 etnoespécies, tendo sido identificadas pela Embrapa apenas 13 espécies, distribuídas em sete famílias botânicas, sendo mais representativas: Lamiaceae (50%) e Piperaceae (16,6%). Os saberes medicinais são passados de geração a geração por meio da oralidade, e não há comercialização dos remédios e/ou plantas. Também não há registros escritos sobre nenhum tipo de tratamento com o uso das plantas. Nesse contexto, o papel das mulheres é de fundamental importância em torno do grupo social, por sua habilidade de preparar os remédios e experiência em indicar a dosagem. Os moradores buscam essas receitas constantemente para aliviar dores e problemas gastrintestinais. O trabalho feminino no

processo de cultivo e uso das plantas medicinais tem reconhecimento dentro da comunidade. Esse fato nos chama atenção para questão do gênero, uma vez que esta ocupação garante a divisão social do trabalho na comunidade, destacando o papel feminino desta ocupação.

5. Referência Bibliográfica

Thiollent, M. 2003. *Metodologia da pesquisa-ação.* 12ª ed. São Paulo: Cortez.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Artigo-síntese da sub-rede UATUMÃ

Diversidade vegetal e de moléculas bioativas na Reserva Biológica do Uatumã, Amazônia Central

William Ernest Magnusson[1]; José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro[1]; Aparecida Donisete de Faria[1]; Flávia F.R. Costa[1]; Adrian Martin Pohlit[1]; Pedro Paulo Ribeiro Vieira[2] & Ana Carla Bruno[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (bill@inpa.gov.br); [2]Fundação de Medicina Tropical do Amazonas.

A Sub-rede "Diversidade Vegetal e de Moléculas Bioativas na Reserva Biológica do Uatumã - Amazônia Central" teve como ponto central em sua proposta, a criação de uma estrutura que permitisse o desenvolvimento de pesquisas durante a execução do projeto, assim como a continuidade desses estudos após o encerramento do programa. Para atingir esse objetivo, foi de fundamental importância a construção de uma grade no interior da ReBio do Uatumã, seguindo o desenho amostral do Programa de Pesquisas em Biodiversidade (PPBio) (http://ppbio.inpa.gov.br), onde as equipes desenvolveram todos seus estudos, ou parte deles. Essa grade consiste de uma área de 5 por 5 km, com trilhas a cada 1 km cortando a grade no sentido norte-sul e leste-oeste, resultando em 60 km de trilhas. Todas essas trilhas possuem piquetes numerados a cada 25 m. Seguindo ainda o desenho amostral do PPBio, 30 parcelas de 1 ha cada foram montadas no interior da grade, sempre sobre a mesma cota altitudinal, minimizando assim a variação do tipo de solo dentro da parcela. Todas essas parcelas encontram-se georreferenciadas e com levantamento de solos e topográfico realizados e todas as bases de dados disponíveis no site http://ppbio.inpa.gov.br/Port/inventarios/uatuma/. Fazendo parte também dessa infra-estrutura, dois acampamentos fixos encontram-se disponíveis hoje dentro da grade para apoio às pesquisas.

A fim de inventariar a diversidade vegetal presente na área, levantamentos qualitativos foram conduzidos, principalmente ao

longo dos 60 km de trilhas existentes dentro da grade, o que resultou na coleta de cerca de 2.700 espécimes de plantas vasculares, todos amostrados com estruturas reprodutivas, tornando-os adequados para estudos taxonômicos. Os espécimes lenhosos coletados foram mapeados e podem ser novamente acessados a qualquer momento. Todo material coletado teve, além de dados de campo, também imagens digitais obtidas do hábito, das estruturas reprodutivas e de estruturas vegetativas que possam auxiliar na identificação das espécies. As imagens de exsicatas e fotos de partes da planta viva, assim como a base de dados do projeto, encontram-se disponíveis para consulta no *site* www.floradouatuma.com.br. Esse *site* foi idealizado para permitir a apresentação da Flora para o usuário que necessita de identificação de suas plantas ou simplesmente conhecer a ocorrência de espécies localmente, assim como permite que os especialistas, colaboradores responsáveis pela identificação dos espécimes, possam realizar essa atividade diretamente no *site*, diminuindo o tempo tradicionalmente gasto nesse tipo de atividade. A partir do levantamento florístico, uma lista de 106 espécies potencialmente ornamentais e distribuídas em 22 famílias foi elaborada, servindo de base para futuros trabalhos de domesticação e/ou melhoramento genético. O levantamento da diversidade vegetal para ervas e árvores também foi conduzido por meio de levantamentos quantitativos realizados nas 30 parcelas e seguindo os protocolos do PPBio, onde dados da estrutura da vegetação lenhosa, a composição e a estrutura da comunidade de Pteridófitas e a da comunidade das Zingiberales foram obtidos. Esses estudos também permitiram a confecção de guias de campo ilustrados para três grupos de ervas ocorrentes na ReBio do Uatumã, as Samambaias, as Licófitas e as Marantáceas. O levantamento da diversidade de moléculas bioativas foi conduzido através de estudos sobre a composição química e a atividade biológica de plantas da Amazônia Central. Atividades citotóxicas, antibacterianas, antifúngicas, antiagregantes e antimaláricas foram estudadas em extratos, frações, substâncias isoladas e substâncias semi-sintéticas. Uma patente de substâncias antimaláricas foi solicitada a partir desses estudos e foi publicado um capítulo de livro na área de química verde sobre cadeias produtivas de derivados semi-sintéticos a partir de cultivo,

processamento, extração, isolamento e derivatização de princípios ativos de três plantas amazônicas. Dois manuscritos foram aceitos para publicação em revistas indexadas de padrão internacional sobre princípios ativos isolados de plantas antimaláricas e derivados semi-sintéticos antimaláricos. Um manuscrito foi submetido para revista internacional e dois manuscritos estão em fase final de elaboração para submissão em revistas internacionais.

A sub-rede teve também participação na elaboração de cinco dissertações de mestrado e uma tese de doutorado defendida, assim como a participação de quatro bolsistas de iniciação científica, a participação de cinco bolsistas trabalhando diretamente com bolsas da sub-rede e vários outros estudantes, que receberam treinamento em taxonomia e ecologia de plantas da Amazônia, no levantamento qualitativo e quantitativo da diversidade de plantas, na confecção de chaves interativas de acesso *on-line* e guias práticos de identificação de plantas, nos testes de atividade antimalárica de plantas, no preparo de derivados semi-sintéticos, na técnica de cultivo de parasitos da malária *in vitro* e realização de testes *in vitro* e *in vivo* em roedores para atividade antimalárica de extratos, frações e substâncias.

Os temas transversais foram conduzidos principalmente na Vila de Balbina, localiza no entorno da ReBio, município de Presidente Figueiredo, através de entrevistas e questionários, que procurou compreender como a população local vê a Reserva Biológica e a atuação da Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, responsável pela unidade de conservação, fazer o levantamento sócio-econômico da população da Vila e levantar as formas de uso dos recursos naturais. Outras ações ligadas à transversalidade foram: curso de Botânica "Conhecendo as plantas da nossa floresta - seus nomes, sua diversidade", para alunos do segundo grau, curso sobre técnicas de medição e coleta de árvores, elaboração de cartilhas informativas sobre pesquisas desenvolvidas na ReBio e a aplicação da cartilha "É brincando que se faz saúde", com informações sobre a malária para moradores da Vila e comunidades localizadas no Ramal da Morena, próximo à Balbina.

Os recursos obtidos pelo programa SPC&T Fase II foram os responsáveis pela quase totalidade dos resultados acima apresentados e criaram condições para trabalhos de médio e longo prazo em

levantamento da biodiversidade vegetal e de trabalhos de bioprospecção.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede UATUMÃ

	Coordenador	Título do projeto de pesquisa	Instituição
1	Adrian Martin Pohlit	Estudos sobre a atividade biológica e composicao química de plantas da Reserva do Uatumã, Amazônia Central	INPA - AM
2	José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro	Flora da Reserva Biológica do Uatumã, Amazônia Central	INPA - AM
3	Pedro Paulo Ribeiro Vieira	Avaliação *in vitro* da atividade antimalárica de moléculas bioativas extraídas de plantas encontradas na Reserva Biológica do Uatumã, Amazônia Central	FMTAM – AM
4	William Ernest Magnusson	Biomassa, estrutura e composição da vegetação arbórea e herbácea da Reserva Biológica do Uatumã, AM	INPA – AM

Plantas ornamentais da Amazônia – presentes para o futuro

Aparecida Donisete de Faria[1]; José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro[1]; Volker Bittrich[2]; Sergio Sakagawa[1] & Julianne Franzen Stancik[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (cidadefaria@uol.com.br); [2]Universidade Estadual de Campinas (volker@unicamp.br).

1. Introdução

A produção de plantas ornamentais é uma das atividades que mais crescem no país e no mundo nos últimos anos. Sua expansão depende, diretamente, da introdução de novidades no setor, o que requer pesquisas com plantas que apresentem determinadas características e tem encontrado grande interesse entre cientistas, produtores e o público em geral. Essas pesquisas são dinâmicas e envolvem a localização e o levantamento de espécies ornamentais, sua identificação taxonômica e a formação e manutenção de coleção de plantas em cultivo, além de estudos de reprodução, manejo, crescimento e floração, testes de produção industrial e, por fim, análises de aceitação do produto pelo mercado (Armitage, 1987). Novas espécies para o setor podem ser obtidas diretamente de jardins botânicos, institutos de pesquisas, coleções particulares, produtores, ou através de cruzamentos de espécies já conhecidas com plantas selecionadas destes locais, o que ocorre com mais freqüência ou, ainda, a partir de levantamentos de áreas pouco ou totalmente inexploradas, o que não é incomum em florestas tropicais, como a Amazônica (Ibraflor, 2005; Prohens *et al.*, 2003; Flortec, 2002; Miller, 2001; Chamas & Matthes, 2000; Brunsfield, 1996; Roh & Lawson, 1987, 1990; Armitage, 1987, 1990; Klougart, 1987; Mikkelsen, 1987). A Amazônia é a maior floresta tropical do mundo, com uma área aproximada de 5,5 milhões de quilômetros quadrados, grande parte dos quais sobre território brasileiro, e apresenta valor estratégico para o país. No entanto, devido a sua grande extensão, a região inclui muitas espécies ainda desconhecidas (Shepherd, 2001). O principal objetivo do presente trabalho foi a seleção e indicação

das espécies de plantas potencialmente ornamentais a partir de um trabalho desenvolvido para o conhecimento da flora geral de uma das regiões menos amostradas da Amazônia, localizada no município de Presidente Figueiredo, AM, e que as espécies indicadas venham a ser alvo de pesquisas de propagação, cultivo e melhoramento, quando necessário, para que possam ser, num futuro próximo, introduzidas na indústria de produção de plantas ornamentais.

2. Métodos

O presente projeto surgiu a partir dos resultados do desenvolvimento do projeto "Flora da Reserva Biológica do Uatumã e região, Amazônia central", que realizou o levantamento de flora ocorrentes na ReBio Uatumã e região, com utilização de novas abordagens para facilitar o conhecimento florístico de áreas de florestas. Dentre as espécies vegetais de árvores, arbustos, lianas, hemiepífitas e ervas levantadas para o conhecimento da flora geral da região, as que apresentaram potencial ornamental relacionado com morfologia, coloração ou emissão de perfume agradável, para comercialização em vaso, corte, forração ou paisagismo foram catalogadas para estudos posteriores de melhoramento e reprodução. Além dessa classificação, as plantas também foram identificadas como estando: "Pronta para estudos de reprodução" ou "Necessitando de melhoramento". Essa classificação foi baseada na metodologia de Chamas e Matthes (2000) para pesquisas com levantamento e introdução de ornamentais nativas, que possibilitou a organização dos dados obtidos dentro de uma metodologia científica, e não apenas no senso estético do pesquisador. Os espécimes foram coletados ao longo de 60 km de trilhas construídas em uma área de 25 km^2 no interior da ReBio Uatumã e região. Para cada indivíduo levantado foram coletados, sempre que possível, três duplicatas de amostras férteis que foram herborizadas em estufas apropriadas e, após secas, organizadas por famílias e analisadas para identificação. As identificações, e/ou confirmação das identificações, estão sendo realizadas por especialistas de instituições nacionais e internacionais. Foram efetuados registros fotográficos das estruturas vegetativas e reprodutivas das espécies selecionadas.

3. Resultados

Foram catalogadas 106 espécies como potencialmente ornamentais. Heliconiaceae (*Heliconia*, 6 spp.), Orchidaceae (*Acacalis,* 1 sp.; *Catasetum*, 1 sp.; *Scuticaria,* 1 sp.; *Zygopetalum*, 1 sp.), Acanthaceae (*Aphelandra*, 1 sp.; *Mendoncia*, 1 sp.), Bromeliaceae (*Aechmea*, 5 spp.; *Guzmania*, 2 spp.; *Tillandsia*, 1 sp.; Vriesea, 1 sp.), Rubiaceae (*Palicourea,* 3 spp.; *Psychotria*, 2 spp.; *Uncaria,* 1 sp.; *Warszewiczia*, 1 sp.), Combretaceae (*Combretum*, *1 sp.*), Gesneriaceae (*Codonanthe,* 1 sp.; *Drymonia,* 1 sp.), Marantaceae (*Calathea*, 2 spp.; *Ischnosiphon*, 3 spp.; *Monotagma*, 1 sp.), Melastomataceae (*Blakea*, 1 sp.; *Miconia,* 1 sp.; *Tibouchina*, 2 spp.), Loranthaceae (*Psittacanthus*, 1 sp.), Lamiaceae (*Aegiphila,* 2 spp.; *Vitex*, 1 sp.), Verbenaceae (*Stachytarpheta*, 1 sp.), Costaceae (*Costus,* 3 spp.), Araceae (*Anthurium*, 4 spp.; *Heteropsis,* 1 sp.; *Monstera*, 2 spp.; *Montrichardia*, 1 sp.; *Philodendron*, 6 spp., *Urospatha,* 1 sp.), Arecaceae (*Bactris*, 2 spp.; *Geonoma*, 2 spp.; Hyospathe, 1 sp.; *Iriartella*, 1 sp.), Passifloraceae (*Dilkea*, 1 sp.; *Passiflora*, 6 spp.), Bignoniaceae (*Adenocalymma*, 3 spp.; *Anemopaegma*, 2 spp.; *Arrabidea*, 1 sp.; *Distictella,* 2 spp.; *Lundia*, 1 sp., *Memora*, 1 sp.), Clusiaceae (*Clusia,* 3 spp.; *Clusiella*, 1 sp.; *Moronobea,* 1 sp.), Moraceae (*Ficus*, 10 spp.), Bixaceae (*Cochlospermum*, 1 sp.), Chrysobalanaceae (*Hirtella,* 1 sp), Apocynaceae (*Mandevilla*, 1 sp.; *Odontadenia*, 1 sp.).

4. Discussão e Conclusão

A produção de ornamentais vem se apresentando como uma das mais promissoras para o país, por ser limpa, não poluente e exigir áreas reduzidas para plantio, ao contrário de culturas extensivas e destrutivas como a da pecuária, sendo uma atividade de baixo impacto para a floresta. Ela possibilita a produção consorciada com a vegetação existente, através de manejo sustentável, e atua fortemente para a conservação de espécies de grande valor econômico em seu habitat natural, já que para comercialização as respectivas plantas devem ser produzidas em grande escala. Por estes motivos, assim como pelas condições naturais que apresenta, como a intensa luminosidade, alta temperatura, elevada taxa de umidade e estabilidade climática, a região Norte destaca-se como uma das mais

vantajosas do Brasil para o desenvolvimento da indústria de produção dessas plantas. Além disso, a "marca" Amazônia é forte e desejável e a comprovação do potencial da floresta amazônica como fonte de novas plantas para o agronegócio seria mais um dos fortes argumentos para sua preservação. Entretanto, apesar de toda essa "vocação" natural, atualmente, a indústria de produção de ornamentais na região Norte é apenas incipiente, e o número de espécies nativas da Amazônia em produção comercial em outras regiões do Brasil é insignificante. As espécies ornamentais tropicais que vêm sendo produzidas no país são, principalmente, asiáticas, africanas e centro-americanas, existindo um enorme potencial para a introdução de novidades no setor. Trabalhos na área de seleção e domesticação de espécies ornamentais nativas vêm aumentando em todo o mundo, mas, especificamente, no Brasil, ainda não é comum. O governo brasileiro vem procurando mudar esse cenário, através do desenvolvimento de programas específicos para a área. Desde 2003, por exemplo, vem sendo desenvolvido o Projeto “Plantas do Futuro”, um componente do Programa de Conservação e Uso Sustentado dos Recursos da Biodiversidade Brasileira (Probio), do Ministério do Meio Ambiente (MMA). Esse projeto tem por objetivo levantar e direcionar para estudos, a partir de indicações da população de cada região, as espécies nativas com potencial econômico. Dentre as espécies da região Norte, entretanto, apenas nove com potencial ornamental foram indicadas, e isto reflete o desconhecimento da população sobre as plantas da imensa floresta da região onde vivem. Reflete também o grande trabalho que ainda está por ser feito em relação ao levantamento florístico da área. No Estado do Amazonas, como em outras regiões do país, a maioria das espécies utilizadas para ornamentação é exótica, trazidas de outras regiões do Brasil, ou de outros países. Quando apresentadas às espécies ornamentais nativas da região, as pessoas demonstram surpresa e interesse em adquiri-las para ornamentação de suas residências. Porém, esse processo só poderá se tornar realidade após estudos de reprodução e produção das espécies levantadas, quando então poderão ser comercializadas. Esperamos que os resultados deste trabalho possam contribuir de forma considerável com as iniciativas em

desenvolvimento no país, principalmente, com as relacionadas à Amazônia.

5. Referências Bibliográficas

Armitage, A.M. 1990. New herbaceous ornamental crops research. In: Janick, J. & Simon, J.E. (Eds.) *Advances in new crops*. Portland: Timber Press, p. 454-456.

Armitage, A.M. 1987. What is a new crop? *Acta Horticulturae* 205:1-2.

Brunsfield, R. G. 1996. Horticultural economics: past, present, future. *Acta Horticulturae* 429:1-7.

Chamas, C.C. & Matthes, L.A.F. 2000. Métodos para levantamento de espécies nativas com potencial ornamental. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 6:53-63.

Flortec. 2002. *A produção de flores e plantas ornamentais no Brasil e no Mundo*. Relatório Técnico.

Ibraflor. Instituto Brasileiro de Floricultura. 2006. www.ibraflor.com.br

Klougart, A.1987. Exploration, adaptation, evaluation, amelioration. *Acta Horticulturae* 205:3-10.

Mikkelsen, J.C. 1987. Commercial aspect of new crop development. *Acta Horticulturae* 205:49-54.

Miller, M.M. 2001. Floriculture industry overview production, sales and marketing in North America. *Acta Horticulturae* 543:23-29.

Prohens, J.R.B. & Nuez, F. 2003. New crops: an alternative of horticulture. *Food, Agriculture & Environment* 1:75-79.

Roh, M.S. & Lawson, R.H. 1987. Research an development on new crops in the United States Department of Agriculture. *Acta Horticulturae* 205:39-48.

Roh, M.S. & Lawson, R.H. 1990. New floricultural crops. In: Janick, J. & Simon, J.E. (Eds.) *Advances in new crops*. Portland: Timber Press, p. 448-453.

Shepherd, G.J. 2001. *Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil - Plantas Terrestres*. Ministério do Meio Ambiente. 60p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Fapeam.

Flora da Reserva Biológica do Uatumã e região, Amazônia Central

José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro[1]; Aparecida Donisete de Faria [1]; Volker Bittrich [2]; Maria do Carmo E. do Amaral[2]; José Rubens Pirani[3]; Lúcia Garcez Lohmann[3]; Sergio Sakagawa[1]; Julianne Franzen Stancik[1] & Carlos Henrique Franciscon[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (jedu@inpa.gov.br); [2]Universidade Estadual de Campinas; [3]Universidade de São Paulo..

1. Introdução

A Amazônia é a região com a maior riqueza de espécies do planeta, mas ao mesmo tempo é a que apresenta o menor conhecimento taxonômico sobre os organismos que compreende. Isso ocorre devido à falta de coletas, ao reduzido número de pesquisadores que atuam na região e ao fato de que levantamentos de diversidade são tradicionalmente demorados, atingem geralmente um público restrito e podem se tornar rapidamente desatualizados, especialmente em regiões como a Amazônia (Shepherd, 2001). Entretanto, com utilização de novas ferramentas e abordagens, a aquisição e apresentação de informações sobre biodiversidade podem ser feitos de forma muito mais ágil e eficiente, possibilitando acesso a um grande público. Por permitir a inclusão ilimitada de imagens e dados, assim como suas atualizações, além de acesso democrático, a *internet* é, com freqüência, apontada como uma ferramenta de grande importância nesse processo e como um grande apoio ao árduo e longo trabalho de levantamento de biodiversidade que ainda está por ser feito em nosso planeta (Bisbry, 2000; Mallett & Willmott, 2003; Wheeler *et al*., 2004). O presente trabalho teve como principais objetivos o levantamento das espécies vegetais vasculares ocorrentes na Reserva Biológica do Uatumã (ReBio Uatumã) e áreas adjacentes, e a apresentação *on-line* das informações e imagens obtidas sobre a flora local, além da elaboração de chaves interativas ilustradas de acesso múltiplo para auxiliar a identificação das famílias e gêneros das plantas amostradas. A Reserva Biológica do Uatumã compreende aproximadamente um milhão de hectares que abrangem áreas dos

municípios de Presidente Figueiredo, São Sebastião do Uatumã e Urucara, todos no Estado do Amazonas, localizada a cerca de 200 km ao norte de Manaus. Foi criada em 1990, como compensação ao enorme impacto ambiental decorrente do represamento do rio Uatumã para a construção da Usina Hidroelétrica de Balbina, em 1986, sendo especialmente interessante para levantamento de flora, devido ao fato de estar localizada sobre o Escudo das Guianas, uma feição geológica distinta da Planície Amazônica, onde tradicionalmente vêm sendo realizados trabalhos com biodiversidade na Amazônia Central. A vegetação local é caracterizada como Floresta Tropical Densa e nela são encontradas Matas de Baixio, Matas de Igapó e Matas de Terra Firme e, sobre solos arenosos, Vegetação de Campina e de Campinarana. O clima é equatorial pluvial, quente e úmido, com chuvas predominantes no período de novembro a abril e temperatura média e umidade relativa do ar, anuais, ficam em torno de 28° C e 97,2%, respectivamente. A ReBio Uatumã é classificada como uma Unidade de Proteção Integral e visitas ao local só são permitidas em caráter científico e/ou educacional, sempre com autorização prévia do órgão responsável pela unidade.

2. Métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho, estiveram envolvidos pesquisadores, técnicos e alunos do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e da Universidade de São Paulo (USP), e pesquisadores botânicos de diferentes instituições nacionais e estrangeiras, especialistas em diferentes grupos de plantas. A metodologia utilizada para amostragem das plantas foi baseada na experiência do Projeto "Flora da Reserva Ducke", localizada em Manaus, AM (Ribeiro *et al.*, 1999; Hopkins, 2005), mas com inovações no que se refere, especialmente, à apresentação dos dados obtidos na *internet*. Ervas, epífitas, lianas, arbustos, arvoretas e árvores foram amostrados mensalmente, desde março de 2006, ao longo de 60 km de trilhas construídas em uma grade de 25 km^2, de acordo com o desenho amostral do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), no interior da ReBio Uatumã. Adicionalmente, também a

flora da região da ReBio foi regularmente amostrada. Indivíduos lenhosos foram mapeados com utilização de bússola e trena, em relação aos piquetes localizados nas trilhas, e marcados com placas de alumínio numeradas, o que permite sua posterior localização. Os diferentes espécimes vegetais tiveram as famílias determinadas de acordo com a classificação proposta pelo *Angiosperm Phylogeny Group* (APG II, Stevens, 2005). As identificações dos espécimes vêm sendo realizadas por pesquisadores colaboradores de instituições nacionais e estrangeiras, principalmente, com auxílio de imagens, via *website* do projeto, reduzindo o tempo gasto em todo o processo. Além das imagens de estruturas vegetativas e reprodutivas de plantas vivas, também imagens de exsicatas das plantas amostradas estão apresentadas no *website* e ficam disponíveis aos pesquisadores e ao público em geral. Além das imagens de estruturas vegetativas e reprodutivas de plantas vivas, também imagens de exsicatas das plantas amostradas estão disponíveis nesse website. Com esse procedimento, os especialistas colaboradores recebem, antes mesmo das exsicatas, imagens e informações de campo das plantas coletadas e, com acesso controlado ao banco de dados, podem inserir suas identificações. Esse processo tem permitido que alguns espécimes sejam corretamente identificados apenas com a avaliação de imagens, contribuindo, consideravelmente, para a agilidade na apresentação dos resultados.

3. Resultados

Até o presente, foram coletados na ReBio Uatumã e região aproximadamente 5.000 espécimes. Destes, identificamos até o presente cerca de 2.000 espécies, distribuídas por 654 gêneros e 161 famílias, sendo as mais representadas em número de espécies: Fabaceae (192 spp.), Rubiaceae (90 spp.), Annonaceae (69 spp.), Orchidaceae (63 spp.), Euphorbiaceae (56 spp.), Melastomataceae (56 spp.), Apocynaceae (48 spp.), Malvaceae (44 spp.), Lauraceae (41 spp.) e Moraceae (40 spp.). Entre os gêneros com maior diversidade local estão: *Piper* (44 spp.), *Protium* (39 spp.), *Guatteria* (32 spp.), *Inga* (26 spp.), *Palicourea* (26 spp.), *Eschweilera* (25 spp.), *Myrcia* (24 spp.), *Outarea* (24 spp.), *Miconia* (23 spp.) e *Swartzia* (18 spp.). As famílias de espécies arbóreas melhor

representadas são Fabaceae, Annonaceae, Sapotaceae, Euphorbiacee e Moraceae; entre as lianas se destacam Fabaceae, Bignoniaceae, Malpighiaceae, Celastraceae e Passifloraceae. As famílias de herbácees mais representadas no local são: Cyperaceae, Poaceae, Marantaceae, Pteridaceae e Dennstaedtiaceae; entre as epífitas, destacam-se Orchidaceae, Bromeliaceae, Polypodiaceae, Hymenophyllaceae e Araceae. Aproximadamente 4.523 imagens de exsicatas e 6.400 registros fotográficos de estruturas reprodutivas e vegetativas frescas dos espécimes amostrados foram obtidos e estão sendo disponibilizados no *site* www.floradouatuma.com.br. Como esperado, vêm sendo registradas para a área tanto novas espécies para a ciência como novidades em relação à distribuição geográfica de diferentes táxons. Apesar do processo de identificação em nível específico estar em sua fase inicial pelos especialistas, a Flora do Uatumã já conta com quase 2.000 espécies listadas entre os 5.000 espécimes coletados. Comparando com a Reserva Ducke, localizada a cerca de 150 km em linha reta da ReBio Uatumã, onde foram identificadas pelos especialistas aproximadamente 2.200 espécies dentre os 17.000 espécimes coletados, pode-se considerar que a região da ReBio Uatumã concentra uma diversidade alfa bastante superior à conhecida para as imediações de Manaus, AM. Isso corrobora os resultados de um estudo que indicou a região sul de Roraima e das Guianas e o norte dos Estados do Amazonas e Pará, como as áreas de maior diversidade alfa de toda a Amazônia (Hopkins, 2007). Além da apresentação da flora *on-line,* também foram construídas chaves interativas ilustradas de acesso múltiplo, com auxílio do Programa Lucid 3.4, para identificação de famílias e gêneros de angiospermas ocorrentes na região. Chaves interativas permitem a inclusão de imagens e atualização constante de números de táxons e caracteres.

4. Discussão e Conclusão

Muito trabalho ainda deve ser feito e muitos taxonomistas formados, para melhorar o conhecimento sobre a diversidade vegetal do Brasil, de óbvia importância para o planejamento da conservação e políticas de desenvolvimento sustentável. O protocolo de coleta aplicado no presente trabalho, associado à forma de identificação dos espécimes

e a apresentação de resultados *on-line*, proporcionou maior agilidade e melhor desempenho no levantamento de uma flora regional, assim como treinamentos na área de taxonomia. Com base nesta experiência, recomendamos fortemente que os mesmos métodos sejam utilizados em trabalhos semelhantes que, esperamos, passem a ocorrer com maior freqüência no país.

5. Referências Bibliográficas

Angiosperm Phylogeny Group (APG II). 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APGII. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:399-436.

Bisbry, F.A. 2000. The Quiet Revolution: Biodiversity Informatics and the Internet. *Science* 289:2309-2312.

Hopkins, M.J.G. 2005. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. *Rodriguesia* 56:9-25.

Hopkins, M.J.G. 2007. Modelling the known and unknown plant biodiversity of the Amazon Basin. *Journal of Biogeography* 34:1400-1411.

Mallett, J. & Willmott, K. 2003. Taxonomy: renaissance or Tower of Babel? *Trends in Ecology and Evolution* 18:57-59.

Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A. *et al*. 1999. *Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 800p.

Shepherd, G.J. 2001. *Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil - Plantas Terrestres*. Ministério do Meio Ambiente. 60p.

Stevens, P.F. (2005). *Angiosperm Phylogeny Website*. Version 6, http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/

Wheeler, Q.D.; Raven, P.H. & Wilson, E.O.. 2004. Taxonomy: Impediment or Expedient? *Science* 303:285.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Fapeam, Instituto Chico Mendes, FAEPEX Unicamp.

Atividade anti-malárica de produtos naturais obtidos de plantas amazônicas das Reservas Ducke (INPA) e Uatumã, e de seus derivados semi-sintéticos

Luiz Francisco Rocha e Silva[1,5]; Adrian Martin Pohlit[2]; Wanderli Pedro Tadei[2]; Valter Ferreira de Andrade-Neto[3]; Ana Cristina da Silva Pinto[2,4]; Ellen Cristina Costa Silva[2,4]; Karla Lagos Nogueira[2]; Márcia Rúbia Silva Melo[2]; Marycleuma Campos Henrique[2,4]; Rodeigo César das Neves Amorim[2,4]; Mônica Regina Farias Costa[1]; Wilson Duarte Alecrim[1]; Maria das Graças Costa Alecrim[1]; Walldelice Holanda Salgado[1]; Michele Ferreira Rodrigues[1] & Pedro Paulo R. Vieira[1]

[1]Fundação de Medicina Tropical do Amazonas; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Universidade Federal do Rio Grande do Norte; [4]Universidade Federal do Amazonas; [5]Universidade Estadual do Amazonas.

1. Introdução

A malária é a doença parasitária mais importante do mundo. Um dos principais problemas desta endemia é a resistência que o parasita vem adquirindo aos antimaláricos tradicionais (Vieira *et al.*, 2004). Isto reforça a importância de se encontrar drogas alternativas para o tratamento e cura de pacientes portadores de cepas multi-resistentes de *P. falciparum.* Plantas utilizadas no tratamento da malária na medicina popular podem ser fontes promissoras de novos compostos antimaláricos (Andrade-Neto *et al.*, 2007). Algumas das principais drogas antimaláricas utilizadas hoje para o tratamento da doença, como a quinina e a artemisinina, foram isoladas a partir de plantas. A Amazônia é a maior floresta tropical do planeta, tendo mais de 300 espécies de fitoterápicos catalogadas. Plantas dos gêneros Picrolemma (Simaroubaceae), Aspidoperma (Apocynaceae), e Pothomorphe (Piperaceae), são comumente encontradas na região amazônica, e são utilizadas pela população para o tratamento de febre e malária. O presente estudo teve como objetivos: implantar e aprimorar metodologias para avaliação da atividade antimalárica *in vitro* por análise microscópica e fluorimétrica, e avaliação da atividade antimalárica *in vivo*; e avlaiar a atividade antimalárica de moléculas isoladas de plantas das Reservas Ducke (INPA) e Uatumã, e dos derivados semi-sintéticos destas moléculas.

2. Métodos

As plantas utilizadas no estudo são tradicionalmente usadas para o tratamento de febre e malária na região Amazônica, e são popularmente conhecidas como: caferana *(Picrolemma sprucei* Hook.f., Simaroubaceae), amargoso, araracanga *(Aspidosperma desmanthum* Benth. ex Müll. Arg., Apocynaceae), amarelão *(Aspidosperma vargasii* A. DC.), e capeba-do-norte *(Pothomorphe peltata* L., Piperaceae). Estas espécies foram coletadas no Estado do Amazonas, e após a secagem, foram identificadas no herbário do INPA. A partir do material vegetal foram preparados extratos brutos, sendo estes posteriormente fracionados, até o isolamento das substâncias. Das raízes de *P. sprucei,* foram isolados os quassinóides Neosergeolida e Isobruceína-B; das folhas de *P. peltata* foi isolado o fenil/propanóide 4-Neroldilcatecol e das folhas de *A. vargasii* e *A. desmanthum*, os alcalóides Elipticina e Aspidocarpina, respectivamente. Foram preparados derivados semi-sintéticos do 4-Nerolidilcatecol, Neosergeolida e Isobruceína B. Para o estudo in vitro, foi utilizada a cepa multi-resistente K1(CQR) Dd2 (CQR) e 3D7 (CQS), bem como três isolados de campo da região amazônica. Os parasitos foram mantidos em cultivo contínuo (Trager & Jensen, 1976), em eritrócitos A+, utilizando meio de cultura RPMI-1640 enriquecido com plasma. Após a sincronização da cultura, realizou-se o microteste como descrito em (Andrade-Neto et al, 2007). Diluições das substâncias foram aplicadas em poços de micro-placa contendo hemácias parasitadas, para obtenção de valores de IC_{50} dos compostos. A placa foi incubada em baixa tensão de oxigênio à 37°C por 24 ou 48 horas. Após a incubação, o conteúdo dos poços foi avaliado mediante microscopia óptica. A inibição do crescimento dos parasitos foi determinada pela comparação com os controles sem droga, e o IC_{50} calculado mediante regressão linear utilizando o software Microcal Origin®. A substância 4-Nerolidilcatecol foi testada *in vivo* em camundongos suíços webster infectados com *P. berghei* na dose de 200mg/Kg/dia durante quatro dias, sendo avaliadas as parasitemias no 5º e 7º dia após o início do tratamento, como descrito por Peteres *et al.* (1965).

3. Resultados

O IC_{50} dos compostos variou de 0,0020 μM (=2,0 ηM) a 0,67 μM. A Neosergiolida, um quassinóide isolado da *Picrolemma spucei* se mostrou mais ativa que os demais compostos (IC_{50} =2,0 ηM). Os alcalóides isolados de Apocinaceae apresentaram significante inibição do crescimento do parasita (IC_{50} =73 e 19 ηM). O 4-Nerolidilcatecol, isolado a partir do extrato das folhas de *Pothomorphe peltata* apresentou uma boa inibição da parasitemia (IC_{50} =0,67 μM), resultados publicados em Andrade-Neto et al. (2007). O IC_{50} de neosergiolida e isobruceína B frente a cepa Dd2 foi de 0.006 μg/ml e 0.005 μg/ml, respectivamente. O derivado acetilado de neosergiolida apresentou respectivamente IC_{50} de 0.118 e 0.210 μg/ml frente as cepa K1 e o isolado de campo M1, enquanto o derivado acetilado de isobruceina B apresentou IC_{50} de 20.5 e 12.5 μg/ml, respectivamente frente as mesmas cepas. Foram testados sete derivados semi-sintéticos de 4-nerolidilcatecol, que apresentaram IC_{50} entre 0,21 μg/ml e 1,7 μg/ml, frente a cepa K1. No teste in vivo, o 4-nerolidilcatecol apresentou uma redução da parasitemia nos camundongos tratados de 19,6 ± 7,2 % e 59,0 ± 10,2 % no 5º e 7º dia respectivamente. A IC50 *in vitro* desta substância frente a três isolados de campo variou entre 2.11 μg/mL e 0.05 μg/mL. A inibição *in vitro* no crescimento do *P. falciparum* foi de 71,6 ± 8,7 % com o plasma obtido de camundongo após uma hora de administração do 4NC, e de 38,6 ± 13,6 % com o plasma obtido após duas horas de tratamento.

4. Discussão e Conclusão

A Neosergiolida e Isobruceína B apresentaram excelente atividade antimalárica in vitro foi muito mais ativa que a cloroquina usada como controle, tendo a atividade na faixa de micromolar, semelhante ao obtido com o controle quinina in vitro frente as cepas estudadas, com IC50 na faixa de nanomolar, semelhante ao da artemisinina. Com a modificação por acetilação das moléculas de quassinóides, houve uma redução da atividade antimlárica, que foi muito mais expressiva na Isobruceína, e a neosergiolida acetilada apresentou ação semelhante á cloroquina e quinina. O 4-nerolidilcatecol também

apresentou boa atividade antimalárica *in vitro*, e quatro de seus derivados semissintéticos apresentaram potencial como antimaláricos. O 4-nerolidilcatecolNC apresentou atividade antimalárica *in vivo* parcial, sendo mais consistente no sétimo dia. As ICs50 do 4NC isolado frente a cepa 3D7 e os isolados de campo de *P. falciparum* mostraram que a substância tem uma boa atividade in vitro. O plasma de camundongos tratados com a substância foi ativo in vitro frente todas as cepas de P. falciparum estudadas. Todos os compostos testados são candidatos para protótipos de novas drogas antimaláricas. A metodologia utilizada se mostrou eficiente para a obtenção de valores de IC50 e aferição da atividade antimalárica de produtos naturais. Já está sendo padronizado em nosso laboratório metodologia fluorimétrica para confirmação do resultados encontrados.

5. Referências Bibliográficas

Andrade-Neto, V.F.; Pohlit, A.M.; Pinto, A.C.S.; Silva, E.C.C.; Nogueira, K.L.; Melo, M.R.S.; Henrique, M.C.; Amorim, R.C. N.; Silva, L.F.R.; Costa, M.R.F.; Nunomura, R.C.S.; Nunomura, S.M.; Alecrim, W.D.; Alecrim, M.G.; Chaves, F.C.M. & Vieira, P.P.R. 2007. *In vitro* inhibition of Plasmodium falciparum by substances isolated from Amazonian antimalarial plants. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 102:359-365.

Trager W & Jensen JB 1976. Human malaria parasites in continuous culture. *Science* 193:673-675.

Vieira, P.P.; Ferreira, M.U.; Alecrim, M.G.; Alecrim, W.D.; da Silva, L.H.; Sihuincha, M.M.; Joy, D.A.; Mu, J.; Su, X.Z. & Zalis, M.G. 2004. *pfcrt* Polymorphism and the spread of chloroquine resistance in *Plasmodium falciparum* populations across the Amazon Basin. *Journal of Infectious Diseases* 190:417-424.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7; PNOPG; Bioamazonia-Basa-Fepad; Fapeam.

Biomassa, estrutura e composição da vegetação arbórea e herbácea da Reserva Biológica do Uatumã, AM

Flávia Regina Capellotto Costa[1]; Carolina Castilho[2]; Gabriela Zuquim[3]; Fernanda Antunes Carvalho[3] & Fernando Figueiredo[4]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (flaviacosta001@gmail.com.br); [2]Embrapa Roraima; [3]Bolsistas do CNPq; [4]Pós-graduando, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

1. Introdução

Planos de desenvolvimento da Amazônia invariavelmente incluem propostas para a conservação da biodiversidade, mas o termo "biodiversidade" implica em aspectos diferentes para diferentes segmentos da sociedade. Existem atualmente muitos projetos baseados em análises de sensoriamento remoto sendo propostos por grupos brasileiros e estrangeiros para avaliar os efeitos do desenvolvimento desordenado na Amazônia. O maior problema é que são poucas as informações sobre a distribuição da biodiversidade na Amazônia no nível de espécies, e ainda mais escassas as informações no nível da diversidade genética e da interação dessa diversidade com o meio ambiente. Portanto, faltam os dados sobre a composição e distribuição da biodiversidade necessários para alimentar adequadamente os modelos. Ainda não se encontraram variáveis ambientais que possam ser utilizadas para prever a distribuição de espécies da floresta tropical Amazônica em áreas sem os imprescindíveis inventários científicos sistemáticos da fauna e flora. Portanto, este projeto teve como objetivos estabelecer infra-estrutura para a pesquisa sobre biodiversidade em uma área até então pouco estudada e obter informações sobre os estoques de biomassa viva acima do solo, sobre a distribuição de espécies vegetais e sobre a relação entre biomassa e distribuição de espécies com a variação ambiental, de modo a subsidiar ações de planejamento da conservação e do uso da biodiversidade.

2. Métodos

A primeira parte do projeto envolveu o estabelecimento de uma grade de trilhas com 25 km^2 e 30 parcelas permanentes na REBio

Uatumã. O serviço foi executado por uma empresa de topografia. As parcelas possuem 250 x 40 m e seguem a curva de nível do terreno, de modo a minimizar a variação interna de solo e disponibilidade de água. O controle destas variáveis é importante para que possam ser usadas nos modelos preditivos de distribuição das espécies e da biomassa. Para a determinação da biomassa, todas as árvores acima de 1 cm de DAP foram marcadas, mapeadas e medidas nas parcelas, seguindo o protocolo do PPBio (veja em www.ppbio.inpa.gov.br). Foi usado um sistema de sub-amostragem para as árvores de menor tamanho. Sendo assim, as árvores de 1 a 10 cm DAP foram medidas em uma sub-amostra de 250 x 4 m, as árvores de 10 a 30 cm DAP numa sub-amostra de 250 x 20 m e as árvores acima de 30 cm de DAP foram medidas em toda a extensão de cada parcela (250 x 40 m). As árvores marcadas foram coletadas para identificação botânica. As parcelas foram também amostradas para a vegetação herbácea, usando uma sub-amostra de 250 x 2 m. A identificação botânica da vegetação herbácea foi completada para a ordem Zingiberales e para as pteridófitas. Todo o material coletado está depositado no Herbário INPA, embora a maior parte dele seja ainda constituído por amostras vegetativas.

3. Resultados

Foram marcados 20.275 indivíduos arbóreos em 28 parcelas permanentes. O número médio de árvores por parcela foi de 762 indivíduos, variando de 533 a 1060. Dos indivíduos marcados, 60% estão concentrados na classe de DAP entre 1 e 10 cm; 30%, na classe de DAP entre 10 e 30 cm e 10% representam indivíduos com DAP > 30 cm. Análises preliminares indicaram que a densidade de árvores grandes responde positivamente aos gradientes de argila e fertilidade do solo. As famílias dominantes não diferem muito do observado em áreas próximas (p.ex Reserva Ducke), mas pode-se destacar a ausência de Arecaceae (palmeiras) e Chrysobalanaceae entre as famílias dominantes da REBio Uatumã. Para a vegetação herbácea, foram encontradas 34 famílias, sendo 34 espécies de Zingiberales e 123 espécies de pteridófitas. A distribuição de espécies de ambos os grupos biológicos esteve fortemente associada à fertilidade do solo, sendo possível distinguir 3 grandes conjuntos florísticos: o primeiro

grupo de espécies associado aos solos muito férteis (com soma de bases trocáveis acima de 223 mg/kg), o segundo associado aos solos menos férteis e argilosos (Bases Trocáveis <223 mg/kg e Argila > 62 %) e o terceiro associado aos solos menos férteis e arenosos (Bases Trocáveis <223 mg/kg e Argila < 62 %). Estes conjuntos foram congruentes entre Zingiberales e Pteridófitas, especialmente considerando a abundância relativa das espécies. Em um contexto regional, a área da REBio Uatumã se destaca por possuir alta riqueza de espécies. Esta riqueza está associada com a alta heterogeneidade de tipos de solo, o que permite a existência dos diferentes grupos florísticos com baixa sobreposição entre si. Os dados e metadados de estrutura e composição da vegetação arbórea, composição da vegetação herbácea, das características físicas e químicas do solo, da altitude do terreno e da abertura do dossel estão disponíveis para consulta pública no site do PPBio (http://ppbio.inpa.gov.br/Port/inventarios/uatuma/).

4. Discussão e Conclusão

A diferença entre a estrutura da vegetação arbórea da REBIO Uatumã e das florestas do entorno de Manaus é marcante. Embora o número de indivíduos por parcela não seja diferente entre estas áreas, observa-se uma maior densidade de árvores grandes (DAP maior que 30 cm) por hectare no Uatumã. As diferenças na estrutura da floresta entre estas áreas podem indicar diferenças na quantidade de carbono estocado e na dinâmica destas florestas. Os resultados sugerem que a homogeneidade de distribuição da biomassa nas florestas densas de terra-firme assumida para a região central da Amazônia pode não ser correta, o que pode influir nos cálculos de estoque de carbono para a bacia amazônica. Manchas de solos muito férteis podem estar escondidas na paisagem e novas parcerias para tentar detectar estas áreas a partir de imagens de RADAR, acopladas com os estudos de verificação em campo estão sendo firmadas. Ë importante destacar que a existência destas manchas de solo muito fértil na Amazônia Central só foi possível graças ao estabelecimento da grade de trilhas na REBio Uatumã. A congruência na distribuição de conjuntos florísticos de Zingiberales e Pteridófitas indica o potencial do uso destes grupos como indicadores de padrões gerais de distribuição

para tomada de decisões no planejamento da conservação. Será ainda necessário testar o poder de previsão que estes grupos possuem para grupos mais diversos – tais como as árvores, o que poderá ser feito em breve, quando o processo de identificação das árvores na REBio Uatumã for completado. Os dados de distribuição de espécies herbáceas da REBio Uatumã foram cruciais para esclarecer a relação entre a capacidade preditiva de algumas variáveis ambientais e o comprimento dos gradientes ecológicos associados a estas variáveis. Embora estudos anteriores tenham indicado que diferentes variáveis ambientais seriam responsáveis pelo controle da distribuição de espécies na Amazônia Ocidental e Central (Tuomisto & Poulsen, 1996; Tuomisto et al. 2003; Costa et al., 2005 e 2008; Zuquim, 2008), nós descobrimos que a importância relativa de cada característica do solo depende da amplitude de variação deste fator na região. Nos estudos anteriores na Amazônia Ocidental, a fertilidade do solo tinha ampla variação e era, portanto, identificada como a maior responsável pelos padrões de distribuição, enquanto na Amazônia central a variação de fertilidade conhecida até o momento era pequena demais para influenciar a distribuição de espécies. O treinamento de pessoas da comunidade local para trabalhar como assistentes de campo das pesquisas científicas foi o resultado social mais relevante do projeto. Aproximadamente 20 comunitários da vila de Balbina trabalharam conosco durante este período, e vários deles mostraram interesse e potencial para continuar a trabalhar nesta função, sendo requisitados por outros pesquisadores para trabalhar em outros projetos. O envolvimento com a comunidade local ocorreu também através de oficinas e produção de textos didáticos, nas quais os pesquisadores do projeto mostraram como se faz pesquisa e para quê. Em conclusão, a abertura de um sítio de pesquisas na REBio Uatumã foi importante não só para responder as questões inicialmente propostas como para levantar novas questões e abrir as possibilidades de integração com o grande banco de dados do PPBio. Diversos estudos de distribuição de espécies da flora e da fauna estão sendo conduzidos atualmente na REBio Uatumã, com recursos de outros projetos, simplesmente por que existe agora uma infra-estrutura que permite acesso e disponibiliza um banco de dados ambientais para qualquer pesquisador interessado. A base de dados

integrada e pública permite que pesquisadores da área biotecnológica identifiquem os locais de ocorrência das espécies de interesse para prospecção, e saibam a sua densidade natural, o que é necessário para determinar a viabilidade do uso de produtos do extrativismo.

5. Referências Bibliográficas

Costa, F.R.C.; Magnusson, W.E. & Luizão, R.C. 2005. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. *Journal of Ecology* 93:863-878.

Costa, F.R.C., Guillaumet, J.L.; Lima, A.P. & Pereira, O.S. 2008. Gradients within gradients: The mesoscale distribution patterns of palms in a central Amazonian forest. *Journal of Vegetation Science* 20 (in press).

Tuomisto, H. & Poulsen, A.D. 1996. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in neotropical rain forests. *Journal of Biogeography* 23: 283-293.

Tuomisto, H.; Ruokolainen, K.; Aguilar, M. & Sarmiento, A. 2003. Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. *Journal of Ecology* 91:743-756.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, MCT/PPBio e INPA.

Grupo Temático IV – Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia

Márcia Aparecida de Brito[1] & Maurício de Carvalho Amazonas[2]

[1]Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (mabrito@cnpq.br); [2]Universidade de Brasília.

No contexto atual do desmatamento na Região Amazônica, são de grande importância os estudos que subsidiem a proposição de modelos de recuperação de áreas degradadas por diferentes atividades antrópicas, tais como: desmatamentos para pecuária extensiva, agricultura de corte e queima, monoculturas de soja e algodão, extração ilegal de madeira e garimpo, tendo em vista a recuperação da cobertura vegetal original ou novos usos sustentáveis, bem como a recuperação de corredores ecológicos. Destacam-se pesquisas que possam dar subsídios à renovação de antigas fronteiras agrícolas, com a adoção de práticas de uso e manejo sustentável do solo e da água, incentivando implantação de sistemas de agricultura que substituam o uso do fogo, consórcios agroflorestais, recuperação de áreas de pastagens, sistemas agrossilvopastoris, silvicultura e manejo florestal.

No âmbito do Subprograma, o grupo temático "Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia" está representado por duas sub-redes: RECUPERAMAZ - Alternativas para recuperação de áreas degradadas na Amazônia, coordenada por Cláudio José de Carvalho, da Embrapa Amazônia Oriental – PA e RECUPERA - Manejo e recuperação de recursos naturais em paisagens antropizadas na Amazônia Oriental, coordenada por Oriana Trindade de Almeida, do IPAM (PA). Essas sub-redes atuam na proposição de metodologias e de políticas públicas voltadas para a recuperação de áreas degradadas, com escopo e objetivos de pesquisa diferenciados. A RECUPERAMAZ visa contribuir especialmente para políticas de incentivo à adoção de sistemas agroflorestais (SAFs) como opções à ocupação de áreas já desmatadas na Amazônia, enquanto a RECUPERA propõe o desenvolvimento de um modelo de gestão ambiental integrada de propriedades rurais da Amazônia, analisando

a viabilidade econômica de melhores práticas ambientais, com foco na recuperação de áreas degradadas (Reserva Legal e Área de Preservação Permanente) em vários modelos de gestão de propriedade.

Com o objetivo de contribuir para a ampliação na adoção de sistemas agroflorestais como opções à ocupação de áreas já desmatadas na Amazônia, em especial aquelas em diferentes graus de degradação, a proposta da sub-rede RECUPERAMAZ incluiu ações de pesquisa desenvolvidas em quatro projetos que abordaram: o diagnóstico de causas de degradação de diferentes sistemas de uso da terra; a proposição de sistemas agroflorestais e desenvolvimento de estratégias participativas de delineamento e implantação de sistemas agroflorestais voltados à recuperação de áreas degradadas; definição de um conjunto mínimo de indicadores de degradação do solo em sistemas agroflorestais. Contando com o acúmulo de experiência de diferentes centros da Embrapa, em parceria com demais instituições, e com iniciativas em diferentes localidades da Amazônia, a sub-rede reúne como resultados um amplo conjunto de informações tendo por foco os sistemas agroflorestais na Amazônia, cuja integração disciplinar e metodológica, assim como sua integração em termos de indicadores naturais, sociais e econômicos e em termos de sua espacialização poderá proporcionar sólida base para normalização de futuros procedimentos e protocolos de pesquisa em SAFs na Amazônia.

Para o desenvolvimento das pesquisas da sub-rede RECUPERA, foram selecionados dois pólos de estudo de reconhecida importância na história da transformação da paisagem: a Cabeceira do Xingu (MT) e a Transamazônica (PA). Essas pesquisas tiveram como objetivo, no nível de propriedade privada, apresentar a análise de custos de práticas de recuperação de áreas degradadas, RL - Reserva Legal e APP - Área de Preservação Permanente, utilizando vários modelos de restauração de acordo com as especificações da lei, de forma a transformar a recuperação numa iniciativa viável economicamente para os produtores no Mato Grosso e pequenas propriedades na Transamazônica. Partindo desde projetos produtores de pesquisa básica sobre a biologia e ecologia em áreas degradadas, projetos de manejo de áreas degradadas em propriedades, tanto de

grandes quanto pequenas, projetos de avaliação econômica relacionados aos determinantes da degradação e decorrentemente às possibilidades econômicas de sua reversão, e projeto de processamento e espacialização de dados georreferenciados produzidos pelo conjunto da sub-rede, obteve-se ao final rica experiência e material para subsídio científico às formas de gestão dos espaços regionais amazônicos dominados por determinantes de ocupação privada dos territórios, passível de contribuir e amparar a reflexão, compreensão e ação em políticas públicas.

Artigo-síntese da sub-rede RECUPERAMAZ

Alternativas para recuperação de áreas degradadas na Amazônia – RECUPERAMAZ

Claudio José Reis de Carvalho[1]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (carvalho@cpatu.embrapa.br).

1. Introdução

O processo de ocupação da Amazônia brasileira ao longo do tempo, e em particular nas três décadas mais recentes, vem ocasionando consideráveis alterações na sua cobertura vegetal, com profundas implicações na manutenção dos processos e mecanismos que têm lugar nesta região, caracterizada pela alta diversidade e complexidade em termos ecológicos, sociais e culturais. Refletindo a dinâmica de uso da terra na Amazônia, o desmatamento nesta região tem apresentado altos índices e preocupado autoridades governamentais, pesquisadores e a opinião pública em níveis nacionais e internacionais.

Uma das formas de atenuar o avanço do desmatamento na Amazônia se refere à recuperação do potencial produtivo de áreas em diferentes estágios de degradação que estão distribuídas pela região, com maior intensidade nas porções setentrional e oriental (Becker 2001). Qualquer tentativa de promover a recuperação de áreas degradadas ou em processo de degradação deve considerar a diversidade e a complexidade da Amazônia brasileira, caracterizada por um verdadeiro mosaico de ecossistemas com variadas coberturas vegetais, regulados por complexos regimes hídricos e condições edáficas, e apresentando níveis diversos de resiliência e endemismo. Iniciativas de recuperação de áreas degradadas devem atentar não apenas para a possibilidade de viabilizar a produção de bens a curto prazo, mas também para a recomposição de processos e mecanismos biológicos, biofísicos e biogeoquímicos e a manutenção de serviços ambientais, que contribuirão para a sustentação do potencial produtivo dessas áreas (Swift *et al.*, 2004).

Dentre as opções que vêm sendo consideradas como promissoras à recuperação de áreas alteradas na Amazônia, incluem-se vários tipos de sistemas agroflorestais, tanto simultâneos como seqüenciais, com componentes silvipastoris e agrosilvipastoris, visando a recompor, pelo menos em parte, algumas das funções desempenhadas pela vegetação original, além dos serviços ambientais (Fearnside 1995; Garrity 2004; Porro *et al.*, 2005). No entanto, há necessidade de mais informações sobre estratégias participativas de implantação de sistemas agroflorestais, assim como de indicadores para subsidiar a escolha de sistemas mais sustentáveis.

Os objetivos desta Sub-rede foram: (a) diagnosticar a situação atual e as causas de degradação em diferentes sistemas de uso da terra; (b) propor sistemas agroflorestais para diferentes cenários de degradação do solo; (c) aplicar estratégias participativas no delineamento e implantação de sistemas agroflorestais como opções de recuperação de áreas degradadas; e (d) definir um conjunto mínimo de indicadores de degradação do solo em sistemas agroflorestais.

2. Métodos

Foram realizadas atividades de diagnóstico da situação atual e das causas de degradação em diferentes sistemas de uso da terra, incluindo diversas ações, primeiramente na área de sensoriamento remoto com uso de diferentes formas de avaliação da paisagem (aerofotos não-convencionais e panorâmicas, imagens de satélites, etc.) e teste de equipamentos como o uso de câmeras especiais da Hasellblad, câmeras comuns digitais (Sony 728) e, mais recentemente, adquiriu-se uma Ricoh de 8 (oito) megapixels com GPS embutido. Foram realizados levantamentos "in loco" e zoneamentos de sistemas agroflorestais estabelecidos e foram identificadas práticas de manejo adotadas por pequenos produtores de bacuri (Platonia sp.) e fortalecidas as competências técnicas locais para a difusão dessas práticas. Atributos químicos, físicos e biológicos do solo foram avaliados em diferentes sistemas de uso da terra em propriedades rurais familiares a fim de avaliar o impacto de sistemas sobre a qualidade do solo.

3. Resultados

O uso do fogo na agricultura familiar é uma prática comum na maioria das unidades de produção, contribuindo de maneira significativa para a emissão de gases de efeito estufa. Associados a essa importante preocupação mundial, têm sido comprovados os efeitos negativos da utilização do fogo nos sistemas de produção devido às perdas de nutrientes durante a queima da biomassa da vegetação, reduzindo o potencial de produção pela redução da adição de nutrientes. Resultados de pesquisa demonstram a vantagem dos sistemas com base no manejo da biomassa aérea da vegetação secundária (Denich 2004, Kato et al 2008) com potencial de melhorar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Para as áreas em que a vegetação secundária perdeu a capacidade produtiva e reprodutiva, Cravo et al (2008) desenvolveram o Sistema Bragantino, que consiste na construção da fertilidade do solo com base em recomendações de calagem e adubação química e cultivos alimentares associados de forma a promover a diversificação da produção.

No levantamento de experiências com alternativas ao uso do fogo nos sistemas agrícolas praticadas pelos agricultores no território do nordeste paraense, foi possível identificar 70 experiências com preparo de área sem o uso do fogo e utilização dos SAFs nas unidades de produção familiar do território. Esse levantamento serviu de base para estudos incluindo a sistematização de experiências e realização de intercâmbios entre comunidades.

No Estado do Pará, o trabalho participativo com os agricultores vem sendo realizado em 42 unidades de produção familiar de quatro Associações Comunitárias nos municípios de Igarapé Açu e Marapanim e 20 unidades de produção familiar no Pólo Rio Capim do Proambiente, onde foi apoiada a instalação de 62 unidades demonstrativas com SAFs com base no preparo de área sem queima, com o sistema de corte e trituração da vegetação secundária (capoeira) e cultivos alimentares, seguido do plantio de plantas perenes (frutíferas e florestais). Foram realizadas ações de capacitação dos agricultores por meio de cursos práticos sobre agricultura sem queima, controle alternativos de pragas,

compostagem, produção de mudas e intercâmbios com grupos que praticam sistemas agroflorestais, para aperfeiçoar as ações do projeto.

No Estado do Maranhão, foram instaladas 20 unidades demonstrativas com preparo de área sem queima com cultivos alimentares nos municípios de Zé Doca e Santa Luzia do Paruá. Em 2007, foi avaliada a eficiência agronômica da inoculação no feijão - caupi com as estirpes dos rizóbios BR 3267, BR 3299, BR 3302, BR 3262 e BR 3301 em sistema de plantio direto em capoeiras trituradas na região em parceria com o Curso de Mestrado em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão. Os resultados demonstraram que a inoculação das sementes da cultivar BRS Guariba com as estirpes dos rizóbios proporcionou uma produtividade média de 1.246,75 kg de grãos por hectare, tendo sido 214% superior ao tratamento controle.

A seringueira como alternativa como componente arbóreo para implantação de SAFs é uma opção e tem sido utilizada por agricultores de Tomé-Açu/Pará com bons resultados (Yamada 1999). O principal problema é a ocorrência de doença ocasionada pelo *Microciclus ulei*. Os resultados de seleção de material tolerante no projeto ainda são preliminares, mas certamente contribuirão com oferta de mais um importante componente arbóreo para os SAFs.

A aplicação do modelo SExI-FS (*Spatially Explicit Individual-based Forest Simulator*) para modelagem dos SAFs obteve uma adequada representação do fenômeno de ocupação do dossel. Esses dados certamente contribuirão para o manejo dos SAFs instalados nas unidades demonstrativas além de subsidiar futuros arranjos de novos sistemas que serão desenvolvidos nas propriedades.

O estudo de implantação de SAFs através do Sistema Bragantino encontra-se em desenvolvimento em uma área que inicialmente apresentava indícios de degradação ambiental, na localidade Patauateua, no município de Inhangapi, Pará. A área é de terra firme e vinha sendo utilizada, ao longo dos anos, com culturas anuais alternadas com pequenos períodos de pousios e que se encontrava com vegetação de capoeira rala. O preparo do solo consistiu apenas de uma roçagem, sem queima, uma vez que a vegetação era constituída apenas de espécies arbustivas. A implantação inicial do

sistema agroflorestal consistiu do plantio de mudas de açaizeiros, cultivar BRS Pará, obedecendo-se o espaçamento de 7,0 m entre linhas e 4,0 m entre plantas, tendo-se uma população de 420 plantas por hectare. Para o plantio seqüencial das culturas anuais e das outras culturas perenes o solo foi corrigido e adubado com 1.000 kg/ha de calcário dolomítico, 250 kg/ha de superfosfato triplo, 100 kg/ha de cloreto de potássio e 30 kg/ha de FTE BR 12, seguido de uma gradagem para incorporação do calcário e dos fertilizantes químicos.

No mesmo ano, nas entrelinhas dos açaizeiros, foram implantadas culturas anuais, utilizando-se as técnicas do Sistema Bragantino, que consistiu no plantio de duas cultivares regionais de mandioca (Jurará Amarela e Inha), em fileiras duplas, consorciadas com feijão-caupi, e que tem como função principal, além de produzir alimentos, recuperar a fertilidade do solo e amortizar os custos iniciais das culturas perenes. O sistema contemplou, também, no segundo ano, o plantio de mudas de cacaueiros no espaçamento de 14,0 m x 8,0 m, com uma população de 90 plantas/ha, e de espécies de essências florestais no espaçamento de 14,0 m x 12,0 m e uma população de 60 plantas/ha.

Ao final do processo de implantação das culturas perenes já é possível verificar a formação de um sistema agroflorestal, caracterizado por um açaizal enriquecido com espécies frutíferas e florestais, que fornecerá maior renda e produção mais diversificada, como também melhorará a cobertura vegetal da área, pela implantação dessas culturas perenes, fornecendo melhor proteção ao solo.

Para aumentar a eficiência do sistema, foram desenvolvidos estudos de curvas de respostas de N, P, K para culturas do arroz, milho, feijão-caupi e mandioca e ajustes no software Nutrient Management Decision Support System (NuMaSS) para recomendação de calagem e adubação.

Em setembro de 2006, foi realizada a colheita do feijão caupi, cultivar BR3 Tracuateua, tendo sido observada uma produtividade de 800 kg/ha de grãos secos. Em junho de 2007, foi realizada a colheita das duas cultivares regionais de mandioca utilizadas no sistema de produção, sendo observadas produtividades de 27 e 30 t/ha de raízes frescas, para as cultivares Jurará Amarela e Inha, respectivamente. A

colheita da mandioca aconteceu precocemente, ou seja, aos 10 meses após o plantio devido ao surgimento de podridão de raízes, muito comum na região.

O sistema agroflorestal implantado apresenta-se, atualmente, com as espécies permanentes que são o açaizeiro, as essências florestais (mogno africano, marupá e mogno amazônico) e o cacaueiro. Os espaços disponíveis nas entrelinhas das espécies perenes estão sendo utilizados, novamente com a cultura de mandioca, porém, agora, com as cultivares Mari, Poti e Maranhense, sendo as duas primeiras tolerantes à podridão radicular.

Os açaizeiros, aos dois anos e oito meses após o plantio, encontram-se em fase inicial de floração e altura média superior a 3,0 m, sendo feito o desbaste e permanecendo três estipes por touceira. As essências florestais apresentam excelente crescimento, com destaque para o mogno africano com altura superior a 3,5 m. O cacau, por ter sido plantado posteriormente, apresenta altura média de 1,5 m.

As Curvas de Respostas para N, P, K e calcário, previstas como metas do projeto, já foram parcialmente definidas para culturas de milho e arroz, em Paragominas e, para milho e feijão-caupi, em Terra Alta e Tracuateua, já sendo possível se fazer recomendações de adubação para as culturas de arroz, milho e feijão-caupi, com bastante segurança, utilizando as doses mais econômicas.

Na espacialização e diagnóstico da situação atual e das causas de degradação, algumas dificuldades ocorreram, pois, na Amazônia, onde foram percorridos parte dos estados de Mato Grosso, Rondônia e Acre e o leste do Pará, as áreas degradadas diferem de outros ambientes brasileiros. Por exemplo, no sudeste brasileiro elas normalmente são desprovidas de vegetação (surgimento de "pelados") e na Amazônia, a pastagem, na sua maioria do gênero Brachiaria, é substituída por outra vegetação e nem sempre os sensores remotos são apropriados para perceber esta diferença. Diante disso e da peculiaridade da região, optou-se por métodos que permitissem aos pecuaristas identificar o estágio de degradação das pastagens por meio de indicadores de degradação, da chave de identificação desses ambientes, além da elaboração de uma cartilha

com o propósito de subsidiar na identificação e controle das principais plantas daninhas nesses ecossistemas.

Além disso, com o uso de câmaras digitais de baixo custo foi possível chegar a níveis de detalhes de escala de até 1:2.000.

Este projeto contribuiu para a formação de uma rede de pesquisa regional amazônica, atuante sobre a recuperação de áreas degradadas, convergindo na geração de conhecimento básico para o desenvolvimento sócio-econômico de espaços rurais, e as comunidades que vivem nesses espaços com diferentes níveis de necessidade de recuperação ambiental. Permitiu, sobremaneira, a geração de conhecimento científico sobre espécies regionais apropriadas ou potenciais, muitas já adaptadas, bem como arranjos agrossilviculturais e alternativos com grande potencial para o florestamento ou reflorestamento de áreas alteradas.

4. Discussão e Conclusão

O uso do fogo na agricultura familiar é uma prática comum na maioria das unidades de produção e ultimamente, com os problemas associados às mudanças climáticas, tem sido considerado como um segmento da agricultura que mais contribui para as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, tem se comprovado que o uso do fogo acarreta perdas significativas de nutrientes durante a queima da biomassa da vegetação, reduzindo o potencial de produção agrícola. Resultados de pesquisa demonstram a vantagem dos sistemas com base no manejo da biomassa aérea da vegetação secundária sem uso de fogo (Denich 2004, Kato *et al.*, 2004, 2008) com potencial de melhorar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas - Sistema Tipitamba. Para as áreas em que a vegetação secundária perdeu a capacidade produtiva e reprodutiva, Cravo et al (2008) desenvolveram o Sistema Bragantino, que consiste na construção da fertilidade do solo com base em recomendações de calagem e adubação química e cultivos alimentares associados de forma a promover a diversificação da produção. Para aumentar a eficiência dos sistemas de uso da terra, de forma a reduzir os efeitos negativos pela abertura de novas áreas, sugere-se então a formação de SAFs na seqüência dos cultivos nos sistemas Tipitamba e Bragantino.

1 – Sistema agroflorestal via Sistema Tipitamba

A recuperação de áreas degradadas com base no sistema sem uso do fogo (corte e trituração), associado a sistemas agroflorestais multiestratos, representa uma alternativa que pode contribuir para melhorar a sustentabilidade dos atuais sistemas de uso da terra praticados nas unidades de produção familiar através da diversificação da produção. O preparo de área sem uso do fogo (a) elimina as perdas de nutrientes pela queima e adiciona matéria orgânica ao solo aumentando a sua capacidade produtiva, (b) reduz a erosão do solo devido aos seus efeitos da cobertura, (c) conserva melhor a umidade do solo, contribuindo para aumentar a sua atividade biológica, e (d) emite cinco vezes menos CO_2 equivalente (Davidson et al 2008) quando comparado com o sistema com uso do fogo.

O trabalho participativo em andamento com 42 famílias de quatro associações comunitárias nos Municípios de Igarapé Açu e Marapanim (Pará) foram implantados 42 ha de SAFs com base inicial nos cultivos alimentares com preparo de área uso do fogo com sucesso, onde os agricultores têm ampliado suas áreas com base nesse modelo. Outro importante resultado é a redução média de 50% das queimadas nas propriedades. Nesse trabalho participativo se aplicam as informações geradas nos projetos componentes da Sub-Rede Recuperamaz, desde a sensibilização dos sujeitos ao uso das técnicas e práticas geradas.

2 - Sistema agroflorestal via Sistema Bragantino

A produtividade de feijão-caupi na unidade demonstrativa do Sistema Bragantino foi de 800 kg/ha, um pouco abaixo da média regional em plantios solteiros que é de 1.200 kg/ha, o que é compreensível pois ele ocupa apenas uma parte da área de cultivo, que são os espaços entre as fileiras duplas de mandioca. De acordo com Cravo *et al*. (2008), essa produtividade, embora mais baixa, representa um ganho muito grande ao produtor, considerando-se que, além do feijão-caupi, ele ainda tem a produção de mandioca, sem custos adicionais no preparo de área.

A produtividade de raízes das duas cultivares de mandioca de 27 e 30 t/ha, representa 2,25 e 2,50 vezes a média do Estado do Pará (12 t/ha), o que corresponde a um aumento de 125 e 150%,

respectivamente, qualificando o Sistema Bragantino como de alta viabilidade agronômica.

Parte das produções de feijão-caupi e mandioca serão usadas para o consumo da família e a venda do restante servirá para amortizar parte dos custos de implantação do sistema agroflorestal. Uma vez que o cultivo das culturas anuais continuará dentro do sistema agroflorestal, até que a sombra das culturas perenes permita, a amortização dos custos continuará, chegando-se a um ponto em que o sistema agroflorestal estará "de graça" para o produtor. Além disso, a fertilidade do solo é melhorada à medida que as culturas anuais vão sendo cultivadas e colhidas pois, os resíduos de adubação e das próprias culturas permanecem na área e são aproveitadas pelas culturas perenes.

Por todas essas vantagens e pelos resultados que vêm sendo obtidos, com o uso de suas técnicas, conclui-se que o Sistema Bragantino pode ser considerado inovador, prático e factível, não se restringindo apenas ao cultivo de culturas anuais, mas possibilitando a implantação de culturas semi-perenes e perenes, para formação de sistemas agroflorestais que, além de contribuírem para a melhoria da renda dos produtores, têm a função de substituir a vegetação de floresta antes existente na região e melhorar a proteção ambiental.

Os resultados obtidos permitiram concluir que fungos micorrízicos arbusculares são bioindicadores eficientes para avaliar alterações no solo causada pela agricultura de derruba e queima. A definição de protocolos baseados no uso de fungos micorrízicos arbusculares para avaliação de alterações no solo deve considerar que a variação na produção de esporos é sensível à sazonalidade da precipitação pluviométrica e à profundidade do solo.

Parâmetros superficiais do solo, tanto aqueles relacionados a compostos (amônio, nitrato e fósforo disponível), como também a atividades (respiração basal, fosfatase ácida e mineralização líquida) representaram indicadores com poder discriminante entre diferentes formas de preparo da terra. Com base nos resultados, deve-se considerar um marcante efeito sazonal ao que se refere ao comportamento dos parâmetros de solo e a resposta positiva do preparo de terra por meio de trituração, comparado ao preparo tradicional da terra.

Embora a maioria dos trabalhos de espacialização e diagnóstico da situação atual e causas da degradação tenham se concentrado no Estado do Acre, o mesmo foi escolhido por possuir distintos ambientes que bem podem representar a Amazônia. No entanto, para averiguar a aplicação e a correlação dos conhecimentos foram feitas excursões técnicas em outros estados com especialistas em solos, pastagens e manejo de recursos naturais. Nos estados visitados, contou-se com a colaboração de pesquisadores de órgãos de pesquisas locais, especialmente os da EMBRAPA. Além disso, foram feitos também sobrevôos em vários ambientes e estados da Amazônia.

Este projeto contribuiu para a formação de uma rede de pesquisa regional amazônica, atuante sobre a recuperação de áreas degradadas, convergindo na geração de conhecimento básico para o desenvolvimento sócio-econômico de espaços rurais, e as comunidades que vivem nesses espaços com diferentes níveis de necessidade de recuperação ambiental. Permitiu, sobremaneira, a geração de conhecimento científico sobre espécies regionais apropriadas ou potenciais, muitas já adaptadas, bem como arranjos agrossilviculturais e alternativos com grande potencial para o florestamento ou reflorestamento de áreas alteradas.

5. Referências Bibliográficas

Becker, B. 2001. Amazonian frontiers at the beginning of the 21st century. In: Hogan, D.J. & Tolmasquim, M.T. (Eds.) *Human dimensions of global environmental change: Brazilian perspectives*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p.301-323.

Cravo, M.S. & Smyth, T.J.; Nogueira, O.L. & Souza, B.D.L. 2008. Sistema Bragantino: Modelo de Agricultura em Bases Sustentáveis no Pará. In: *XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água* – Resumos Expandidos – Rio de Janeiro. CD-ROM.

Davidson, E.A.; Sá, T.D.A.; Carvalho, C.J.R.; Figueiredo, R.D.O.; Kato, M.S.A.; Kato, O.R. & Ishida, F.Y. 2008. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. *Global Change Biology* 14:1-10.

Denich, M.; Vielhauer, K.; Kato, M.S.A.; Block, A.; Kato, O.R.; Sá, T.D.de A.; Lucke, W.; Vlek, P.L.G. 2004. Mecanized land preparation in Forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazônia. *Agroforestry Systems* 61: 91-106.

Fearnside, P.M. 1995. Agroforestry in Brazil's Amazonian development policy: The role and limits of a potential use for degraded lands. In: M. Clüsener-Godt and I. Sachs (Eds.) *Brazilian Perspectives on Sustainable Development of the Amazon Region*. Unesco, Paris, and Parthenon Publishing Group, Carnforth, p.125-148.

Garrity, D. P. 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. In: Nair, P. K.; Rao, M. R.; Buck, L. E. (Eds.) *New vistas in agroforestry.* Advances in Agroforestry 1, New York: Kluwer, p. 5-17.

Kato, O.R.; Kato, M.S.A.; Sá, T.D.A. & Figueiredo, R. 2004. Plantio direto na capoeira. *Ciência e Ambiente* 29:99-111.

Kato, O.R.; Helen, J.; Sá, T.D.A.; Vasconcelos, S. 2008. Manejo de áreas alteradas com fruteiras. In: *Anais da Semana da fruticultura, floricultura e agroindústria*. Belém: Instituto Frutal. 14p. CD-ROM.

Porro, R.; Kanashiro, M.; Sarmento, C.; Maneschy, R. & Oliveira, V. 2005. *Iniciativas promissoras & fatores limitantes para o desenvolvimento de sistemas agroflorestais como alternativa à degradação ambiental na Amazônia. Memórias, Resultados e encaminhamentos*. Belém e Tomé-Açú, 19 a 28 de janeiro de 2005. Iniciativa Amazônica, ICRAF, CIAT, Embrapa. 75p.

Swift, M.J.; Izac, A.M.N.; van Noordwijk, M. 2004. Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes- are we asking the right questions? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 113-134.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, MMA/PADEQ e Embrapa.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede RECUPERAMAZ

	Coordenador	Título do Projeto de Pesquisa	Instituição
1	Cláudio José Reis de Carvalho	Definição e validação de indicadores de degradação e de sustentabilidade para diferentes sistemas tradicionais e alternativos de uso da terra na Amazônia	Embrapa Amazônia Oriental - PA
2	Joao Luiz Lani	Espacialização e diagnóstico da situação atual e das causas de degradação em diferentes sistemas de uso da terra em áreas desmatadas na Amazônia	Universidade Federal de Viçosa - MG
3	Osvaldo Ryohei Kato	Desenvolvimento e validação de estratégias participativas de recuperação de pastagem e áreas agrícolas degradadas	Embrapa Amazônia Oriental - PA
4	Michelliny de Matos Bentes-Gama	Uso de sistemas agroflorestais e alternativos para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia	Embrapa Rondônia - RO

Avaliação de indicadores biogeoquímicos em diferentes sistemas de uso da terra na Amazônia Oriental

Cláudio José Reis de Carvalho[1]; Jorge Fernando Barros de Freitas[2]; Moisés Mourão[1]; Rodrigo Maia[2]; Cléo Marcelo Souza[2]; Tereza Primo da Silva[3]; Ivanildo Alves Trindade[2]; Fabiano Santos Freitas[2]; Irene Cibelle Gonçalves Sampaio[2]; Bruno de Oliveira Serrão[4], & Steel Silva Vasconcelos[1]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (claudio.reis@pq.cnpq.br); [2]Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Pará; [3]Bolsista do Programa LBA; [4]Universidade Federal Rural da Amazônia; [5]Embrapa Amazônia Oriental.

1. Introdução

A quantificação do impacto de diferentes formas de uso da terra sobre a sanidade do solo requer o desenvolvimento de indicadores da magnitude do impacto, os quais, por comparação, também possam ser utilizados para identificar serviços ambientais prestados por diferentes sistemas alternativos. Nos últimos vinte anos, a busca por indicadores eficientes do estado de sanidade do solo tem sido intensa, resultando em uma grande massa de resultados de pesquisa. No entanto, há poucos estudos disponíveis relacionados ao impacto de sistemas de uso da terra na Amazônia. Logo, existe necessidade da formação de um conjunto mínimo de parâmetros (Doran & Jones, 1996) com potencial de uso como indicadores de sustentabilidade do solo na região amazônica (Machado *et al.*, 2005; Lavelle *et al.*, 2005). Existem diversos indicadores de solo recomendados para quantificar o impacto do sistema de uso da terra sobre o solo, como biológicos (e.g. diversidade de macrofauna), microbiológico (e.g. respiração microbiana), químico (e.g. carbono) e físicos (e.g. agregação). Porém, os indicadores mais sensíveis para detectar impactos sobre o solo devem variar de acordo com as condições edafoclimáticas, além do tipo e manejo de sistema. Dessa forma, são necessários estudos de avaliação de indicadores de sustentabilidade em diferentes regiões com características de solo, regime pluviométrico e sistemas de uso da terra diversificados. No projeto "Definição e validação de indicadores de degradação e de sustentabilidade para diferentes sistemas tradicionais e alternativos de uso da terra na Amazônia", foram avaliados indicadores de sanidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra (pastagem, agricultura de derruba-e-queima,

agrofloresta) em diferentes regiões no Nordeste Paraense. Os resultados do impacto de sistemas de derruba-e-queima e corte-e-trituração sobre indicadores biogeoquímicos do solo são apresentados nesse estudo.

2. Métodos

Como sítios de referência de longa duração para comparar os sistemas de derruba-e-queima e corte-e-trituração da capoeira foram implantadas parcelas experimentais, com 2 ha para cada sistema, em 2001, na área da Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), localizada no município de Igarapé-Açu, Pará (0° 55' a 1° 20' S e 47° 20'a 47° 50' W). O clima é do tipo Afi e Ami, da classificação Köppen, e o relevo oscila entre plano e suave ondulado (Vieira, 1967). A precipitação pluviométrica varia entre 2300 mm a 2800mm, e a temperatura do ar oscila em torno de 26ºC (Bastos & Pacheco, 1999). O preparo de área sem queima foi realizado triturando-se a biomassa aérea de uma capoeira de aproximadamente 21 anos em pousio em 2001, com um protótipo denominado TRITUCAP (AHWI-FM 600). O preparo de área com queima foi realizado pelo processo tradicional utilizado pelos agricultores. Uma área de 2 ha da floresta secundária foi mantida como testemunha. A parcela triturada foi fertilizada com 12 g/planta de NPK 60-60-30 kg ha^{-1} (uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio), e as árvores leguminosas plantadas foram *Racosperma mangium* Willd e *Sclerolobium paniculatum* Vogel (tachi), no espaçamento de 2mx2m, e em linhas alternadas. Para cada um dos dois tratamentos (triturado, queimado), foram feitas seis (6) amostragens compostas com 3 pontos simples para as profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, sendo três amostragens (A,B,C) para cada parcela (P1 e P2); para o controle (capoeira) foram feitas quatro (4) amostragens compostas, sendo duas (A,B) por parcelas (P1, P2). O solo coletado foi peneirado em 2 mm e depois acondicionado em sacos plásticos e mantidos sob refrigeração. Foram avaliadas as seguintes variáveis: Amônio amon - ($\mu g.g^{-1}$); Carbono microbiano C(m) ($mg.kg^{-1}$); Carbono orgânico C(o) – ($mg.g^{-1}$); Carbono total C(t) – (%) ; Condutividade elétrica cond - (mS); Esporos espor - (un). Fosfatase ácida fosfac - (μg $NPP.gS^{-1}.h^{-1}$); Potássio total - K(t) ($\mu g.g^{-1}$); Mineralização - Min(l) (μg $NH_4^-N.g^-$

^{1} MS); Matéria orgânica - MO(%); Nitrogênio orgânico - N(o) ($\mu g.g^{-1}$); Nitrogênio total - N(t) (%); Sódio total - Na(t) ($\mu g.g^{-1}$); Nitrificação - Nit(l) (μg $NH_4^-N.g^{-1}$ MS); Nitrato – nitrat ($\mu g.g^{-1}$); Fósforo disponível - P(d) ($\mu g.g^{-1}$); Fósforo orgânico P(o) ($mg.kg^{-1}$); pH em H_2O - pH(1) (5,6-6 – ácido); pH em KCl pH(2); Potencial de nitrificação - potnit (μg $NO_3.g^{-1}d^{-1}$); Respiração basal - respb (ug CO_2 m^{-2} s^{-1}); Urease ureas – (μg $NH_4^-N.g^{-1}MS$).

3. Resultados

A partir da aplicação do modelo linear geral, foram definidas equivalências entre todas as formas de preparação da terra e a capoeira nos parâmetros de solo na camada superficial: (i) relacionados a compostos orgânicos, a saber: carbono total, orgânico e microbiano; fração de matéria orgânica; nitrogênio total; sódio total; fósforo total; e (ii) relacionados a processos biológicos, a saber: Nit(l); potencial de nitrificação; atividade da urease. A acidez do solo, indicada pelo pH, tanto em H_2O, quanto em KCl, apresentaram valores menores e equivalentes em ambos preparos de área, indicando uma maior acidez na área de capoeira. Enquanto que a condutividade elétrica foi inferior na área de queima, quando comparada a trituração e capoeira. A trituração apresentou valores superiores, tanto à queima, quanto à capoeira nos (i) compostos: amônio, nitrato e fósforo disponível; e nos (ii) processos: Min(l) e respiração basal. O indicador biológico (esporos) também apresentou valores superiores nesta forma de preparo de terra. Já a capoeira apresentou valores superiores com relação à atividade da fosfatase ácida. Esta, juntamente com a área de queima, apresentou valores superiores a do composto potássio total. A ordenação multivariada indicou a polarização trituração/capoeira como oposta a queima, mantendo nesta última forma de preparo da terra somente o parâmetro potássio total. Todos os outros parâmetros estavam associados à polarização trituração-capoeira. Deste modo, tem-se que a avaliação de parâmetros superficiais do solo, sejam estes relacionados a compostos, tais como amônio, nitrato e fósforo disponível, ou a atividades tais como respiração basal, fosfatase ácida e mineralização líquida, são indicadores com poder discriminante entre diferentes formas de preparo da terra. A partir da

definição da polarização trituração/capoeira infere-se sobre a equivalência da forma de preparo da terra trituração com a capoeira, assegurando a manutenção do patamar dos parâmetros do solo, ou apresentando valores superiores a estes. Avaliou-se a resposta de diversos parâmetros químicos, bioquímicos e biológicos do solo ante os efeitos de preparo da terra (queima e trituração da capoeira), tomando-se como testemunha uma capoeira de 20 anos, em diferentes períodos do ano. Os parâmetros do solo avaliados foram: amon, c(m), c(t), cond, fosfac, k(t), min(l), n(t), na(t), nit(l), nitrat, p(d), p(t), ph(1), ph(2), potnit, respb nas profundidade [00-05], [05-10], [10-20] e [20-30], estabelecendo um número de 68 variáveis (17 indicadores em 04 profundidades). A partir da aplicação de técnicas multivariadas de ordenação, as variáveis foram reduzidas a 12 componentes principais, os quais cumulativamente explicaram cerca de 83% da variação total dos dados. Destes, foram selecionados os seis primeiros, que captaram cerca de 68% da variação total. As variáveis com maior poder discriminante, contidas nos compontes principais PCA I (22% da variação total) e PCA II (14% da variação total) foram: NITRAT, P(t), pH(1), Na(t), RESPB, COND, C(t), N(t), C(m), Min(l) e Nit(l). O PCA I apresentou orientação negativa para (a.1) acidez, nitrificação líquida, respiração basal e sódio total em todas as profundidades, (a.2) Min(l) superficial e (a.3) atividade de fosfatase ácida e disponibilização de fósforo mais profundas. Já a sua orientação positiva assinalou (b.1) nitratos, fósforo total e condutividade elétrica em todas as profundidades, e (b.2) carbono e nitrogênio totais superficiais. No PCA II, a orientação negativa indicou (c.1) carbono total e microbiano, nitrogênio total, mineralização e nitrificação líquidas, potencial de nitrificação e respiração basal em todas as profundidades; (c.2) fósforo disponível em praticamente todas as profundidades e (c.3) sódio e potássio totais e condutividade superficiais. Não foi assinalada nenhuma das variáveis com orientação positiva no PCA II. Em todos os componentes foram determinados efeitos altamente significativos ($p<0,01$), isolados da forma de preparo da terra e do período do ano. Em alguns foi assinalado, além dos efeitos isolados, a interação entre estes. De um modo geral, a trituração apresentou valores superiores de nitrato, fósforo total e condutividade elétrica, carbono e nitrogênio

totais, carbono microbiano, mineralização e nitrificação líquidas, potencial de nitrificação e respiração basal, fósforo disponível e sódio e potássio totais e condutividade superficiais. Enquanto que os períodos de menor precipitação indicaram menor acidez, nitrificação líquida, respiração basal e sódio total, Min(l) superficial e atividade de fosfatase ácida.

4. Discussão e Conclusão

Parâmetros superficiais do solo, tanto aqueles relacionados a compostos (amônio, nitrato e fósforo disponível), como também a atividades (respiração basal, fosfatase ácida e mineralização líquida), são indicadores com poder discriminante entre diferentes formas de preparo da terra.C om base nos resultados, deve-se considerar um marcante efeito sazonal ao que se refere ao comportamento dos parâmetros de solo e à resposta positiva do preparo de terra por meio de trituração, comparado ao preparo tradicional da terra.

5. Referências Bibliográficas

Bastos, T.X. & Pacheco, N.A. 1999. *Características agroclimáticas de Igarapé-Açu, PA e suas implicações para as culturas anuais: feijão, caupi, milho,arroz e mandioca*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.

Doran, J.W. & Jones, A.J. (Eds.) 1996. *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Utilização de fungos micorrízicos arbusculares como indicadores biológicos de alteração do solo na agricultura de derruba-e-queima na Amazônia

Rodrigo da Silva Maia[1]; Cláudio José Reis de Carvalho[1]; Cleo Marcelo de Araújo Souza[1]; Jorge Fernando Barros de Freitas[1] & Steel Silva Vasconcelos[1]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (rodrigomaia@hotmail.com).

1. Introdução

Bioindicadores representam espécies ou grupos taxonômicos superiores com características como densidade populacional, dispersão e sucesso reprodutivo, que podem ser usadas como índice para outros atributos ecossistêmicos mais difíceis ou caros de mensurar (Landre *et al.*, 1988). A grande maioria dos estudos do uso sustentável da biodiversidade tem sido focada em macrorganismos (mamíferos, aves, peixes e plantas). No entanto, existem poucos estudos sobre microorganismos, apesar de representarem cerca de 90% das espécies da Terra, além do seu papel fundamental no funcionamento de ecossistemas (Canhos *et al.*, 1998). Dentre os microorganismos importantes para o ecossistema terrestre, destacam-se os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), que são essenciais para a absorção de nutrientes do solo pelas plantas, com as quais realizam associações simbióticas. Os FMAs desempenham um papel fundamental na nutrição do vegetal, principalmente em solos de baixa fertilidade. O uso recorrente de queimadas como método de preparo menos oneroso do solo na agricultura familiar e limpeza de pastagens na Amazônia resulta em uma grande alteração do ecossistema, causando impactos para a biodiversidade do solo. Resultados anteriores mostraram que a densidade de esporos de fungos micorrízicos e o número de colonizações nas plantas por arbúsculos e hifas podem ser indicadores da intensidade de uso nos sistemas mais comuns da região. Sabe-se também que diferentes formas e intensidades de usos da terra têm um impacto significativo sobre a população e a composição da macro, meso e microfauna dos solos tropicais. Neste trabalho pretendeu-se avaliar (a) o potencial do

uso de fungos micorrízicos como indicador biológico eficaz da alteração do solo em áreas sob corte/queima e corte/trituração e (b) a resposta das micorrizas à sazonalidade da precipitação pluviométrica.

2. Métodos

A área do experimento está localizada na Fazenda Escola da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Igarapé Açu, Pará. Foram avaliados três tratamentos: sistema tradicional de derruba-e-queima, sistema alternativo de corte-e-trituração e controle (floresta secundária). Cada tratamento ocupa uma área contígua de 2 ha, que foi dividida em duas parcelas de 1 ha. As coletas foram realizadas em outubro de 2006 (período seco) e maio de 2007 (período chuvoso). A parcela triturada foi fertilizada com 12 g/planta de NPK 60-60-30 kg ha^{1} (uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio), e, antes do pousio, foram plantadas as leguminosas arbóreas *Racosperma mangium* (Willd.) Pedley e *Sclerolobium paniculatum* Vogel, no espaçamento de 2 m x 2 m, e em linhas alternadas. O preparo da área com queima foi realizado pelo processo tradicional. Em cada parcela, foram coletadas três amostras de solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm e armazenadas em sacos plásticos. No laboratório de Ecofisiologia da Embrapa Amazônia Oriental, as amostras de solo foram peneiradas em malha de 2 mm e secas ao ar. Em seguida, foram pesadas cerca de 30 g de amostra para extração de esporos, utilizando-se o método do peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963), seguido de centrifugação em água a 2.000 rpm, durante 3 min, e em sacarose (45%) a 1.500 rpm por 2 min. Os esporos extraídos foram lavados com água corrente sobre peneira com abertura de malha de 0,053mm e transferidos para placas de Petri para contagem com o auxílio de uma lupa com ampliação de 40x. Os resultados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de significância.

3. Resultados e Discussão

Os resultados mostraram maiores quantidades de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em áreas alteradas pelos sistemas de corte/queima ($P<0,001$) e corte/trituração ($P<0,001$) em relação à área de capoeira. Em outubro de 2006 (período seco), a área de

corte/queima apresentou densidade de esporos significativamente maior ($P<0,001$) do que na área de corte/trituração, embora a queima seja considerada um dos fatores de redução da ocorrência de esporos de FMA (Aboott & Robson, 1991). Em maio de 2007 (período úmido), a área de corte/trituração apresentou densidade de esporos maior do que na área de corte/queima ($P<0,001$). Apesar das duas áreas sofrerem alterações no solo pela queima ou trituração, o que pode estimular a esporulação, a queima provavelmente ocasionou a redução do número de esporos (Brundett, 1991). A capoeira apresentou a menor densidade de esporos neste período. De acordo com Siqueira (1994) é difícil fazer generalização sobre a ocorrência e diversidade dos fungos micorrízicos arbusculares, mas sua ocorrência é geralmente alta em sistemas cultivados com baixo insumo, em condições muito alteradas, como em áreas que sofrem derruba-e-queima. A diversidade, por outro lado, é alta nos ecossistemas em clímax. A quantidade de esporos em solos de capoeiras do trópico úmido é baixo devido à estabilidade desse ecossistema natural onde, na presença constante de hospedeiros e na ausência da variação brusca na fertilidade do solo, os fungos não precisam esporular, perpetuando-se na forma de hifa. Ao mesmo tempo, os esporos podem ser consumidos por outros micróbios, protozoários ou roedores (Janos, 1992). Por outro lado a variação brusca na disponibilidade de nutrientes e a instabilidade dos ecossistemas, causados pela prática de corte/queima e corte/trituração, são condições que contribuem para a esporulação dos FMAs, pois o esporo confere resistência ao fungo em condições adversas. O desenvolvimento do FMA é bem sucedido em solos alterados, em condições ambientais estressantes, locais com alta incidência de doença do sistema radicular (Siqueira, 1994). A simbiose fungo-planta resulta em melhorias no estado nutricional das plantas, tornando-as mais resistente a pragas e doenças e com crescimento mais vigoroso, reduzindo, portanto perdas por estresses de natureza biótica (pragas e doenças) e abióticas como desbalanço nutricional e déficit hídrico (Colozzi-Filho & Balota, 1994). A sazonalidade da precipitação pluviométrica é um fator relevante que afeta o número de esporos de FMA. Durante o período seco a densidade de esporos foi significativamente maior ($P<0,001$) que no

período chuvoso, pois no período seco a planta é mais dependente dos fungos micorrízicos para absorção de água. Segundo Raven et al (2001), além dos FMAS aumentarem a absorção de nutrientes para a planta, aumentam também a habilidade da planta na absorção de água. A sazonalidade, portanto, influenciou na densidade de esporos durante o período úmido, uma vez que a umidade elevada no solo favorece o desenvolvimento de hiperparasitas de esporos dos FMAs (Moreira & Siqueira, 2006). Segundo Abbott e Robson (1991) a umidade elevada do solo é considerada como um dos fatores que reduz a ocorrência de FMAS. As pesquisas de Chu e Diekmann (2002), realizadas também no município de Igarapé-Açú, levaram à conclusão de que a mudança sazonal afeta a população de FMA, reduzindo significativamente durante a época chuvosa, quando a umidade do solo é elevada. Pode-se observar também que, em geral, a quantidade de esporos reduz gradativamente com o aumento da profundidade do solo, pois a atividade biológica é maior na superfície do solo (Kormanik & Graw, 1982; Jasper et al, 1991).

4. Conclusões

Fungos micorrízicos arbusculares são bioindicadores eficientes para avaliar alterações no solo causadas pela agricultura de derruba e queima. A definição de protocolos baseados no uso de FMAs para avaliação de alterações no solo deve considerar que a variação na produção de esporos é sensível à sazonalidade da precipitação pluviométrica e à profundidade do solo.

5. Referências Bibliográficas

Abbott, L.K. & Robson, A.D. 1991. Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agriculture, Ecosystem, Environment, Amsterdam* 35:121-150.

Bastos, T.X. & Pacheco, N.A. 1999. *Características agroclimáticas de Igarapé-Açu, PA e suas implicações para as culturas anuais: feijão, caupi, milho, arroz e mandioca*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999.

Brundrett, M. 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. *Advances in Ecological research* 21:171-313.

Canhos, V.P; Coutinho, H.L.C. & Vazoller, R. 1998. *Microorganismos e biodiversidade dos solos*. Disponível em : <http://www.mma.gov.br/port/sbf/pdf.

Chu, E.Y. & Diekmann, U. 2002. *Efeitos de usos alternativos do solo sobre a população de fungos micorrízicos arbusculares na Amazônia*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental.

Colozzi Filho, A. 1999. *Dinâmica populacional de fungos micorrízicos arbusculares no agrossistema cafeeiro e adubação verde com leguminosas*. Tese de Doutorado. USP/ESALQ. Piracicaba. 106p.

Colozzi-Filho, A. & Balota, E.L. 1994. Micorrizas. In: Hungria, M. & Araújo, S.R. (Eds.) *Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia*. Embrapa.

Gerdemann, J.W. & Nicolson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal endogen species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transaction British Mycology Society* 46:235-246.

Janos, D.P. 1992. Heterogeneity and scale in tropical vesicular-arbuscular mycorrhiza formation. In: Read, D.J.; Lewis, D.H; Fitter, A.H. & Alexander, I.J. (Eds.) *Mycorrhizas in ecosystems*. Wallingford: CAB International.

Jasper, D.A.; Abbot, L.K. & Robson, A.D. 1991. The effect of soil disturbance on vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in soils from different vegetation types. *New Phytologist* 18:471-476.

Kormanik, P.P. & McGraw, A.C. 1982. Quantification of vesicular arbuscular mycorrhizal plant roots. In: Schencki, N.C. (Ed.) *Methods and Principals of Mycorrhizal Research*. St Paul: American Phytopathological Society.

Landres, P.B; Verner, J. & Thomas, J.W. 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2:316-328.

Moreira, F.M.S. & Siqueira, J.O. 2006. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2º Ed. Lavras.

Raven, P.H; Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6th ed. Riode Janeiro: Guanabara Koogan.

Siqueira, J.O. 1994. Micorrizas Arbusculares. In: Araújo, R.S. & Hungria, M. (Eds.) *Microrganismos de importânicia agrícola.* Brasília: Embrapa.

Smith, S.E; Smith, F.A. & Jakobsen, I. 2003. Mycorrizal fungi can dominate phosphate supply to plants irrespective of growth responses. *Plant Physiology* 133:16-20.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Anexo

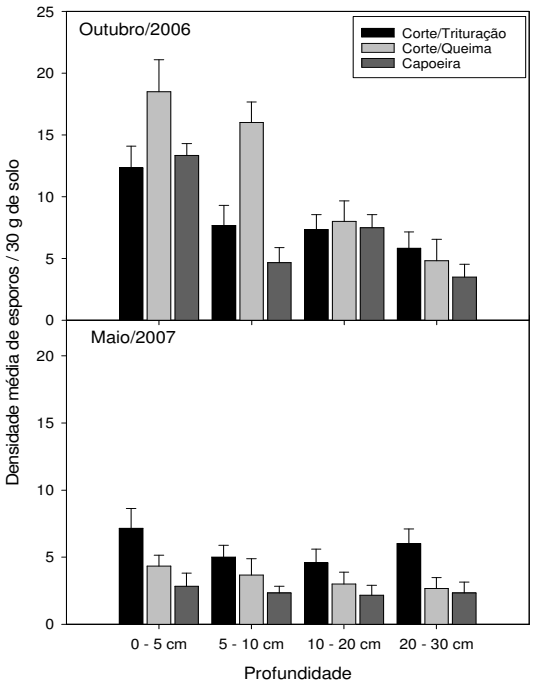


Figura 1. Densidade de esporos em função do sistema de preparo de área e época de coleta (Outubro/2006: período seco, Maio/2007: período chuvoso).

Recuperação de áreas degradadas com a utilização das técnicas do Sistema Bragantino para implantação de sistemas agroflorestais com açaizeiros

Oscar Lameira Nogueira[1]; Manoel da Silva Cravo[1] & Pedro Barbosa de Menezes[2]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (oscar@cpatu.embrapa.br); [2]Prefeitura Municipal de Inhangapi.

1. Introdução

O sistema de agricultura utilizado no nordeste do Estado do Pará sempre foi o itinerante, baseado no processo de derruba-e-queima, responsável pela substituição quase que total da floresta primária, pela atual vegetação de capoeira (Conto *et al*, 1999). Esse sistema é praticado com pouco ou nenhum uso de insumos agrícolas, principalmente calcário e fertilizante, levando ao esgotamento dos nutrientes dos solos (Conto *et al*., 1996). Desta forma, os solos da região encontram-se em elevado estágio de degradação, onde as culturas alcançam baixíssimas produtividades. Diante desse cenário, Cravo *et al*. (2005) lançaram um sistema de cultivo – o Sistema Bragantino – direcionado à recuperação de áreas degradadas, para permitir o uso intensivo da terra, com rotação e consórcio, com a realização de até três cultivos de culturas anuais por ano, sendo adaptado a qualquer parte da região amazônica e à realidade de produtores da agricultura familiar e empresarial. Entretanto, esse sistema, não se restringe apenas ao cultivo de culturas anuais, uma vez que o passo inicial para sua implantação é a recuperação da fertilidade do solo da área que, assim, fica pronta para receber quaisquer tipos de cultivos, sejam eles de culturas anuais, semi-perenes ou perenes. A introdução das culturas semi-perenes e perenes no Sistema Bragantino, pode ser ao mesmo tempo do plantio das culturas anuais ou pode ser feita paulatinamente, à medida em a área vai sendo utilizada com as culturas anuais. Assim, com o passar do tempo, o produtor transforma sua área em um verdadeiro sistema agroflorestal produtivo, ao invés de abandoná-la para regeneração de uma capoeira improdutiva, como no sistema tradicional. Essa

experiência já vem sendo posta em prática por produtores em solos de terra firme da região, onde vários sistemas de produção de açaizeiros, em plantios solteiros ou consorciados, mesmo sem muitos critérios tecnológicos, estão sendo conduzidos. Esses sistemas, devidamente ajustados e validados, podem se constituir em excelentes opções para a recuperação gradativa da cobertura vegetal e, também, garantir a geração de renda e emprego. Considerando esses aspectos, o presente trabalho teve como objetivo recuperar áreas degradadas, com uso das técnicas preconizadas pelo Sistema Bragantino, para elaborar, validar e recomendar sistemas diversificados de produção mais eficazes quanto à produtividade, custo de produção e sustentabilidade ambiental, com vistas a melhorar a qualidade de vida do produtor e subsidiar os agentes de planejamento, crédito, fomento e assistência técnica.

2. Métodos

O estudo encontra-se em desenvolvimento em uma área que inicialmente apresentava indícios de degradação ambiental, na localidade Patauateua, no município de Inhangapi, Pará. A área é de terra firme e vinha sendo utilizada, ao longo dos anos, com culturas anuais alternadas com pequenos períodos de pousios e que se encontrava com vegetação de capoeira rala. O preparo do solo consistiu apenas de uma roçagem, sem queima, uma vez que a vegetação era constituída apenas de espécies arbustivas. Os sistemas de produção em estudo foram formulados com base na realidade da região e nos levantamentos realizados em áreas de produtores. A implantação inicial do sistema agroflorestal consistiu do plantio de mudas de açaizeiros, cultivar BRS Pará, obedecendo-se o espaçamento de 7,0 m entre linhas e 4,0 m entre plantas, tendo-se uma população de 420 plantas por hectare. Para o plantio seqüencial das culturas anuais e das outras culturas perenes o solo foi corrigido e adubado com 1.000 kg/ha de calcário dolomítico, 250 kg/ha de superfosfato triplo, 100 kg/ha de cloreto de potássio e 30 kg/ha de FTE BR 12, seguido de uma gradagem para incorporação do calcário e dos fertilizantes químicos. No mesmo ano, nas entrelinhas dos açaizeiros, foram implantadas culturas anuais, utilizando-se as técnicas do sistema bragantino, que consistiu no plantio de duas

cultivares regionais de mandioca (Jurará Amarela e Inha), em fileiras duplas, consorciadas com feijão-caupi, e que tem como função principal, além de produzir alimentos, recuperar a fertilidade do solo e amortizar os custos iniciais das culturas perenes. O sistema contemplou, também, no segundo ano, o plantio de mudas de cacaueiros no espaçamento de 14,0 m x 8,0 m, com uma população de 90 plantas/ha, e de espécies de essências florestais no espaçamento de 14,0 m x 12,0 m e uma população de 60 plantas/ha. Ao final do processo de implantação das culturas perenes já é possível se verificar a formação de um sistema agroflorestal, caracterizado por um açaizal enriquecido com espécies frutíferas e florestais, que fornecerá maior renda e produção mais diversificada, como também melhorará a cobertura vegetal da área, pela implantação dessas culturas perenes, fornecendo melhor proteção ao solo. Para aumentar a eficiência do sistema, foram desenvolvidos estudos de curvas de respostas de N, P, K para culturas do arroz, milho, feijão-caupi e mandioca e ajustes no software Nutrient Management Decision Support System (NuMaSS) para recomendação de calagem e adubação.

3. Resultados

Em setembro de 2006 foi realizada a colheita do feijão caupi, cultivar BR3 Tracuateua, tendo sido observada uma produtividade de 800 kg/ha de grãos secos. Em junho de 2007 foi realizada a colheita das duas cultivares regionais de mandioca utilizadas no sistema de produção, sendo observadas produtividades de 27 e 30 t/ha de raízes frescas, para as cultivares Jurará Amarela e Inha, respectivamente. A colheita da mandioca aconteceu precocemente, ou seja, aos 10 meses após o plantio devido ao surgimento de podridão de raízes, muito comum na região. O sistema agroflorestal implantado apresenta-se, atualmente, com as espécies permanentes que são o açaizeiro, as essências florestais (mogno africano, marupá e mogno amazônico) e o cacaueiro. Os espaços disponíveis nas entrelinhas das espécies perenes estão sendo utilizados, novamente com a cultura de mandioca porém, agora, com as cultivares Mari, Poti e Maranhense, sendo as duas primeiras tolerantes à podridão radicular. Os açaizeiros, aos dois anos e oito meses após o plantio, encontram-se

em fase inicial de floração e altura média superior a 3,0 m, sendo feito o desbaste e permanecendo três estipes por touceira. As essências florestais apresentam excelente crescimento, com destaque para o mogno africano com altura superior a 3,5 m. O cacau, devido ter sido plantado posteriormente, apresenta altura média de 1,5 m. As curvas de resposta N, P, K e calcário, previstas como metas do projeto, já foram parcialmente definidas para culturas de milho e arroz, em Pargominas e, para milho e feijão-caupi, em Terra Alta e Tracuateua, já sendo possível se fazer recomendações de adubação para as culturas de arroz, milho e feijão-caupi, com bastante segurança, utilizando as doses mais econômicas. Ajuste e instalação do software "Nutrient Management Decision Support System - NuMaSS", no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, para utilização nas recomendações de calagem e adubação, com base em resultados de análises de solo.

4. Discussão e Conclusão

A produtividade de feijão-caupi nesse sistema foi de 800 kg/ha, um pouco abaixo da média regional, em plantios solteiros que é de 1.200 kg/ha, o que é compreensível, pois ele ocupa apenas uma parte da área de cultivo, que são os espaços entre as fileiras duplas de mandioca. De acordo com Cravo *et al*., (2008), essa produtividade, embora mais baixa, representa um ganho muito grande ao produtor, considerando-se que além do feijão-caupi ele ainda tem a produção de mandioca, sem custos adicionais no preparo de área. A produtividade de raízes das duas cultivares de mandioca de 27 e 30 T/ha representa 2,25 e 2,50 vezes a média do Estado do Pará (12 T/ha), o que corresponde a um aumento de 125 a 150%, respectivamente, qualificando o Sistema Bragantino como de alta viabilidade agronômica. Parte das produções de feijão-caupi e mandioca será usada para o consumo da família, e a venda do restante serve para amortizar parte dos custos de implantação do sistema agroflorestal. Uma vez que o cultivo das culturas anuais irá continuar dentro do sistema agroflorestal, até que a sombra das culturas perenes permita, a amortização dos custos continuará, chegando-se a um ponto em que o sistema agroflorestal estará "de graça" para o produtor. Além disso, a fertilidade do solo é melhorada

à medida que as culturas anuais vão sendo cultivadas e colhidas, pois os resíduos de adubação e das próprias culturas permanecem na área e são aproveitadas pelas culturas perenes. Por todas essas vantagens e pelos resultados que vêm sendo obtidos, com o uso de suas técnicas, conclui-se que o Sistema Bragantino pode ser considerado inovador, prático e factível, não se restringindo apenas ao cultivo de culturas anuais, mas possibilitando a implantação de culturas semi-perenes e perenes, para formação de sistemas agroflorestais que, além de contribuírem para a melhoria da renda dos produtores, têm a função de substituir a vegetação de floresta antes existente na região e melhorar a proteção ambiental.

5. Referências Bibliográficas

Conto, A.J.; Homma, A.K.O.; Galvão, E.U.P.; Ferreira, C.A.P.& Amorim, R.A. 1996. A modernização da pequena propriedade na região Nordeste do Estado do Pará. In: *34° Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural*, Aracaju. Anais. Brasília: SOBER. P. 385-410.

Conto, A.J.; Galvão, E.U.P.; Homma, A.K.O.; Carvalho, R.A.; Ferreira, C.A.P.; Oliveira, R.F. & Menezes, A.J.E.A. 1999. Arraial de São João: Comunidade em processo de mudança tecnológica na microrregião bragantina, Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 57p (Embrapa, *Documentos*, 18)

Cravo, M.S.; Corteletti, J.; Nogueira, O.L.; Smyth, T.J. & Souza, B.D.L. 2005. Sistema Bragantino: Agricultura sustentável para a Amazônia. Belém – Pará. Embrapa Amazônia Oriental. 93p.(Embrapa, *Documentos*, 218).

Cravo, M.S. & Smyth, T.J.; Nogueira, O.L. & Souza, B.D.L. 2008. Sistema Bragantino: Modelo de Agricultura em Bases Sustentáveis no Pará. In: *XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água* – Resumos Expandidos – Rio de Janeiro – RJ, CD-ROM.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Embrapa.

Espacialização e diagnóstico da situação atual e das causas de degradação em diferentes sistemas de uso da terra em áreas desmatadas da Amazônia.

João Luiz Lani[1]; Eufran Ferreira do Amaral[2]; Edson Alves Araújo[3];Arlete Silva de Almeida[4]; Nilson Gomes Bardales[5]; Judson Valentim[2]; Carlos Maurício de Andrade[2] & Henrique de Oliveira (in memorian).

[1]Universidade Federal de Viçosa (lani@ufv.br); [2]Embrapa Acre; [3]Programa de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre; [4]Museu Paranaense Emílio Goeldi; [5] Pós-graduando, Universidade Federal de Viçosa.

1. Introdução

A ocupação da Amazônia preocupa na medida em que o uso desordenado dos recursos naturais causam degradação ao meio ambiente. Atualmente existem cerca de 70 milhões de hectares de áreas alteradas na Amazônia Leal. Segundo Dias-Filho & Andrade (2006) a área de pastagens nesta região era de 63,2 milhões de hectares, com 61,5% apresentando algum grau de degradação. Desde longo tempo fala-se em degradação causada pelo uso indiscriminado da terra, porém os níveis de degradação são pouco conhecidos e quantificados. Essa situação justifica a necessidade de estudos que venham contribuir para a determinação de parâmetros para o conhecimento real desses níveis de degradação, e pesquisas que unam três escalas (satélite-campo-videografia ou aerofotos) que possibilitem definir os vários tipos de "áreas degradadas" em escala compatível que se possa identificar o nível de degradação. Por outro lado sabe-se que diferentes tipos de manejo e uso do solo afetam distintamente suas propriedades físicas e químicas, além da dinâmica de carbono, reciclagem de nutrientes, propensão à erosão e associação argila/matéria orgânica do solo, afetando de modo diferenciado a rede hidrográfica. Para realizar uma análise integrada em nível local há necessidade do enriquecimento com o saber da população tradicional, com informações sobre quais os tipos de solo são utilizados, sua base de estratificação local e como os agricultores os relacionam com a vegetação, umidade, fertilidade e possibilidades

de cultivo. Outro ponto importante é que se estima que somente na parte brasileira da Bacia Amazônica haja entre 70.000 a 100.000 km^2 de planície de inundação entre várzeas e igapós. Este é um ambiente expressivo em termos de área e pouco conhecido em termos de solos, interação entre água x planta, seu uso atual e o seu potencial produtivo. Por outro lado, há outros inúmeros aspectos a serem considerados, tais como: o uso dos solos para o plantio de determinadas culturas como o milho, feijão, banana etc. e há a eliminação da mata ciliar o que contraria frontalmente a legislação ambiental. Em razão do relevo próximo aos rios ser plano a suave ondulado, nas cheias, grandes áreas são inundadas em suas margens. Logo, há um processo de adaptação dos ribeirinhos a estas condições, quer nos aspectos de moradia, época de plantio, tipos de culturas, etc. Há, neste caso, uma maneira sábia do ribeirinho de conviver com esta situação que muitas vezes é completamente desconhecida pela ciência. Neste contexto, torna-se essencial viabilizar o conhecimento do potencial e restrições dos recursos naturais e dos aspectos socioeconômicos e culturais em escala compatível, a fim de possibilitar: o reordenamento territorial; maior flexibilidade na definição de zonas de preservação e de produção agropecuária e florestal; e a gestão sustentável do território, com uma visão agronômica e ambiental, onde o usuário final é também inserido nas decisões e no melhor uso dos recursos naturais.

2. Métodos

Foram feitas diversas ações, primeiramente na área de sensoriamento remoto com uso de diferentes formas de avaliação da paisagem (aerofotos não-convencionais e panorâmicas, imagens de satélites, videografia etc.) e testou-se o uso de equipamentos como câmeras especiais da Hasellblad, câmeras comuns digitais (Sony 828) e mais recentemente adquiriu-se uma Ricoh de oito megapixels com GPS embutido. Sempre se teve o cuidado de correlacionar a interpretação das imagens com a realidade de campo. Nos levantamentos de solos foi utilizada a metodologia preconizada por Santos *et al.*; (2005). A classificação dos solos adotada foi segundo EMBRAPA, (2006). As análises de solos seguiram os padrões e metodologias utilizadas pela Universidade Federal de Viçosa e conforme EMBRAPA (1997).

3. Resultados

Com o uso de câmaras digitais de baixo custo foi possível chegar a níveis de detalhes de até 1:2.000. Isto permite avaliar as condições de degradação das pastagens e também outras informações de caráter de planejamento como: plano de divisão das pastagens, cálculo de áreas dos pastos, condições ambientais das APPs, área e condições da reserva legal. Foi ainda facilitada a identificação das classes de solos, relevo, tipo de vegetação, teor de ferro no solo, capacidade de compactação e adensamento dos solos, mapas de fragilidade e outras ações inerentes ao melhor uso dos recursos naturais (Figura 1).

Figura 1. Qualidade das aerofotos obtidas com câmera simples e de baixo custo (Sony F828) de oito megapixels. Percebe-se pela interpretação a degradação das pastagens, qualidade do solo, assoreamento do igarapé e outras informações.

Os principais resultados alcançados foram:

- Envolvimento direto (capacitação) de inúmeros profissionais, de pesquisadores a estudantes de graduação de diferentes áreas de atuação. Deve-se salientar que boa parte da equipe é oriunda da Amazônia ou já está erradicada na região, ou trabalham diretamente na mesma;

- Elaboração de um livro: Uso Sustentável de Ecossistemas de Pastagens Cultivadas na Amazônia Ocidental onde são expostos nos capítulos os resultados da pesquisa nas suas diversas ações.
- Cartilha: Plantas Daninhas Mais Freqüentes em Ecossistemas de Pastagens na Amazônia: Identificação e Controle.
- Jogos Didáticos Ambientais.

Além desses aspectos foram elaborados estudos em várias escalas em nível de região, município (Capixaba e Manoel Urbano), bacia hidrográfica, assentamentos (Pólo Agroflorestal Custódio Freire e propriedades). Na propriedade pode-se comprovar os efeitos da tecnologia ao se documentar a comparação entre pastagens degradadas e recuperadas (Figura 2).

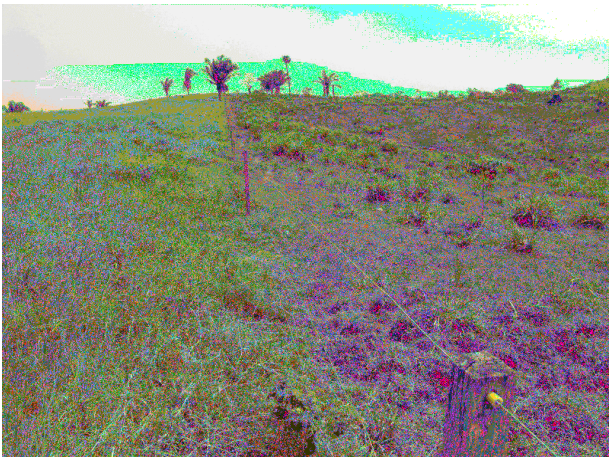


Figura 2 - Pastagem recuperada à esquerda e degradada à direita, com a presença do capim navalha ou tiririção (*Paspalum virgatum*).

4. Discussão e Conclusão

Algumas dificuldades ocorreram, pois na Amazônia, as áreas degradadas diferem de outros ambientes brasileiros. Por exemplo, no sudeste as áreas degradadas normalmente são desprovidas de vegetação (surgimento de "pelados") e na Amazônia, a pastagem, na sua maioria braquiária, é substituída por outra vegetação e nem

sempre os sensores remotos são apropriados para perceberam esta diferença. Diante disso e da peculiaridade da região é que se optou por métodos que permitissem aos pecuaristas identificarem o estágio de degradação das pastagens por meio de indicadores de degradação, da chave de identificação desses ambientes e também foi elaborada uma cartilha com o propósito de subsidiar a identificação e controle das principais plantas daninhas. A limitação é que devido à escala ser muito grande, torna-se inviável para grandes áreas como regiões. Mas é de grande valia para o planejamento de propriedades e a um custo relativamente baixo. A tecnologia é de fácil compreensão e de adaptação a aeronaves de pequeno porte. Conscientes que o desafio é grande e que mais do que caracterizar o problema (degradação das pastagens) seria capacitar os pecuaristas para que eles mesmos pudessem ter ferramentas passíveis de serem utilizadas, procurou-se então buscar na ciência a base para confirmar as hipóteses e métodos que os permitisse avaliar as condições de suas pastagens. Para isto investiu-se também em técnicas de transferência de conhecimentos através de vários meios como: chave de identificação de degradação de pastagens; Cd interativo: Questões ambientais voltadas a pastagens degradadas; Cartilha de identificação das principais invasoras; e algo inédito: os JOGOS DIDÁTICOS DE RECUPERAÇÃO DE PASTAGENS cujo objetivo é disponibilizar material didático para alunos de primeiro e segundo graus. Pode-se concluir que embora a maioria dos trabalhos tenha se concentrado no Estado do Acre, este estado foi escolhido por possuir distintos ambientes que bem podem representar boa parte da região amazônica e pela logística lá encontrada. Percebeu-se pelas entrevistas que a pecuária é a forma mais fácil de tomar posse da terra, produto de fácil comercialização e de transporte. O desmatamento, além de expandir a "posse" da terra, leva a uma atividade economicamente mais estável. As aerofotos de baixo custo podem ser muito úteis no melhor planejamento do uso da terra. A presença de argilas de atividade alta imprime ao ambiente todo um comportamento peculiar desde a questão hídrica - enchentes e secas dos igarapés; condições melhores de pastagens - presença de leguminosas em maior abundância, mas também causa inúmeros problemas com a questão das condições de uso dos ramais (estradas). Os solos de várzea (beira

de rio) são na sua maioria os mais férteis e os que apresentariam maior sustentabilidade.

5. Referências Bibliográficas

Dias-Filho, M.B. & Andrade, C.M.S. 2006**.** Pastagens no trópico úmido. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental. 30 p. il.; (Embrapa Amazônia Oriental. *Documentos*, 241).

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2006**.** *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 212p.

Santos, R.D.; Lemos, R.C.; Santos, H.G.; Ker, J.C. & Anjos, L. H. C. 2005. *Manual de descrição de coleta de solo no campo.* 5.ed. Viçosa, MG, SBCS/SNLCS, 100p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Petrobras.

Avaliação do corte-e-trituração da capoeira na utilização de pastagens em Igarapé-Açu, Estado do Pará

Paulo Celso Santiago Bittencourt[1]; Jonas Bastos da Veiga, Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo & Osvaldo Ryhoei Kato

[1]Embrapa Amazônia Oriental.

1. Introdução

No processo tradicional de formação de pastagem na Amazônia, seguindo-se ao corte da vegetação, é feita a queima. Nos primeiros anos a pastagem apresenta alta produção de massa de forragem, favorecida pela fertilização do solo através das cinzas. Entretanto, passados 6 a 7 anos, entra em declínio produtivo em decorrência da perda de fertilidade do solo e do manejo inadequado praticado desde o seu estabelecimento (Veiga, 2006). Isso tem acarretado o aparecimento de grandes áreas consideradas degradadas ou abandonadas. Uma das alternativas à queima é o preparo da área por meio do corte-e-trituração da capoeira. Neste método o solo fica por um longo período coberto pelo material triturado e pode apresentar diversas vantagens, como a redução de infestação por plantas invasoras e favorecer o microclima do solo (Kato *et al.*, 2003), aumento do teor de matéria orgânica no solo (Sommer, 2000) e diminuição das perdas de água no solo principalmente, na época seca (Cardoso Júnior *et al.*, 2007). Muitos estudos sobre a produtividade de pastagens na região Amazônica referem-se à implantação pelo método de corte-e-queima (Bittencourt e Veiga, 2003; Bendahan e Veiga, 2003). Entretanto, o desempenho da pastagem implantada sem uso do fogo ainda não foi suficientemente estudado. Portanto, este estudo objetivou avaliar o método de preparo de área de corte-e-trituração da capoeira como alternativa à queima no desempenho de pastagem, em Igarapé-Açu, Pará.

2. Métodos

O experimento foi desenvolvido no período de dezembro/2000 a outubro/2005, numa propriedade particular localizada no km 4 da Estrada Velha de Maracanã, no município de Igarapé-Açu,

microrregião Bragantina, no nordeste do estado do Pará. O clima é quente e úmido, do tipo Am_i da classificação de Köppen. A precipitação pluvial média anual é de 2.500 mm, sendo setembro, outubro e novembro os meses mais secos; a temperatura média anual é de 27° C, com máxima de 38° C e mínima de 26° C; a umidade relativa varia de 80 a 90% (Bastos e Pacheco, 2000). O solo é do tipo Argissolo Amarelo, de textura média argilosa, bem drenado, ácido e pobre em nutrientes minerais. A vegetação secundária (capoeira) era de aproximadamente 12 anos de idade. Estimou-se sua biomassa aérea seca em 71,5 t ha^{-1} e com uma entrada de nutrientes de 386,1 kg ha^{-1} de N; 14,3 kg ha^{-1} de P; 70,1 kg ha^{-1} de K; 291,0 kg ha^{-1} de Ca e 47,2 kg ha^{-1} de Mg. A capoeira foi dividida em dois talhões contíguos e iguais, de 24.804m^2, para a implantação dos métodos de preparo de área. O método de corte-e-queima foi aplicado derrubando-se manualmente a capoeira com terçados e foices; três semanas após foi feita a queima. O método de corte-e-trituração foi aplicado triturando-se a capoeira com o implemento AHWI FM 600 que também distribui o material triturado sobre o solo. O talhão de cada método foi dividido para comportar um delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições onde se estudaram os seguintes tipos de pastagens: BQ = braquiarão (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) + quicuio-da-amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt), com três repetições (uma em cada bloco); e BQA = braquiarão + quicuio-da-amazônia + arachis (*Arachis pintoi* cv. Amarillo), com seis repetições (duas em cada bloco). O tamanho da parcela foi de 2.650m^2. O capim braquiarão foi semeado com plantadeira manual no espaçamento 0,50 m x 0,50 m. O capim quicuio foi plantado por mudas espaçadas de 1,0 m x 1,0 m. O arachis foi semeado no espaçamento de 0,50 m x 0,50 m, em faixas de 4 m de largura, distanciadas de 8 m e previamente demarcadas ao longo das parcelas. Durante o plantio houve adubação de 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples. Onze meses após o plantio, em cada método de preparo de área (talhão), três grupos de dois novilhos mestiços euro-zebu, de 24 meses e peso inicial médio de 260 kg, pastejaram as parcelas experimentais, um grupo as três repetições da pastagem BQ e dois grupos as seis repetições da pastagem BQA, num sistema de pastejo

rotacionado, com 18 dias de ocupação e 36 dias de descanso perfazendo um ciclo de pastejo de 54 dias. No primeiro período de pastejo, a cada 36 dias, foi feita uma avaliação nas parcelas (piquetes) antes da entrada dos animais. Nos períodos de pastejo seguintes, foram feitas duas avaliações, uma na época chuvosa e outra na seca. Foram avaliadas áreas amostrais de 0,5 m^2, distribuídas ao acaso, seis nas parcelas da pastagem BQ e 12 nas da BQA, neste caso seis no estande das gramíneas e seis no da leguminosa. Em cada área amostral o material vegetal foi cortado a 5 cm do solo e pesado. A cada três amostras, foi constituída uma amostra composta e separados os seguintes componentes: braquiarão, quicuio, arachis, material morto e juquira (espécies não forrageiras de pastagens). Em seguida foram colocados em estufa, a 65°C por 72 horas. A significância dos fatores estudados foi feita pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3. Resultados

A massa do braquiarão, do total (braquiarão + quicuio + arachis), do material morto e do total geral foi maior ($P \leq 0,05$) no método de corte-e-trituração, enquanto que a massa do quicuio e da juquira foi superior ($P \leq 0,05$) no método de corte-e-queima (Tabela 1). Possivelmente, o braquiarão foi a forrageira que mais se beneficiou do melhoramento da qualidade do solo proporcionado pela trituração da capoeira. Isso também refletiu na massa do total, do material morto e do total geral. A maior massa do quicuio e da juquira no método de corte-e-queima confirma seu melhor desempenho quando o fogo é utilizado no preparo da área. Do ponto de vista da sustentabilidade, o maior crescimento de juquira pode aumentar a sua competitividade com espécies forrageiras, como o braquiarão, acelerando os processos de degradação (Veiga, 2006). Na Tabela 2, observa-se que a massa do braquiarão, do total (braquiarão + quicuio + arachis), do material morto e do total geral diminuiu ($P \leq 0,05$) na presença da leguminosa. Isso possivelmente se deveu à redução de área das gramíneas cujo crescimento sempre suplanta o das leguminosas, por força das diferenças fotossintéticas desses dois grupos de plantas. A massa total é um dos principais parâmetros de

avaliação de uma pastagem. Na Figura 1, observa-se uma tendência do corte-e-trituração em proporcionar uma maior massa total ao longo de todos os ciclos de pastejo, porém, com significância estatística ($P \leq 0,05$) apenas nos ciclos 2° e 6º, do período de pastejo 1. Essa tendência e os resultados das médias do estudo como um todo (Tabela 1) evidenciam o efeito favorável proporcionado pelo material triturado e espalhado sobre a área. Esses efeitos positivos do corte-e-trituração foram observados em áreas de cultivos agrícolas (Kato *et al.*, 2003; Cardoso Júnior *et al.*, 2007).

4. Discussão e Conclusão

A vantagem do método de corte-e-trituração da capoeira sobre o de corte-e-queima foi, sobretudo, na redução do crescimento da juquira, favorecendo o aumento da produção de massa de forragem.

5. Referências Bibliográficas

Bastos, T. X. & Pacheco, N. A. 2000. Características agroclimatológicas do município de Igarapé-Açu. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 08 p. (Embrapa Amazônia Oriental. *Documentos,* 69).

Bendahan, A. B. & Veiga, J. B. 2003. Características das pastagens em propriedades leiteiras da microrregião de Castanhal, Estado do Pará, Brasil. Tourrand, J. F.; Veiga, J. B., (Ed.). *Viabilidade de sistemas agropecuários na agricultura familiar da Amazônia*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. p.79-101.

Bittencourt, P. C. S. & Veiga, J. B. 2003. Situação das pastagens em sistemas de produção leiteira da agricultura familiar do município de Uruará-Pa, Região da Transamazônica. Tourrand, J. F.; Veiga, J. B., (Ed.). *Viabilidade de sistemas agropecuários na agricultura familiar da Amazônia*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p.103-117.

Cardoso Junior, E. Q.; Kato, O. R.; Kato, M. do S. A.; Lopes, S. da C. & Sá, T. D. de A. 2007. Métodos de preparo de área sobre algumas características físicas do solo e da produção do maracujazeiro (*Passiflora edulis*) no nordeste do Pará. Embrapa Amazônia Oriental, Belém-PA, 2007. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 65.

Kato, O. R.; Kato, M. S. A.; Vielhauer, K.; Block, A. & De Jesus, C. C. 2000. Cultivo do milho em sistema de corte e trituração da capoeira na região nordeste do Pará - Efeito da época do preparo de área. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2000. (*Boletim de Pesquisa* 19).

Sommer, R. 2000. *Water and nutrient balance in deep soils under shifting cultivation with and without burnig in the Eastern Amazon*. George-August-University, Göttingen. Faculty of Agricultural Sciences. Doctoral Dissertation.

Veiga, J. B. 2006. Formação e manutenção de pastagem. Veiga, J. B. (Ed.). *Sistemas de produção: criação de gado leiteiro na Zona Bragantina*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p. 59-65.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Anexos

Tabela 1. Massa dos componentes forrageiros e de juquira da pastagem por método de preparo de área. Igarapé-Açu - PA. 2005[1].

Método	Braquiarão	Quicuio	Arachis	Total	Material morto	Juquira	Total geral
	kg de MVS ha^{-1}				kg de MS ha^{-1}		
Corte-e-queima	1303 **b**	243 **a**	152 **a**	1617 **b**	785 **b**	558 **a**	2960 **b**
Corte-e-trituração	1804 **a**	74 **b**	185 **a**	1969 **a**	900 **a**	378 **b**	3246 **a**

[1]Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05); n = 90.

Tabela 2. Massa dos componentes forrageiros e de juquira, por tipo de pastagem. Igarapé-Açu/PA. 2005[1].

Pastagem	n	Braquiarão	Quicuio	Arachis	Total	Material morto	Juquira	Total geral
		kg de MVS ha^{-1}				kg de MS ha^{-1}		
BQ	60	2002 **a**	152 **a**	-	2154 **a**	1062 **a**	418 **a**	3634 **a**
BQA	120	1330 **b**	162 **a**	169	1612 **b**	732 **b**	493 **a**	2838 **b**

[1]Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

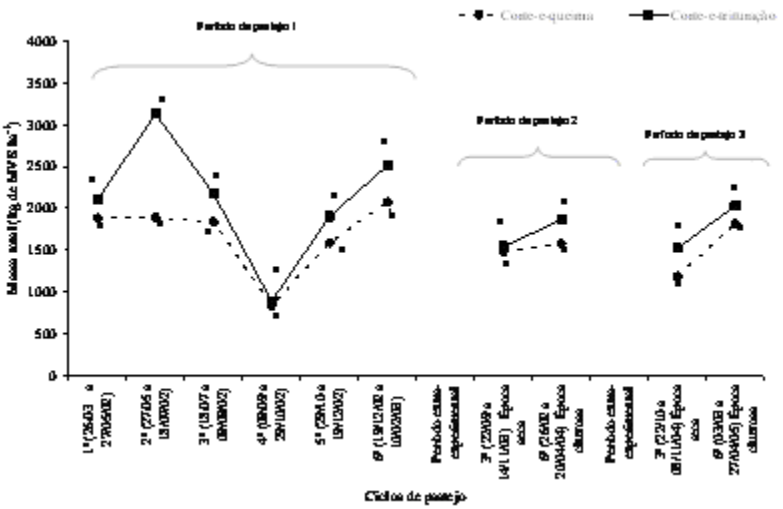


Figura 1. Massa total de forragem (braquiarão + quicuio + arachis) em função dos métodos de preparo de área de corte-e-queima e corte-e-trituração da capoeira, ao longo dos ciclos de pastejo. Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Produção de frutos e sementes da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistema agroflorestal na região da Confiança, Cantá – Roraima

Liane Marise Moreira Ferreira[1] & Helio Tonini[1]

[1]Embrapa Roraima (liane@cpafrr.embrapa.br).

1. Introdução

A castanha-do-brasil é um dos principais componentes de sistemas agroflorestais implantados na região Norte. É espécie que ocorre em toda a região Amazônica, abrangendo, no Brasil, os estados de Roraima, Rondônia, Acre, Amazonas, Pará e Norte dos estados de Goiás e Mato Grosso, tendo como habitat preferido às matas de terra firme (Loureiro & Silva, 1968; Loureiro *et al.*, 1979). A espécie fornece madeira de boa qualidade, sendo o seu abate em florestas naturais proibido por lei, porque a coleta de frutos auxilia na sustentação e subsistência de populações que vivem à base do extrativismo (Fernandes & Alencar, 1993), desempenhando papel fundamental na organização sócio econômica de grandes áreas extrativistas da floresta Amazônica (Silva, 2002). Trata-se de uma espécie nativa de grande potencial para sistemas agroflorestais (SAFs) na Amazônia (Clement, 2000; Loureiro *et al*., 1979, Yared *et al.*, 1993). O presente trabalho teve o objetivo de apresentar dados de produção de frutos e sementes da castanheira-do-brasil em um sistema agroflorestal em área de floresta implantado desde 1995 para servir como base comparativa para composição de novos arranjos em SAFs ou em plantios puros.

2. Métodos

acompanhamento da produção de frutos e sementes foi realizado durante o ano de 2007, em um sistema agroflorestal implantado em 1995 no Campo Experimental Confiança da Embrapa Roraima, localizado a 90 km de Boa Vista no município do Cantá. A região apresenta vegetação de floresta, clima do tipo Ami (Köppen), e precipitação entre 1795 - 2385 $mm.ano^{-1}$, com período chuvoso concentrado nos meses de maio a julho, que corresponde a mais de

55% do total de precipitação. Como espécies componentes do SAF têm-se: Castanha-do-Brasil (*Bertholetia excelsa*), cupiúba (*Goupia glabra*), pupunha (*Bactris gasipaes*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*); café (*Coffea canephora*); saman (*Pithecellobium saman*); abiu (*Micropholis venulosa*); andiroba (*Carapa guianensis*) e Gliricidia (*Gliricidia sepium*) sendo esta última em bordadura. O desenho espacial é do tipo multiestratificado, as parcelas medem 48 m x 48 m e o espaçamento entre espécies é 2 m x 3 m, com área útil abrangendo 192 m^2. Na implantação dos sistemas agrosilviculturais, a área foi gradeada recebendo calagem na dose de 2 $t.ha^{-1}$ (PRNT 100%), aplicação de 40 $kg.ha^{-1}$ de P_2O_5 e 50 $kg.ha^{-1}$ de FTE BR 12.

3. Resultados

Produção de frutos 2007: Foram avaliadas 68 árvores, das quais 40 (60,0%) mostraram-se produtivas. O número de frutos produzidos variou de 1 a 53 (média 9,9); o número de sementes de 15 a 1016 (média 154) e o peso das sementes entre 155 g e 9 kg (média 1,42 kg). A relação peso de sementes/peso dos frutos foi em média 0,151. A árvore com melhor desempenho produziu 53 frutos e 9 quilos de sementes. Em comparação com os anos 2005-2006 (Ferreira & Tonini, 2006) se verificou aumento na produção, a saber: aos 10 anos o número de frutos produzidos por árvore variou de 1 a 33 (média 6/planta); o número de sementes variou de 10 a 532 (média 112/planta), com peso variando entre 75g a 4kg (média 750 g/planta). A relação peso de sementes/peso dos frutos foi em média 0,302. Este resultado concorda com (Yared, 1993) ao afirmar que aos 12 anos as castanheiras entram em idade madura, começando a partir de então a haver a estabilização da produção.

4. Discussão e Conclusão

O número de árvores produtivas e a produção média de frutos e sementes por árvore de castanheira-do-brasil no ano de 2007 aumentaram em comparação com os anos de 2005 e 2006. Este aumento pode estar relacionado à idade das plantas ao atingirem a maturidade.

5. Referências Bibliográficas

Clement, C.R. 2000. Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: INPA.

Fernandes, N.P. & Alencar, J.C. 1993. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. 4. Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), dez anos após o plantio. *Acta Amazônica* 23: 191-198.

Ferreira; L.M.M.; Tonini, H. 2006. Desempenho da castanheira (*Bertholletia excelsa*) e da cupiúba (*Goupia glabra*) em sistema agrosilvicultural na região da Confiança Cantá - Roraima. In: *Anais do 6° Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*. Campos.

Loureiro, A.A. & Silva, M.F. 1968. *Catálogo de madeiras da Amazônia*. Belém: SUDAM. v. 1. 433 p.

Loureiro, A.A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C. 1979. *Essências florestais madeireiras da Amazônia*. Manaus. INPA. v. 1. 245p.

Silva, F.A. 2002. *Aplicação de microondas no processo de beneficiamento de castanha-do-brasil (*Bertholetia excelsa*)*. Dissertação de Mestrado. Unicamp.

Yared, J.A.G.; Kanashiro, M.; Viana, L.M.; Castro, T.C.; Pantoja, J.R.S. 1993. Comportamento silvicultural de castanheira (*Bertholletia excelsa* H.&K.), em diversos locais na Amazônia. In: *Anais do 1° Congresso Florestal Panamericano*, Curitiba. Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, v.2 p.416-418.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Viabilidade técnica e econômica da formação de bacurizal mediante manejo de rebrotamento

Alfredo Kingo Oyama Homma[1]; José Edmar Urano de Carvalho; Antônio José Elias Amorim de Menezes[1]; Fabrício Khoury Rebello[2]; Grimoaldo Bandeira de Matos[1]; Kleber Farias Perotes[3]; Wagner Nazareno Menezes dos Santos[1]; Paulo Roberto Souza Pereira[3].

[1]Embrapa Amazônia Oriental (homma@cpatu.embrapa.br); [2]Técnico do Banco da Amazônia; [3]Emater-Pará.

1. Introdução

Na mesorregião do Nordeste Paraense e na ilha de Marajó existem vastas áreas onde ocorre o rebrotamento de bacurizeiros, no qual muitos produtores já vêm efetuando manejo, alguns com mais de 50 anos. Por outro lado já se verifica o interesse por parte dos produtores no seu plantio, como está ocorrendo em Tomé-Açu, mediante a utilização da enxertia. O crescimento do mercado dessa fruta, atualmente a polpa mais cara, coloca como uma grande oportunidade de incentivar o manejo promovendo a transformação de capoeiras degradadas em bacurizal manejados produtivos, recuperando ecossistemas destruídos e gerando renda e emprego.

2. Métodos

A primeira etapa do manejo, em roças abandonadas, consiste na demarcação da área que se deseja manejar, colocando-se um piquete em cada vértice do retângulo. Para orientar melhor a disposição dos bacurizeiros, é conveniente que o mato seja roçado deixando na área somente os bacurizeiros. Em seguida, na linha frontal da área demarcada, que preferencialmente deve estar ao leste, são fincados piquetes distanciados entre si em dez metros, o mesmo se efetuando no limite oposto do terreno. Ao lado de cada um desses piquetes são colocados outros dois, um a esquerda e outro a direita, distanciados do piquete central em um metro. Assim sendo, delimita-se talhões de 2m de largura e comprimento que varia de acordo com a área que se pretende manejar, estimando-se os gastos com mão-de-obra em 18 a

20 dias-homens/ha. A área útil entre os talhões de bacurizeiros é de 8.000 m², que poderá ser utilizada para plantios de culturas anuais para amortização de custos e manter a área limpa e plantio de cultivos perenes. Anualmente os bacurizeiros que estão dentro dos talhões devem ser gradativamente desbastados, deixando os mais vigorosos, sacudindo para verificar a sua estabilidade quanto ao tombamento. O desbaste de plantas deve continuar até que a densidade seja reduzida para 100 bacurizeiros/ha. Há necessidade de efetuar uma limpeza anual com terçado, que tende a diminuir caso a área seja utilizada para o cultivo de culturas anuais ou perenes. O plantio de mandioca no toco, sem adubação, aproveitando o espaço entre os renques de bacurizeiros manejados, plantada no espaçamento 0,60m x 0,60m x 2 m, daria uma produção estimada de 7,5 ton. de raiz o que daria em torno de 25 sacas de farinha/60kg. O plantio de caupi, aproveitando o espaço entre os renques de bacurizeiros, com adubação dirigida, plantado no espaçamento 0,50m x 0,25m, daria uma produção de 360kg de caupi. O plantio de mandioca seria realizado com um mês de antecedência com relação ao caupi. Esta área poderia ser utilizada para uma segunda safra de mandioca e de caupi, obtendo-se produção similar para ambas as culturas. A área entre os talhões de bacurizeiros seriam utilizados para o plantio de duas fileiras duplas de mandioca, totalizando 6.640 covas de mandioca/hectare. No caso do caupi seriam plantadas 9 fileiras, sendo 3 entre as fileiras de mandioca e dos rebrotamentos de bacurizeiros e 3 entre as duplas fileiras de mandioca, totalizando 36.000 covas de caupi.

3. Resultados

Na primeira safra ter-se-á um lucro líquido de R$ 777,50/ha e na segunda safra, sem necessidade de preparo de área o lucro líquido seria de R$ 1.152,50/ha. Uma propriedade que manejar um hectare de bacurizeiros poderá dispor de 100 árvores que depois de adultas produzirão 161 frutos/árvore ou 16.190 frutos/hectare gerando renda de R$ 4.830,00 com a venda de frutos, considerando o preço recebido pelos coletores de R$ 30,00/cento. Nas comunidades que disporem de energia elétrica para permitir a conservação da polpa, além de reduzir o peso no transporte do fruto e possibilitar o

aproveitamento de frutos menores, poder-se-á obter 809 kg de polpa que poderá ser revendida a R$ 10,00/kg, obtendo-se R$ 8.090,00/hectare.

Tabela I – Estimativa de custo de implantação de um hectare de bacurizeiro manejado a partir de roçados abandonados com o cultivo de mandioca e feijão caupi, aproveitando as entrelinhas, no Nordeste Paraense.

Operação	**Unidade**	Quantidade	**Valor Unitário (R$)**	**Valor Total (R$)**
Preparo área manejo bacurizeiro				
Broca, coivara, marcação, desbaste e aceiros	H/D	25	15,00	375,00
Plantio mandioca				
Preparo maniva e plantio	H/D	5,0	15,00	75,00
Capinas	H/D	9,5	15,00	142,50
Arranquio e transporte	H/D	8,5	15,00	127,50
Preparo lenha	H/D	7,0	15,00	105,00
Maceração, descascar, ralar e torrar	H/D	28,0	15,00	420,00
Subtotal				**1.245,00**
Plantio feijão caupi				
Adubação	H/D	1,0	15,00	15,00
Capina	H/D	5,0	15,00	75,00
Colheita/beneficiamento	H/D	0,5	15,00	7,50
Sementes	KG	10	3,00	30,00
NPK	KG	100	1,00	100,00
FTE (micronutrientes)	KG	10	1,00	10,00
Defensivos	KG	1	40,00	40,00
Subtotal				**277,50**
Total				**1.522,50**
Produção farinha	SC	**25**	**80,00**	**2.000,00**
Produção feijão caupi	SC	**6**	**50,00**	**300,00**
Lucro líquido				**777,50**

H/D: homem-dia, KG: quilograma, SC: saco.

4. Discussão e Conclusão

No caso do manejo de bacurizeiros pelos agricultores familiares, cujo custo de implantação está entre R$ 1.500,00/ha a R$ 2.300,00/ha,

conforme a tecnologia adotada, uma das possibilidades seria pleitear recursos para o plantio de *caupi* ou mandioca associado a essa modalidade inovadora de manejo, enquadrando no PRONAF (Grupos "B" e "C" e das linhas inovadoras – "Pronaf Jovem, Pronaf Mulher e Pronaf Floresta). Apesar da demanda por financiamentos por parte das lideranças comunitárias onde ocorre o rebrotamento de bacurizeiros, como os investimentos não são elevados por se tratar de pequenas áreas, é possível o agricultor efetuar com recursos próprios, utilizando a mão-de-obra familiar e aproveitando-se de financiamentos para cultivos de feijão caupi ou mandioca. Tanto para a agricultura de toco como utilizando a mecanização o custo é ressarcido na primeira safra de feijão caupi e mandioca. O grande problema para estimular o manejo de bacurizeiros é o longo tempo para entrada de produção comercial e de proteger contra o risco da entrada de fogo. Esta mesma assertiva é válida para outras plantas com potencial na Amazônia, como a castanheira-do-pará, uxizeiro, cumaruzeiro, tucumanzeiro, entre as principais. Os lucros são altamente atrativos quando as árvores estão em plena produção, como se pode evidenciar nos bacurizeiros manejados, alguns com mais de 50 anos. A despeito destas limitações, a transformação de roçados abandonados em pomares adensados de bacurizeiros apresenta um grande potencial nas mesorregiões do Nordeste Paraense e de Marajó, pois o produto possui ampla perspectiva de mercado. Por se tratar da formação de pequenos pomares com 50 a 100 árvores, possibilitaria a diversificação da produção familiar e incrementos no nível de renda, além da recuperação de áreas degradadas.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Estabelecimento de espécies arbóreas nativas e exóticas sob diferentes espaçamentos na implantação de sistemas silvipastoris no Acre

Tadário Kamel de Oliveira[1]; Francisco Chagas Bezerra dos Santos[2]; Samuel Almeida da Luz[3]; Tânia Carvalho de Oliveira[3] & Lauro Saraiva Lessa[4]

[1]Embrapa Acre (tadario@cpafac.embrapa.br); [2]Escola da Floresta/Instituto Dom Moacir, Acre; [3]Mestrando, Universidade Federal do Acre; [4]Bolsista da Embrapa Acre.

1. Introdução

Um dos principais problemas ambientais citados pela expansão das pastagens e agricultura é o desmatamento, sendo que para Amazônia brasileira, não se pode desmatar mais que 20% da floresta em propriedades rurais (M.P.2166-67/2001). Veiga *et al.* (2000) citam que as pastagens tem sido criticadas pela perda da biodiversidade e modificação do ecossistema devido ao desmatamento, além do processo de degradação e da grande quantidade de florestas secundárias originadas de pastagens abandonadas. Deve-se buscar otimizar a utilização das áreas já desmatadas, por meio de reflorestamento, recuperação da fertilidade do solo, aumento da biodiversidade, recuperação de mananciais de água, visando restabelecer características ambientais semelhantes à condição natural. Sendo os sistemas silvipastoris modalidade de sistema agroflorestal que concilia a criação pecuária com árvores (Montagnini *et al.*, 1992; Porfírio-da-silva e Mazuchowski, 1999), podem contribuir com o atendimento destas demandas. Uma das formas mais promissoras de implantação de sistemas silvipastoris prevê o plantio das árvores por ocasião da integração lavoura x pecuária x floresta, no momento da reforma do pasto, mediante o consórcio com culturas anuais (Lessa *et al.*, 2006). Faz-se necessário, portanto, gerar tecnologia para recuperação de pastagens degradadas e ampliação de áreas de reflorestamento na Amazônia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento silvicultural de espécies arbóreas nativas e exóticas no Acre, durantes os anos iniciais após o

plantio, por meio da implantação de experimentos, unidades demonstrativas e de observação.

2. Métodos

O projeto foi desenvolvido como atividade de pesquisa participativa em áreas de produtores, em uma sequência de ações conduzidas pela Embrapa Acre, no ramal sapucaia (Km 55 da BR 317, sentido Rio Branco-AC/Boca do Acre-AM). Os trabalhos consistem na implantação de sistemas silvipastoris em área de pastagem. Foi utilizado o método de plantio em linha simples, em pastagens já formadas ou por ocasião da reforma do pasto (integração lavoura x pecuária x floresta). As unidades mais antigas foram implantadas pela Embrapa Acre, entre dezembro de 2003 e fevereiro de 2004. Realizou-se o plantio em linhas simples, no espaçamento 5 x 10m e por ocasião da reforma do pasto, o plantio de arroz, adubação da cultura anual e 150 g de superfosfato simples em cada cova das espécies arbóreas. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco repetições e cinco tratamentos: Faveira (*Schizolobium amazonicum*), Bordão-de-velho (*Samanea* sp), Mogno, Cedro e Jurema (*Pithecellobium* sp.). Em outra unidade, as mudas de Mogno foram produzidas a partir de sementes, em saquinhos plásticos, e as de Eucalipto em tubetes. O plantio das mudas foi realizado em 2001, ao lado da cerca convencional, isolado dos animais por cerca eletrificada paralela, um metro de distância da convencional. Foram avaliadas 100 árvores para cada espécie, aos cinco anos de idade, fazendo-se o registro da bifurcação do fuste e da incidência de broca-das-florestais (*Hypsipyla grandella*) no Mogno. Além das espécies nativas (Faveira; Baginha – *Stryphnodendron guianensis*; Bordão-de-velho; Mulaterio – *Calicophyllum spruceanum*; Amarelão – *Aspidosperma vargasii*; e Samaúma – *Ceiba pentandra*) e do eucalipto, foi introduzida outra espécie exótica, o Nim Indiano (*Azadirachta indica*). Os experimentos foram instalados em 2006 (Nim) e 2007 (algumas nativas), no delineamento blocos casualizados com cinco repetições e quatro tratamentos (espaçamentos 3x2m, com área útil (AU) por planta – AU: 6m^2, 4x3m - AU: 12 m^2, 5x5m – AU: 25m^2 e 5x10m – AU: 50m^2). As unidades foram utilizadas em cursos sobre implantação de sistemas

agrossilvipastoris para produtores e técnicos do Acre e Rondônia. Ao final de um mês, aos seis meses e a um ano após a data da implantação avaliou-se a porcentagem de sobrevivência. A altura de plantas (m) e diâmetro à altura do colo (DAC, em cm) foram avaliados aos seis meses e um ano. E o diâmetro à altura do peito (DAP, em cm) um ano pós-plantio. Para as variáveis altura de plantas, DAC e DAP fez-se análise de variância e aplicação do teste de Scott & Knott ($P<0,05$) às médias dos tratamentos.

3. Resultados e discussão

As maiores porcentagens de sobrevivência (acima de 90% aos seis meses e um ano pós-plantio) foram encontradas para Cedro e Bordão-de-velho, seguido da Jurema e Faveira. O plantio das mudas simultâneo à lavoura constitui-se em uma estratégia para evitar danos causados pelo gado na convivência com as árvores ainda jovens. Deve-se destacar que a porcentagem de sobrevivência da Faveira de apenas 60% foi em decorrência da destruição de plantas em algumas parcelas durante gradagens realizadas nas entrelinhas. Além disso, ressalta-se o estabelecimento efetivo desta espécie, pela manutenção do mesmo número de plantas, de 30 dias a um ano depois do plantio. Comportamento semelhante foi verificado para Cedro e Bordão-de-velho (Tabela I). As maiores alturas foram encontradas variando de 116,1cm a 175,4cm, aos seis meses, para Jurema, seguida de Faveira e Bordão-de-velho. Destaca-se o rápido crescimento da Faveira e da Jurema, com altura superior a 3,5m ao final de um ano. A Faveira também apresentou o maior DAP na última avaliação. Para as espécies Mogno e Cedro, registra-se, respectivamente, a incidência da "broca-das-florestais" (*Hypsiphyla grandella*) em 85% e 100% das mudas do experimento. Ao final de um ano, jurema e faveira superaram os 3,5 m de altura. No entanto, aos três anos e meio de idade, verificou-se que o bordão de velho foi a árvore que obteve maior altura (5,73m) e DAP (11,36cm), seguido da jurema (altura de 5,21m e DAP: 9,83cm). Faveira e mogno apresentaram altura de 5,15 m e 4,6 m; e DAP de 8,1 cm e 6,71 cm, respectivamente. Quanto ao plantio de mogno e eucalipto ao longo da cerca de divisória das pastagens, observou-se que aos cinco anos o intervalo do diâmetro a altura do peito foi de 1,14cm a 9,54cm e altura de plantas de 0,37m a

6,00m, quando plantado na linha das cercas divisórias dos pastos. O mogno plantado ao lado da cerca foi protegido por um fio de cerca eletrificado, o qual manteve as plantas protegidas do gado, sendo essa uma forma promissora a ser adotada para implantação de sistemas silvipastoris na região Amazônica, após uma avaliação mais acurada ao longo do tempo. Deve-se destacar a ocorrência bastante intensa da broca das florestais, que incidiu sobre 51,45% das plantas, provocando a morte da gema apical e bifurcação do tronco, o que compromete a qualidade do fuste como madeira comercial. Para o eucalipto, com relação à altura, a maioria das plantas (63%) ficou concentrada na faixa de 10,9 m a pouco mais de 13 m, aos cinco anos. Na cerca viva de mogno, a altura média foi de 3,55m e o DAP de 5,38cm. Na cerca viva de eucalipto, a altura média foi de 11,33m e o DAP de 12,52cm. A maior média de altura e diâmetro do eucalipto pode ser devido ao fato de que as plantas desta espécie são clones, enquanto que as mudas de mogno foram originadas a partir de sementes e, portanto, têm uma variabilidade genética maior. Outro fator foi o ataque da broca das florestais, retardando o crescimento da nativa. Estes dados foram apresentados por Oliveira et al. (2007). Quanto ao nim-indiano, aos 15 meses, o espaçamento que apresentou árvores com maior altura foi o 3x2m, com média de 1,52 m, seguido por 4x3 e 5x5 com 0,88 e 0,87 m, respectivamente. Os valores da altura de plantas aos 26 meses, pouco mais de dois anos de idade, mostraram ainda destaque para o espaçamento 3 x 2 m, tendo as plantas altura maior que três metros. Em virtude da idade juvenil do povoamento, espera-se que nos demais tratamentos a altura de plantas mostre uma tendência a manter-se homogênea, inclusive com estagnação do crescimento nos espaçamentos mais adensados, anterior aos de maior área útil, como 10x5 m. Quanto à velocidade de crescimento das árvores nativas (Figura 1), comparando-se os desempenhos de mulateiro, amarelão e samaúma, verificou-se que o mulateiro apresentou maior acréscimo em altura no período de seis meses até um ano de idade. Trata-se de uma espécie pioneira arbórea que pode ser cultivada em plantios mais adensados em função das características da copa, que permite a passagem da luz até o sub-bosque. A samaúma, em função do porte da planta adulta, poderia ser cultivada em maiores espaçamentos, tendo sido a espécie de maior

altura em todos os espaçamentos. O amarelão apresenta crescimento lento. Todavia, somente em idades mais avançadas do povoamento pode-se constatar o efeito do plantio desde o 3 x 2m até o 10 x 5 m, no desenvolvimento das espécies arbóreas e na forragem sombreada.

Como experiências relacionadas à pesquisa em sistemas agrossilvipastoris, a implantação dos experimentos avaliando espaçamentos para espécies florestais pode ser feita no delineamento em blocos casualisados ou ainda em talhões florestais adjacentes, um de cada espaçamento. As implicações diretas destes dois arranjos refletem no controle de plantas daninhas. Nos espaçamentos mais densos trabalha-se com roçadeira costal e para as entrelinhas maiores que cinco metros pode-se manejar a vegetação espontânea por meio de gradagem ou roçadeira acoplada ao trator, em cada talhão. Nos experimentos em blocos, a utilização do trator é impossibilitada e cada parcela deve receber um manejo único da vegetação espontânea, seja com roçadeira costal, capina química ou manual.

Tabela I – Altura de plantas, diâmetro a altura do colo e diâmetro a altura do peito das espécies arbóreas no sistema silvipastoril aos trinta dias, seis meses e um ano.

Espécies	**% Sobrevivência**			**6 meses**		**1 ano**		
	30 dias	**6 meses**	**1 ano**	**ALT (cm)**	**DAC (cm)**	**ALT (cm)**	**DAC (cm)**	**DAP (cm)**
Faveira	60,0	60,0	60,0	116,1b	3,02a	352,5a		5,42a
Mogno	92,0	84,0	56,0	75,7d	1,63b	176,1c		2,23c
Bordão-de-velho	100,0	100,0	100,0	121,7b	3,01a	290,5b		3,22c
Cedro	100,0	100,0	92,0	75,7c	3,14a	128,9c	4,75	
Jurema	96,0	96,0	88,0	175,4a	3,62a	355,3a		4,15b

*ALT: altura de plantas; DAC: diâmetro a altura do colo; DAP: diâmetro a altura do peito. Para as variáveis altura de plantas, DAC e DAP, médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade.

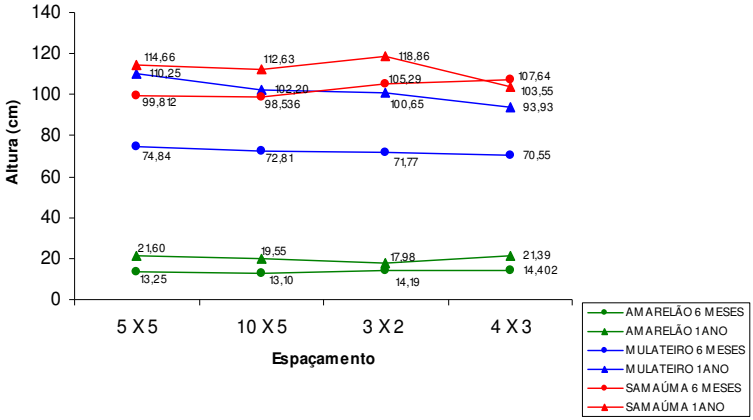


Figura 1. Altura de plantas de mulateiro, amarelão e samaúma, em diferentes espaçamentos na implantação de sistemas agrossilvipatoris, aos seis meses e um ano após o plantio.

4. Referências Bibliográficas

Lessa, L.S.; Oliveira, T.K.; Furtado, S.C.; Luz, S.A. & Santos, F.C.B. 2006. Estabelecimento de espécies arbóreas nativas em unidades de observação de sistemas silvipastoris no Acre. In: *Anais do 6° Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*, Campos de Goytacazes. Resumos expandidos.

Oliveira, T.K.; Luz, S.A.; Santos, F.C.B. & Lessa, L.S. 2007. Crescimento de mogno e eucalipto como cercas vivas no Acre, Brasil. In: *Anais do 5° Congresso Brasileiro de Agroecologia*. Guarapari. Resumos expandidos.

Porfírio-da-Silva, V. & Mazuchowski, J.Z. 1999. Sistemas silvipastoris: paradigma dos pecuaristas para agregação de renda e qualidade. Curitiba: Emater-Paraná, 1999. 52p. (*Série Informação Técnica*, 50).

Veiga, J.B.; Alves, C.P.; Marques, L.C.T. & Veiga, D.F. 2000. Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. Belém: Embrpa. 62p. (Embrapa Amazônia Oriental. *Documentos*, 56).

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Agroecologia e retorno financeiro de sistemas agroflorestais com cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) na Amazônia Central

Silas Garcia Aquino de Sousa[1]; Arianna Bianca Campos Castro[2]; Joanne Régis da Costa[1]; Elisa Vieira Wandelli[1]; Rogério Perin[1]

[1]Embrapa Amazônia Ocidental (silasgas@cpaa.embrapa.br); [2]Bolsista Embrapa/Fapeam.

1. Introdução

Nos últimos anos o resgate de práticas tradicionais baseadas na agrobiodiversidade, aliadas ao conhecimento cientifico, está sendo cada vez mais investigadas para apoiar o processo de transição agroecológica em diferentes regiões brasileiras. No caso especial da Amazônia, os sistemas agroflorestais são reconhecidos como experiências locais que podem validar tais princípios e enriquecer a própria concepção teórica de agroecologia. O processo de transição agroecológica é reconhecidamente complexo tanto no campo tecnológico como metodológico e organizacional (Caporal & Costabeber, 2004). As mudanças que esse processo provoca passam por processos que envolvem a redução e substituição de insumos e o manejo sustentável dos recursos naturais, culminando num redesenho dos sistemas produtivos (Gliessman, 2000). O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) destaca-se como frutífera da Amazônia que compõe grande parte dos arranjos produtivos na região e que apresenta grande potencial para renda da agricultura familiar e de alta importância para ser manejada em sistemas agroflorestais. Essa espécie pode ser consorciada com diferentes fruteiras arbóreas, espécies florestais e com espécies para adubação verde. O trabalho aqui apresentado teve como objetivo avaliar alguns aspectos agroecológicos e financeiros relevantes em um sistema agroflorestal típico com cupuaçu, estabelecido em área de pastagem degradada na Amazônia Central, a fim de gerar subsídios financeiros e técnicos para consolidar a prática agroecológica na região.

2. Métodos

O arranjo agroflorestal estudado encontra-se implantado há treze anos em uma área de pastagem abandonada, localizada no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, situado o km 54 da BR-174 (Manaus - Boa Vista- Região Norte do Brasil), com as seguintes coordenadas geográficas de 2°31' a 2°32' S e 60°01'a 60°02' W. O solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, de textura muito argilosa, alta densidade aparente (Matos, 2002). O Sistema Agrossilvicultural 2 (AS2), multiestratificado e de baixo insumos, manejado na forma de pomar caseiro sistematizado. Possui três repetições em parcelas de 60m x 50m. As bordas são formadas por uma cerca-viva de *Gliricidia sepium*, utilizada como adubo verde. Até o terceiro ano, foram mantidas as culturas anuais: arroz e mandioca. Na saída desta última, foi incluída a mucuna (*Mucuna* sp) para cobertura do solo. Nesse período, foram implantadas as fruteiras: maracujá (*Passiflora edulis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), jenipapo (*Genipa americana*), acerola (*Malphigia glabra*), castanha-do-brasil (*Berthollettia excelsa*) e araçá-boi (*Eugenia stipitata*), as madeireiras: teca (*Tectona grandis*) e mogno (*Swietenia macrophylla*) e ingá (*Inga edulis*) para adubação verde. Após a retirada do maracujá e desbaste da teca e jenipapo, foi introduzido banana (Musa paradisiaca), pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), guaraná (*Paullinia cupana*), capoeirão (*Colubrina glandulosa*), mogno e replantio de algumas linhas de ingá. As mudas de cupuaçuzeiro, originadas por sementes, foram plantadas no espaçamento de 6m x 6m, ocupando somente 8,4% da área, equivalente a 78 plantas/ha. Considerando os solos de áreas de pastagens degradadas com baixos níveis de fertilidade e pela concepção de baixos insumos, foram utilizados na implantação químicos na proporção de 20kg de P/ha, 20kg de N/ha e 25kg de KCl_2/ha, para dar início ao plantio das culturas anuais. Essa proporção de P e K é recomendada para ser aplicada de dois em dois anos para manter o status da fertilidade do solo. A fonte de N é basicamente oriunda da adução verde da poda de gliricídia e ingá. Mensurações anuais dendrométricas e agronômicas são realizadas e as entradas e saídas são monitoradas para efeito de avaliação financeira, incluindo as safras de produção das frutas.

3. Resultados

Aos treze anos de implantação dos sistemas agroflorestais, o cupuaçuzeiro ocupa o estrato intermediário do sistema, apresentando em média 6,00m de altura. A castanheira, colubrina e mogno ocupam o estrato superior do dossel (6m a 22m de altura). No estrato inferior, abaixo do cupuaçuzeiro, encontram-se os demais componentes do sistema, com destaque para banana, guaraná e pimenta-do-reino. A frutificação do cupuaçuzeiro iniciou no terceiro ano após o plantio, porém, somente a partir do sétimo ano verificou-se a estabilização da produção, média de 20 frutos/planta, com frutos pesando cerca de 950g. Isto equivale a produtividade de 1.340 frutos/ha (67 plantas/ha), cerca de 1t/ha/ano. Este resultado pode ser considerado satisfatório, quando comparado com a produção em monocultivo, média de 14 frutos/planta e frutos pesando em média 707g (Cruz &. Alves, 2002), porém, foi menor que os clones mais produtivos da Amazônia, cuja produção varia de 34 a 37 frutos/planta e frutos pesando 1,4kg (Souza *et al.*, 1998). No período de 2000 a 2005, a produção média anual de biomassa seca de gliricídia foi de 4,43 t/ha/ano e a deposição de liteira, cerca de 8,0 t/ha/ano, principalmente composta de folhas de castanheira, que apresenta velocidade de decomposição mais lenta, permitindo a cobertura do solo por mais tempo (mais de quatro meses).

4. Discussão e Conclusão

De acordo com a análise financeira (Santos, 2000) a mão-de-obra para o preparo da área, das mudas, plantio, replantio e capinas foram os fatores que mais oneraram (70%) o custo de implantação do sistema. Entretanto, observou-se que a partir do terceiro ano de implantação o AS2 já apresentava resultados positivos. Com base no Valor Presente Líquido, o AS2 apresentou valores positivos a taxas de 6%, 9% e 12%, alcançando valores de R$ 11.114,00, R$ 5.939,00 e 3.416,00 respectivamente (Santos, 2000). Esse sistema mostrou-se viável economicamente também a taxas de 15%, apresentando Beneficio/Custo de 1,39; Taxa Interna de Retorno de 0,24 e VPL de 3.428,21 (Oliveira Filho, 2003). Após o quarto ano de implantação, depois do ciclo de colheita das culturas anuais, não foi mais necessário a realização das capinas com enxada, somente as roçagens

(poda baixa) das plantas oportunistas do sub-bosque, realizada com facão, que demanda menos mão-de-obra. Após o oitavo ano, não foi mais necessário o controle dessas plantas, devido ao estabelecimento das espécies florestais, o sombreamento, a cobertura do solo pela deposição das folhas e dos resíduos das podas das leguminosas. Considerando somente a produção das fruteiras e com base nos dados de colheita de 2004, incluindo, cupuaçu, banana, acerola, araçá, guaraná (amêndoas secas), pimenta-do-reino e castanha, verificou-se uma receita bruta de R$ 3.253,00 e uma despesa de R$ 479,25. Embora as espécies florestais (mogno, teca, colubrina, castanha e jenipapo como madeireiras), assim como, as leguminosas (ingá e gliricidia) não tenham sido contempladas nas análises econômicas, no horizonte de longo prazo (25 anos de idade) as espécies florestais serão convertidas em renda para o produtor pela retirada da madeira, demonstrando que no presente, podem ser consideradas como poupança verde. Por outro lado as leguminosas (gliricídia e ingá) como fontes de adubo verde, poderiam ser convertidas como entrada anual de nutrientes em valores monetários, e essa conversão monetária mostraria outra dimensão da avaliação econômica desse sistema (Oliveira Filho, 2003).

5. Referências Bibliográficas

Caporal, F.R. & Costabeber, J.A. 2006. *Agroecologia: alguns conceitos e princípios.* Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar/DATER/IICA, 2004. 10 p. Embrapa. Marco referencial em agroecologia. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 70 p.

Cruz, E. D.; Alves, R. M. 2002. *Clones de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 4p.

Gliessman, S. R. 2000. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 654p.

Matos, J.C. de S. 2002. *Sistemas agroflorestais para a reabilitação de pastagens abandonadas na região de Manaus - Am.* Tese de Doutorado. USP/São Carlos. 74p.

Oliveira Filho, M.S. 2002. *Avaliação econômica de dois modelos de sistemas agroflorestais no Distrito Agropecuário da Suframa no*

Estado do Amazonas. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 61p.

Santos, M.J.C. 2000. *Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais e áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental.* Dissertação de Mestrado. USP/Esalq. Piracicaba. 75p.

Souza, G.F.; Guimarães, R.R.; Sousa, N.R.; Nunes, J.S.; Lourenço, J.N.P. Normando, M.C.S. 1998. Agrossistemas alternativos para produtores de agricultura migratória em Presidente Figueiredo - AM. Manaus: Embrapa (*Boletim de Pesquisa*, 3).

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7 e Fapeam.

Sistemas e práticas agroflorestais para promover a reincorporação de áreas degradadas ao processo produtivo na Amazônia Central

Silas Garcia Aquino de Sousa[1]; Elisa Vieira Wandelli[1]; Jose Nestor de P. Lourenço[1]; Fabio Lozano Useche[2]; Joanne Régis da Costa[1] & Rogério Perin[1]

[1]Embrapa Amazônia Ocidental (silas.garcia@cpaa.embrapa.br), [2]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

O cenário de degradação ambiental e de pobreza da Amazônia aponta para a necessidade das instituições de pesquisa disponibilizarem urgentemente tecnologias que mantenham a capacidade produtiva do solo, que aumentem a renda dos produtores fixando-os à terra e reincorporando áreas degradadas ou alteradas ao processo produtivo, diminuindo assim, o desmatamento das florestas primárias (Sousa *et al*., 1996). Neste sentido, as práticas agroflorestais têm sido preconizadas nos últimos anos como alternativas para reabilitar a produtividade e os serviços ambientais das áreas degradadas (Fernandes, 2006), desempenhando eficiente papel na recuperação da paisagem. As práticas agroflorestais têm por objetivo aperfeiçoar tanto a produção agrícola quanto a florestal por meio do principio de rendimento sustentado, baseado na presença de árvores, interação positiva entre os componentes, considerando o processo de sucessão ecológica, eficiência na ciclagem de nutrientes, no uso dos recursos naturais, presença de espécies fixadora de nitrogênio, cobertura do solo e biodiversidade (Wandelli *et al*., 2000). Neste trabalho testa-se a hipótese de que as práticas agroflorestais possam promover a reincorporação de áreas degradadas ao processo produtivo na Amazônia Central.

2. Métodos

Os ensaios foram desenvolvidos em duas áreas: no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental (CEDAS), situadas no km 54 da BR–174. Coordenadas geográficas 2°31’ a 2°32’ S e

60º01' a 60º02' W. Área no Projeto de Assentamento Tarumã-Mirim (PATM), zona rural do Município de Manaus, acesso pelo km 21 da BR 174, Km 12 do ramal da Cooperativa. Coordenadas geográficas 2º50´19´´ S e 60º09´38.9´´ W. No CEDAS foram implantados e avaliados quatro arranjos agroflorestais, em três condições de áreas de pastagens abandonadas e/ou degradadas, manejados com médio e baixo insumo, três repetições em parcelas de 60m x 50m. Até o terceiro ano, foram mantidas as culturas anuais (arroz - *Oriza sativa*, mandioca - *Manihot esculenta* milho - *Zea mays* e feijão - *Vigna unguiculata*). Num processo simultâneo e seqüencial foram implantadas as frutíferas (mamão - *Carica papaya,* maracujá - *Passiflora edulis,* banana - *Musa paradisíaca,* acerola - *Malphigia glabra,* araçá-boi - *Eugenia stipitata,* cupuaçu - *Theobroma grandiflorum,* açaí - *Euterpe oleraceae*, pupunha - *Bactris gasipaes*, guaraná - *Paulinnia cupana,* pimenta-do-reino - *Piper nigrum* e jenipapo - *Genipa américa*), as espécies florestais (mogno - *Swietenia macrophylla,* teca - *Tectona grandis,* castanha - *Bertollethia excelsa,* capoeirão - *Colubrina glandulosa,* paricá - *Schizolobium amazonicum*, andiroba - *Capara guiaenensis* e pau-rosa – *Aniba rosaeodora*) e a espécies forrageiras (*Desmodium ovalifollium, Brachiaria humidicola* e *Brachiaria brizantha*). A ingá (*Inga edulis*) e *Gliricidia sepium* foram plantadas para adubação verde. No PATM foram preparadas seis áreas de capoeiras, em diferentes estágios de abandono e regeneração, em propriedades dos assentados, pela técnica de trituração da capoeira, em vez de derruba e queima. Destas seis áreas de capoeira trituradas, foram selecionadas quatro áreas para implantação de práticas agroflorestais. Propriedade 1 – (Sr. José e Dona Ana) – Nessa área (1 ha) foi adotada a estratégia de um sistema agrosilvicultural-multi-estratificado. Com plantio de macaxeira ou mandioca mansa milho e cultivos típicos da agricultura familiar para segurança alimentar: feijão, abóbora *(Curcubita sp),* maxixi *(Cucumis auguria),* quiabo *(Abelmoschus esculenta),* mamão, maracujá e demais espécies. Associado a esses cultivos de ciclo curto foi implantado 80 mudas de mogno no espaçamento de 20m x 20m e intercalado com fruteiras, cupuaçu, ingá, graviola (*Anona muricata*) entre outras. Propriedade 2 – (Sr. Cláudio) – Nessa área (0,25 ha) foi implantada diretamente na

capoeira triturada, após seis meses de trituração, parcelas de milho. Após a colheita do milho, a área foi abandonada. Estuda-se a possibilidade de implantar um sistema com fruteiras, na modalidade de floresta de alimento ou pomar caseiro. Propriedade 3 – (Sr. Reginaldo) – Nessa área (0,9 ha) Foi implantada diretamente na capoeira triturada, após seis meses de trituração, parcelas de macaxeiras e milho. Depois da colheita da macaxeira, abobora. Após 30 meses de trituração da capoeira, foi implantado um sistema agroflorestal com espécies madeireiras: mogno, cedro (C*edrela odorata*) e castanha da Amazônia. Propriedade 4 – (Sr. Barriga) – Nessa área (0,1 ha) Foi implantada diretamente na capoeira triturada parcelas de macaxeira. Após a colheita a área foi abandonada e estar sendo usada como uma parcela permanente, para medições de incremento da capoeira.

3. Resultados

Os arranjos agroflorestais (agrosilvicultural e agrosilvipastoril), implantados no CEDAS, proporcionaram a produção até o terceiro ano de cultivos anuais. No primeiro ano obteve-se a produção de mandioca (10 t/ha.), milho (2,0 t/ha.) e feijão (0,4 t/ha.). No segundo ano, produção de mandioca (8,0 t/ha.), arroz (0,5 t/ha) e feijão (0,4 t/ha). No terceiro ano, somente a produção de mandioca (5,0 t/ha.). A partir do segundo ano, iniciou a produção de mamão e maracujá e no quarto ano a produção das demais fruteiras. A banana foi introduzida após a saída do mamão. O açaí após a retirada de palmito e pupunheiras. A pimenta-do-reino após a saída do maracujá, e o guaraná, foram introduzidos com a saída da acerola. As fruteiras dos sistemas agrosilviculturais iniciaram a produção com 0,4 t/ha/ano e podem atingir mais de 12 t/ha/ano, após o sétimo ano de plantio, incluindo a colheita de castanha, pimenta-do-reino e guaraná. As pastagens consorciadas produziram de 7 a 10 t/ha/ano de forragem. No agroecossistema de pastagem (agrosilvipastoril) pode-se optar pela rotação de cultivo anual de culturas alimentares, fazendo a integração de lavoura pastagem. Após 14 anos, (2007) as pastagens dos sistemas agrosilvipastoris foram reformadas, essa operação resultou na produção de milho (3 t/ha), em 2007 e nova pastagem de *B. brizantha* foi estabelecida, cuja forragem, em 2008, está estimada em 5 t/ha/ano e

será introduzido, em 2009, um rebanho de ovinos. O paricá, jenipapo e teca não apresentaram bom desempenho nestes agroecossistemas e foram retirados parcialmente. Aos 15 anos de idade, as espécies florestais, tais como: a castanheira, atingiu 20 m de altura e 36 cm de DAP e iniciou a produção, aos sétimo ano de idade, demonstrando ser uma espécie adaptada às condições de baixa fertilidade do solo das áreas degradadas. O mogno apresentou altura média de 12,0 m e 24 cm de DAP, alcançando mais de 6,0 metros de altura, livre do ataque da broca do caule (*Hypsipylla grandella*). A colubrina alcançou mais de 22,0 cm de DAP e 16 m de altura. A andiroba, aos 6 anos de idade, apresentou crescimento médio em altura de 3,70 m e DAP 3,06 cm. O ingá e a gliricídia, adicionaram, como adubo verde, em média, cerca 7,5/t/ha/ano de biomassa, nos primeiros oito anos do sistema. Em 2008, foi realizada poda drástica no ingá, resultado em 5 t/ha de biomassa verde no sistema agrosilvicultural. Atualmente, ocorre somente a entrada de podas de gliricídia, em torno de 3 t/ha/ano. Na área do PATM, o cultivo de milho na capoeira triturada apresentou baixa produtividade (600 kg/ha), mesmo com entrada de insumos químicos (2ton/ha, de calcário, 280 kg/ha de superfosfato simples, 110 kg/ha de cloreto de potássio, 180 kg/ha de uréia e 4,5 kg/ha de FTE/BR/12). Sem esses insumos o milho, na capoeira triturada não se desenvolve. Por outro lado, o cultivo de macaxeira alcançou produtividade de 12 t/ha, nas condições de insumos químicos (fósforo-Arade 15 g/cova), sulfato de amônia (10 g/cova) e cloreto de potássio (10 g/cova). Sem esses insumos a produtividade decresce para 3 t/ha. O mogno, na capoeira triturada, apresentou incremento médio anual de 1,0 m em altura total e de 0,9 cm em diâmetro da base do caule. Foi verificada uma taxa de mortalidade de 10% no mogno de plantio solteiro, de 5% no mogno de plantio consorciado com ingá e de 0% no mogno plantado dentro da regeneração natural da capoeira triturada. Até a presente data não ocorreu o ataque de praga *Hypsipyla grandella.*

4. Discussão e Conclusão

Na atividade de reincorporação de pastagem degradadas ao processo produtivo, os resultados obtidos pelos cultivos agrícolas anuais (mandioca, milho, feijão), demonstraram a possibilidade de produção

de alimentos, no primeiro ano de implantação, fato que garante a segurança alimentar dos agricultores familiares. Esta possibilidade poderá ser estendida até o terceiro ano de implantação dos sistemas agroflorestais. Depois desse período, o sombreamento dos componentes arbóreos dificulta o cultivo dessas espécies. Portanto, durante a implantação das agroflorestas, é preciso planejar, deixando uma área em recuperação (de suas condições biológicas, química e física do solo), para ser destinada ao plantio de culturas anuais. Este procedimento pode ser realizado com o plantio de leguminosas (ingá, tefrósia, flemingia e glirícidia) e outras plantas para adubação verde (urucu, embauba), que, após 1 ou 2 anos de idade serão podadas drasticamente e toda a biomassa depositada sobre o solo. Esse procedimento deverá gerar um ambiente propicio para o plantio de culturas de ciclo curto. No segundo ano, de recuperação da área degradada, no CEDAS, além da produção de grãos, o sistema proporcionou a produção de frutas, tais como mamão e maracujá, que podem ser comercializadas no mercado local. Depois do quarto ano, com início de produção das demais fruteiras, o sistema aumentou a oferta de produção de frutas, que podem ser comercializada *in natura* ou industrializada, como é o caso do cupuaçu, araçá-boi e acerola. Depois do sétimo ano, foi preciso tomar a decisão de substituir alguns componentes do sistema, para garantir a produção dos componentes com maior rentabilidade e que toleram sombreamento das árvores. Neste período, foram introduzidos, açai, banana, pimenta-do-reino e guaraná. Componentes, como jenipapo e teca foram desbastados. Maracujá, pupunha e araçá-boi foram retirados. A experiência de campo mostrou que a produtividade pode ser aumentada ou otimizada de acordo com o tipo de manejo dos componentes, como poda de frutificação do guaraná, controle de perfilhos do açaí e da banana, introdução de adubação verde, por meio das podas de ingá e gliricidia e também das desramas das castanheiras e demais componentes arbóreos. Com relação aos componentes florestais, estima-se que o mogno possa começar a ser colhido aos 25 anos de idade (DAP>45,0 cm). Além disso, o mogno iniciou a produção de sementes, no 13º ano de idade, cuja venda de sementes deverá complementar a renda familiar. As demais espécies arbóreas, além de

produzirem madeira e produtos não-madeireiros, exercem importante papel na estrutura (esqueleto) dos arranjos agroflorestais, na ciclagem de nutrientes, no acúmulo de matéria orgânica do solo e seqüestro de carbono. Portanto, esses componentes são imprescindíveis nos arranjos e práticas agroflorestais, na reincorporação de áreas degradadas ao processo produtivo agropecuário. Na questão da ciclagem da matéria orgânica e reposição de nutrientes, o ingá e a gliricídia contribuíram substancialmente para melhorar as características biológicas, físicas e químicas dos solos, bem como, incrementou a matéria orgânica do solo, reduzindo as necessidades de adubação química. Não foi usado agrotóxico contra pragas e o aparecimento de vassoura-de-bruxa (*Crinipellis perniciosa)* no cupuaçuzeiro foi controlado por meio da poda de galhos doentes. Os custos de implantação de um sistema agroflorestal, nas condições do presente ensaio, podem variar de três a cinco mil reais, dependendo dos componentes (espécies vegetal e animal), tratos culturais, práticas e manejo agroflorestais. Quanto ao desempenho das práticas agroflorestais, na área do PATM, observou-se que as condições edáficas de baixa fertilidade do solo, o modo de preparo do solo (trituração da capoeira), resultando em uma grossa camada de liteira e o manejo inadequado à cultura, tais como: alta densidade de plantas na linha de plantio e a alta competição de nutrientes pela decomposição da liteira no solo, não favoreceram o cultivo de milho no primeiro ano. Causando assim, baixa produtividade. Entretanto, segundo a opinião dos agricultores, depois de 12 meses de trituração, o ambiente poderia ser mais favorável a produção de milho, quando associado a entrada de médio a baixos insumos químicos. No PATM, os dados de produção de macaxeira apresentaram uma tendência a acompanhar a maior estimativa de fitomassa da capoeira triturada. Sendo assim, na capoeira triturada, com fitomassa estimada em 40 t/ha, a macaxeira produziu 12 t/ha de raiz, enquanto que, na capoeira triturada com fitomassa de 10 t/ha a produção de macaxeira foi de 8 t/ha. Apesar do pequeno período de observação de crescimento do mogno nesse ensaio, os resultados indicam que a espécie deverá receber algum tipo de proteção, dentro da capoeirinha e nas entrelinhas do ingá, contra o ataque de *H. grandella.* Os arranjos estudados, no campo experimental da

Embrapa, demonstraram que é possível reincorporar áreas degradadas da Amazônia ao processo produtivo agropecuário. Além disso, são capazes de gerar renda, segurança alimentar e prestarem importantes serviços ambientais para a região. Sua sustentabilidade depende de práticas que estimulem a ação da biota do solo, a ciclagem de nutrientes e o manejo da matéria orgânica. O processo de trituração da capoeira pode ser uma alternativa a derruba e queima, minimizando o impacto negativo das queimadas e disponibilizando o potencial de nutrientes e matéria orgânica contido na vegetação triturada, por um período de médio prazo. Entretanto, os custos financeiros, para a operação de trituração da capoeira, inviabilizam o acesso dessa tecnologia aos agricultores familiares.

5. Referências Bibliográficas

Fernandes, E.C.M.; Wandelli, E.V.; Perin, R.; Sousa, S.G.A. 2006. Restoring productivity to degraded pasture lands in the Amazon through agroforestry practices. In: *Biological approaches to sustainable soil systems.* New York: CRC Press, v.5 cap. p.29.

Sousa, S.G.A. de; Fernandes, E.C.M.; Matos, J.C.S.; Perin, R.; Wandelli, E.V.; Arco-Verde, M.F.; Neves, A.L. 1996. Avaliação de sistemas agroflorestais em áreas de pastagens abandonadas e/ou degradadas na Amazônia Ocidental In: *Simpósio Internacional sobre Ecossistemas Florestais*, Belo Horizonte. Livro de Trabalhos Voluntários. Rio de Janeiro: Biosfera, v.1. p.185 - 187

Wandelli, E.V.; Fernandes, E.C.M.; Perin, R.; Sousa, S.G.A. de; Matos, J.C.S.; Tapia, S.; Gallardo, J. 2000. Aspectos biofísicos da recuperação de áreas de pastagem degradadas através de sistemas agroflorestais. In: *III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais: Manejando a Biodiversidade e Compondo a Paisagem Rural*. Manaus. Embrapa, p. 32-35.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Fundação Rockefeller, Embrapa/NCSU; PPG7-Fase I, LBA e Agrogases.

Recuperação de área degradada através do preparo de área sem queima e sistemas agroflorestais

Osvaldo Ryohei Kato[1]; Antonio Carlos Reis de Freitas[2]; Josie Helen Ferreira[3]; Walkymario P. Lemos[1]; Rivadalve Coelho Gonçalves[4]; José Aderito Rodrigues Filho[1]; Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo[1]; Marcelo Augusto Vasconcelos[5]; Moisés Mourão[1]; Lucilda Maria Sousa de Matos[1]; Rubenise Farias Gato[6]; Mauricio Shimizu[1] & Anna Roffe[1]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (okato@cpatu.embrapa.br); [2]Embrapa Meio Norte; [3]ASDCONO; [4]Embrapa Acre; [5]FANEP.

1. Introdução

A passagem da agricultura tradicional para o padrão moderno aumentou o consumo de energia, intensificou o uso dos recursos naturais, substituiu áreas de floresta por monocultivos, causando degradação dos solos e contaminação de recursos hídricos pelo uso de produtos químicos. A intensificação do uso de agrotóxicos, adubos químicos e da mecanização contribuiu para a expansão das lavouras com monocultura, reduzindo o nível de emprego rural, aumentando a concentração de posse da terra e acelerando o êxodo de agricultores familiares, provocando o aumento populacional nas periferias das cidades. Assim, a expansão desse modelo de agricultura serviu para aumentar, ainda mais, as desigualdades sociais (Mourão, 2004). Na Amazônia, a adoção do modelo químico-mecanizado está sendo negativo, o que pode ser comprovado com os cultivos de pimenta-do–reino e soja, onde a vegetação natural (primária ou secundária) é removida, reduzindo a diversidade e riqueza das espécies. Por outro lado, a agricultura tradicional, baseada na prática de corte e queima, tem se tornado alvo de manifestações de ambientalistas e cientistas do mundo inteiro pela emissão de gases que contribuem para o efeito estufa. O crescimento populacional, a crescente minifundização dos sistemas agrários, a redução dos períodos de pousio e as altas taxas de desmatamento e de emissão de gases são fatores que colocam em alerta a continuidade desse modelo. A associação de práticas de corte e

queima com as modernas ampliou os efeitos negativos da agricultura no ambiente e sociedade. Certamente, o maior desafio para a agricultura na Amazônia será formular, sistematizar e disseminar alternativas de produção sustentável, capazes de diminuir e/ou eliminar a prática de queimadas. De fato, observa-se que algumas técnicas de produção sem fogo não estão disponíveis para a esmagadora maioria da população rural. A busca de iniciativas locais é um importante ponto de partida.

2. Métodos

Apesar de algumas práticas estarem sendo sistematizadas na região, há necessidade da busca de alternativas agroecológicas praticadas por agricultores/as da região e a sistematização e divulgação destas práticas, ampliando o leque de alternativas disponíveis para a agricultura familiar. A disponibilização dos conhecimentos e das práticas através da capacitação pode contribuir para o desenvolvimento sustentável e fortalecimento da agricultura familiar, com inclusão social. Dentre as alternativas viáveis, destacam-se na Amazônia as iniciativas de preparo de área sem uso de fogo, como o Projeto Tipitamba (Kato et al, 2004), Projeto Raízes da Terra (Kato *et al.*, 2008) e projeto Roça Sem Queimar (Silva, 2003) e outros projetos que não utilizam o fogo como os sistemas agroflorestais (SAFs), desenvolvidos pelos/as agricultores/as afiliados ao centro Tipiti (Mourão, 2004) e à comunidade japonesa do município de Tomé Açu/PA (Yamada, 1999). O Tipitamba recomenda a intensificação de sistemas de produção familiares - com base na floresta secundária (capoeira) - através do corte-e-trituração mecanizada da capoeira e do plantio de leguminosas arbóreas de rápido crescimento para reduzir o período de pousio. No Projeto Raízes da Terra e Projeto Roça Sem Queimar, após a derrubada da capoeira, ocorre o plantio diversificado de espécies anuais e perenes para a formação de um sistema agroflorestal.

No projeto de SAFs, utilizam-se diferentes espécies de culturas perenes e, nas entrelinhas, cultivos anuais e semi permanentes e leguminosas para cobertura do solo. Assim os estudos de seleção de espécies arbóreas como a seringueira se constitui em importante estratégia para indicar alternativas de componente arbóreo para

compor os SAFs. Tomando-se como base experiências de sistemas agroflorestais multiestratificados no estado de Roraima foram aplicadas técnicas de modelagem buscando avaliar a plasticidade morfológica das árvores (Kaplan, 2001) e inferir sobre uma possível competição por luminosidade.

3. Resultados

No levantamento de experiências com alternativas ao uso do fogo nos sistemas agrícolas praticadas pelos agricultores no território do nordeste paraense foi possível identificar 70 experiências com preparo de área sem o uso do fogo e utilização dos SAFs nas unidades de produção familiar do território. No Estado do Pará, o trabalho participativo com os agricultores vem sendo realizado em 42 unidades de produção familiar de quatro Associações Comunitárias nos municípios de Igarapé Açu e Marapanim e 20 unidades de produção familiar no Pólo Rio Capim do Proambiente, onde foram apoiados a instalação de 62 unidades demonstrativas com SAFs com base no preparo de área sem queima, com o sistema de corte e trituração da vegetação secundária (capoeira) e cultivos alimentares, seguido do plantio de plantas perenes (frutíferas e florestais). Foram realizadas ações de capacitação dos agricultores através de cursos práticos sobre agricultura sem queima, controle alternativos de pragas, compostagem, produção de mudas e intercâmbios com grupos que praticam sistemas agroflorestais para aperfeiçoar as ações do projeto. No Estado do Maranhão foram instaladas 20 unidades demonstrativas com preparo de área sem queima com cultivos alimentares nos municípios de Zé Doca e Santa Luzia do Paruá. Em 2007 foram avaliados a eficiência agronômica da inoculação no feijão-caupi com as estirpes dos rizóbios BR 3267, BR 3299, BR 3302, BR 3262 e BR 3301 em sistema de plantio direto em capoeiras trituradas na região em parceria com o Curso de Mestrado em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão. Os resultados demonstraram que a inoculação das sementes da cultivar BRS Guariba com as estirpes dos rizóbios proporcionou uma produtividade média de 1.246,75 kg de grãos por hectare, tendo sido 214% superior ao tratamento controle. A seringueira como alternativa como componente arbóreo para implantação de SAFs é

uma opção e tem sido utilizado por agricultores de Tomé-Açu/Pará com bons resultados (Yamada, 1999). O principal problema é a ocorrência de doença ocasionada pelo *Microciclus ulei*. Os resultados de seleção de material tolerante no projeto ainda são preliminares, mas certamente contribuirão com oferta de mais um importante componente arbóreo para os SAFs. A aplicação do modelo SExI-FS (*Spatially Explicit Individual-based Forest Simulator*) para modelagem dos SAFs, obteve uma adequada representação do fenômeno de ocupação do dossel. Esses dados certamente contribuirão para o manejo dos SAFs instalados nas unidades demonstrativas, além de subsidiar futuros arranjos de novos sistemas que serão desenvolvidos nas propriedades.

4. Discussão e Conclusão

O uso do fogo na agricultura familiar é uma prática comum na maioria das unidades de produção contribuindo de maneira significativa para emissão de gases de efeito estufa. Associado a essa importante preocupação mundial, os sistemas com utilização do fogo nos sistemas de produção tem sido comprovado os efeitos negativos devido às perdas de nutrientes durante a queima da biomassa da vegetação, reduzindo o potencial de produção pela redução da adição de nutrientes. Resultados de pesquisa demonstram a vantagem dos sistemas com base no manejo da biomassa aérea da vegetação secundária (Denich, 2004; Kato *et al.*, 2008) com potencial de melhorar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. A recuperação de áreas degradadas com base no sistema sem uso do fogo (corte e trituração) associado a SAFs multiestratos se constitui em alternativa que pode contribuir para melhorar a sustentabilidade dos atuais sistemas de uso da terra praticados nas unidades de produção familiar. O preparo de área sem uso do fogo elimina as perdas de nutrientes pela queima e adiciona matéria orgânica ao solo, aumentando a capacidade produtiva e reduzindo a erosão devido aos efeitos da cobertura do solo, conservando melhor a umidade e assim contribuindo para aumentar a atividade biológica do solo, além de emitir cinco vezes menos equivalente CO_2 (Davidson *et al.*, 2008) quando comparado com o sistema com uso do fogo. Resultados obtidos em experimentos realizados em áreas de produtores

familiares demonstraram que o sistema de cultura de feijão-caupi com fixação biológica de nitrogênio cultivado em áreas de capoeira triturada aufere a produtividade de grãos superior à produtividade média do sistema de cultura de feijão-caupi cultivado com práticas de derruba e queima. Por outro lado, foram implantados 42 ha de SAFs a partir de sistemas de cultivos alimentares de áreas preparadas com uso do fogo. Dessa maneira, a introdução de plantas perenes a sistemas cultivados em capoeiras trituradas pode transformá-los em sistemas agroflorestais multiestrato, sendo uma alternativa técnica para a diversificação dos sistemas familiares de produção baseada na conservação da biodiversidade. Isto reduz a necessidade da abertura de novas áreas, além de promover serviços ambientais, em especial o seqüestro de carbono. Outro relevante resultado obtido foi a redução média de 50% das queimadas nas propriedades localizadas em quatro municípios do estado do Pará sob a intervenção dos projetos componentes da Sub-Rede Recuperamaz.

5. Referência Bibliográfica

Denich, M.; Vielhauer, K.; Kato, M. DO S.A.; Block, A.; Kato, O.R.; Sá, T.D. de A.; Lucke, W. & Vlek P.L.G. 2004. Mecanized land preparation in Forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazônia. *Agroforestry Systems* 61: 91-1006.

Davidson, E. A., Sá, T.D.A., Carvalho, C. J. R., Figueiredo, R. D. O., Kato, M. D. S. A., Kato, O. R. & Ishida, F. Y. 2008. An integrated greenhouse gas assessment of an alternative to slash-and-burn agriculture in eastern Amazonia. *Global Change Biology* 14: 1-10.

Kato, O.R.; Kato, M.S.A. Sá & Figueiredo, T.D.A. 2004. Plantio direto na capoeira. *Ciência e Ambiente*: 29: 99-111.

Kato, O.R.; Helen, J.; Sá, T.D.A. & Vasconcelos, S. 2008. Manejo de áreas alteradas com fruteiras. In: *Anais da Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria*, Belém. Fortaleza: Instituto Frutal. 14 p.

Mourão, P.L. 2004. *Um olhar de gênero sobre a reconstrução da agricultura de Abaetetuba-Pa.* Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental. 164p.

Silva, M. M. 2003. *Projeto roça sem queimar: uma proposta de manejo agroecológico para a região da Transamazônica – Pará*. 173 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Yamada, M. 1999. *Japanese immigrant agroforestry in the Brazilian Amazon:* a case study of sustainable rural development in the tropics. PhD Dissertation. University of Florida, Gainesville 821p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, MDA, MMA/PADEQ, BASA, Embrapa.

Atributos químicos do solo, crescimento de espécies arbóreas e cultivo de grãos em sistema agroflorestal no Tocantins.

Leonardo Santos Collier[1], Arison José Pereira[1] & Valdivino Veloso da Silva[3]

[1]Universidade Federal do Tocantins (leonardo@uft.edu.br); [3]Acadêmico de Agronomia da Universidade Federal do Tocantins.

1. Introdução

A utilização do componente arbóreo em sistemas de produção agrícola e pecuário permite a ocupação do solo com menor dependência de insumos externos e melhor aproveitamento de recursos naturais existentes. Algumas experiências com sistemas agroflorestais em áreas da floresta atlântica e amazônica já vêm sendo implantadas e acompanhadas (Costa *et al.*, 2002; Daniel *et al.*, 1999; Garcia e Couto, 1997; Ibrahim *et al.*, 2001a; Montagnini, 2001; Murgueitio e Ibrahim, 2001 citados por Dias-Filho, 2005). No entanto, resultados de pesquisa que avaliem a viabilidade desses sistemas complexos e as alterações no meio físico nas áreas de transição dos Estados do Tocantins, Mato Grosso, Rondônia e Maranhão, ainda são restritos. Dentro desta perspectiva, as técnicas da agrossilvicultura se constituem numa opção estratégica para recuperar áreas já desmatadas, por se coadunarem com as condições edafoclimáticas da região. Estas incluem sistemas de produção onde se alia o uso de espécies florestais, juntamente com culturas agrícolas e, ou, com a pecuária, combinadas para produzirem ao mesmo tempo, ou em períodos escalonados no tempo e no espaço. Outra possibilidade são os sistemas alternativos que propõem o aproveitamento de capoeiras abandonadas, permitindo a utilização de espécies para diversas finalidades que proporcionam a conservação e a recuperação ambiental, ao mesmo tempo em que promovem a geração de bens e serviços ambientais. O trabalho desenvolvido como atividade no âmbito do Grupo Temático "Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia", estabelecido entre instituições de pesquisa e universidades da região norte, teve por objetivo gerar

informações preliminares sobre alterações na fertilidade do solo em sistema agroflorestal recém-implantado, avaliar a produtividade dos cultivos de subsistência sob influência da presença de leguminosas, e avaliar o desenvolvimento de espécies arbóreas na área.

2. Métodos

O trabalho que gerou mais resultados foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal do Tocantins, em Gurupi-TO, em área onde a introdução de espécies arbóreas e frutíferas ocorreu entre fileiras de capim Napier (*Penissetum purpureum*) com espaçamento de 4,0 metros entre fileiras constituindo um sistema agroflorestal (SAF) em implantação. O solo do local é um Plintossolo Háplico distrófico com 18% de argila. Durante os anos de 2005, 2006 e 2007, entre dezembro e janeiro, o plantio de novas espécies arbóreas era realizado mantendo o espaçamento 4,0x4,0m em 13 linhas procurando obter um equilíbrio entre espécies exóticas e nativas. A área total atingia 3000m^2. Entre as espécies introduzidas e avaliadas destacam-se: Aroeira (*Myracrondruon urundeuva)*, Ipê roxo (*Tabebuia avellanedae)*, Ipê Amarelo (*Tabebuia alba)*, Teca (*Tectonia grandis)*, Copaíba (*Copaifera langsdorfii),* Cagaita (*Eugenia dysenterica)*, Cacau (*Teobroma cacao*), Tamarindo (*Tamarindus indica)*, Caroba (*Jacaranda* sp), Fava de Bolota (*Parkia platycephala)*, Cajá (*Spondias lutea),* Buruti (*Mauritia flexuosa),* Caju (*Anacardium spp.),* Acácia (*Acacia mangium*), Pau-ferro (*Caesalpina ferrea),* Paricá (*Schizolobium amazonicum),* Jamelão (*Eugenia jambolana),* Tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), Urucu (*Bixa orellana*), Genipapo (*Genipa americana*), Angico (*Anadenanthera columbrina*), Jaca (*Artocarpus integrifolium).* Durante esses três ciclos de cultivo foram introduzidos cultivos de milho, feijão caupi e com menor freqüência arroz e mandioca nas entrelinhas das espécies arbóreas a partir da retirada gradual (cada ano) das faixas de capim Napier. A partir do ano de 2006 foram introduzidas em partes da área duas espécies de leguminosas para manejo de seus resíduos: *Pueraria phaseoloides* e *Cajanus cajan*. As mudas das espécies arbóreas recebiam adubação fosfatada de plantio na forma de Superfosfato simples (50 g por cova) e as culturas também recebiam adubação mineral mínima. Durante esses anos,

foram realizadas avaliações da produtividade de grãos dos cultivos, de massa seca de resíduos das leguminosas, e do crescimento em altura das espécies arbóreas. Após cada período de colheita próximo aos restos culturais e na projeção da copa das árvores eram realizadas amostragens de solo na camada superficial para avaliação dos atributos da fertilidade do solo.

3. Resultados

Os exemplares de buriti, cagaita e cacau tiveram menor sobrevivência, não atravessando o período de estiagem dessa região. O angico é endêmico na região de mata ripária do campo experimental e apresentou a maior sobrevivência no período de estiagem. A avaliação de crescimento deve levar em conta que nem todas as espécies foram plantadas no mesmo ano, mas mesmo assim é possível destacar algumas. Teca, caroba, aroeira, cajá, ipê amarelo e copaíba foram as espécies plantadas em 2005 que apresentaram taxas de crescimento superiores a 200% num intervalo de 5 meses entre o plantio o fim da estação chuvosa. Entre 2006 e 2007, várias espécies apresentaram crescimento entre 100 e 150%, mas a espécie que mais se destacou foi *Acacia mangium* com mudas *de* 40 cm ultrapassando os 2,80m ao fim de oito meses de plantio. O ritmo de crescimento se reduziu até 2008, mas algumas espécies se destacam em relação à altura inicial com crescimento maior no segundo ou terceiro ano de plantio tais como: paricá, jamelão, angico, urucu, caju e pau-ferro. Com relação a produtividade dos cultivos intercalares às fileiras de árvores, mesmo se tratando de cultivares diferentes, com o feijão caupi observou-se resultados crescentes de 2005 para 2007, com produtividades que iniciaram com 800 $kg.ha^{-1}$ e atingiram 1300 $kg.ha^{-1}$ em 2007. Em 2008 já houve um desempenho ruim quando cultivado solteiro ou consorciado não ultrapassando 650 $kgha^{-1}$. Com o milho já houve uma tendência de crescimento, de apenas 800 $kg.ha^{-1}$ em 2006 para 2880 $kgha^{-1}$ com material variedade em consórcio com leguminosas em 2008. O cultivo de arroz só foi introduzido no ano agrícola 2007 e não houve colheita pelo fraco desenvolvimento. A mandioca também só foi introduzida em fins de 2007 e ainda não foi colhida, mas apresenta desenvolvimento irregular. Houve tentativa de introdução de outros cultivos em

sucessão ao milho e feijão-caupi, como sorgo, quiabo e gergelim, mas sem sucesso pelo período de estiagem muito precoce. A partir de 2006 houve uma retirada gradual das faixas de capim Napier visando espaço para os cultivos de subsistência, com isso foram introduzidas duas leguminosas em sistema de consórcio e solteiro (principalmente nos dois últimos anos). A pueraria ou kudzu tropical se desenvolveu lentamente nos primeiros meses, mas promoveu uma cobertura de solo mais eficiente ao longo do tempo, mantendo desenvolvimento durante o período de estiagem. A pueraria apresentou uma capacidade crescente de supressão de invasoras principalmente a partir dos 60 dias de plantio. As duas espécies estudadas promoveram manutenção ou incremento nos atributos da fertilidade do solo. Estes atributos químicos avaliados ao longo do tempo de acompanhamento da área manifestam uma oscilação com ganhos no Ca, P e CTC, mas com uma redução no K trocável e alguma reacidificação do solo com redução dos teores de matéria orgânica.

4. Discussão e Conclusão

A mortalidade de algumas espécies indica que no momento de início dos trabalhos não havia possibilidade de introdução das mesmas com forte restrição hídrica e muita luminosidade, como ocorreu para o cacau. As espécies de crescimento inicial rápido podem ter sido favorecidas pela adubação inicial além dos cortes de capim Napier como cobertura do solo. O crescimento da teca pode sugerir boa perspectiva de aproveitamento florestal, mas é cedo para concluir pelo tempo previsto de corte da espécie superar 10 anos, e seu ritmo de crescimento já é menor do que na fase inicial. Mesmo com o crescimento sendo avaliado a partir de introdução das espécies arbóreas em diferentes momentos, percebe-se que muitas das espécies listadas na metodologia já apresentam porte superior a 2,0m, manifestando funções do componente arbóreo num SAF (Nair, 1989). Em 2008, já existiam espécies em frutificação como jamelão, caju e urucu. Dentre as espécies estudadas, chamou atenção *Acacia mangium*, possivelmente favorecida pela fixação biológica de N e de micorrização. O crescimento dessas espécies dentro do espaçamento 4,0x4,0m sugere dificuldade de condução dos cultivos por competição por luz. Se fosse considerado o comportamento do

cultivo intercalar do arroz e da mandioca, isso poderia ocorrer, mas o registro das invasoras e adubações mais modestas também explicam a dificuldade de adaptação desses cultivos. O milho e o feijão caupi denotaram possibilidade de uso devido aos ganhos que foram crescentes, possivelmente viabilizados pelos consórcios com as leguminosas e aos resíduos do componente arbóreo. No caso do feijão caupi da última safra, a redução foi atribuída não à competição, mas ao excesso de chuvas que dificultaram a fase de enchimento de vagens e maturação. Atualmente as áreas para cultivo de grãos se tornaram mais restritas, mas ainda existem, porque algumas espécies se adaptam a podas e devido aos plantios ocorrerem todos os anos, existem "clareiras" com possibilidade de cultivo. A avaliação do uso das leguminosas foi bastante favorável. Houve por parte do guandu e da pueraria uma redução na população de invasoras e ciclagem de alguns nutrientes como Ca e P. O aspecto que precisa ser melhorado é que com a remoção do capim napier os níveis de K estão menores, e os resíduos atuais são de decomposição mais rápida, daí a redução do teor de matéria orgânica. Como balanço geral de quase três anos de acompanhamento, acredita-se que esses sistemas podem ser adaptados, desde que melhor planejados de acordo com a necessidade do agricultor, visando recuperação de áreas em declínio de produção, evitando assim a ampliação de frentes de desmatamento por agricultores familiares. Trabalhos mais integradores sobre os atributos avaliados e delineamentos mais sistemáticos poderão futuramente gerar informações sobre outros arranjos de sistemas agroflorestais e seu comportamento na região de transição Cerrado-Amazônia.

5. Referências Bibliográficas

Dias-Filho, M.B. 2005. *Degradação de pastagens. Processos, causas e estratégias de recuperação*. 2ª.Ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 173p.

Nair, P.R.K. 1989. Agroforestry systems, practices and technologies. In: Nair, P.K.R. (Ed.) *Agroforestry systems in the tropics*. London: Kluwer Academic, p. 53-62.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Estudo preliminar de sistemas agroflorestais no Distrito de Triunfo, Candeias do Jamari, Rondônia

Maria Solange de Macedo Ribeiro[1] & Marília Locatelli [2]

[1]Emater Rondônia (maissoll@globo.com); [2]Embrapa Rondônia.

1. Introdução

Segundo Peneireiro (2002), o século XXI inicia-se com um desafio para a humanidade: a busca da sustentabilidade em suas ações, as quais têm grandes influencia em toda a biosfera. De acordo com essa autora a necessidade de novos caminhos para a agricultura, visando a sustentabilidade nessa atividade imprescindível para a espécie humana, faz parte desse desafio. Em cada parte do mundo há um modelo para se fazer agricultura, todas têm embutidas e consideradas questões ecológicas, sociais, econômicas e culturais, que levam a se fazer um determinado tipo de agricultura. Essas formas diferentes de se fazer agricultura, antigas ou modernas, estão passando por um julgamento que possibilita elencá-las em uma escala de sustentabilidade. Esses dois termos – sustentabilidade e agricultura – estarão presentes em todo este trabalho, pois são indissociáveis quando se congrega as questões ecológicas, sociais, econômicas e culturais em seu maior grau. De acordo com Götsch (1995), "uma agricultura sustentável pressupõe uma nova relação ser humano-natureza, onde se deve buscar otimizar e não maximinizar os recursos". Isso significa que o ser humano deve colaborar com a natureza, auxiliando-a no desenvolvimento do ambiente sem exaurir seus recursos naturais. Os Sistemas Agroflorestais (SAF) se apresentam como uma das alternativas de conciliação de sustentabilidade e agricultura, dando condições ao ser humano de sustentabilidade sem agressão ao meio ambiente. De acordo com a REBRAF (2005), a agrofloresta (ou Sistema Agroflorestal - SAF) é uma forma de uso da terra em que as espécies agrícolas e florestais são plantadas e manejadas em associação, considerando a estrutura e a dinâmica dos ecossistemas onde estão inseridas, fundamentando-se na sucessão natural das espécies. O desenvolvimento sustentável na Amazônia é uma alternativa para a agricultura, por ser capaz de

manter a fertilidade do solo e a sustentabilidade do pequeno produtor rural. O presente estudo teve por objetivo conhecer/analisar experiências em sistemas agroflorestais no Distrito de Triunfo, Município de Candeias do Jamari, Rondônia, identificando os tipos de sistemas implantados, as perspectivas dos produtores quanto aos SAF, bem como evidenciar dados para estimular outros produtores a aderirem à prática de sistemas agroflorestais.

2. Métodos

O trabalho foi desenvolvido em oito propriedades rurais do Distrito de Triunfo, Município de Candeias do Jamari, Rondônia. Essas propriedades fazem parte do Projeto de Assentamento Rio Preto do Candeias. A pesquisa foi delimitada apenas aos produtores rurais que implantaram SAF, bem como aqueles que tivessem 10 anos ou mais após plantio. Objetivando aprofundar as análises desenvolvidas a partir dos dados contidos na EMATER/RO, foram realizadas visitas técnicas, no mês de abril/2008. Nessas visitas foram utilizados dois instrumentos exploratórios (entrevista formal através do questionário de campo e entrevista informal), como forma de realizar um diagnóstico sobre o sistema de produção dominante na região. Esta metodologia permitiu avaliar a realidade rural e gerar informações importantes sobre os processos dos SAF. As informações (tanto da parte econômica como da parte de produção, variação e periodicidade das culturas) foram coletadas durante a aplicação do questionário a cada um dos produtores.

3. Resultados

Foram encontrados 11 sistemas agroflorestais em oito propriedades rurais visitadas, e conforme dados do Zoneamento Sócio-Economico e Ecológico do Estado de Rondônia, a classe de solo existente nos sistemas estudados é Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. Conforme se verifica, 100% dos entrevistados são os próprios donos da propriedade rural, sendo a maioria casados (80%), com naturalidade distribuída equitativamente pelas demais regiões do país, predominância para as regiões Centro-Oeste e Sul (30% cada). Vindos para Rondônia predominantemente da região Centro-Oeste (40%), seguida da região Sul (30%). Já quanto a ocupação anterior,

40% informaram serem meeiros, 50% disseram que eram assalariados e 10% afirmaram serem do lar. O tamanho das propriedades variou de 59 a 52 ha, sendo cinco propriedades com 59 ha (62,5%); uma com 57 ha (12,5%); uma com 55 ha (12,5%) e uma com 52 ha (12,5%). Vale observar que todas têm menos de um módulo fiscal estadual, que é de 60 ha. Quanto ao tamanho do SAF, variou de 5 ha a 2 ha, sendo um SAF de 5 ha (8,47% da terra); um SAF de 4 ha (6,78% da terra); dois SAF de 3 ha (5,08% e 5,45% em relação a terra); dois SAF de 2,5 há (4,24%) e quatro SAF de 2 ha (3,39% e 3,85% em relação a terra). Observa-se que o percentual de uso do solo é muito baixo em comparação com a quantidade total da terra. Quanto ao ano de implantação, variou de 1993 a 1996, estando hoje todos com mais de dez anos de implantação. A área de floresta (reserva) variou de 64% a 42% e as demais áreas (pastagem, capoeira) não ligadas a agricultura variou de 15% a 50% da área total da propriedade. Quanto ao cultivo de planta solteira, menos da metade (45%) dos proprietários utiliza-se dessa modalidade. Quanto à motivação, os produtores definiram suas escolhas em razão de financiamento público (25%), idéia própria (50%), experiência anterior (12%) e incentivo da EMATER/RO (13%). Como se pode observar, 45,45% dos produtores afirmou que poderiam iniciar um novo SAF e 54,55% disseram que não pretendem iniciar outro SAF. As justificativas dos que não querem iniciar um novo SAF é que não contam com apoio do governo por falta de políticas públicas voltadas para a agricultura e em especial para os SAF. Entre as afirmações dos produtores, mais de 60% declararam que uma das vantagens foi a de conservação do meio ambiente, seguida de quem não acha nenhuma vantagem (25%) e valorização da propriedade (12,5%). Entre os itens sobre desvantagens foram indicados fogo na propriedade vizinha (50%), e falta de compreensão das orientações recebidas (25%) e falta de retorno financeiro (25%). O não entendimento das orientações recebidas motivou erros no plantio ou no trato das plantações consorciadas.

Perguntados sobre a importância de preservar o meio ambiente, todos responderam afirmativamente, mas fizeram várias colocações quanto à falta de políticas públicas de apoio ao pequeno produtor e de preservação do meio ambiente. Quando questionados sobre a

comercialização, houve mais reclamação do que entusiasmo. As reclamações eram basicamente sobre o baixo preço do produto (frutas em geral) e a falta de transporte para a produção. Quanto ao apoio tecnológico e gerencial, 37,5% dos produtores responderam que não receberam e 62,5% responderam que receberam orientação para implantação do SAF. A maioria dos produtores informou que receberam financiamento, sendo que somente um (12,5% do total) respondeu que não teve financiamento, mas porque não consegue finalizá-lo. Assim, praticamente a totalidade dos SAF foi financiada, indicando a existência de apoio financeiro para a execução de projetos dessa natureza. Os SAF encontrados com suas respectivas espécies foram: **SAF 1** - *Cajazeiro* (*Spondias lutea L.),* Cafeeiro (*Coffea canephora* (Pierre ex A. Froehner)), Freijó-louro (*Cordia alliodora (Ruiz e Pav.)Oken*) e Cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.*);* **SAF 2** - Freijó-louro , Cafeeiro, Cupuaçuzeiro *,* e Seringueira (*Hevea brasiliensis Muell*); **SAF3** - Teca (*Tectona grandis* L. F.), Freijó-louro, e Cafeeiro; **SAF 4** - Freijó-louro, Bandarra ou Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex. Ducke) Barneby), Cupuaçuzeiro*,* Cafeeiro*;* **SAF 5** - Freijó-louro, Bandarra ou Paricá, Cafeeiro e Cacaueiro (*Theobroma cacao L.*)*;* **SAF 6** - Cerejeira (*Torresia acreana Ducke*), Cafeeiro; **SAF 7** - Pupunha (*Bactris gasipaes H. B. K.*) e Cupuaçuzeiro; **SAF 8** - Freijó-louro e Cafeeiro; **SAF 9** - Freijó-louro, Bandarra ou Paricá, Cupuaçuzeiro*,* e Cafeeiro; **SAF 10** - Bandarra, Ipê (*Tabebuia sp*), e Cafeeiro; **SAF 11** - Açaizeiro *(Euterpe oleracea Mart.)* e Cupuaçuzeiro.

4. Discussão e Conclusão

Com base na pesquisa realizada conclui-se que: dos onze sistemas agroflorestais visitados, 40% dos proprietários são oriundos da região centro oeste, 30% da região sul, 20% da região sudeste e 10% da região nordeste. Todas as propriedades estão abaixo do módulo fiscal regional, que é de 60 ha, estando na qualidade de pequena propriedade rural. Os SAF foram implantados no período de 1993 a 1996, estando com idade entre 12 a 15 anos. Quanto à motivação para implantação, 50% dos produtores alegaram ter sido idéia própria, 25% financiamento, 12% experiência anterior e 13%

incentivo de empresa de assistência técnica. Quarenta e cinco por cento dos produtores informaram que poderiam iniciar um novo sistema agroflorestal, no entanto, 54% afirmaram que não tinham essa pretensão por se tratar de sistema complexo e que exige mão-de-obra especializada. Entre as vantagens foi destacada a conservação do meio ambiente, a valorização da propriedade e entre as desvantagens figurou o fogo ateado pelos vizinhos, que ameaça a cobertura vegetal da propriedade, a falta de retorno econômico pelo baixo preço do produto no mercado ou por problemas na comercialização, principalmente das frutas. Sugerimos como forma de melhoria a manutenção de incentivos financeiros e técnicos, além de melhoria das políticas públicas de apoio institucional, crédito, fomento ao plantio de árvores entre outras que poderiam contribuir para maior expansão dos Sistemas Agroflorestais entre os pequenos produtores rurais. Os produtores ainda não têm uma visão clara dos benefícios financeiros decorrentes desta atividade, necessitando maior assistência, apoio e esclarecimentos, junto com as informações técnicas de implantação e manejo florestal fornecidas por órgãos oficiais.

5. Referências Bibliográficas

Götsch, E. 1995. *O renascer da agricultura*. Rio de Janeiro: AS-PTA.

Peneireiro, F. M. 2002. *Fundamentos da agrofloresta sucessional*. IV CBSAF. Ilhéus/BA.

Rebraf - Rede Brasileira Agroflorestal. 2005. *Sistema Agroflorestal: ecologia e produção*. Disponível em http://base.d-p-h.info/pt/dossiers/dossier-23.html. Acesso em: 14 abr. 2008.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Artigo-síntese da sub-rede RECUPERA

Manejo e recuperação de recursos naturais em paisagens antropizadas na Amazônia Oriental – RECUPERA

Oriana Almeida[1]; Daniel Nepstad[2]; Britaldo Soares[3]; Sérgio Rivero[1] & Claudia Stickler[4]

[1]Universidade Federal do Pará (oriana@ufpa.br); [2]Fundação Moore; [3]Universidade Federal de Minas Gerais; [4]Florida University.

A força motriz do desmatamento na Amazônia mudou. Nas décadas 80 e 90, os principais fatores motivadores de expansão da fronteira agrícola eram as políticas públicas que incentivaram a conversão de florestas em pastagens e cultivos e as oscilações da economia brasileira. No novo milênio, este quadro mudou. As novas forças empurrando as fronteiras agrícolas são os mercados internacionais. Cada vez mais, os sucessos dos movimentos sociais (principalmente da agricultura familiar) em formular políticas públicas sofisticadas e práticas para a região criam novas prioridades para a comunidade cientifica.

Como a pressão dos mercados internacionais para um desempenho ambiental da pecuária e da agricultura industrial pode ser alavancada para fomentar a gestão ambiental destas propriedades? Como os mercados crescentes para serviços ambientais podem se traduzir em incentivos para a gestão integrada de propriedades e comunidades da agricultura familiar, fortalecendo a atuação dos movimentos sociais no desenvolvimento sustentável?

Esta sub-rede de pesquisa foi composta por instituições e pesquisadores que, juntos, buscam contribuir substancialmente para responder estas perguntas. A meta é integrar e fortalecer a pesquisa ecológica, a econômica, e as simulações de cenários futuros sobre uma fronteira da agricultura familiar (a Transamazônica) e uma fronteira da agropecuária industrial (cabeceiras do rio Xingu no Mato Grosso) para embasar novas propostas de conservação em propriedades privadas.

Objetivo geral

A proposta de sub-rede tem como estratégia a compilação de dados biológicos mais dados sócio-econômicos de campo com a formulação de modelos, fornecendo as bases científicas para elaboração de propostas de regulamentação ambiental, práticas de recuperação e ordenamento do uso do solo da Amazônia.

Os principais pontos são:

I. Desenvolver modelos de gestão integrada de propriedades;

II. Definir os impactos ecológicos de cenários de gestão integrada de propriedades;

III. Estimar os custos da gestão de propriedades e de paisagens.

Objetivos especificos

I. Criar uma rede de pesquisas de campo em áreas de agricultura familiar, de pecuária industrial, e de agricultura industrial que forneça conhecimento científico necessário para desenvolver modelos de gestão integrada de propriedades;

II. Definir os impactos ecológicos (emissão de carbono, queimada, qualidade de água, permanência de fauna e conectividade das florestas) de cenários de gestão integrada de propriedades através de modelagem/simulação de paisagens em Mato Grosso (cabeceiras do Xingu) e Pará (Transamazônica);

III. Estimar os custos econômicos de propriedades privadas e ao nível regional de cada cenário de gestão de propriedades;

IV. Consolidar o sistema de uso múltiplo da pequena propriedade rural da Amazônia como prática de renovação do sistema produtivo;

V. Documentar as práticas ecológicas adequadas para a recuperação de áreas degradadas;

VI. Mapear/modelar o lucro potencial de agricultura, pecuária, produção madeireira na região do Xingu com a finalidade de evitar a conversão inapropriada de florestas, criando uma base cientifica mais forte para os programas de zoneamento;

VII. Definir parâmetros econômicos que permitam estimar os "trade-offs" ecológicos/econômicos de várias abordagens de manejo e recuperação, que estimam custos/ benefícios privados e sociais dessas práticas;

VIII. Determinar custos regionais de recuperação de APPSs e reserva legal nas propriedades;

IX. Disseminar as lições de boa prática em manuais ilustrados, artigos e através de articulação com os demais produtores e distintos segmentos produtivos;
X. Identificar o impacto de boas práticas adotadas em grande escala sobre: (a) fluxo de córregos/rios, (b) contaminação de córregos/rios, (c) ocorrência de fogo e (d) desmatamento.

Multidisciplinaridade

Uma das características da proposta de sub-rede foi a mult-inter-disciplinaridade, intra e interprojetos, com o objetivo de uma compreensão integral dos processos e atores que contribuem para as transformações da paisagem amazônica e, dessa forma, podem contribuir com modelos refinados de gestão da paisagem.

Os processos de mudanças de paisagem na Amazônia passam por diferentes níveis de complexidades, com a participação de diferentes setores produtivos e atores de transformação, que possuem diferentes perspectivas e necessidades. A compreensão dos mecanismos de recuperação de áreas degradadas, com o estabelecimento de novas técnicas de manejo e a determinação da viabilidade econômica destes processos, depende de diferentes áreas do conhecimento. Portanto, uma proposta de modelo de gestão e manejo dos recursos naturais deve passar, sobretudo, pela integração de estudos biológicos, econômicos e sociais dos sistemas envolvidos.

Para alcançar esta integração do conhecimento, os grupos de pesquisa envolvidos nesta sub-rede focaram seus estudos em duas regiões que têm uma contribuição importante para a mudança do uso da terra na Amazônia, são elas, as Cabeceiras do Rio Xingu e a Transamazônica.

Transversalidade

O grupo transversal de custos e benefícios do manejo e o grupo de pesquisa de modelagem para paisagens sustentáveis vêm utilizando os dados dos demais grupos de pesquisa que trabalharam nestas duas áreas para avaliar os custos e benefícios socioeconômicos e ambientais para os produtores e tomadores de decisão locais e para criar cenários de expansão das principais atividades.

Os diferentes projetos de pesquisa têm conseguido fazer a integração e a troca de informação com os demais grupos da sub-

rede. O grupo de pesquisa Paisagens Sustentáveis, por exemplo, integra dados das pesquisas ecológica/econômicas de campo em grandes propriedades agropecuárias, associadas às análises econômicas de várias abordagens de uso da terra. Ex: estimativas de custos de recuperação da mata ciliar, impacto das medidas propostas na renda de proprietários rurais, modelos de uso da terra para a pecuária, atividade madeireira e soja no Xingu.

Projetos

A sub-rede é composta por cinco projetos. O grupo de pesquisa transversal "Custos e benefícios do manejo e recuperação de áreas degradadas para gestão de propriedades e de paisagens" fornecerá subsídios para a gestão de paisagens e conservação de ecossistemas na Amazônia. Este projeto de pesquisa estudou a viabilidade econômica de possíveis práticas de gestão ambiental com foco na recuperação de áreas degradadas (RL e APP) analisando vários modelos de gestão de propriedade. Este grupo de pesquisa é fortemente vinculado aos demais grupos. A base de dados dos quatro outros grupos de pesquisa da sub-rede subsidiou as estratégias de estudo do Grupo de pesquisa tranversal.

O grupo "Gestão ambiental integrada de pequenas propriedades rurais na Amazônia Oriental" elaborou e aplicou questionários para as famílias nos pólos do Proambiente para fazer uma tipologia do nível de qualidade ambiental na propriedade. O grupo também trabalhou com modelagem de fogo nas propriedades da região.

Nas áreas de trabalho do grupo "Manejo e recuperação de recursos naturais em propriedades industriais da agropecuária" foram aplicados questionários considerando o público alvo e a região de pesquisa do grupo (cabeceiras do rio Xingu) para analisar o grau de degradação das áreas (junto com o grupo "Custos e benefícios (...)"). Técnicos do projeto montaram um protocolo ambiental para gestão de propriedades, que foi implementado nos últimos três anos pela organização Aliança da Terra (www.aliancadaterra.org.br) com fins de fazer a gestão de longo prazo dessas propriedades.

Os custos relacionados à modelagem de potencial de áreas da região do Mato Grosso foram feitos associados ao quarto grupo "Paisagens sustentáveis". Nesse caso, os custos de recuperação de propriedades foram utilizados para a região do Xingu, considerando

os níveis de degradação, estoque de carbono e cenários de desmatamento.

O grupo de pesquisa "Impactos antrópicos sobre fauna como subsídios para a gestão de paisagens" estudou a fauna com vistas a fornecer dados com possíveis estratégias de racionalização dos custos da recuperação de áreas degradadas, tendo em vista o papel potencializador da fauna na recuperação dessas áreas, por meio de processos como: polinização, dispersão de sementes, entre outros. Assim como instruções de manejo de fauna em áreas de APP.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE PAINÉIS
(Resumos Expandidos)

Projetos de pesquisa da sub-rede RECUPERA

	Coordenador	Título do Projeto de Pesquisa	Instituição
1	Ana Cristina Mendes de Oliveira	Avaliação dos impactos antrópicos sobre fauna como subsídios para a gestão de paisagens	UFPA - PA
2	Britaldo Silveira Soares Filho	Paisagens sustentáveis	UFMG - PA
3	Oriana Trindade de Almeida	Grupo transversal: custos e benefícios do manejo e recuperação de áreas degradadas para gestão de propriedades e de paisagens	IPAM - PA
4	Marcos Ximenes Ponte	Gestão ambiental integrada de pequenas propriedades rurais na Amazônia Oriental	UFPA - PA

Avaliação dos impactos antrópicos sobre fauna como subsídios para a gestão de paisagens em propriedades rurais

Ana Cristina Mendes de Oliveira[1]; Maria Cristina dos Santos-Costa[1]; Roberta Valente[1]; José Antônio M. Fernandes[1]; Maria Cristina Esposito[1]; Alexandre Bonaldo[2]; Oswaldo de Carvalho Jr.[3]; Alexandre Aleixo[2]; César Mello[4]; Valdinei C. Koppe[4]; Paulo Guilherme dos Santos[6]; Elaine Wanzeler[6]; José Raimundo R. Guimarães[6]; Pedro Abe[6]; Youszef Bitar[6]; Leandra Cardoso[6]; Luis Paulo Printes[1]; Rogério V. Rossi[8]; Ana L. C. Prudente[2]; Renata Soares[5]; Suzanne de Maria[5]; Patrícia Saggin[5]; Fernando S. Carvalho[6]; Nancy F. L. M. Hung[2]; David Candiani[6]; Nayane C. Bastos[7]; Fabíola Poletto[2]; Eduardo Portes[6] & Arlindo Pinto Jr.[1]

[1]Universidade Federal do Pará; [2]Museu Paraense Emílio Goeldi; [3]Instituto de Pesquisa Ambiental; [4]Universidade Estadual do Mato Grosso; [5]Acadêmicos da Universidade Federal do Pará; [6]Pós-graduandos do MPEG/UFPA; [7]Acadêmica do Centro Federal de Educação Tecnológica; [8]Universidade Federal do Mato Grosso.

1. Introdução

A Amazônia Oriental apresenta-se como um grande mosaico de paisagens degradadas entrecortadas por matas ciliares (Áreas de Preservação Permanente - APPs), em diferentes níveis de conservação, que atravessam propriedades particulares de grandes e pequenos produtores. Segundo Alencar *et al.* (2004), o ecossistema mais apto, e conseqüentemente o mais afetado pela expansão agropecuária na Amazônia, ocorre em torno das divisas dos estados de Mato Grosso e do Pará, em uma zona entre a Floresta Amazônica e o Cerrado, onde se encontra a Floresta de Transição. Alguns autores (Alencar *et al.,* 2004; Nepstad *et al.*, 2006) apontam esta área de transição como sendo das mais vulneráveis, dependente de proteção rápida e prioritária para a realização de inventários e estudos de recuperação, devido a forte ação antrópica que vem sofrendo. Pouco se fala em estudos sobre fauna quando se menciona a recuperação de áreas degradadas. Entretanto, estudos de

regeneração e recuperação de áreas degradadas têm mostrado que a maioria das espécies vegetais das florestas tropicais tem preferencialmente fecundação cruzada (Bawa *et al*, 1985; Kageyama & Gandara, 1994). Este fato demonstra a importância das espécies animais no fluxo gênico das plantas. Os animais também podem ser considerados os principais dispersores de sementes das florestas tropicais (Silva *et al*, 1996; Howe & Smallwood, 1982). A participação na ciclagem de nutrientes e no fluxo de matéria e energia, também faz dos animais parcela fundamental no funcionamento de um ecossistema. Todos estes fatores corroboram a necessidade do estudo da fauna para a gestão e restauração de ecossistemas naturais. Este trabalho de pesquisa fez parte da sub-rede que visa promover o manejo e recuperação de recursos naturais em paisagens antropizadas. Com objetivo de fornecer subsídios para a gestão de paisagens, recuperação de áreas degradadas e conservação de ecossistemas naturais em propriedades rurais na Amazônia oriental, este projeto de pesquisa permitiu o estudo da resposta de espécies da fauna amazônica aos processos de degradação ambiental em uma região de grande pressão antrópica no Estado do Mato Grosso. A caracterização da fauna, em áreas com diferentes níveis de degradação, vem fornecendo dados que estão subsidiando as ações de recuperação das áreas degradadas desta sub-rede.

2. Métodos

Este estudo foi conduzido na fazenda Tanguro (Coordenadas 12º 54" S e 52º 22" W), aproximadamente 35 km ao sul do município de Querência (Coordenadas 12º 35' 49" S e 52º 11' 59" W), no estado do Mato Grosso. A Fazenda está contida no "arco do desflorestamento" que é a área de maior pressão antrópica da região amazônica. Com uma área de 82.000 hectares, dos quais aproximadamente 35.050 ha já foram desmatados para a criação de gado, a Fazenda possui 46.500 ha de reserva legal e 3.132 ha de Áreas de Preservação Permanente. O desenho amostral desta pesquisa incluiu a coleta de dados primários em 2 Áreas de Preservação Permanente sob forte influencia da soja (APP degradada) e 2 Áreas de Preservação Permanente com floresta contínua (APP conservada). A estratégia geral de pesquisa consistiu em fazer inventários faunísticos nestas

APPs degradadas e conservadas, comparando a riqueza e abundância de espécies animais em cada habitat amostrado. Foram inventariados sete grandes grupos da fauna amazônica, sendo eles: insetos, aranhas, répteis, anfíbios, peixes, aves e mamíferos. Foram utilizados diferentes métodos de coleta e análise de dados de acordo com protocolos científicos pré-estabelecidos pela literatura, para cada grupo animal estudado. Para cada APP estudada foram consideradas três subáreas de coleta, uma vez que o nível de degradação ao longo de cada APP difere da degradação da nascente. Portanto, para cada grupo de fauna estudado, foram considerados três grandes pontos de amostragem em cada APP, sendo um, próximo à nascente, outro ponto intermediário e um terceiro ponto mais longe da nascente, onde geralmente a floresta estava mais bem conservada nas APPs degradadas. O mesmo foi considerado para as APPs conservadas.

3. Resultados

Foram registradas ao todo 825 espécies da fauna estudada, sendo 49 espécies de percevejos aquáticos (Heteroptera), 21 espécies de besouros gorgulhos (Curculionidae), 25 espécies de moscas (Díptera), 306 espécies de aranhas (Araneae), 34 espécies de anfíbios, 38 espécies de répteis, 36 espécies de peixes, 238 espécies de aves e 78 espécies de mamíferos. Dentre estes, foram registrados oito táxons ainda não descritos na literatura, sendo duas espécies novas de anura do gênero *Osteocephalus*, uma espécie nova de besouro gorgulho do gênero *Bondariella* e um gênero novo de besouro gorgulho, duas espécies novas de aranhas da família *Corinidae* e duas espécies novas de percevejos aquáticos, um do gênero *Edessa* e outro do gênero *Discocoris*. A fauna apresentou resultados diferenciados entre grupos quanto à resposta à degradação da floresta. Efeitos mais significativos foram detectados na abundância do que na riqueza das espécies. Baseados nos dados de abundância foram definidas algumas espécies bioindicadoras, consideradas capazes de detectar modificações ambientais ecossistêmicas. Entre estas podemos citar algumas espécies que foram muito mais abundantes nas áreas degradadas como *Hypsiboas albopunctatus* (espécie de perereca), *Necromys lasiurus* (pequeno roedor), *Neogerris lubricus* (percevejo aquático) que somente foi

encontrado em área degradada. Outras espécies foram bastante abundantes em áreas conservadas como *Hylaeamys cf. megacephalus* (pequeno roedor), *Rhagovelia whitei (percevejo aquático)* e *Phyllomedusa vaillantii* (espécie de perereca), que foi exclusiva de área conservada. Algumas espécies de moscas da família Sarcophagidae também parecem ter sido favorecidas pela degradação das APPs. Duas espécies de serpentes foram exclusivamente encontradas em áreas degradadas, sendo elas *Crotalus durissus* e *Philodryas nattereri,* entretanto, são necessários maiores estudos para constatar o papel destes animais como bioindicadores. Não foram encontradas diferenças significativas entre abundância de famílias de aranhas coletadas nos diferentes habitats.

4. Discussão e Conclusão

Estudos de diversidade de espécies em áreas de florestas de transição Amazônia-Cerrado são importantes como subsídios à conservação destas áreas florestais, extremamente ameaçadas pela pressão antrópica. Neste trabalho de pesquisa foi possível constatar, para alguns grupos da fauna, a importância biogeográfica do bioma Cerrado em sobreposição com o bioma Amazônia, formando ambientes florestais diferenciados, provavelmente favorecendo a colonização de espécies típicas de áreas abertas em áreas florestais fechadas. O aumento da plasticidade ecológica de algumas espécies em função da degradação de habitats, também pode ser destacado nesta pesquisa, que detectou a ocorrência e ou aumento de abundância de algumas espécies em Áreas de Preservação Permanentes degradadas. Entretanto, este processo pode levar à dominância de algumas espécies da fauna e provável diminuição da diversidade biológica nestas áreas degradadas. A diminuição da diversidade de fauna pode afetar processos ecossistêmicos como dispersão, herbivoria, polinização e predação, provocando efeitos diretos sobre as comunidades de plantas. A diversidade de animais encontrada nesta área de transição estudada reflete os diferentes papéis ecológicos desenvolvidos pela fauna na recuperação de áreas degradadas. Este potencial foi levado a cabo nesta sub-rede, na tentativa de incorporar os conhecimentos gerados neste projeto de

pesquisa específico, dentro do modelo de biodiversidade e dentro das estratégias de "boas práticas" difundidas pela sub-rede.

5. Referências Bibliográficas

Alencar, A.; Nepstad, D.; McGrath, D.; Moutinho, P.; Pacheco, P.; Diaz, M.C.V. & Soares Filho, B. 2004. *Desmatamento na Amazônia: indo além da "emergência crônica"*. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. 85p.

Bawa, K.S., D.R. Perry, M.H. Grayum & R.E. Coville. 1985. Reproductive biology of tropical lowland rain forest trees. II. Polination systems. *American Journal of Botany*. 72:346-56.

Howe, H.F. e J. Smallwood. 1982. Ecology of seed dispersal. Ann. Ver. Ecvol. Syst. 13:201-228.

Kageyama, P.Y. & F.B. Gandara. 1994. Dinâmica de populações de espécies arbóreas: implicações para o Manejo e a Conservação. In: III Simposio de Ecossistemas da Costa Brasileira. *Anais*. Vol II. Pags 1-9.

Nepstad, D.C.; Stickler, C.M. & Almeida, O.T. 2006. Globalization of the Amazon soy and beef industries: Opportunities for conservation. *Conservation Biology*, 20 (6): 1595-1603.

Silva, J. M. C., Uhl, C. & Murray. G., 1996. Plant succession, landscape management, and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. *Conservation Biology*, 10: 491-503p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Modelo probabilístico de espalhamento de fogo: aplicação para a região do Xingu

Rafaella Almeida Silvestrini[1]; Britaldo Silveira Soares Filho[2]; Ane Alencar[3]; Hermann Oliveira Rodrigues[2]; Renato Martins Assunção[4] & Elsa Mendoza[3]

[1]Mestranda da Universidade Federal de Minas Gerais (rafaufmg@yahoo.com.br); [2]Universidade Federal de Minas Gerais; [3]Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia; [4] Universidade Federal de Minas Gerais.

1. Introdução

O fogo, principalmente incêndios de sub-bosque, é uma crescente causa de empobrecimento da floresta Amazônica. Estima-se que durante o período El-Niño de 1997-1998, aproximadamente 40.000 km^2 da floresta foram atingidos pelo fogo de sub-bosque, emitindo entre 0,024 a 0,165 Pg de carbono na atmosfera (Alencar *et al.*, 2006), números que tendem a crescer devido ao aumento da freqüência de eventos de secas severas no futuro (Cox *et al.*, 2004). Além de alterar a composição da atmosfera, o fogo modifica a estrutura e a diversidade da floresta (Cochrane, 2003), danos que podem ser irreversíveis perante a recorrência do fogo (Nepstad, 2007). O fogo sempre foi utilizado por moradores locais da Amazônia como uma ferramenta necessária para a manutenção da agricultura e pecuária uma vez que eles conheciam a capacidade da floresta em extingui-lo caso ele escapasse da sua intenção inicial (Nepstad *et al.*, 1999b). Contudo, atualmente, a susceptibilidade da floresta ao fogo tem sido intensificada pela crescente ação do homem (Goldammer *et al.*, 1990), induzindo a fragmentação da floresta e conseqüentemente condições climáticas mais secas, provenientes das áreas desmatadas vizinhas, em seu interior (Kapos *et al.*, 1993; Gascon *et al.*, 2000). Entretanto, a flamabilidade apenas resulta em fogo mediante a presença de uma fonte de ignição, fornecidas em abundância pelas atividades agrícolas (Alencar *et al.*, 2004). Por comumente se originarem em áreas abertas – como pastagens, áreas de agricultura ou regiões desmatadas – as fontes de ignição dos incêndios de sub-bosque são geralmente captadas pelos satélites de

monitoramento, como focos de calor, e disponibilizados gratuitamente na internet (INPE, 2006), ao contrário do fogo que corre abaixo do dossel, dificilmente detectado por estes satélites (Nepstad *et al.*, 1999b). A obtenção de dados de incêndio de sub-bosque fica então condicionada à interpretação de imagens de satélites, obtidas logo após o incêndio florestal, haja visto que as cicatrizes de fogo são rapidamente apagadas nas imagens e freqüentemente confundidas com desmatamento (Nepstad et al, 1999a). Portanto, devido à maior dificuldade de se obter dados de incêndio de sub-bosque, os modelos de fogo desenvolvidos para a Amazônia (Cardoso *et al.*, 2003; Nepstad *et al.*, 2004; Sismanoglu & Setzer, 2005; Silvestrini *et al.*, submetido) abordam apenas a ocorrência de focos de calor, como obtido pelos produtos de sensoriamento remoto termal, e não a extensão real das áreas incendiadas. O modelo apresentado aqui visa simular o processo de propagação do fogo a partir de uma fonte de ignição, utilizando-se abordagem probabilística e autômato celular. A fonte de ignição é dada pela ocorrência de um foco de calor, que pode ser tanto observada como também simulada (Silvestrini *et al.*, submetido). A partir daí o fogo pode-se propagar caso as condições ambientais, climáticas e biofísicas, sejam favoráveis. A calibração do modelo baseou-se em focos de calor do satélite NOAA-12 noite e cicatrizes de incêndios de sub-bosque mapeadas através de imagens LandSat de 2005. Os resultados foram validados comparando-se a área simulada com a observada em termos de extensão e freqüência e localização dos eventos de fogo.

2. Métodos

Modelos de fogo são constituídos basicamente por três componentes: ignição, espalhamento e extinção. Os focos de calor do satélite NOOA-12 noite representam os centros de ignição, enquanto a área atingida pelo fogo na floresta se faz representar pelas cicatrizes de fogo, mapeadas por meio de imagens LandSat. A fim de verificar se há dependência espacial entre os focos de calor e as cicatrizes, ou seja, se os focos poderiam dar indicação das fontes de ignição ao processo de espalhamento de fogo, utilizou-se a função K-12 de Ripley (Bailey e Gatrel, 1995), uma técnica estatística que avalia o

grau de dependência espacial entre dois tipos de eventos pontuais, e seus envelopes de confiança. Detectada a dependência espacial positiva entre focos e cicatrizes, através da função K-12 de Ripley, o modelo simula, em um passo de tempo mensal e resolução espacial de 320 metros, o espalhamento do fogo a partir de um foco de calor ocorrido no interior da floresta ou a uma distância máxima de quatro km dela. O fogo é propagado de maneira estocástica para célula vizinha caso a probabilidade de espalhamento seja alta o suficiente. O mapa de probabilidade de espalhamento é uma fusão de dois mapas: um referente à distância custo, que combina variáveis biofísicas para medir o esforço feito pelo fogo em se espalhar, e outro relacionado às condições climáticas no interior da floresta. A probabilidade referente à distância custo reflete o esforço feito pelo fogo para se propagar a partir de um foco de calor até a célula i, de maneira que quanto maior o valor de probabilidade maior a facilidade para o fogo atingir a célula. Este mapa de probabilidade tem como variável explicativa a distância custo, a qual integra fatores que podem auxiliar ou desfavorecer o espalhamento, como sentido da encosta, corpos d'água e se a célula está no interior da floresta ou em área desmatada. A probabilidade climática constitui-se de uma função contínua de risco, seguindo uma distribuição logística (Figura 2), estimada através de uma amostra dos valores de VPD interno simulado pelo CARLUC - CARbon and Land-Use Change Model - (Hirsch *et al.*, 2004) e das cicatrizes observadas. Quando se inicia o espalhamento, o mapa de probabilidade, resultado da junção dos dois mapas calculados anteriormente, é ajustado de acordo com a direção do vento e o número de células vizinhas em estado fogo em relação a que está sendo analisada naquele momento pelo autômato celular, implementado sobre a plataforma do Dinamica EGO (www.csr.ufmg.br/dinamica).

3. Resultados

A quantidade de células de cicatrizes simuladas é 1% maior que a quantidade das manchas observadas. A distribuição temporal da quantidade de cicatrizes de sub-bosque simuladas mensalmente seguiu o padrão esperado para a região: aumento da área queimada nos meses mais secos, entre maio e agosto. Este resultado deve-se

não apenas à pequena quantidade de focos de calor simulados no início do ano, mas também ao efeito da probabilidade de espalhamento nestes meses, pois se observou que os poucos focos ocorridos não se propagaram devido à baixa probabilidade de espalhamento, condicionada principalmente pelo clima, mais úmido nos primeiros meses do ano. As áreas simuladas e observadas tendem a se concentrar nas mesmas regiões, próximas às áreas desmatadas. A concordância espacial entre cicatrizes simuladas e observadas foi testada através do método Fuzzy (Soares-Filho *et al.*, 2008), que calcula a porcentagem de acerto considerando diferentes tamanhos de janela. Essa metodologia mostrou que em uma janela de aproximadamente 10 x 10 km, 50% das células simuladas coincidem com as observadas.

4. Discussão e Conclusão

Este artigo apresenta a primeira versão da metodologia do espalhamento de fogo, parte integrante de um modelo pioneiro na Amazônia ao considerar todas as fases de um incêndio: ignição, propagação e extinção. Em próximas versões, seria desejável a obtenção de dados de incêndio de sub-bosque com resolução temporal mensal, pois permitiria calibração e validação dos resultados mais refinada. Melhorias adicionais seriam observadas também ao incorporar o efeito do fogo na quantidade de combustível e no clima local, fatores que levam a modificações na intensidade e no intervalo de recorrência do fogo (Balch *et al.*, 2008). A incorporação destes fatores será realizada na próxima versão através do acoplamento do modelo de fogo ao CARLUC (Hirsch *et al.*, 2004), o qual modifica as condições climáticas e a quantidade e alocação da biomassa após a ocorrência do fogo, exploração madeireira seletiva e desmatamento. O modelo de espalhamento, juntamente às fontes de ignição previamente simuladas, mostrou que a abordagem probabilística adotada neste trabalho – através das variáveis distância a uma fonte de ignição, declividade, condições climáticas no interior da floresta, presença de corpos d'água e floresta densa – é capaz de fornecer estimativas satisfatórias da quantidade e localização da área queimada, apesar da necessidade de incorporar o efeito do fogo na probabilidade no espaço de tempo

seguinte. A área atingida pelo fogo foi 1% superior que a observada e considerando a distribuição espacial das manchas, observou-se 50% de acerto em uma janela de 10 x 10 km. Simulações de cenários futuros para a Amazônia (Soares-Filho *et al.*, 2006) não consideram o fogo como um dos distúrbios responsáveis pela degradação da floresta devido à inexistência de modelos de fogo. Futuramente, a integração do modelo apresentado neste trabalho ao CARLUC permitirá a simulação de cenários futuros para a região do Xingu, incluindo as perturbações pelo fogo em conjunto com desmatamento e exploração madeireira.

5. Referência Bibliográfica

Alencar, A.; Nepstad, D.C. & Diaz, M.C.V. 2006. Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENSO and non- ENSO years: Area burned and committed carbon emissions. *Earth Interactions*, 10:1-16.

Alencar A.; Solorzano, L.A. & Nepstad, D.C. 2004. Modeling forest understory fires in an eastern Amazonian landscape. *Ecological Applications*, 14: S139–S149.

Bailey, T. & Gatrell, A. 1995. *Interactive Spatial Data Analysis*. Harlow: Longman. 413 p.

Balch, J.K.; Nepstad, D.C.; Brando, P.M.; Curran, L.C.; Portela, O.; de Carvalho Jr, O. & Lefebvre. P. 2008.Negative fire feedback in a transitional forest of Southeastern Amazonia. *Global Change Biology,* 14: 1-12.

Bonham-Carter, G 1994. *Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS*. New York: Pergamon. 398 p.

Cardoso, M.F.; Hurtt C.G.; Moore, B. & Nobre, C.A.; 2003.Prins, E.M. Projecting future fire activity in Amazonia. *Global Change Biology,* 9: 656 – 669.

Cochrane, M.A. 2003.Fire Science for rainforests. *Nature,* 421: 913-919.

Cochrane, M.A.; Laurance & W.F. 2002.Fire as a large scale edge effect in Amazonian forests. *Journal of Tropical Ecology,* 18: 311–325.

Cochrane, M.A. 2001.Synergistic interactions between habitat fragmentation and fire in evergreen tropical forests. *Conservation Biology,* 15: 1515–1521.

Cox, P.M.; Betts, R.A.; Collins, M.; Harris, P.P.; Huntingford, C.; Jones, C.D. & 2004.Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 137-156.

Goldammer, J. G. 1990. *Fire in the Tropical Biota*. Berlin: Springer.

Hirsch, A.I.; Little, W.S.; Houghton, R. A.; Scott, N.A. & White, J. D. 2004.The net carbon flux due to deforestation and forest re-growth in the Brazilian Amazon: analysis using a process-based model. *Global Change Biology*, 10: 908 – 924.

Inpe. .2006Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento de queimadas. Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/queimadas> Acesso em 22 Novembro.

Kapos, V.; Ganade, G.; Matsui, E. & Victoria, R.L.. 1993d13C as and indicator of edge effects in tropical rainforest reserves. *Journal of Ecology*, 81: 425-432.

Nepstad, D. 2008.The Amazon's Vicious Cycles. Drought and fire in the greenhouse. Ecological and climatic tipping points of the world's largest tropical rainforest and practical preventative measures. World Wildlife Fund. In: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) Conference of the Parties (COP), Dezembro, 2007, Bali, Indonesia. Disponível em: http://www.whrc.org/resources/published_literature/pdf/Nepstad WWF.07.pdf. Acesso em 20 jun 2008.

Nepstad, D.C.; Lefebvre, P.; Silva, U.L.; Tomasella, J.; Schlesinger, P.; Solórzano, L.; Moutinho, P.; Ray, D.; e Guerreira Benito & J. 2004. Amazon drought and its implications for Forest flammability and tree growth: a basin wide analysis. *Global Change Biology,* 10: 1–14.

Nepstad, D.C.; Veríssimo, A.; Alencar, A.; Nobre, C.; Lima, E.; Lefebvre, P.; Schlesinger, P.; Potter, C.; Moutinho, P.; Mendoza, E.; Cochrane, M. & Brooks, V. 1999a. Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire. *Nature,* 398: 505-508.

Nepstad, D. C.; Moreira, A. G. & Alencar, A. 1999b. Flames in the rain forest: Origins, impacts and alternatives to Amazonian Fire. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 140 p.

Ray, D.; Nepstad D. C. & Moutinho, P. 2005. Micrometeorological and Canopy Controls of fire susceptibility in an East-Central Amazon Landscape. *Ecological Applications*, 15: 1664-1678.

Sismanoglu R.A. & Setzer A.W. 2007. Risco de fogo da vegetação na América do Sul: comparação de três versões na estiagem de 2004. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 3349-3355. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.09.33/doc/3349.pdf Acesso em: 20 out.

Soares-Filho, B.S.; Nepstad, D.C.; Curran, L.M.; Cerqueira1, G.C.; Garcia, R.A.; Ramos, C.A.; Voll, E.; McDonald, A.; Lefebvre, P. e& Schlesinger. P. 2006. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature,* 440: 520-523.

Soares-Filho, B.S., Rodrigues, H.O., Falieri, A. & Costa, W.L. 2008. Dinâmica EGO Tutorial. http://www.csr.ufmg.br/dinamica

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Como compensar proprietários rurais pelo cumprimento do código florestal: o exemplo das cabeceiras do Xingu

Claudia M. Stickler[1]; Britaldo S. Soares Filho[2]; Daniel C. Nepstad[3]; Oriana T. Almeida[4]; Frank Merry[5]; Laura Dietzsch[6]; Hermann O. Rodrigues[2]; Maria S. Bowman[5] & Wayne S. Walker[5]

[1]Doutoranda da Universidade da Flórida (cstickle@ufl.edu); [2] Universidade Federal de Minas Gerais; [3]Fundação Betty and Gordon Moore; [4]Universidade Federal do Pará; [5]Woods Hole Research Center; [6]Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia.

1. Introdução

O Brasil é um dos principais emissores de carbono do mundo, liberando para a atmosfera uma média de 200 MtC ao ano por desmatamento (Houghton *et al.*, 2000), cerca de um décimo das emissões globais por desmatamento (Houghton *et al.*, 2005). Por outro lado, o Brasil tem uma das legislações mais ambiciosas do mundo para a proteção de florestas. Além de reservar aproximadamente 43% da Amazônia para áreas protegidas (Soares-Filho *et al.*, 2008), é um entre os dois únicos países Latino-Americanos que exigem de proprietários rurais a proteção da mata ciliar e um percentual de suas florestas em reservas privadas (Chomitz, 2007). No entanto, leis ambiciosas são notoriamente difíceis de serem cumpridas. O percentual de reserva legal em propriedades privadas foi alterado de 50% para 80% em 1996, pegando despreparados muitos proprietários. Por isso o cumprimento da nova exigência do Código Florestal tem sido baixo. Este artigo apresenta um contexto econômico para essa questão estimando os custos para proprietários de terra se adequarem ao Código Florestal e pela comparação entre essas perdas privadas e os custos do descumprimento da lei para a sociedade como um todo. Em síntese, se conclui que o Código Florestal modificado impôs custos muito altos aos proprietários rurais, o que tornou a obediência às leis improvável, sobretudo na ausência de incentivos econômicos. Por outro lado, incentivos substanciais poderiam ser aportados de um emergente mercado de carbono. A compensação pelo cumprimento

das leis se tornou uma importante questão nas negociações do regime pós Quioto da Convenção sobre a Mudança do Clima sob a moldura da ONU (UNFCCC - UN Framework Convention on Climate Change). Nessa negociação se argumenta que leis designadas à proteção das florestas são presumivelmente elaboradas de acordo com o interesse de cada nação. Assim, a própria nação deveria suprir as obrigações estabelecidas por suas leis, sem suporte financeiro da comunidade internacional. Como contra-argumento, afirma-se que as nações que estabelecem leis ambientais ambiciosas deveriam receber incentivos positivos para isso. Ademais, as leis podem ser modificadas, portanto, incentivos econômicos ajudariam assegurar que a legislação ambiental não seja enfraquecida (ou parques e outras áreas protegidas desconstituídos). A análise em questão se concentra na região das cabeceiras do Rio Xingu, no estado do Mato Grosso, no sudeste da Amazônia, onde as atividades altamente rentáveis da soja e do gado têm avançado ao redor do Parque do Xingu constituído por 14 tribos. A região do Xingu é representativa de vários contextos da fronteira agrícola amazônica. Propriedades privadas representam um quarto da Amazônia Legal e até 50% das terras no Mato Grosso, o estado com as mais altas taxas de desmatamento e a maior produção agrícola nacional. Atualmente, porém, o cumprimento das leis tem sido baixo. Uma questão crítica para a região do rio Xingu é como aumentar a obediência ao Código Florestal, dada à alta rentabilidade que se pode obter com a conversão das áreas de floresta em plantios de soja versus os lucros que se podem obter das atividades florestais.

2. Métodos

Foram estimados os custos de dois esforços de adequação ao Código Florestal: (1) os custos de oportunidade referentes aos lucros perdidos pela agricultura e pecuária quando uma área é restaurada em floresta ou quando florestas são conservadas; e (2) os custos diretos associados à restauração de matas ciliares. A primeira categoria de custos foi estimada utilizando-se de modelos de rentabilidade espacialmente explícitos das principais atividades econômicas da região (soja, gado e madeira) juntamente com um mapa de cobertura florestal de 2007 (Stickler *et al.*, 2008). Foi

comparado um cenário atual (descrevendo a cobertura atual de florestas e cerrados na região das cabeceiras do Xingu) com um cenário de adequação às leis (especificando o máximo de desmatamento permitido pelo Código Florestal, que requer que os proprietários rurais mantenham como reservas legais 80% das propriedades situadas no Bioma Amazônico ou 35% das propriedades situadas no Bioma Cerrado, adicionados à manutenção de 100% das matas ciliares em toda a região). Devido à falta de informação dos limites das propriedades, estima-se no cenário de adequação às leis a área de cobertura florestal necessária para o cumprimento da lei para cada principal sub-bacia do Rio Xingu, assumindo-se também que as matas ciliares devam ser restauradas em 100% de sua cobertura original. O estudo realiza em primeiro o mapeamento até 2007 dos desmatamentos situados nos dois biomas que compõem a região das cabeceiras do Rio Xingu: as formações florestais de dossel fechado do bioma Amazônico e a vegetação de savana do bioma Cerrado (Stickler *et al.*, 2008). O mapa de desmatamento de 2007 foi utilizado para estimar a área de floresta necessária para adequação ao Código Florestal em cada sub-bacia de 76 rios tributários do rio Xingu. Foram também mapeadas todas as áreas desmatadas/degradadas em zonas de matas ciliares conforme definições do Código Florestal. Um mapa publicado por Saatchi *et al.* (2007) foi utilizado para estimar estoques de carbono das florestas e cerrados remanescentes. Os custos de oportunidade de restauração da floresta e do desmatamento evitado foram calculados com o uso de modelos de rentabilidade espacialmente explícitos para as três principais atividades econômicas da região, a saber: produção de soja (Vera Diaz *et al.*, 2007; Nepstad *et al.*, 2007a), pecuária (Merry *et al.*, dados não publicados) e produção sustentável de madeira (Merry *et al.*, submetido). Esses modelos estimam a renda potencial de cada atividade econômica com base na análise de custos de produção, os quais são espacialmente dependentes dos custos de transporte, rendimentos e preços. Para cada uma das três atividades econômicas, o valor líquido presente foi estimado considerando 30 anos no futuro, assumindo-se uma taxa de desconto anual de 5% e um plausível calendário de pavimentação de rodovias (Soares Filho *et al.*, 2006). Os mapas derivados desses modelos foram combinados de forma

que, para cada localização no mapa, o valor líquido presente da exploração madeireira fosse diminuído do valor máximo entre a produção de soja e pecuária. Valores negativos resultantes desse cálculo foram considerados como custo de oportunidade zero. A área de interesse foi definida pela área classificada como floresta em 2007. O mapa resultante dos custos de oportunidade foi utilizado para obter um mapa do valor da tonelada de carbono florestal, pela divisão do valor líquido presente pelo estoque de carbono, ambas as unidades em hectare. O custo da restauração das matas ciliares foi estimado pela multiplicação da área desmatada na zona ripária pelo custo de restauração por unidade de área (Nepstad *et al.*, 2007b). Esses custos e a diferença nos estoques de carbono entre os cenários foram utilizados para estimar o preço por tonelada de carbono que seria necessário para (1) pagar pelo custo de restauração florestal das matas ciliares da região, e (2) com isso fomentar a adequação às leis. Finalmente, foram estimados os danos globais causados pelas emissões de carbono incorridas da não obediência às leis, multiplicando-se as toneladas de carbono emitidas acima do que é permitido pelo Código Florestal pela estimativa de prejuízo pela emissão de uma tonelada de carbono (entre USD$50/t (Tol 2005) a USD$105/t (Clarkson e Deyes, 2001).

3. Resultados

Em 2007, a região das cabeceiras do Xingu tinha 92,856 km^2 de florestas (72% da cobertura florestal pré-colonização) e 20,730 km^2 de cerrados remanescentes (55% da cobertura de cerrado pré-colonização) em toda a área, incluindo áreas protegidas e matas ciliares. Quando as terras indígenas, áreas protegidas e matas ciliares são excluídas da análise, a cobertura de florestas cai para 63% (58,641 km^2) da cobertura original e a de cerrado para 48% (14,381 km^2). Para o bioma florestal, isto representa um déficit de 15,870 km^2, comparado com a exigência legal. Somente 15% das 61 sub-bacias no bioma florestal na região possuem 80% ou mais de vegetação florestal remanescente em áreas fora das áreas protegidas e zonas ciliares, enquanto somente 65% das 37 sub-bacias no bioma cerrado possuía vegetação de cerrado suficiente para atingir as exigências das leis. Nas zonas ripárias, 3282 km^2 no bioma florestal

e 1264 km^2 no bioma cerrado estavam desmatadas, representando déficits de 1074 km^2 e 408 km^2, respectivamente. O valor líquido presente para atividades econômicas dependentes do desmatamento (produção de soja e pecuária) das florestas da região varia de USD$0 a USD$2762 por ha. Esse valor traduzido para o preço da tonelada de carbono é de USD$0 a USD$180 (Stickler *et al.*, 2008). Em resultado, estima-se que aproximadamente 71% da floresta remanescente na região poderia ser mantido a um custo de oportunidade inferior a USD$20 por toneladas de carbono. Esta análise sugere, portanto, que a redução das emissões em até onze milhões de toneladas de carbono por ano poderia ser atingida a um custo de oportunidade de USD$230M, ou seja, USD$23 por tonelada de carbono. No entanto, como a lei brasileira já impõe restrições ao desmatamento, os custos de oportunidade associados à redução das emissões de carbono podem ser inelegíveis ou apenas parcialmente elegíveis para a compensação. A compensação pela redução do desmatamento que já é recomendado por lei, como no caso brasileiro, é um importante tema das negociações no regime REDD (Redução de emissões por desmatamento e degradação florestal) da Convenção sobre a Mudança do Clima sob a Moldura da ONU. Por outro lado, restaurar as matas ciliares degradadas ou desmatadas e recompor as reservas legais "faltantes" custaria para o setor da soja e pecuária aproximadamente USD$70M de custos diretos e aproximadamente USD$829M em lucros abdicados. No entanto, o seqüestro de carbono pela adequação às leis poderia chegar a 173 Mt. Considerando tanto os custos de oportunidade quanto os custos diretos do desmatamento evitado e da restauração, o custo total para os proprietários de terra se adequarem ao Código Florestal vigente seria de cerca de USD$1.2 bilhões. Isto não inclui os custos associados ao registro legal de proprietários no processo de licenciamento ambiental de sua propriedade - o Sistema de Licenciamento Ambiental de Propriedade Rural do estado do Mato Grosso. Almeida *et al.* (2007) estimaram esse custo em 2% a 3% dos custos anuais para uma típica fazenda do Xingu. Em compensação, no entanto, 173 M toneladas de carbono seriam estocadas no cenário de adequação às leis, representando em outras palavras, o abatimento de um possível custo para a sociedade como um todo devido ao

aquecimento global de USD$9 a 19 bilhões, portanto na ordem de dez vezes mais dos que os investimentos necessários à adequação ao Código Florestal.

4. Discussão e Conclusão

Apesar de se argumentar que a redução de emissões de carbono ou o seqüestro de carbono, por já ser obrigatório pelas leis nacionais, viole o critério da adicionalidade estipulado pelos mercados de carbono, os resultados desta análise sugerem que uma abordagem com mais nuanças para essa questão será necessária. Quando as regras para o uso da terra se tornam mais restritivas de um instante para o outro, sem o devido planejamento para ajudar os proprietários de terra a se adequarem às novas regras – como ocorreu na Amazônia brasileira em 1996 – o cumprimento das leis pode ser extremamente baixo. Na verdade, existem tentativas quase anuais para se desfazer as mudanças feitas em 1996 no Código Florestal Brasileiro no Congresso Nacional. Sob essas circunstancias, incentivos econômicos podem ser a melhor maneira de se favorecer à adequação da leis. No caso das cabeceiras do Rio Xingu, aproximadamente USD$9 a 19 bilhões em prejuízos para a humanidade como um todo podem ser evitados através da compensação dos proprietários rurais pelos seus custos de oportunidade e restauração das florestas visando à adequação ao Código Florestal brasileiro.

5. Referências Bibliográficas

Almeida, O. T., Nepstad, D.C., Stickler, C.M., & Guimaraes, J. 2007. Feasibility of trading and restoring the legal reserve: a case study of properties in northeastern Mato Gross, Brazil. In: L.E. Aragon (Ed.). In: *Population and Environment in the Panamazon*, Vol. 1 (pp. 127-133). Belem, Center for Advanced Amazon Studies, The Federal University of Pará.

Chomitz, K. 2007. *At Loggerheads? Agricultural Expansion, Poverty Reduction, and Environment in the Tropical Forests*. Washington, DC: World Bank.

Clarkson, R., and Deyes, K. 2002. *Estimating the social cost of carbon emissions*. Government Economic Service Working Paper 140. London: HM Treasury/Department for Environment, Food, and Rural Affairs.

Houghton, R.A. 2005. Tropical deforestation as a source of greenhouse gas emissions. In: P. Moutinho & S. Schwartzman (Eds.) *Tropical Deforestation and Climate Change*. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, Belém. 13-21.

Houghton, R.A., D.L. Skole, C.A. Nobre, J.L. Hackler, K.T. Lawrence, and W.H. Chomentowski. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature* 403:301-304.

Merry, F. D., Soares Filho, B. S., Nepstad, D. C., Amacher, G. and Rodrigues, H. submitted. A sustainable future for the Amazon timber industry. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*

Nepstad, D. C., O. Carvalho, Jr., J. Carter, A. Moita, V. Neu, G. Cardinot. 2007b. *Manejo e recuperação de mata ciliar nas regiões florestais da Amazônia*. Belém: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia.

Nepstad, D.C., Soares-Filho, B., Merry, F., Moutinho, P., Rodrigues, H.O., Bowman, M., Schwartzman, S., Almeida, O. & Rivero, S. 2007a. *The Costs and Benefits of Reducing Carbon Emissions from Deforestation and Forest Degradation in the Brazilian Amazon*. Woods Hole, MA: The Woods Hole Research Center/Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia.

Saatchi, S.S., Houghton, R.A., Dos Santos Alvala, R.C., Soares, J.V., and Yu, Y. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology* 13(4): 816-837.

Soares-Filho, B.,D. Nepstad, L. Curran,G. Cerqueira, R. Garcia, C. Ramos, E. Voll, A. McDonald, P. Lefebvre, and P. Schlesinger. 2006. Modeling Amazon conservation. *Nature* 440:520–523.

Soares-Filho, B.S., Dietzsch, L., Moutinho, P., Falieri, A., Rodrigues, H., Pinto, E., Maretti, C.C., Suassuna, K., Scaramuzza, C.A.M., Araujo, F.V. 2008. *Redução de emissões de carbon associados ao desmatamento no Brasil: O papel do programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA)*. Centro de Sensoriamento Remoto/Universidade Federal do Minas Gerais,

Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, The Woods Hole Research Center, World Wide Fund for Nature, Brasília, Brasil.

Stickler, C.M., D.C. Nepstad, B.S. Soares-Filho, H.O. Rodrigues, F. Merry, M.S. Bowman, W.S. Walker, J.M. Kellndorfer, O.T. Almeida. 2008. *The opportunity costs of reducing carbon emissions in an Amazonian agroindustrial region: the Xingu River headwaters*. A paper prepared for and presented at the 2008 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change, February 22-23, 2008, Berlin, Germany (http://web.fu-berlin.de/ffu/akumwelt/bc2008/papers/bc2008_218_Stickler-EtAl.pdf).

Tol, R.S.J. 2005. The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties. *Energy Policy* 33: 2064-2074.

Vera-Diaz, M. del C., R.K. Kaufmann, D.C. Nepstad, and P. Schlesinger. 2007. An interdisciplinary model of soybean yield in the Amazon Basin: the climatic, edaphic, and economic determinants. *Ecological Economics 65: 420-431.*

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, Projeto LBA-ECO, Fundações Packard e Betty and Gordon Moore.

Recomposição da reserva legal: análise do valor presente líquido na região das cabeceiras do Xingu, Mato Grosso, Brasil

Oriana Almeida[1]; Daniel Nepstad[2]; Claudia Stickler[3]; Sérgio Rivero[1]

[1]Universidade Federal do Pará (oriana@ufpa.br); [2]Instituto de Pesquisas Ambientais da Amazônia; [3]Doutoranda da Universidade da Florida.

1. Introdução

A exigência da reserva legal é uma das principais medidas de conservação em propriedades privadas para a Amazônia, uma região continuamente desmatada para a atividade agropecuária, ao mesmo tempo em que é uma das mais complexas legislações ambientais de ser implementada (Nepstad *et al.*, 2006; Kalif, 2007; Benatti, 2003). O código florestal, instituído em 1965, estabeleceu que propriedades localizadas na Amazônia teriam que manter 50% da área da propriedade como floresta. Essa legislação ocasionou a ampliação do tamanho das áreas individuais de assentamento na Amazônia em relação a outras regiões do Brasil em lotes de 100ha, prevendo que o pequeno produtor deveria deixar metade de sua propriedade em floresta. Entretanto, poucos proprietários cumpriram essa lei. Brito & Barreto (2005) mostraram que um dos principais problemas da implementação da lei na Amazônia é a falta de integração entre as instituições responsáveis pelas punições e a aplicação das penas desvinculadas dos danos ambientais. Esse problema foi ainda mais agravado em 2001 com a mudança da legislação. A partir de 2001, a lei passou a exigir uma reserva legal de 80% na propriedade (Benatti, 2003; Lei 2166). A nova lei da reserva legal colocou na ilegalidade os proprietários que cumpriam a reserva legal de 50% e criou uma discussão entre vários órgãos governamentais sobre o procedimento em relação aos novos passivos ambientais criados a partir da publicação da lei. Uma interpretação jurídica sobre os passivos ambientais foi de que os proprietários que no passado desmataram sua propriedade em 50% averbaram sua reserva em cartório e estavam legais perante a

legislação, poderiam continuar com uma área aberta de 50% de sua propriedade. Outro entendimento era de que todos os proprietários precisavam manter 80% de sua propriedade em floresta. Sendo assim, isso representaria que quem manteve 50% da reserva legal como floresta precisaria adicionar mais 30% à sua reserva legal. A legislação criou alguns mecanismos para os proprietários fazerem isso. Proprietários que não haviam desmatado suas propriedades teriam, entretanto, que passar a cumprir e deixar 80% de suas áreas como área de floresta. E proprietários que haviam desmatado áreas acima de 50% teriam que recompor suas florestas até que sua propriedade cobrisse os 80% de floresta exigida em lei. O presente trabalho visa analisar duas formas principais permitidas pela legislação para reconstituição da reserva legal previstas em lei e analisar os seus custos, com objetivo de definir o impacto relativo de cada uma desses para o proprietário.

2. Métodos

Para analisar os custos de reserva legal foi utilizada uma fazenda típica da região localizada no leste do parque do Xingu e que apresenta um passivo ambiental de reserva legal. A fazenda apresenta uma área total de 4.700ha sendo 3.700ha de área aberta. Nesse caso a área de floresta composta da Área de Proteção Permanente (APP) e Reserva Legal somam 1.000ha, tendo 2.760ha para serem reconstituídos. O ciclo de investimento utilizado considerou um período de 30 anos para todas as duas formas de reconstituição de reserva legal, dado que a recuperação florestal é prevista por lei de ser feita nesse período. A taxa de desconto utilizada foi de 6% ao ano. Dados de preço de terra coletados através de entrevistas com pecuaristas na região foram usados no cálculo de custo de compensação (R$500 por hectare de área florestada). O valor da terra no caso da recuperação foi considerado durante os três anos de recuperação como de alto valor (valor de terra produtiva que seria posta para recuperação florestal). Após os primeiros anos do processo de recuperação florestal, a terra foi considerada como tendo o valor equivalente ao valor da terra florestada usada no processo de compensação. O processo de recuperação foi considerado somente como resultado do abandono

da terra para usos produtivos sem nenhum tratamento especial, ou seja, sem plantio de mudas. Mas sabemos que em casos de degradação severa esse tipo de recuperação não ocorre sendo necessário tratamentos como plantio, coroamento, etc., incorrendo em custos mais altos.

3. Resultados

Reserva legal é a área de floresta localizada no interior de uma propriedade que deve ser mantida como vegetação natural, conforme a lei, com fins de garantir o uso sustentável dos recursos naturais, a conservação e reabilitação dos processos ecológicos, a conservação da biodiversidade e o abrigo e proteção de fauna e flora nativas. A área de reserva legal varia de acordo com a região do Brasil sendo 80% para Amazônia, 35% para cerrado localizado na Amazônia e 25% para o resto do Brasil. Tais reservas precisam ser averbadas no cartório na inscrição de matrícula do imóvel, não podendo ser mudada após sua venda, seu desmembramento ou retificação da área (com as exceções previstas na lei). A lei prevê, entretanto, que pessoas que não possuam a Reserva Legal dentro de sua propriedade, podem fazer a recuperação ou a compensação florestal. O presente trabalho analisou essas alternativas de reconstituição da reserva legal. No caso da recuperação, o presente estudo considerou dois custos para a recuperação florestal: de um lado considera o custo de oportunidade de não produzir nas áreas que passam a ser áreas de recuperação e, de outro, considera o custo de oportunidade do investimento em terras que passam a ser reserva legal. Nesse caso considerou-se o lucro da pecuária e da soja disponível na literatura de R$139,00 e R$400,00 respectivamente (Margulis, 2003). No caso da recuperação, o proprietário retira sua área produtiva para ser recuperada ao longo de três anos como reserva legal, sendo considerados os custos de oportunidade, o lucro da atividade praticada em um décimo da área a cada três anos até o trigésimo ano. Neste caso a rentabilidade anual da propriedade vai declinar ao longo do tempo visto que a propriedade perde área para recuperação. No presente caso, foi considerado que o proprietário irá converter primeiramente as áreas com menor rentabilidade e depois as áreas de maior rentabilidade, no caso, primeiro as áreas de pecuária e depois,

as de soja. Assim durante os 24 primeiros anos ele converte 276 hectares de pecuária a cada 3 anos até atingir o valor de 2.300 ha e então converte os últimos 460 ha de área de soja. Descontado a uma taxa de 6% o proprietário tem um lucro cessante da pecuária de R$1.804.152,00 e da soja de R$342.479,00 somando R$2.146.631,00. Também foi considerado que, uma vez abandonada a área para recuperação, o proprietário começa a ter um custo de oportunidade do investimento em terra que será deixada como reserva legal. Nesse caso, como o valor da terra de pecuária e de soja é alto em comparação ao valor da floresta em pé, foram considerados dois valores de terra, um no início do processo de recuperação e outro alguns anos depois. Considerado o valor de R$3.000,00/ha para os três primeiros anos em que a área produtiva é colocada para recuperação (valor da terra é mais alto nesse momento) e o valor de R$500,00/ha (o valor da terra cai à medida que se inicia o processo de sucessão florestal) para o período restante, resultaria no custo de oportunidade da terra (em valor presente) total do proprietário de R$1.058.656,00 para o período de trinta anos. Somado a esse valor os lucros perdidos (cessantes em função da recuperação de áreas produtivas para reserva legal) o custo total seria de R$ 3.205.287,00. Por fim, para se estimar a lucratividade da atividade, considerou-se a perda de lucro das áreas que passam a ser recuperadas. Nesse caso, a lucratividade da soja é de R$7.648.287,00 e da pecuária, R$2.607.920,00, somando um lucro total de R$10.256.207,00. No caso da compensação, o custo vai variar de região para região dentro de uma mesma bacia. Em áreas de terra mais valorizadas na região do Xingu, o custo de terra florestada chega a R$500,00/ha e o valor total da área a ser compensada da propriedade aqui seria de R$1.139.728,00, (considera que a terra é vendida no 30º ano). Com valores mais baixos de terra é possível ter o custo de compensação também mais baixo. A compensação se distingue da recuperação porque enquanto a recuperação é feita dentro da propriedade em áreas geralmente utilizadas para atividades produtivas, a compensação é feita em áreas de floresta em outras propriedades. A comparação nesse caso será entre o custo da área comprada de floresta e o lucro da atividade. No caso da compensação a lucratividade refere-se ao lucro atual da propriedade que soma um

total de R$7.708.305,00 para soja e R$4.397.767,00 para pecuária somando total de R$12.106.072,00. Ao mesmo tempo o investimento em compra de terra para compensação será de R$1.139.728,00 (R$500,00/ha).

4. Discussão e Conclusão

No caso da recuperação florestal o proprietário perde área agrícola ao longo de 30 anos e o seu lucro é reduzido ano a ano ao mesmo tempo em que passa a ter um custo de oportunidade do valor da terra. Nesse caso o custo (VP) representa 31% da lucratividade (VPL). No caso da compensação, o custo de investimento em terra é alto, correspondendo à compra de um hectare por R$500, mas o lucro é maior porque não há perda de área agrícola. Nesse caso o custo de compensação representa 9% da rentabilidade (VPL) em 30 anos. As dificuldades de compensação, ou recuperação de Reserva Legal são enormes e sua viabilidade econômica fará a diferença entre o cumprimento ou não da legislação. Os dados mostram que a recuperação florestal é muito cara economicamente para o produtor. A possibilidade de fazer a compensação é uma opção econômica mais interessante, apesar de apresentar os custos iniciais de investimento muito altos.

5. Referências Bibliográficas

Benatti, J. 2003. *Posse agroecológica & manejo florestal*. Curitiba: Juruá Editora. 235 p.

Brito, B. & Barreto, P. 2005. Desafios da Lei de Crimes Ambientais no Pará. O Estado da Amazônia, nº 4. Belém: Imazon. 4p. Disponível em: http://www.imazon.org.br/especiais/especiais.asp?id=331. Acesso em: 01/10/2008.

Kalif, K. 2007. *Produtivismo e ecologismo no espaço rural amazônico: avaliação de uma alternativa de gestão sócio-ambiental no estado do Mato Grosso*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará. 200p.

Margulis, S. 2003. *Causas do desmatamento da Amazônia brasileira*. Brasília: Banco Mundial. 100 p.

Nepstad, D.; Stickler, C. & Almeida, O. 2006. Globalization of the Amazon Beef and Soy Industries: Opportunities for Conservation. *Conservation Biology* 20: 1595-1603.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, CNPq/CT-Amazônia, Packard, Moore Foundation.

Simulação multiagentes da dinâmica do uso do solo: A pequena produção na Transamazônica

Sérgio L. M. Rivero[1]; Saulo C.A. Silva[2]; Thiago G.V. Moreira[2] & Oriana T. Almeida[1]

[1]Universidade Federal do Pará (rivero@ufpa.br); [2]Bolsista do CNPq.

1. Introdução

A primeira questão que surge na modelagem de sistemas, quando se trata de problemas de larga escala, é o fato de que esses sistemas possuem um grande número de componentes heterogêneos que também possuem entre si um número grande de interações, que podem mudar no decorrer do tempo. Quando nos deparamos com esta situação torna-se crucial estabelecer o nível de descrição dos elementos dos sistemas (quais os elementos devem ser incluídos, quais não serão considerados significativos e, portanto, excluídos do sistema) e quais interações entre estes elementos são relevantes para uma descrição coerente do comportamento que este sistema pode ter. Em outras palavras a questão é: "Qual a abordagem de modelagem adequada para sistemas com muitos elementos heterogêneos e um número muito grande de interações que mudam dinamicamente?" Problemas sócio-econômicos podem ser considerados problemas complexos. Esta complexidade é derivada do fato de que este tipo de problema possui um grande número de elementos heterogêneos interagindo de maneira dinâmica. Construir modelos que dêem conta, tanto das características dos seus elementos individuais quanto de suas interações é uma tarefa considerada complexa para quem lida com problemas sócio-econômicos. Quando se vai construir modelos nesta área leva-se sempre em consideração o compromisso entre realismo e a complexidade da modelagem. Modelos mais realísticos tendem a ter um grau de complexidade maior. Isto é verdadeiro, sobretudo quando se fala em modelos matemáticos e econométricos. Produzir modelos mais realísticos nem sempre significa aumentar a relevância destes modelos para uma compreensão maior dos problemas enfocados. Para isto, o uso de ferramentas de simulação

tem sido bastante útil. Soares-Filho *et al*. (2004) têm utilizado autômatos celulares estocásticos associados a estudos de campo de larga base para avaliar os impactos de restrições à ocupação da Amazônia e de políticas públicas sobre o desmatamento, Rivero (1999, 2004) e Rivero et al (2008; 1999) têm incorporado modelos multiagentes na discussão sobre decisões de investimento dos agentes para a análise de políticas públicas numa perspectiva microeconômica. A implementação de um modelo para a análise da atratividade da recuperação de áreas degradadas é um avanço neste tipo de trabalho. O objetivo do trabalho efetuado no contexto do projeto CNPq-PPG7 foi produzir um modelo de simulação multiagentes para avaliar os impactos da tomada de decisões da pequena produção camponesa sobre o uso do solo na Amazônia, bem como os impactos de políticas alternativas para a redução do desmatamento e recuperação de áreas degradadas em pequenas propriedades. Para isso foi construído um modelo de simulação multiagentes adaptativos. Este modelo utiliza uma função de lucro para cada tipo de uso do solo feito pelo pequeno produtor e baseia-se num algoritmo genético para determinar os tipos de usos mais rentáveis. Com isto serão avaliados diversos cenários de ocupação pela pequena produção de áreas na região da Transamazônica bem como os impactos de políticas compensatórias para a recuperação de áreas degradadas nas pequenas propriedades rurais da região.

2. Métodos

Os produtores rurais, os chamados agentes, tentarão maximizar seus resultados baseando-se no faturamento total menos os custos totais (função Lucro Total) relacionados ao somatório das atividades econômicas combinadas por cada agente j, o que significa que cada agente se utilizará da seguinte função de lucro esperado desenvolvida neste trabalho:

$$\text{Max } \prod^{e}_{j,t} = \sum X_i \{ \phi_i [p^{e}_{i}(1 - \tau_i) - Ct_i] - Cp_i \} - Ck_i \qquad (1)$$

Esta é a função de lucro do agente j. Para permitir uma melhor visualização e facilitar o estudo do modelo matemático, esta mesma função também pode assumir a seguinte forma:

$$\text{Max } \prod^{e}_{j,t} = \sum [X_i \phi_i p^{e}_{i} (1-\tau_i) - X_i \phi_i Ct_i - X_i Cp_i - Ck_i]_t$$

onde:

- X_i é a área utilizada pelo agente j para a atividade i (ha)
- ϕ_i define a quantidade de unidade de produto da atividade i por hectare de terra da mesma atividade (produto/ha).
- p^e_i é o preço esperado no momento da venda do produto gerado na atividade i (R$/produto).
- τ_i é o valor dos impostos cobrado pelo Estado para a utilização da atividade i (R$/produto, $0 \leq \tau_i \leq 1$).
- Ct_i é o custo de transporte que vai depender do tipo de atividade i e será definido a partir do tipo de atividade a que estará ligado (Algumas atividades necessitam de mais recursos do que outras no transporte de seus produtos, o que implica uma redução na rentabilidade destas atividades.). Este custo, em geral, será considerado um valor nulo para o agente, caso seja pago pelo comprador, ou não-nulo se o produtor tiver que arcar com essas despesas e, portanto, considerado um custo cujo valor poderá ser negociado entre produtores e compradores.
- Cp_i são os custos de produção associados à cada atividade i (R$/ha) .
- Ck_i são os custos de capital por período de tempo associados a cada atividade i (R$). A implementação de cada atividade embute custos de aquisição ou aluguel (arrendamento) das áreas a serem cultivadas, bem como dos equipamentos a serem empregados em cada atividade. Este custo é o valor da parcela paga por unidade de tempo para o capital empregado na atividade.

Com a equação dos lucros dos agentes construída dessa forma, temos para um agente j que as vendas totais esperadas serão:

$$F^e_{j,t} = \sum [X_i \phi_i p^e_i (1-\tau_i)] \qquad (2)$$

Assume-se a suposição simplificadora de que os agentes vendem toda a produção, então, as vendas totais do agente j em cada atividade i serão iguais a produção total ($X_i \phi_i$) vezes o preço esperado de venda (p^e_i) do produto gerado nesta atividade. Esta equação vai representar, para uma atividade econômica i qualquer, o faturamento bruto menos o valor do imposto cobrado pelo estado que o agente deverá obter na exploração dessa atividade. As estratégias são definidas como as escolhas dos agentes pelas

atividades econômicas que combinadamente levem à maximização dos resultados esperados ($\sum_i^n \prod_i^e$). Assim, cada agente poderá combinar as estratégias que julgar necessárias para a solução de sua função de lucro. Para incorporar os custos e investimentos para produção perene e temporária no tempo, bem como os custos da agricultura no tempo, o modelo de lucros foi transformado num modelo de valor presente liquido com a seguinte equação:

$$VPL_i = -C_{0i} + \sum \frac{PI_i}{(1+r)^t} \qquad (3)$$
$$C_{0i} = C_k . Mt_i$$

Para a implementação dos *processos adaptativos* no agente, foi desenvolvido um algoritmo genético que é um objeto incorporado como uma variável de instância de cada agente. Cada agente, então, tem um algoritmo adaptativo que ele executa e um conjunto de dados que correspondem ao "estado do mundo" que ele consegue observar naquele instante. Não há nenhum requisito para que este conjunto de dados seja igual para todos os agentes. Um agente também possui uma *função utilidade (fitness function)* que é usada para avaliar os resultados de suas ações. No caso dos agentes implementados, é a função de Valor Presente Líquido (eq. 3). Esta função é utilizada, no modelo implementado, como a função de desempenho do algoritmo genético. A função utilidade mapeia os estados do mundo e permite o estabelecimento de uma ordem de valores calculados a partir destes estados. *Funções utilidade* são elementos que a teoria usualmente tem tratado como as funções de otimização dos agentes. Não há, porém, nenhuma restrição sobre qual o tipo de função que o agente pode otimizar na implementação computacional. Esta necessidade é dada pelo fato de que o algoritmo genético é um mecanismo de busca que é dirigido por uma função de desempenho qualquer. Esta função pode ser o resultado dos componentes do ambiente onde o agente está inserido ou de algum tipo de mecanismo interno do agente. Usualmente,

funções deste tipo (*fitness*) produzem algum tipo de ordem parcial a partir de variáveis que o agente consegue observar ou antecipar.

3. Resultados

Após a coleta dos dados, foram feitas análises para verificar a consistência dos mesmos após inserção no modelo. Abaixo estão os resultados da simulação, feita no sistema multiagente desenvolvido, com o produtor rural da Trasamazônica, divididos em dois grupos: Pequeno produtor e Grande produtor.

Pequeno Produtor:

- Área de 79 Hectares;
- Capital de investimento de R$ 4.587,00;

O resultado maximizado sobre os lucros do pequeno produtor estimou investimento em pimenta-do-reino (56 Hectares) e pecuária (23 Hectares).

Grande Produtor:

- Área de 287 Hectares;
- Capital de investimento de R$ 30.973,00;

O resultado maximizado dos lucros do grande produtor estimou investimento em pimenta-do-reino (204 Hectares) e pecuária (83 Hectares). Os resultados obtidos com a simulação nos mostram que o os dados do VPL estão consistentes, garantindo que o produtor rural sempre vai investir primeiramente nos usos que lhe trarão maior retorno como a pimenta-do-reino e pecuária, como mostra a Tabela 1 abaixo.

	Pimenta	*Café*	*Cacau*	*Banana*	*Arroz*	*Milho*	*Mandioca*	*Feijão*	*Pecuária*
Anapu	3504.96	431.51	1863.5	1395.25	-162.88	214.83	1691.08	-1086.51	2918.83
Brasil Novo	3499.21	421.4	1852.83	1418.94	-110.1	266.39	1130.99	-1091.51	2910.1
Itupiranga	3418.41	396.98	1834.12	968.26	-824.14	220.29	1016.1	-1110.18	2920.65
Medicilândia	3499.89	425.61	1851.44	1396.02	-168.38	269.21	1695.08	-1092.65	2913.21
Novo Repartimento	3441.95	402.38	1838.1	1110.36	-809.84	232.64	1283.1	-1108.98	2934.21
Pacajá	3469.81	396.18	1828.08	1361.66	-198.15	239.53	1658.36	-1121.95	2943.55
Placas	3491.19	420.49	1852.12	1363.85	-115.38	262.12	1649.94	-1091.06	2966.53
Porto de Moz	3538.58	441.98	1871.98	1541.14	-131.44	291.86	1899.89	-1013.52	3003.06
Uruará	3512.61	436.28	1861.88	1422.62	-156.6	280.1	1729.31	-1082.4	2984.9

Tabela 1: VPL (Valor Presente Líquido) dos municípios da Trasamazônica em relação aos usos do solo.

4. Discussão e Conclusão

Em todas as simulações executadas com os dados secundários levantados, os agentes escolheram ocupar toda sua área com pimenta. Isso é consistente com os números do VPL, mas não é consistente com o uso observado do solo pelos dados do IBGE (2008). A pecuária é o maior uso do solo, sendo que os outros usos têm menor participação (ficando a pimenta em segundo lugar, na região). Isso implica na necessidade de identificar outros fatores, além do valor presente líquido que impactam a decisão do agente sobre os usos. É provável que seja necessário produzir uma função de fitness que incorpore outros componentes de decisão para o uso do solo. Esta reformulação da função, porém, provavelmente só poderá ocorrer a partir de pesquisa de campo específica para isto.

5. Referências Bibliográficas

IBGE, Sidra. 2008. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/. Agricultura. Acesso em 15/08/2008.

Rivero, S. L.; da Silva, S. C.; Moreira, T.V. & Almeida, O. T. 2008. *Simulacao multiagentes adaptativa da dinâmica do uso do solo pela pequena produção Amazonia*. Belém, 2008 (mimeo)

Rivero, S. L. M. 1999. *Um framework para simulação econômica baseado em sistemas multiagentes adaptativos com racionalidade limitada*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.

Rivero, S. L. M. 2004. *O Nó da madeira: modelagem e simulação multiagentes da exploração madeireira em Rondônia*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará.

Rivero, S. L. M.; Storb, B. H. & Wazlawick, R. S. 1999. Economic theory, anticipatory agents and artificial adaptive agents. *Brazilina Eletronic Journal of Economics,* 2. http://www.beje.decon.ufpe.br/rivero/rivero.htm.

Soares-Filho B.; Alencar A; Nepstad D. ; Cerqueira G.; Vera Diaz M.; Rivero, S.; Solórzano, L. & Voll E. 2004. Simulating the

response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology* 10.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

SESSÃO DE EXPOSIÇÃO DOS PRODUTOS DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

(Sumário dos Relatórios dos Projetos de Divulgação Científica – Edital MCT/CNPq/PPG7 nº 03/2007)

Projetos de Divulgação Científica

Edital MCT/CNPq/PPG7 nº. 03/2007		
Coordenador	**Título**	**Instituição**
Ana Paula Freire de Souza	Práticas agroflorestais para a sustentabilidade de sistemas de produção familiar na Amazônia	INPA - AM
José Luís Campana Camargo	Guias e manuais para a propagação e conservação *in situ* e *ex situ* de árvores da Amazônia	INPA - AM
Maria Ataíde Malcher	Ciência e Comunicação: aliadas na construção de "boas práticas" na gestão e recuperação de propriedades rurais	UFPA - PA
Rubenise Farias Gato	Usando a Ciência para transformar paisagens: divulgação de práticas sustentáveis para a recuperação de áreas degradadas	Embrapa Amazônia Oriental - PA
Vânia Beatriz Vasconcelos de Oliveira	Estratégias de comunicação para a divulgação científica de resultados de pesquisa florestal desenvolvida pela Embrapa em Rondônia	Embrapa Rondônia - RO
Vanja Joice Bispo Santos	Guia ilustrado da Fauna da Região de Querência, MT	MPEG - PA
Vera Maria Fonseca Almeida Val	Aquicultura na Amazônia: informações para uma produção sustentável	INPA - AM
William Ernest Magnusson	Guias de identificação para dois grupos de plantas com potencial econômico (Samambaias e Marantáceas)	INPA - AM

Práticas agroflorestais para a sustentabilidade de sistemas de produção familiar na amazônia

Katell Uguen[1] & Ana Paula Dias Freire[2]

[1]Universidade do Estado do Amazonas; [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

1. Introdução

Divulgar ciência adequadamente desperta o interesse da sociedade, conquista seu apoio. Na Amazônia, poucos projetos dedicam-se à difusão das tecnologias sustentáveis e percebe-se que a linguagem usada nessa difusão nem sempre permite o completo entendimento do público. É necessário, portanto, uma divulgação que realmente contribua para a democratização das informações resultantes de pesquisas científicas principalmente para que se traduza, na prática, em maior sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Neste processo, o extensionista é um profissional importante, pois tem muitas oportunidades de divulgar práticas e tecnologias para os produtores familiares.

Baseado na política Nacional de Extensão Rural, (Brasil, 2006) este trabalho pretende oferecer ferramentas para atuação dos extensionistas em conjunto com os produtores.

2. Objetivos

O foco deste trabalho foi as informações sobre práticas agroflorestais em sistemas de produção familiar, geradas a partir das pesquisas realizadas pelo INPA e pela Embrapa Amazônia Ocidental, com apoio do PPG7 (Projeto Piloto do Grupo dos Sete). Estes projetos geraram resultados importantes em três temas principais: espécies e manejo para recuperação de áreas degradadas (terra firme, mata ciliar e várzea), informações sobre o delineamento de sistemas agroflorestais e práticas de manejo (fertilidade do solo, controle de pragas e manejo de polinizadores). Três cartilhas e quatro manuais já foram elaborados, validados e editados, faltando apenas a finalização da edição e impressão.

3. Resultados

Oficinas para validação do material para a cartilha "Manejo de solos na Amazônia"

Para a cartilha sobre solos destinada aos agricultores, foram realizadas várias oficinas participativas nas comunidades, nas quais os pesquisadores relataram os resultados de pesquisa, apresentando conceitos científicos utilizando material de divulgação simples. Nestas oficinas, a equipe técnica teve a oportunidade de avaliar a qualidade do material didático apresentado para os agricultores, o formato, a organização e as dinâmicas para alcançar melhor interação entre os membros da comunidade e os técnicos.

As oficinas foram realizadas em parceria com outros projetos de pesquisa do INPA em três localidades: Manacapuru, na sede do município, para produtores da terra firme, na várzea do rio Solimões, no Paraná do Supiá, na TI indígena Araçá. No total, participaram cerca de 100 agricultores. Observou-se uma heterogeneidade nos graus de escolaridade e conhecimento dos agricultores. A grande maioria deles tem baixa escolaridade ou é analfabeta, o que exigiu da equipe um esforço maior para a tradução das informações, ajustes no vocabulário e formatação. Uma avaliação escrita das oficinas possibilitou obter mais algumas informações sobre a compreensão dos agricultores. A cartilha elaborada estará disponível no site do Sistema de Informação de Sistemas Agroflorestais - SISAF.

Oficinas para validação do material para a cartilha "Sistemas agroflorestais, Agricultura que imita a floresta"

Em Parintins, no assentamento da Vila Amazônia, membros do projeto participaram do Fórum ambiental: Conservação ambiental comunitária e sustentabilidade na área rural, organizado pela ONG Gavião Real, na comunidade de São Sebastião do Quebra, durante a Festa popular do Gavião Real organizada pela comunidade. No dia seguinte, 18 pessoas participaram de uma oficina para elaboração de cartilha de SAF, contribuindo com a escolha do estilo de redação e dando sugestões de ilustrações. A maioria dos participantes já havia participado de oficina sobre agroecologia e tinha conhecimento do

conceito de Sistema Agroflorestal -SAF. A cartilha estará disponível no site do SISAF e impressa posteriormente pelo INPA.

Oficina de manejo ecológico do cupuaçu

Uma oficina foi realizada em Presidente Figueiredo, em parceria com a Cooperativa dos Produtores do Uatumã e o IDAM local. Essa oficina integrou diversos temas do projeto, pois o cupuaçu é a espécie mais freqüente dos sistemas agroflorestais. Esta oficina foi também proposta como demanda da cooperativa, que busca melhorar a capacitação dos produtores para alcançar melhores resultados e encontrar soluções frente a dificuldades e mesmo desânimo dos produtores deste município, cuja fruta símbolo é o cupuaçu.

Foram utilizados e distribuídos para os produtores e técnicos os três cartazes produzidos pelo projeto: "Polinização e o manejo dos polinizadores do cupuaçu", "Adubação verde, solução barata e eficiente" e "Sistemas agroflorestais".

Reforma do site do SISAF- Sistema de Informação de Sistemas Agroflorestais

O site do SISAF, alocado no site da Embrapa Amazônia Ocidental (www.cpaa.embrapa.br) foi reformulado. Com este site pretende-se facilitar o acesso a informações sobre SAF, em especial fornecer materiais didáticos que podem ser úteis para extensionistas, produtores, estudantes e pesquisadores.

Produtos impressos

Cartilhas:

Silva, N. M. & Alfaia, S.S. O manejo da broca-do-fruto do cupuaçuzeiro (Coleoptera: Curculionidae) em sistemas agroflorestais. 2ª Edição. Manaus: Editora INPA, 2007. 18p.

Gribel, R. Queiroz, A. *et al.* Polinização e manejo dos polinizadores do cupuaçu (Theobroma grandiflorum). Manaus: Editora INPA, 2008. 32p.

Cartazes:

"Polinização e o manejo dos polinizadores do cupuaçu"

"Adubação verde, solução barata e eficiente"

"Sistemas agroflorestais"

Divulgação dos cartazes e cartilhas para diferentes tipos de público:

- Lançamento dos cartazes "Adubação verde, solução barata e eficiente" e "Sistemas agroflorestais" no dia 17 de Outubro, no final do "Módulo presencial do 1º Curso de Aperfeiçoamento por Alternância em Agroecologia para Técnicos Agropecuários de Nível Médio dos Territórios da Cidadania da Região Amazônica", organizado pela Secretaria de Agricultura Familiar do Ministério de Desenvolvimento Agrário. Neste módulo participaram 13 técnicos dos estados do Amazonas e Roraima. Cada um levou um conjunto de cartazes e cartilhas.
- Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, no estande do INPA, na Tenda da Ciência e na Estação da Ciência (13-17/10/2008)
- III Mostra Interinstitucional de Extensão (5-7/11/2008), apresentação oral e oficina
- FEPAGRO 2008 (30/10 a 02/11/2008)
- Durante a reunião regional da SBPC em Oriximiná (5-7/11/2008)
- Durante a EXPOAGRO 2008 (6 a 16/11/2008)
- Lançamento da cartilha "Polinização..." a ser agendado com a associação dos produtores de abelhas.

4. Referência Bibliográfica

Brasil, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria da Agricultura Familiar. 2008. *Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural-ATER*. Brasília, 26p.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia (GP&P) - Volume I

José Luís Campana Camargo[1]; Isolde Dorothea Kossmann Ferraz[2]; Mariana Rabello Mesquita[3]; Bráulio Almeida Santos[4] & Heloisa Dantas Brum[5].

[1]Coordenador do projeto, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (camargo@inpa.gov.br); [2]Pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Bolsista Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [4]Doutorando em Ciências, Universidad Nacional Autônoma do México; [5]Mestranda em Ecologia,Universidade Estadual de Campinas

Resumo: O primeiro volume do Guia de Propágulos e Plântulas da Amazônia (GP&P) em suas 168 páginas traz informações sobre 50 espécies arbóreas, incluindo a descrição dos frutos, sementes e plântulas, o processo germinativo, a morfologia foliar comparativa entre plântulas e adultos e a fenologia reprodutiva. Imagens e textos foram organizados para facilitar o reconhecimento das espécies em diferentes estádios de desenvolvimento. Os autores esperam que este livro amplie o conhecimento sobre a história natural das espécies e o entendimento da dinâmica florestal, contribuindo assim para a conservação e o uso dos recursos da flora amazônica de uma forma responsável. O GP&P pode ser útil para viveiristas, produtores rurais, conservacionistas, técnicos preocupados com a reabilitação de áreas degradadas, estudantes e professores de cursos como Ecologia, Biologia, Botânica, Engenharia Agronômica e Florestal. O livro também inclui um glossário ilustrado em sua parte final que auxiliará os usuários a decifrar os termos botânicos que geralmente são de difícil entendimento pelo público em geral.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7; PDBFF/INPA/STRI e Fapeam.

Ciência e Comunicação: aliadas na construção de 'boas práticas' na gestão e recuperação de propriedades rurais - CIECz

Maria Ataíde Malcher[1]; Leandro Raphael Nascimento de Paula[2] & Helaine Ferreira Cavalcante[2]

[1]Universidade Federal do Pará (ataidemalcher@uol.com.br); [2] Graduandos em Comunicação Social, Universidade Federal do Para.

A segunda fase do SPC&T/PPG7 possui onze sub-redes. O projeto "RECUPERA - Manejo e recuperação de recursos naturais em paisagens antropizadas na Amazônia Oriental" é a sétima sub-rede, composta por cinco projetos de pesquisa. É nela que está locado o estudo "Custos e benefícios do manejo e recuperação de áreas degradadas para gestão de propriedades e de paisagens", coordenado pela Professora Dra. Oriana Almeida (IPAM-NAEA-UFPA), que visa introduzir boas práticas para o estímulo à conservação ambiental nas áreas do Mato Grosso e da Rodovia Transamazônica.

O projeto "Custos e Benefícios", executado pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia/PA_IPAM, têm como foco os estados do Pará e Mato Grosso, onde foi registrado o mais alto índice de desmatamento da Amazônia legal. O projeto procura agir nos níveis de propriedade e de paisagem indicando custos e benefícios na utilização responsável dos recursos naturais amazônicos.

Uma das diretrizes da segunda fase do SPC&T é a divulgação dos resultados dos projetos das sub-redes. Aprovado pelo edital MCT/CNPq/PPG7 nº 003/2007 o projeto "Ciência e Comunicação: aliadas na construção de 'boas práticas' na gestão e recuperação de propriedades rurais - CIECz", coordenado pela Profª. Drª. Maria Ataíde Malcher (FACOM/UFPa), é responsável pela divulgação do projeto "Custos e Benefícios", a partir das seguintes ações: construção e disponibilização de um *website*, produção de cartilhas de educação ambiental, produção de recursos multimídias (sonoros, audiovisuais, imagens etc) e utilização de estratégias de comunicação (newsletter, releases, matérias, entrevistas, clipping, folder, oficinas,

participação em eventos e exposições, distribuição de materiais, construção de banco de cadastros para construção de mailing e redes, etc). A proposta é a divulgação, objetivando a disseminação ampliada não só do projeto "Custos e benefícios", mas também dos demais resultados alcançados pelos diferentes projetos das sub-redes e das ações voltadas ao uso sustentável dos recursos amazônicos.

A divulgação científica é uma alternativa para incorporar o princípio da complexidade ao conhecimento científico, fazendo a ponte entre ciências especializadas, a própria academia e o grande público. Nessa perspectiva, o CIECz adotou estratégias de divulgação em meios de comunicação massivos para disseminar os resultados obtidos pelo "Custos e Benefícios" entre pequenos e grandes produtores, pesquisadores envolvidos no campo da ecologia e ambiente, para a academia e também para o grande público, de forma a garantir que o conhecimento científico consiga ter seu alcance ampliado, num movimento duplo e, obviamente, imbricado para, primeiramente, ultrapassar as barreiras da especialização, assim contribuindo para o diálogo entre as ciências e o senso comum, e, conseqüentemente, para atingir as metas da Agenda 21.

Ações do CIECz

A internet é uma das principais fontes de dados atualmente, portanto, é necessário que o conhecimento científico se aproprie também dessa mediação, dessa forma ampliando o seu alcance, disponibilizando na rede, cuja grande crítica é a de padecer de dados confiáveis, dados com rigor científico. O CIECZ utiliza o *website* www3.ufpa.br/ciecz/ ou www.ciecz.com.br, no qual podem ser encontradas as informações sobre o Recupera, o Custos e Benefícios e iniciativas relacionadas à conservação e comunicação na/da Amazônia. Além disso, contém produtos radiofônicos, fotográficos, audiovisuais, didáticos (como cartilhas e artigos científicos), *clipping* e uma *newsletter*.

Uma das carências, e fonte de problemas, dos pequenos produtores é, em geral, o desconhecimento da legislação ambiental em seus estados para conseguir desenvolver sua produção de forma sustentável e ecologicamente correta. O direito é também um campo especializado, com uma gramática própria e, num país com

problemas graves na área da educação, a legislação acaba se tornando uma barreira intransponível para os pequenos produtores, que muitas vezes não possuem as competências necessárias para lidar com a legislação.

Outra ação do projeto foi a produção de um "Guia de Legislação Ambiental para o Pequeno Produtor Rural" e um livro com o mesmo tema voltado à "Legislação Ambiental do Mato Grosso". O Guia foi lançado no dia 5 de julho em Santarém - PA na VIII Feira de Produtores Agrícolas da Amazônia (FEPAM 2008) que, desde 2001, reúne pequenos produtores rurais de 120 associações, espalhadas por 15 municípios da região do Baixo Amazonas. Naquela oportunidade um dos autores do Guia estava presente para dialogar com os produtores. Além dessa ação, o Guia tem sido amplamente distribuído para outras localidades por meio de várias instituições. O livro "Legislação Ambiental do Mato Grosso" está em sua fase de impressão para publicação e lançamento. Trata-se de propostas que buscam apresentar os "Custos e benefícios" do uso responsável dos recursos naturais. As publicações utilizam linguagem simples e acessível, buscando tornar as determinações das legislações ambientais compreensíveis aos diferentes públicos. Outra publicação resultante dos esforços integrados dos pesquisadores da sub-rede recupera, lançado pelo IPAM e CIECz, foi o guia "Pegadas", que apresenta uma lista com dados dos animais que vivem em propriedades rurais da região amazônica visando o monitoramento da qualidade ambiental da fauna dentro dessas propriedades. Essa publicação será distribuída, juntamente com o "Guia de Legislação Ambiental", em encontro que ocorrerá de 12 a 13 de novembro em Marabá que contará com a presença de grandes e pequenos produtores rurais, representantes de órgãos governamentais estaduais e de instituições internacionais. (para fazer download das publicações basta acessar http://www.ciecz.com.br e visitar o link produção).

Além dessas ações a equipe do projeto tem apresentado os resultados de suas atividades em diferentes eventos em forma de artigos e oficinas, como ocorreu no XXXI Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – o INTERCOM 2008 – realizado em Natal (RN), de 2 a 6 de setembro, com o tema "Mídia, Ecologia e

Sociedade". O INTERCOM é o mais importante congresso de comunicação do país reunindo pesquisadores, estudantes e profissionais nacionais e internacionais dos mais diferentes campos dos conhecimentos.

Da mesma forma as exposições têm sido umas das estratégias de divulgação utilizada, como ocorrerá na conferência "Amazônia em Perspectiva: Ciência Integrada para um Futuro Sustentável" - LBA, GEOMA & PPBio - no período de 17 a 20 de novembro em Manaus, na qual o CIECz apresentará seus produtos e ações, atuando não só como expositor, mas também como agente midiático pautando seus resultados para construção e veiculação de produtos de comunicação para divulgação de outras ações de pesquisas.

Um aspecto importante desse processo é a inclusão dos alunos de graduação, por meio da iniciação científica, para conscientizá-los da relevância da atividade de divulgação científica, pois são atores importantes para essa cadeia. Além disso, a participação de diferentes profissionais da área da comunicação e a interação com outros campos do conhecimento, contribuem para que se desenvolvam as competências exigidas para atuação em uma sociedade em rede, na qual a busca pela qualidade de vida é o grande desafio e só se efetivará nas buscas integradas e colaborativas.

Futuramente, a equipe do CIECz pretende transformar seu site em um portal de divulgação científica na Amazônia, capaz de disseminar os resultados de diferentes projetos de pesquisa de relevância para a região. Para isso buscará parcerias e apoios que permitam, inicialmente, que as ações de comunicação se estendam na divulgação dos resultados das pesquisas das outras sub-redes do Subprograma de Ciência e Tecnologia – SPC&T do PPG7.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Usando a ciência para transformar paisagens: divulgação de práticas sustentáveis para a recuperação de áreas degradadas

Rubenise Farias Gato[1]; Lucilda Maria Sousa de Matos[1]; Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo; Juliana Gatto Cerqueira[1]; Eduardo Fernandes Cerqueira Segundo[1]; Marcelo Augusto Machado Vasconcelos[2]; Vladimir Bomfim Sousa[1]; Lena Vânia Ribeiro Pinheiro[3]; Márcia Rocha da Silva[3]; Frederico Costa dos Santos[3]; Roberta Ramalho Popa[3]; Josie Helen Oliveira Ferreira[4]

[1]Embrapa Amazônia Oriental (rubenise@cpatu.embrapa.br); [2]FANEP; [3]IBICT; [4]ASDECONO.

Resumo

Práticas alternativas começam a ser vistas como uma garantia de preservação dos sistemas produtivos da agricultura familiar. O uso de sistemas alternativos para recuperação de áreas degradada e/ou abandonadas é fundamental para alcançar sustentabilidade de unidades de produção familiar rural, com propostas tecnológicas baseadas no conhecimento e uso racional dos recursos naturais. Disponibilizar alternativas sustentáveis à recuperação de áreas degradadas com agricultura e pastagens com vistas ao uso sustentado da terra e melhoria de vida dos (as) agricultores (as) da Amazônia é o objetivo do *projeto* "Desenvolvimento e Validação de Estratégias Participativas de Recuperação de Áreas Agrícolas e Pastagens Degradadas na Amazônia", componente da *Sub-Rede RECUPERAMAZ.* Visando oportunizar a sociedade, em seus diversos segmentos, o acesso à informação científica resultante das pesquisas, foram realizadas ações que:, além de socializar o conhecimento na perspectiva de ampliar visões sobre a temática compartilhassem com agricultores familiares conhecimentos e ferramentas relacionadas a práticas agrícolas alternativas de produção sustentável, capazes de diminuir e/ou recuperar as áreas degradadas; promovessem recomendações para políticas de recuperação de áreas degradadas junto a tomadores de decisões e gerentes públicos; e ampliasse e fortalecesse o conhecimento sobre

as causas e soluções possíveis junto a professores, extensionistas e representantes de associações de agricultores (as). Os resultados das ações implementadas foram: **Reuniões técnicas** com metodologia apropriada e adaptada para identificação de demandas por informação dos agricultores (as) representantes de associações comunitárias rurais, de modo a subsidiar as demais atividades. A ação contou com 81 agricultores (as) pertencentes a 16 associações comunitárias de municípios da Região Nordeste Paraense, Igarapé Açu, Mãe do Rio e Concórdia do Pará. Como resposta aos agricultores (as) foi disponibilizado um kit de minibiblioteca com acervo total de 108 títulos de publicações impressas, 40 títulos de programa de rádio "Prosa Rural" e 37 títulos de vídeos do programa "Dia de Campo na TV", contemplando os interesses por informações demandadas. **Seminários** sobre "Sistemas Alternativos para recuperação de Áreas Alteradas na Amazônia" para 30 técnicos da extensão e assistência técnica rurais, governamental e não-governamentais das áreas de abrangência de execução do projeto de pesquisa, e para 18 Secretários Municipais de Agricultura, dos municípios associados ao Consórcio Integrado dos Municípios Paraenses (COIMP). **Palestras para professores** da rede pública e privada. Uma em Belém intitulada "Recuperação de Áreas Degradadas na Amazônia": o que é, tipos, recomendações para recuperação e quais são e como funcionam as ciências e tecnologias utilizadas para a recuperação. O critério adotado para seleção das escolas em Belém foi o de escolas das quais os alunos mais utilizavam o acervo da Biblioteca da Embrapa Amazônia Oriental para seus estudos e pesquisas escolares. A palestra contou com 25 professores de 23 escolas. Em Irituia e Igarapé-Açu, o critério para seleção foi o de consulta no site da Secretaria Estadual de Educação sobre escolas das redes estaduais e municipais existentes nos municípios de abrangência de execução do projeto de pesquisa. Após as seleções, foram enviadas cartas-convite aos diretores das escolas e, de acordo com as manifestações de interesse, foram definidos datas, locais e horário de conveniência dos professores. Em Irituia, palestra "Noções Básicas sobre agroecologia e o cotidiano de discentes e docentes no município de Irituia". Participaram 31 professores de 9 escolas . Em Igarapé Açu, palestra intitulada

“Recuperação de Áreas Alteradas na Amazônia” contou com participação de professores de 9 escolas. **Aula prática sobre recuperação de áreas degradadas** para 20 estudantes do ensino fundamental de Belém e 20 estudantes do município de Igarapé-Açu, para conhecer, *in loco*, as experiências dos agricultores (as). Esta atividade viabilizou a interação de duas realidades estudantis: zona urbana e zona rural. As demonstrações das práticas e suas implicações foram expostas pelos agricultores. **Palestra para estudantes** da Escola Técnica Federal de Castanhal, contando com 50 participantes. **Cursos para mestrandos** do NEAF sobre manejo de SAFs e sobre sistema bragantino para técnicos da extensão rural. **Reunião técnica** sobre índices e coeficientes técnicos de espécies utilizadas em SAFs para financiamentos do PRONAF. **Palestras** para agricultores (as) sobre agroecologia e sistema bragantino. **Dias de Campo** para divulgação de práticas agrícolas referentes a agricultura sem queima, SAFs, uso de fruteiras em manejo de áreas alteradas, experiências agroecológicas, sistema bragantino e intercâmbio de experiências entre agricultores de municípios/comunidades diferentes com ênfase no manejo florestal, com participação de 619 agricultores (as)familiares, técnicos da extensão rural, Secretarias Estadual e Municipal de Agricultura, DFA , técnicos de agencias bancárias e estudantes. Foram veiculadas **Matérias jornalísticas** em jornais locais e regionais e editados **Produtos de Informação diversificados: Programas de rádio** “Prosa Rural –“Plantio direto com preservação ambiental na pequena propriedade” , “Implantação de pastagem sem queima” e “Redução de queimadas com a produção agrícola e florestal“; **DVD** "Plantio direto agroecológico", **cartilhas, folhetos técnicos, cartazes, calendários e a árvore do conhecimento sobre Áreas Degradas para a Agência Embrapa de Informação disponibilizada na web**. Os principais resultados da participação do **CanalCiência,** portal de divulgação científica do IBICT- Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, do Ministério de Ciência e Tecnologia - MCT, no Projeto, nos anos de 2007 e 2008. Inclusão de banner eletrônico, texto da pesquisa e informações em categorias / pontos de acesso do Diretório de Links do Portal, tanto permanentes quanto temporárias, o que depende do conteúdo, algumas com destaque.

Comunicação científica em eventos, como palestras, mesas redondas, em geral promovidas pelo MCT e SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e outros mais específicos, por exemplo, o da Associação Brasileira de Jornalismo Científico - ABJC, em São Paulo (SP). Publicação da coletânea da UNESCO e IBICT, da qual consta um trabalho sobre a divulgação científica no Brasil, com enfoque histórico, abrangendo atividades da Embrapa Amazônia Oriental. Participação do CanalCiência em grandes espaços como o Centro de Convenções Ulysses Guimarães, Brasília (DF), com a visitação de centenas de pessoas por dia. Atividades de caráter educativo em oficinas direcionadas a alunos, professores e instrutores de ensino fundamental, médio e técnico, estes pelas possibilidades de efeito multiplicador da ação, para as quais foi elaborado material de divulgação científica e de educação, com inclusão do Projeto da SR-3-Recuperamaz. Finalmente são enfatizadas não somente a amplitude das ações em termos de público, expressivo em certos eventos, mas, sobretudo a sua diversidade, alcançando desde pesquisadores, professores, jornalistas e profissionais das mais diferentes áreas, a alunos de todos os níveis de educação, do fundamental à pós-graduação, tanto das grandes cidades quanto as da Baixada Fluminense, na expansão do processo de transferência de informação e socialização de conhecimento e contribuição à formação da cidadania.

Pontos Positivos e Lições Aprendidas

1. Fatores Positivos:

1.1-O principal fator positivo foi a inserção de ações voltadas para o componente Informação, seus produtos e formas de divulgação na concepção de um projeto de pesquisa dessa envergadura. É comum os projetos serem discutidos e elaborados somente no âmbito da comunidade de pesquisadores, sem que as demais equipes de outras áreas do conhecimento, em especial que tratam da informação, partilhem do processo. Para se trabalhar com a divulgação é necessário que a equipe conheça e compreenda os propósitos e objetivos dos objetos de pesquisa, os resultados a serem alcançados e, sobretudo a que público mais diretamente seus resultados se destinam. De outro modo, a Ciência da Informação inserida num

projeto de pesquisa no âmbito das Ciências Agronômicas é um indicador de transversalidade se forem aplicados seus métodos e objetos de pesquisas, pois o objetivo da divulgação/disseminação é o uso, é a assimilação pelo individuo, que resulte em uma mudança sócio-técnica. Portanto para cada segmento de usuário, existem formas e peculiaridades que podem implicar na adoção ou rejeição de um resultado de pesquisa.

A identificação de demandas por informação junto às comunidades rurais foi um exemplo de atuação que pode vir se tornar um pré-requisito fundamental para as ações de divulgação, uma vez que permitiu conhecer fator intervenientes que podem facilitar ou impedir um bom processo de disseminação de resultados.

A iniciativa da equipe de pesquisadores demonstrou: a) a importância que os autores da proposta, tiveram em relação à necessidade de divulgação dos resultados para diferentes públicos, visando a compreensão e assimilação do papel da ciência na sociedade, em especial, para os agricultores(as), no sentido de ampliar seus conhecimentos práticos no sistema agrícola. b) permitiu um trabalho mútuo e o intercâmbio de conhecimentos da equipe de divulgadores com a equipe de pesquisadores, claramente com uma visão multidisciplinar e interativa; c) o respeito por outras áreas do conhecimento como parte de um processo mais amplo;

1.2-Motivação da equipe, especialmente agregando colaboradores para execução dos eventos e demais atividades;

1.3-Envolvimento de agricultores familiares que acreditam que é possível aplicação de praticas de recuperação de áreas degradas, como multiplicadores do processo. Poder trabalhar com agricultores (as) que não tem receio de expor seu saber nato e/ou adquirido a outros grupos, como foi o caso da aula prática sobre áreas degradadas para professores de ciências e geografia e alunos do ensino fundamental, cujos expositores foram os próprios agricultores.

1.4. Manifestações de interesse dos públicos que se conseguiu atingir, como por exemplo:

Professores da Rede Pública/Privada:

- "*Projetos com o tema devem ser divulgados em todas as escolas dos municípios do Pará";*

- *"Que a equipe possa ir às escolas proferir palestras para a comunidade escolar (pais, técnicos, professores, alunos, funcionários de apoio e secretária) pelo menos uma vez ao ano";*
- *" a conscientização da população";*
- *"Aumentar a divulgação da problemática no meio escolar para a conscientização das crianças, estabelecer parcerias para a educação ambiental e difundir as pesquisas da Embrapa";*

Estudantes:

- *"Eu acho que está ótimo, tudo o que aprendi hoje nessa aula".*
- *"Melhorar nos temas que nós temos que ler;"*
- *"Ponto forte: a explicação dos agricultores sobre as áreas e tipos de sistemas tradicional e corte e trituração";*
- *"Eu acho que deveriam fazer isso constantemente, porque é muito bom."*

Secretários Municipais de Agricultura:

- *"Que este seminário fosse realizado nos municípios para maior divulgação do projeto";*
- *"Deveria haver maior representatividade institucionais (Secretarias Municipais de Agricultura, Gerentes Regionais da Sagre, Institutos ligados ao Meio Rural)";*
- *"Dar enfoque sócio-econômico para este tema";*
- *"Realização de dias de campo em cada município para apresentação do projeto";*
- *"Ponto positivo: depoimento dos agricultores com seus resultados positivos sobre o tema".*

Extensionistas:

- *"Maior disponibilidade de tempo para os assuntos";*
- *"Um ponto forte foi a oportunidade de socialização das informações importantes que possam ser repassadas principalmente aos agricultores familiares";*
- *"Que mais eventos como este ocorram, estreitando os laços entre pesquisa e extensão";*
- *"A parceria entre pesquisa e extensão é o ponto fundamental para o crescimento da agricultura familiar".*

1.5 A iniciativa de a coordenação lançar um Edital específico para a Divulgação Cientifica dos Projetos da Sub-rede RECUPERAMAZ, foi, provavelmente um marco no processo, especialmente pela não exigência de ter como coordenadores proponentes "Doutores". A região Norte do Brasil é carente de recursos humanos devidamente preparados para a Divulgação Cientifica, quer no âmbito da Ciência da Informação quer no âmbito da Comunicação Social com foco para o Jornalismo Científico.
1.6 Neste tópico, é explicitado automaticamente as lições aprendidas durante a vigência do projeto, contudo a grande lição que temos como sinalizadora de novos aprendizados é a experiência que fica registrada com possibilidades de mudanças na condução de projetos dessa natureza. A lição que fica é que, a experiência adquirida na ambiência do projeto, serve como indicador de como lidar com projetos futuros.

2. Fatores Negativos

Para o trabalho com Informação, o ponto crucial é o encerramento do projeto, por não permitir acompanhar e/ou monitorar o processo de assimilação/rejeição da informação disseminada/divulgada aos diferentes públicos, avaliando tanto os meios de acesso como os produtos de informação disponibilizados, como forma de retroalimentação e ajustes do processo.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Estratégias de Comunicação para a Divulgação da Pesquisa Florestal Desenvolvida pela Embrapa na Amazônia Ocidental - Com.Ciência Florestal

Vânia Beatriz Vasconcelos de Oliveira[1]

[1]Embrapa Rondônia (vania@cpafro.embrapa.br).

1. Introdução

A Fase II do Subprograma de Ciência e Tecnologia, do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais - PPG7, tem como um de seus componentes a Divulgação de Informações e Resultados de Pesquisa. O objetivo é difundir os conhecimentos produzidos pelo Subprograma, para os mais diferentes públicos, uma vez que cresce a preocupação com a relevância social das pesquisas realizadas em todas as áreas do conhecimento e o retorno dos resultados para a sociedade.

Em resposta a essa demanda, a Embrapa Rondônia, baseada em experiências anteriores com comunicação para a educação ambiental e transferência de tecnologias (OLIVEIRA, 2006), propôs o projeto Com.Ciência Florestal, com o objetivo de promover a comunicação de resultados de pesquisas realizadas na Amazônia Ocidental (AM) e Embrapa Rondônia, resultantes de ações de pesquisa em rede sobre o plantio de espécies florestais de rápido crescimento (1996-1999) e sobre sistemas agroflorestais e alternativos para a recuperação de áreas degradadas na Amazônia (Período 2006 – 2008), referentes aos resultados das pesquisas da Fase I e II do SPC&T/PPG7).

O desenvolvimento de estratégias de comunicação e educação (educomunicação científica) tem por objetivo tornar o resultado dessas pesquisas conhecido e acessível ao não especialista, ao leigo, ao público em geral, com isso, aumentar a consciência do cidadão

comum sobre o papel da ciência no seu cotidiano e, em particular, sobre a sua importância para a minimização dos impactos ambientais sobre as florestas naturais.

Com esse trabalho buscou-se contribuir para a definição de novas estratégias para a comunicação pública da ciência, visando ampliar e melhorar a qualidade da divulgação científica no País. Foram desenvolvidas ações de popularização da ciência, capacitação técnica, jornalismo científico, educação formal e não formal, e de pesquisa em comunicação; incorporando aspectos da pesquisa-participativa e de valorização da cultura amazônica. As atividades e produtos obtidos abrem perspectivas de ações futuras, que venham a contribuir para o fortalecimento da cidadania, por proporcionar, sobretudo aos jovens, o acesso à informação em linguagem acessível; bem como para ampliar e melhorar a qualidade da divulgação científica na região amazônica e consolidar um sistema de divulgação de resultados da pesquisa florestal desenvolvida pela Embrapa na região.

Elementos da Proposta Metodológica de Educomunicação Científica

A importância de se fazer divulgação científica, em geral, está associada a uma ação educativa de promoção da cidadania a ser exercida por cientistas e profissionais das áreas de comunicação e educação. A educomunicação, na perspectiva da gestão comunicativa, compreende "*a organização do ambiente, a disponibilidade dos recursos, o modus faciendi dos sujeitos envolvidos e o conjunto das ações que caracterizam determinado tipo de educação comunicacional*" (Soares, 2002, p. 125)

A metodologia do projeto está baseada nos princípios da ação e do diálogo comunicativo de Paulo Freire, considerado como precursor do desenvolvimento de um novo modelo educomunicacional para a América Latina, ao inaugurar um pensamento dialógico, democrático e libertador na pedagogia nacional e latino- americana SARTORI & SOARES (2005). O desafio é, portanto, promover a "leitura do mundo", por meio da

transformação necessária e crítica das práticas educativas e comunicacionais.

2. Principais Produtos/Resultados Por Plano De Atividade

PA 01 - Organização de Eventos de Capacitação e de Divulgação Científica

Aumento da massa critica regional, pela realização de eventos de capacitação de pesquisadores e comunicadores da Embrapa e de instituições parceiras; acadêmicos de comunicação social e engenharia florestal; e estudantes de nível médio para análise e produção de textos de DC; 1 curso de Divulgação Cientifica à Distância, 1 Jornada de Divulgação Científica (2 seminários e 1 reunião técnica) e duas Oficinas de produção de materiais de DC. Divulgação científica da pesquisa florestal por meio da promoção de eventos: Palestras em escolas da rede municipal pelo Programa Embrapa Escola. Excursão "A Escola vai à Floresta". Participação com palestra e exposição de materiais em eventos tais como: Conferência Infanto Juvenil para o Meio Ambiente; Caminhada Dia Mundial do Meio Ambiente; Ciência para a Vida, Semana de Ciência e Tecnologia (RO e AC) e Seminário de Popularização da Ciência - Embrapa Acre; dentre outros.

PA 02 - Produção de materiais para divulgação na mídia

Produção de textos jornalísticos (releases) e artigos de mídia, veiculados na mídia impressa e internet; Registro fotográfico e imagens em vídeo de experimentos e eventos; Produção de spots radiofônicos e ideoclipes educativos; home-page, veiculação de programas radiofônicos no Prosa Rural (Embrapa), destacando-se a experiência didático-pedagógica de produção de *spots* radiofônicos em atividade conjunta com acadêmicos de comunicação social, em razão do objetivo do projeto de capacitar estudantes de jornalismo e publicidade e iniciá-los na divulgação científica. E ainda o uso de música de artistas locais nas trilhas dos *spots* produzidos.

PA 03 - Produção de materiais para capacitação e eventos de DC

Produção de materiais dirigidos ao sistema de ensino formal (professores e alunos) e não formal (técnicos da extensão rural) e público leigo. O conjunto destes materiais será destinado ao público de exposições/feiras (kit evento) e aos estudantes das escolas participantes do Programa Embrapa Escola (kit escola). Inclui a produção de impressos e CD-ROM multimídia reunindo os spots, videoclipes educativos, cartilhas, etc. Criação de atividades lúdicas (jogos, brinquedos, miniaturas em madeira e teatro de fantoches), material testado em palestras e exposições em escolas, com grande aceitação junto ao público estudantil. Destaca-se a experiência didático-pedagógica de criação dos videoclipes educativos, atividade conjunta com alunos do Ensino Médio de escola pública, também priorizando o uso de música de artistas da Amazônia. E ainda, a Construção/desconstrução do conteúdo de uma cartilha elaborada com textos e desenhos de pesquisadores e técnicos discutidos com os alunos do programa de elevação de escolaridade da Embrapa;

PA 4 – Gestão do projeto e do processo de comunicação

O relato e análise do processo de gestão da comunicação são apresentados na publicação Comunicação da Ciência Florestal, que apresenta as estratégias de comunicação e educação para a divulgação científica, implementadas no decorrer da execução do Projeto Com.Ciência Florestal, sistematizando informações de caráter teórico, metodológico e recomendações de práticas a serem adotadas. Dentre as experiências colocadas em prática, destacam-se as oficinas de produção de material como um processo pedagógico em comunicação e educação ambiental, enfocando temas como o reflorestamento e o uso de sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas; e a construção e teste dos elementos lúdicos nos eventos realizados em/com escolas (Palestras, Excursão). Destaca-se também o potencial de articulação interinstitucional que a execução do projeto permitiu alcançar em pouco mais de um ano, com o envolvimento de instituições de ensino superior e médio; jornais e emissoras de Rádio e TV de Porto Velho; e instituições de pesquisa e extensão do estado e outras Unidades da Embrapa na Região Norte (AC, AP, AM). Discute-se o processo de gestão da comunicação, conceitos e recomendações para que a comunicação da ciência

alcance o seu objetivo de promover a inclusão social e a cidadania, contribuindo assim, para com futuras iniciativas de popularização da C&T e melhoria do ensino de Ciências na Amazônia.

3. Referencias Bibliográficas

Oliveira, V. B. V. Estratégias de comunicação na facilitação de processo de gestão ambiental em comunidades ribeirinhas do Rio Madeira, Porto Velho – Rondônia In: XXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2006, Brasília-DF. Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 2006.

Sartori, Ademilde Silveira e SOARES, Maria Salete Prado. Concepção dialógica e as NTICs: a educomunicação e os ecossistemas comunicativos. In: V Colóquio Internacional Paulo Freire. Recife, 2005. Disponível em: http://www.paulofreire.org.br/asp/Index.asp. Acesso em: março, 2007.

Soares, Ismar, Gestão Comunicativa da Educação: caminhos da educomunicação. In: Revista Comunicação e Educação. Ano VII, jan.abr.2002,p 16-25, 2002.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Guia Ilustrado da Fauna da Região de Querência, MT - Um instrumento para o diálogo entre ciência e comunidades amazônicas

Vanja Joice Bispo Santos[1]

[1]Museu Paraense Emílio Goeldi (joicesantos@museu-goeldi.br).

Partindo da premissa de que a chave para o futuro é o conhecimento e a compreensão das diferenças, uma equipe de pesquisadores, comunicadores e educadores da Universidade Federal do Pará (UFPA), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM) elaborou um instrumento que ilustra a riqueza natural formada pelo encontro de dois biomas brasileiros.

Com a perspectiva de apoiar a conservação e a educação ambiental na região de Querência, MT, a equipe decidiu produzir um Guia Ilustrado da Fauna. A proposta de divulgação científica tem como base os resultados obtidos pela pesquisa "Avaliação dos impactos antrópicos sobre fauna como subsídios para a gestão de paisagens em propriedades rurais", que estudou a resposta da fauna aos processos de degradação ambiental em uma região de grande pressão antrópica no Mato Grosso, um dos estados amazônicos que lideram as estatísticas de desmatamento e de produção agropecuária na Região Amazônica. O inventário e avaliação do impacto sobre a fauna fazem parte da sub-rede RECUPERA, que por sua vez busca promover o manejo e recuperação de recursos naturais em paisagens antropizadas.

Os pesquisadores avaliaram uma diversidade de grupos faunísticos como: mamíferos terrestres de pequeno, médio e grande porte; mamíferos voadores; aves; répteis; anfíbios; peixes e invertebrados (aranhas, percevejos, besouros e moscas). A área de estudo foi a Fazenda Tanguro, localizada na região de Querência (MT), cuja colonização mais recente (décadas de 70 e 80) é fruto de um intenso fluxo migratório de famílias oriundas do sul do Brasil, em sua grande maioria do Rio Grande do Sul.

A Fazenda Tanguro ocupa uma área de 81,5 mil ha e pertence a um dos maiores grupos agropecuários do Brasil - Maggi. O município de Querência que abrange parte do Parque Indígena do Xingú, é uma zona de transição entre dois biomas brasileiros: a Floresta Amazônica e o Cerrado. Além da liderança econômica (produção agropecuária e soja), o município de Querência tem uma importância ecológica que merece ser apresentada aos seus atuais habitantes – oriundos em sua maioria do sul do país.

Para apresentar a diversidade faunística da zona de transição entre o bioma amazônico e o cerrado, a equipe do projeto de divulgação científica está organizando os seguintes produtos: o Guia Ilustrado da Fauna da Região de Querência (MT); um folder que apresenta de forma condensada, didática e de fácil manuseio o conteúdo do Guia; um site que disponibiliza para os usuários da internet o conteúdo do Guia; o treinamento de professores e alunos na utilização do guia de fauna como instrumento educativo e o planejamento e produção de notícias jornalísticas que ajudam a despertar o interesse e dar visibilidade aos resultados alcançados pelo projeto de pesquisa apoiado pelo PPG7.

O Guia, além de fornecer a lista das espécies encontradas naquela região, explica questões básicas do grupo estudado, os métodos de coleta empregados e os impactos da ação antrópica no ambiente. A aposta feita pela equipe do projeto é que a população, conhecendo melhor seu ambiente, valorize mais os seus recursos naturais.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7.

Aqüicultura na Amazônia: dicas para a produção econômica, social e ambientalmente sustentável.

Vera Maria Fonseca de Almeida e Val[1]; Maria Nazaré Paula da Silva[1]; Alzira Miranda de Oliveira[1] & Maria Angélica Correa Laredo[1]

[1]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (veraval@inpa.gov.br).

1. Introdução

No Brasil, a cada dia que passa, a atividade da aqüicultura tem garantido uma maior disponibilidade de proteína animal ao homem. Em outros países, algumas populações são quase totalmente dependentes de pescado para sua sobrevivência. Como qualquer atividade de produção, a aqüicultura deve ser desenvolvida de maneira sustentável, pois diversas características fazem dela uma atividade que pode ser danosa ao meio ambiente. Tal sustentabilidade envolve cinco dimensões: a dimensão econômica, a dimensão social, a ecológica, a espacial e a cultural, que devem ser consideradas, particularmente durante a orientação ao setor produtivo. Ainda, na divulgação das informações técnicas e científicas todas essas dimensões devem ser consideradas para que o Estado possa regulamentar a atividade em consonância com políticas públicas de produção sustentável. A criação de peixes na Amazônia tem sido realizada em lagos, tanques escavados, em tanques redes, em pequenos igarapés, entre outros. As espécies mais cultivadas são o tambaqui e o pirarucu, embora muito esforço esteja sendo realizado sobre a criação de outras espécies tais como o matrinchã e o tucunaré. Cada uma dessas espécies apresenta particularidades que dificultam sua criação, manejo e reprodução em cativeiro. Isso se deve ao fato de que a Amazônia apresenta peculiaridades quanto aos tipos de águas de seus rios, resultado da formação geológica da bacia hidrográfica, as quais podem apresentar características físico-químicas distintas numa mesma microregião. Muitas espécies desenvolveram mecanismos que as permite sobreviver em ambientes oscilantes. Assim, ao longo do processo evolutivo, os peixes que habitam a região amazônica foram se especializando e se adaptando

por meio do desenvolvimento de diferentes padrões de respiração, de alimentação, de reprodução, etc., o que levou algumas espécies a modificar totalmente seus padrões metabólicos, fisiológicos, morfológicos. Neste ambiente tão complexo, considerando todas as especializações das espécies amazônicas, a tarefa de manejar espécies e criá-las em cativeiro de maneira que se reproduzam e procriem, engordem e sejam sadias, se torna mais complexa do que em outros ecossistemas. Cada espécie tem sua característica própria e, considerando a diversidade de espécies comercializáveis na Amazônia, é preciso um esforço muito grande do ponto de vista científico para definir e tentar estabelecer prioridades no estudo de peixes que dê suporte às atividades de aqüicultura. A socialização da informação sobre as diferentes espécies para tornar sua criação sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental é urgente e devemos, portanto, gerar produtos que viabilizem tal socialização a partir dos conhecimentos básicos já adquiridos. O principal objetivo deste projeto foi elaborar uma série de livretos que trouxessem aos beneficiários do setor informações relevantes para a aqüicultura de espécies comercialmente importantes para a Amazônia.

2. Métodos

A fim de elaborar esta coletânea, organizamos um Workshop onde um grupo seleto de professores, pesquisadores e técnicos da área de aqüicultura discutiram a melhor maneira de abordar todos os aspectos importantes para o criador comercial e de subsistência.

3. Resultados

Como resultado fomos estimulados a gerar um livro (e não uma coletânea de livretos) de consulta, contendo informações importantes para toda a cadeia produtiva de pescado no Amazonas. O livro será entregue como produto final do projeto, cujo conteúdo aproxima-se dos seguintes temas: 1. Estado da arte da piscicultura: teoria e prática do cultivo de peixes de água doce; 2. Impactos ambientais para a Aqüicultura; 3. Impactos ambientais que a Aqüicultura produz; 4. Sanidade de peixes de água doce na Amazônia: principais fatores que causam doenças e parasitas; 5. Elaboração de rações com uso de

ingredientes alternativos regionais; 6. Caracterização e Manejo Genético de Populações Naturais e Artificiais de Tucunaré; 7. Tratamento pós-colheita: pontos críticos (PC) e acompanhamento da qualidade do pescado.

Resultados adicionais foram obtidos com a confecção de duas cartilhas sobre "Noções básicas de piscicultura" e "Peixes da Amazônia e seus Ambientes" nas quais constam dicas para piscicultores e informações para o público infanto-juvenil, respectivamente. Estas cartilhas vêm sendo usadas e distribuídas para usuários durante as oficinas de extensão oferecidas pela bolsista do projeto, Profa. MSc. Alzira Miranda de Oliveira e em outras atividades correlatas. Além disso, o material produzido previamente pelo grupo no âmbito do projeto PARALER (Coleção Ciência é Legal – livretos da Zizi) também tem sido utilizado como atividade de divulgação neste projeto.

Por fim, como um resultado importante, elaborou-se um vídeo resultante do Workshop no qual se avaliou os assuntos pertinentes à Aqüicultura na região amazônica, com a participação de pesquisadores, professores, consultores, usuários bem como profissionais ligados ao setor público, em particular, Secretário de Produção Rural do Estado do Amazonas (SEPROR-SEPA, AM) e representante da Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP-PR, DF).

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, INPA, UniNiltonLins, UFPA, UEMA, Petrobras, CEAP, CNPq, SEAP-Projeto Pirarucu.

Guias de Identificação de Samambaias e Licófitas e de Marantáceas da REBIO Uatumã e Reserva Ducke.

Gabriela Zuquim[1]; Flávia Regina Capellotto Costa[2]; Fernando Figueiredo[3]; Fábio Penna Espinelli[4] & Jefferson Prado[5]

[1]Bolsista do CNPq (gabizuquim@gmail.com); [2]Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [3]Pós-graduando Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; [4]Bolsista PCI – INPA; [5]Pesquisador do Instituto de Botânica de São Paulo.

1. Introdução

Guias de campo podem ser usados por um público amplo, que varia desde curiosos até especialistas. O principal objetivo deste tipo de publicação é despertar o interesse e fornecer informações para o conhecimento da flora local, bem como de seu potencial para o uso econômico. No contexto da Amazônia, eles também auxiliam a formação de para-taxonomistas, para a atuação em pesquisas e atividades de avaliação de impactos ambientais. Com estes objetivos, produzimos dois guias de identificação, um para as espécies de Samambaias e Licófitas outro para as espécies de Marantáceas (Marantaceae) da Reserva Biológica do Uatumã. Ambos os grupos são facilmente observados no sub-bosque de florestas tropicais e possuem grande valor ecológico e estético e são amplamente utilizados como plantas ornamentais.

2. Métodos

- *Guia de samambaias e licófitas*: entre julho de 2006 e agosto de 2007, foram realizadas excursões à Reserva Biológica do Uatumã e arredores. A região constitui um mosaico de florestas densas submontanas, campina e campinaranas. As coletas foram mais intensas ao longo das trilhas e igarapés que cortam o sistema de trilhas implementado durante o projeto em parceria como o CNPq/PP7.
- *Guia de marantáceas*: Além das coletas realizadas na REBIO do Uatumã, foram feitas coletas e obtidas fotografias na Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD). A RFAD é constituída de florestas densas de terra firme. A flora de marantáceas da RFAD foi

incluída por ter várias espécies em comum com a REBIO Uatumã, o que permitiu produzir um guia com maior amplitude de aplicação. Todas as espécies de marantáceas, samambaias e licófitas encontradas foram fotografadas em campo e então coletadas para posterior depósito em herbário e confirmação da identificação. Foram também observadas também características ecológicas das espécies, como hábito e ambiente preferencial. Dados sobre a amplitude de distribuição da espécie foram obtidos em literatura especializada.

3. Resultados

Os dois livros produzidos serão distribuídos em forma digital e impressa. Os guias são de fácil consulta, pois são ricamente ilustrados. Para cada uma das 120 espécies de samambaias e licófitas e das 31 espécies de marantáceas são apresentadas fotos do hábito da espécie e detalhes relevantes à identificação em campo. Além disso, cada guia conta com uma introdução sobre a biologia, ecologia e evolução dos grupos, escrita em linguagem acessível a leigos e com conteúdo diferente do encontrado em livros textos, mais voltado para as curiosidades, interações ecológicas com outros grupos e uso humano.

4. Discussão e Conclusão

Guias de identificação com fotos e descrições das espécies têm o potencial de colocar a informação sobre a diversidade de espécies acessível a diferentes segmentos da comunidade. Os grupos abordados pelos guias são bons indicadores da biodiversidade, por serem fáceis de serem observados e coletados, e por serem sensíveis a variações ambientais, alterações humanas e mudanças globais. Além de auxiliar a pesquisa de botânicos e ecólogos, a linguagem e os recursos visuais utilizados permitem que os guias sejam instrumentos educativos que irão auxiliar a formação de para-taxonomistas para atuarem em vários setores de pesquisa e avaliação de impactos. Além disso, podem ser usados na educação ambiental e aulas práticas de ciências; por turistas, interessados em conhecer a flora local e todo tipo de observador da natureza. Por fim, espera-se que os guias atinjam o setor de plantas ornamentais, pois apesar dos grupos abordados serem amplamente usados em paisagismo

(samambaias, avencas, renda-portuguesa, heliconias, Marantáceas), poucas espécies são utilizadas, sendo que a maioria não é nativa da região. Isso ocorre devido ao desconhecimento quase completo sobre quais espécies amazônicas poderiam ser utilizadas e qual técnica de cultivo deve ser empregada. Estes guias irão estimular o interesse sobre plantas em diversos segmentos da sociedade e contribuir para a conservação e uso sustentável destas plantas de sub-bosque da Amazônia.

Agradecimentos:
Obrigada aos moradores da Vila de Balbina que nos ajudaram no trabalho de campo e à equipe da Attema Design Editorial.

Financiamento: MCT/CNPq/PPG7, MCT/PPBio e INPA.

Índice de Autores

Adalberto Luis Val 257, 293, 296, 298, 302
Adam Leão 283
Ademar Ribeiro Romeiro 72, 79
Adrian Martin Pohlit 402, 417
Adriana C. Conceição 22
Adriana do Socorro Gomes de Melo 334
Adriana Pontes Viana 240
Adriel L. Cordeiro 195
Alaíde Braga de Oliveira 306
Alba F.A. Lins 387, 390
Alberdan Silva Santos 368, 374, 379
Alberto Arruda 368, 379
Alberto William Viana de Castro 311, 317, 323
Alessandra da Silva Martins 133
Alexandre Almir Ferreira Rivas 173, 177
Alexandre Aleixo 516
Alexandre Bonaldo 516
Alexandre Sebbenn 339
Alexandro Sozar Martins 394
Alfredo Kingo Oyama Homma 472
Álvaro Batista de Sousa Jr 253
Alzira Miranda de Oliveira 257, 293, 296, 574
Amanda Alves Coelho 334
Amanda Brito Silva 79
Amanda Carla Pontes da Silva 33
Ana Carla Bruno 402
Ana Carla S. Gomes 17
Ana Catarina Conte Jakovac 64, 68
Ana Cristina Belarmino de Oliveira 200
Ana Cristina da Silva Pinto 417
Ana Cristina Mendes de Oliveira 516
Ana Cristina Segalin de Andrade 27, 33
Ana Elisa Pereira da Silva 96
Ana L. C. Prudente 516
Ana Lúcia Gomes 262
Ana Paula Dias Freire 551
Ana Yamaguishi Ciampi 339
Anderson Manoel Herculano 383
André Luiz Munhoz Gulfier 79
Andrea Cantanhede 283
Andréa Cristina Pereira-Batista 195
Andrea Viviana Waichman 72, 83, 88
Andréia Belém-Costa 262
Ane Alencar 521
Ângelo Antônio Agostinho 169
Ângelo Gilberto Manzatto 112, 133, 138, 144, 149, 154
Anna Roffe 494
Anna Tsukui 352
Antônio C. Barbosa 138, 149, 154
Antônio Carlos Paula Neves da Rocha 317, 323
Antonio Carlos Reis de Freitas 494
Antônio Carlos Witkoski 191, 214, 219
Antônio Cordeiro de Santana 317, 323
Antônio José Elias Amorim de Menezes 472
Antonio José Inhamuns da silva 173, 182, 186
Antonio Pedro da Silva Souza Filho

368, 379
Aparecida Donisete de Faria 402, 407, 412
Ariane Luna Peixoto 306
Arianna Bianca Campos Castro 482
Arison José Pereira 500
Arlete Silva de Almeida 457
Arlindo Pinto Jr. 516
Auriane C.S. Gonçalves 365
Aurora Miho Yanai 56
Barbarela Matos Macchi 383
Beatriz Furtado Rodrigues 177
Beatriz S. Cordeiro 352
Bernardo Flores 17
Bráulio Almeida Santos 42, 555
Britaldo Silveira Soares Filho 510, 521, 528
Bruno de Oliveira Serrão 441
Bruno Rocha 27
Camila Leite Pereira 210
Carlos Edwar de Carvalho Freitas 173, 191
Carlos Frederico de Angelis 72, 93, 96
Carlos Henrique Franciscon 412
Carlos Hiroo Saito 122
Carlos Maurício de Andrade 457
Carolina Castilho 421
Célia Maria Braga Calandrini de Azevedo 463, 494, 560
César Mello 516
Christina Cléo Vinson 339
Claudemir Oliveira da Silva 253
Claudenor Pinho de Sá 317, 323
Claudia M. Stickler 528
Cláudia Morosi Czarneski 1
Cláudia Pereira de Deus 253
Claudia Stickler 510, 536
Claudia Suzanne Vitel 60
Cláudio José Reis de Carvalho 429, 441, 446
Cléber Calado Luz 133
Cleide Lima de Souza 102
Cléo Marcelo de Araújo Souza 441, 446
Cleusa Suzana Oliveira Araújo 257, 262
Cleydson Gomes Almeida 268, 289
Cristiane Gama da Costa 182, 186
Cristina D. Táxi 352
Cynthia Y. Yano 352
Daniel C. Nepstad 510, 528, 536
Daniel Luiz Oliveira 46
Daniel Rondinelli 79
Daniele Kásper 163
Daniely Félix Silva 240
Danniel Rocha Bevilaqua 205
Dárlly de Oliveira de Souza Martins 133
David Candiani 516
David Gibbs McGrath 224, 236
Debora A.D. Silva Banna 379
Débora K. T. Moreira 365
Denise Costa 383
Denise de Oliveira 1
Dioniso Sampaio 278
Douglas Paschoal dos Santos 112
Ederson Rodinei Rodrigues Dantas 133
Edna Alencar 236
Edson Alves Araújo 457
Eduardo Antônio Rios Villamizar 88
Eduardo Fernandes Cerqueira Segundo 560
Eduardo Portes 516

Edvaldo Mota 283
Elaine Wanzeler 516
Eliana Aparecida do Nascimento Noda 83
Eliana Harumi Hirai 334
Elisa Vieira Wandelli 482, 487
Elisabete F. Albuquerque Palermo 163
Ellen Cristina Costa da Silva 417
Elmary Fraga 268, 289
Elsa Mendoza 521
Emilia Zoppas de Albuquerque 68
Erick Baltazar Saldanha 334
Esmeralda Y.A. Okino 355
Eufran Ferreira do Amaral 457
Evandro Albiach Branco 79
Fabiana Calacina 205
Fabiane de Almeida Santos 200
Fabiane L. Oliveira 17
Fabiano Santos Freitas 441
Fabio Lozano Useche 487
Fábio Penna Espinelli 577
Fábio Ribeiro Silva 205
Fabíola C. Rodrigues 195
Fabíola Poletto 516
Fabrício Barros de Sousa 205
Fabrício Khoury Rebello 472
Fátima Cunha 278
Fernanda Antunes Carvalho 421
Fernanda L. Oliveira 17
Fernanda Melo Carneiro 210
Fernando Figueiredo 421, 577
Fernando S. Carvalho 516
Flávia Amend Gabardo 68
Flávia F.R. Costa 402
Flávia Kelly Siqueira de Souza 210
Flávia Regina Capellotto Costa 421, 577
Flávio J. Luizão 11, 17, 22
Francisco Chagas Bezerra dos Santos 476
Frank Merry 528
Frederico Costa dos Santos 560
Frida M. Casanova 298, 302
Gabriel Cardoso Carrero 50
Gabriela Ramos Cerqueira 112
Gabriela Viana 262
Gabriela Zuquim 421, 577
Geiziane Tessarolo 210
George Henrique Rebêlo 240, 245
Gisele Guilhon 368
Giselle M. Guimarães 195
Giuliano Palemão Huergo 283
Graciela I. B. de Muñiz 355
Grimoaldo Bandeira de Matos 472
Gyselle C.S. Reis 387
Helaine Ferreira Cavalcante 556
Helder Queiroz 273
Hélio Beltrão dos Anjos 205
Helio Tonini 469
Hellen Emilia Menezes de Souza 262
Heloisa Dantas Brum 42, 555
Henrique de Oliveira 457
Henrique dos Santos Pereira 191
Henrique Eduardo Mendonça Nascimento 11, 27, 33
Hermann Oliveira Rodrigues 521, 528
Heronides A. Dantas Filho 365
Heyder Coutinho Almeida 383
Horacio Schneider 273, 278
Iamili M.A. Aguiar 195
Inês R. Sabioni 360

Iracely Rodrigues da Silva 397
Iracilda Sampaio 257, 268, 273, 278, 289
Irene Cibelle Gonçalves Sampaio 441
Isolde Dorothea Kossmann Ferraz 42, 46, 555
Itanna Oliveira Fernandes 112
Ivanildo Alves Trindade 441
Ivo Fumyo Kanashiro 79
Izeni Pires Farias 195, 224, 283
Jackson Pantoja Lima 240
Jacqueline da Silva Batista 195, 283
James R. Kahn 177
Janaína B.P. Costa 42
Janeide Paiva dos Santos 133
Javier Tomasella 22
Jaydione Luiz Marcon 240
Jean Dalmo O. Marques 17
Jefferson Prado 577
Jeú Leandro Gonçalves Pinto 257
Joana d'Arc de Paula 22
Joanne Régis da Costa 482, 487
João E. de Carvalho 360
João Luiz Lani 457
João Olegário Pereira de Carvalho 311, 329, 334
João P. O. Gomes 144, 159
João Tito Borges 262
Jonas Bastos da Veiga 463
Jorge Fernando Barros de Freitas 441, 446
Jorge Luiz Coimbra de Oliveira 112, 117
Jorge Oliveira 368, 390
José A. Alves-Gomes 195
José A. de Camargos 355
José Aderito Rodrigues Filho 494
José Alves Gomes 283
José Antônio M. Fernandes 516
José Edmar Urano de Carvalho 472
José Eduardo Lahoz da Silva Ribeiro 402, 407, 412
José Garrofe Dórea 138, 144, 149, 154, 159
José Leocyvan G. Nunes 253
José Luís Campana Camargo 11, 42, 46, 555
José Luiz Martins do Nascimento 368, 383
José Natalino Macedo Silva 311
Jose Nestor de P. Lourenço 487
José Raimundo R. Guimarães 516
José Rubens Pirani 412
José Vicente Elias Bernardi 112, 122, 133, 138, 144, 149, 154, 159
Joseane Fernanda Passos 268, 289
Josie Helen Oliveira Ferreira 494, 560
Joycirene de Jesus Santos 334
Jozi G. Figueiredo 365
Juarez Carlos Brito Pezzuti 224, 240, 245
Judson Valentim 457
Juliana Araripe 273
Juliana Gatto Cerqueira 560
Julianne Franzen Stancik 407, 412
Karina F.F. Costa 360
Karla Lagos Nogueira 417
Katell Uguen 551
Kátia Fernanda Alves Moreira 112, 117
Kayena Delax Zaqueo 112

Klayton M. Ribeiro 379
Kleber Farias Perotes 472
Kyara Formiga-Aquino 195, 283
Larissa M. Neves 195
Laura Dietzsch 528
Lauro Saraiva Lessa 476
Leandra Cardoso 516
Leandro Raphael Nascimento de Paula 556
Lena Vânia Ribeiro Pinheiro 560
Lenizi Maria da Silva Araújo 191
Leonardo Santos Collier 500
Liane Marise Moreira Ferreira 469
Lilian Costa Procópio 46
Lílian Maria da Silva Lima 347
Lúcia da Costa Ferreira 169, 306
Lúcia Garcez Lohmann 412
Lúcia Helena de Oliveira Wadt 311, 339, 347
Luciana Almeida Watanabe 273
Luciana Jankowsky 360
Lucicleide M. Araújo 195
Lucilda Maria Sousa de Matos 494, 560
Lucilene Amaral 236
Lucio Castro 278
Luis Paulo Printes 516
Luiz Antonio Loureiro Maués 383
Luiz Augusto Toledo Machado 93, 96
Luiz D. Lacerda 144
Luiz Franciso Rocha e Silva 417
Luiza Prestes de Souza 205
Manoel da Silva Cravo 452
Manoel Malheiros Tourinho 317, 323
Manoela Meyersieck Jardim 27
Mara S. P. Arruda 368, 379
Marcelo Augusto Machado Vasconcelos 494, 560
Marcely Cristiny Andrade da Silva 46
Márcia Aparecida de Brito 1, 426
Márcia de Souza Alves 46
Márcia Motta Maués 347
Márcia Rocha da Silva 560
Márcia Rúbia Silva Melo 417
Márcio Ferreira 293, 296
Marco Antonio de Souza Brito 214
Marcos Antonio Eduardo Santana 311, 360
Marcos P. Lima 302
Marcos Tavares-Dias 262
Marcus A.M. Vasconcelos 365
Maria Angélica Correa Laredo 257, 574
Maria Ataíde Malcher 556
Maria Claudene Barros 257, 268, 289
Maria Cristina dos Santos-Costa 516
Maria Cristina Esposito 516
Maria da Conceição F. Santos 283
Maria das Graças B. Zoghbi 368, 374, 390
Maria das Graças Costa Alecrim 417
Maria das Neves Viana 283
Maria de Lima Gomes 397
Maria de Nazaré Paula da Silva 298, 302
Maria do Carmo E. do Amaral 412
Maria do Carmo Gomes Pereira 240
Maria Elena Crespo Lopez 383
Maria Gercilia Mota Soares 173, 205
Maria Nazaré Paula da Silva 257, 574
Maria S. Bowman 528
Maria Solange de Macedo Ribeiro 505
Mariana M. Mesquita 42

Mariana Rabello Mesquita 555
Marieta Nascimento Queiroz 262
Marília Locatelli 505
Mariluce Paes de Souza 317, 323
Marina G. Siqueira 360
Marivana Borges Silva 339
Marycleuma Campos Henrique 417
Mauricio C. Zorro 253
Maurício de Carvalho Amazonas 6, 169, 426
Mauricio Shimizu 494
Michel F. Catarino 253
Michele Ferreira Rodrigues 417
Miguel Petrere Júnior 173, 210
Milton Kanashiro 339, 347
Milton Nascimento da Silva 368, 379
Moisés Hamoi 383
Moisés Modesto Jr 317, 323
Moisés Mourão 441, 494
Mônica Regina Farias Costa 417
Mônica S. Ferreira-Nozawa 298, 302
Morgana C. de Almeida 253
Naiara A. Bertucchi-Vogt 195
Nancy F. L. M. Hung 516
Nayane C. Bastos 516
Nilson Gomes Bardales 457
Nírvia Ravena de Sousa 72, 102
Olaf Malm 163
Oriana Trindade de Almeida 236, 510, 528, 536, 542
Orlando Moreira Filho 6, 169
Oscar Lameira Nogueira 452
Osvaldo Ryhoei Kato 463, 494
Oswaldo de Carvalho Jr. 516
Otávio A. Bressan 355
P.P. Vieira 417
Pablo Ricardo Sosa 79
Paola Souto Campos 88
Patrícia Nazário 37
Patrícia S. Oliveira 365
Patrícia Saggin 516
Paula I.O. Moreira 365
Paulo Almeida Sinisgalli 72, 79
Paulo Celso Santiago Bittencourt 463
Paulo Eduardo Barni 50
Paulo Guilherme dos Santos 516
Paulo Henrique Rocha Aride 257, 293, 296
Paulo M. Barbosa Landim 138, 144, 149, 154, 159
Paulo Maurício L. A. Graça 50, 56, 60
Paulo Roberto Souza Pereira 472
Paulo Vilela Cruz 112
Pedro Abe 516
Pedro Barbosa de Menezes 452
Pedro Henrique Coelho Rapozo 214, 219
Pedro Paulo Ribeiro Vieira 402, 417
Péricles Sena do Rêgo 273
Philip Martin Fearnside 11, 50, 60
Priscila Lemes 210
Rafael Duarte 293, 296
Rafael Sá Leitão Barboza 245
Rafaela Cardoso Santos 283
Rafaella A. Mattietto 352, 365
Rafaella Almeida Silvestrini 521
Raimunda Conceição de Vilhena Potiguara 368, 387, 390
Ramon Baptista 293, 296
Ramon Barros 298, 302

Raquel Abecassis 257
Raquel Aguiar da Silva Alves 182, 186
Raquel Rodrigues Rocha 268, 289
Regina C.C. Luizão 11, 17, 22
Regina Celi Sarkis Müller 368, 394
Regina G. Pinheiro 253
Reinaldo Araújo Pinto 394
Renata Reis Mourão 177
Renata Soares 516
Renata Spolti Leão 163
Renata Syallen Sousa Veiga 88
Renato A.C. Silva 387
Renato Martins Assunção 521
Renato Roberto Marchetti 79
Ricardo J. A. Deus 379
Ricardo J. Amorim de Deus 374
Rita C. G. Mesquita 11, 64, 68
Rita C. Silva-Randow 22
Rivadalve Coelho Gonçalves 494
Roberta C.F. Galvão 154, 159
Roberta Graf 317, 323
Roberta Ramalho Popa 560
Roberta Sá Leitão Barboza 245
Roberta Valente 516
Roberto Wagner Cabral Batista 329, 334
Rodrigo César das Neves Amorim 417
Rodrigo da Silva Maia 446
Rodrigo Maia 441
Rogério Perin 482, 487
Rogério V. Rossi 516
Rômulo Magalhães de Sousa 102
Ronaldo Angelini 210
Ronaldo de Almeida 138, 144, 159
Ronilson F. Souza 374, 379
Rosa Jaqueline Filgueiras de Souza 195, 283
Roseilza do Vale 253
Rubenise Farias Gato 494, 560
Rubens T. Honda 293, 296, 298, 302
Samuel Almeida da Luz 476
Sanny Maria Sampaio Andrade 262
Saulo C.A.Silva 542
Sergio Cardoso de Moraes 368, 397
Sérgio L. M. Rivero 542
Sérgio M. Alves 365
Sergio Ricardo Nozawa 257, 293, 296, 298, 302
Sérgio Rivero 510, 536
Sergio Roberto Moraes Rebelo 205
Sergio Sakagawa 407, 412
Sidney Alberto do Nascimento Ferreira 37
Silas Garcia Aquino de Sousa 482, 487
Silvia Patrícia Vásquez Flores Trindade 27
Simone Marinho do Nascimento 329, 334
Simôni Santos 278
Steel Silva Vasconcelos 441, 446
Susamar Pansini 112
Suzanne de Maria 516
Suzy Cristina Pedroza da Silva 214, 219
Tadário Kamel de Oliveira 476
Talitha Bensiman Ciampi 138, 149
Tânia Carvalho de Oliveira 476
Tânia P. Pimentel 17
Tarciane Garcia 383
Tatiana da Cunha Castro 329, 334
Tatiana Marão-Siqueira 195
Tereza C. Pastore 355

Tereza Primo da Silva 441
Tereza Ximenes 236
Terezinha F. Monteiro 22
Thales Maximiliano Ravena Cãnete 102
Themis Silva 283
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe 173, 214, 219
Thiago G. V. Moreira 542
Tiago da Silva Jacaúna 214, 219
Tomas Hrbek 283
Tony Vizcarra Bentos 64, 68
Valdinei C. Koppe 516
Valdivino Veloso da Silva 500
Valéria Machado 283
Valéria S. Bezerra 352
Valter Ferreira de Andrade-Neto 417
Vânia Beatriz V. de Oliveira 567
Vânia Cristina Rennó Azevedo 339
Vanja Joice Bispo Santos 572
Vera Maria Fonseca de Almeida e Val 257, 283, 293, 296, 298, 302, 574
Vera T. R. Coradin 355
Victoria Judith Isaac Nahum 224, 253
Virginia S. Calabria 236
Vladimir Bomfim Sousa 560
Volker Bittrich 407, 412
Voyner Ravena Cañete 72, 102
Wagner Nazareno Menezes. dos Santos 472
Waleska Gravena 283
Walkymario P. Lemos 494
Walldelice Holanda Salgado 417
Walter de Paula Lima 6
Wanderli Pedro Tadei 417
Wanderley Rodrigues Bastos 106, 112, 122, 133, 138, 144, 149, 154, 159
Washington Luiz Esteves Magalhães 355
Wayne S. Walker 528
William Ernest Magnusson 402
William Vasconcelos 283
Wilson Cabral de Souza Júnior 72, 79
Wilson Duarte Alecrim 417
Youszef Bitar 516

ISBN 978-85-7028-021-3

Ministério da
Ciência e Tecnologia

UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL