

Ciência & Ambiente



Biodiversidade/Sociodiversidade na Amazônia

Sumário C&A 44

- 3 EDITORIAL
- 4 PRÓXIMA EDIÇÃO
- 5 CLIMA E MEMÓRIA NA CIDADE E NA FLORESTA
Ennio Candotti
- 19 TERRITÓRIOS E TERRITORIALIDADES ESPECÍFICAS NA AMAZÔNIA
ENTRE A “PROTEÇÃO” E O “PROTECIONISMO”
Alfredo Wagner Berno de Almeida
- 29 ÁGUA SUBTERRÂNEA NA AMAZÔNIA
IMPORTÂNCIA, ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO E ESTRATÉGIAS DE PESQUISA
Ingo Wahnfried e Emilio Alberto Amaral Soares
- 41 ECOLOGIA DAS ÁREAS ALAGÁVEIS AMAZÔNICAS
O CONHECIMENTO SUBSIDIANDO O USO SUSTENTÁVEL
Maria Teresa Fernandez Piedade, Wolfgang J. Junk, Jochen Schöngart e Florian Wittmann
- 59 VARIABILIDADE HIDROLÓGICA MULTIESCALA NA AMAZÔNIA
MONITORANDO UMA FORTE DIVERSIDADE REGIONAL E URBANA
Naziano Pantoja Filizola Jr. e Maria Betânia Leal de Oliveira
- 71 ESTUDO COMPARATIVO DE ÍNDICES MORFOMÉTRICOS
NAS BACIAS DOS RIOS JURUÁ E PURUS – REGIÃO AMAZÔNICA
Edileuza Carlos de Melo, Naziano Pantoja Filizola Jr. e Jean Loup Guyot
- 87 ANTROSSOLOS AMAZÔNICOS
UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA SOBRE AS TERRAS PRETAS DE ÍNDIO NA AMAZÔNIA CENTRAL
Bruno Moraes e Helena Pinto Lima
- 99 ECOFISIOLOGIA DE ÁRVORES DA AMAZÔNIA
José Francisco de Carvalho Gonçalves, Ulysses Moreira dos Santos Junior, Vanderlei Borboni Ferreira de Araújo e Rodrigo Pinheiro Bastos
- 121 O MUNDO INVISÍVEL E DESCONHECIDO DA FLORESTA AMAZÔNICA
REINO FUNGI
Sandra Zanotto, Maria Dolores Fonseca e João Lúcio Azevedo
- 129 MACROFUNGOS DA AMAZÔNIA
IMPORTÂNCIA E POTENCIALIDADES
Noemia Kazue Ishikawa, Ruby Vargas-Isla, Raquel Sousa Chaves e Tiara Sousa Cabral
- 141 PATRIMÔNIO CULTURAL IMATERIAL E SISTEMA AGRÍCOLA
NO MÉDIO RIO NEGRO – AMAZONAS
Laure Emperaire, Lúcia van Velthem e Ana Gita de Oliveira
- 155 “ROÇAS QUILOMBOLAS”
CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E TERRITORIALIDADES ESPECÍFICAS NO MÉDIO/BAIXO RIO NEGRO
Emmanuel de Almeida Farias Júnior
- 169 A SUSTENTABILIDADE DO ARTESANATO EM FIBRAS VEGETAIS
ESTUDOS DE CASO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA
Erika Matsuno Nakazono
- 179 O IMPACTO DA CONSOLIDAÇÃO DO POLO INDUSTRIAL
DE MANAUS NAS CIDADES DO AMAZONAS
O CASO DE ITACOATIARA E PARINTINS
Tatiana Schor, Thiago Marinho e Moises Augusto Tavares Pinto
- 207 INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO
- 208 INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN/COMMENT PUBLIER

Expediente C&A 44

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

REITOR	Felipe Martins Müller
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS	Thomé Lovato – Diretor
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS	Martha Bohrer Adaime – Diretora
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS	Rogério Ferrer Koff – Diretor
EDITOR	Delmar Antonio Bressan
EDITOR CONVIDADO	Ennio Candotti
CONSELHO EDITORIAL	Beatriz Teixeira Weber Élgion Loreto José Newton Cardoso Marchiori Miguel Antão Durlo Ronai Pires da Rocha Ronaldo Mota Zília Mara Scarpari
CONSELHO CONSULTIVO	Alvaro Mones André Furtado Andrey Rosenthal Schlee Antonio Augusto Passos Videira Antonio Carlos Robert Moraes Aziz Nacib Ab'Sáber (<i>in memoriam</i>) Emilio Ulibarri Franz Andrae Luiz Antonio de Assis Brasil Marcelo Leite Pascal Acot
PREPARAÇÃO, TRADUÇÃO E REVISÃO DE TEXTOS	Zília Mara Scarpari
CAPA, EDITORAÇÃO DE TEXTO E PROGRAMAÇÃO VISUAL	Valter Antonio Noal Filho
ILUSTRAÇÃO DA CAPA	Foto de Elcimar Neves, extraída de http://www.emater.pa.gov.br/destaque/56
IMPRESSÃO E ACABAMENTO	Gráfica Editora Pallotti/Santa Maria

ISSN 1676-4188

A revista *Ciência & Ambiente* é indexada ao
LATINDEX – Sistema Regional de Información en Línea
para Revistas Científicas de América Latina,
el Caribe, España y Portugal.

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.

UFSM - v. 1, n.1 (jul. 1990) - .- Santa Maria :

Semestral
n. 44 (jan./jun. 2012)

CDD:605 CDU:6(05)

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

Ciência & Ambiente

Prédio 13/CCNE – Sala 1122 – Campus Universitário – Camobi
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil
Fone/Fax: (55) 32208735 e (55) 32208444/ramal 30
ciencia.ambiente@ufsm.br – www.ufsm.br/cienciaambiente

Conservar a floresta, decifrar a sua biodiversidade e promover o desenvolvimento social da região amazônica são imperativos presentes nos planos governamentais do Brasil, nas últimas décadas. Nem sempre foi assim. A Amazônia, ao longo da história, foi tratada como uma colônia em seu próprio território. Dela se extraíram – e ainda se extraem – minérios, eletricidade, e derrubaram-se – e ainda se derrubam – florestas para plantar grãos e criar gado.

Conferências, acordos internacionais e projetos nacionais desenham com novas diretrizes o desenvolvimento futuro das regiões do planeta que abrigam florestas e diversidade biológica. Apesar disso, as propostas mais recentes para a Amazônia ainda se caracterizam pela falta de clareza sobre os rumos a tomar.

Ao examinar os dois projetos elaborados pelo governo brasileiro, em 2007, o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Plano Amazônia Sustentável (PAS), pode-se identificar diretrizes divergentes que orientam as políticas de crescimento econômico do país e as políticas sociais e ambientais voltadas a promover o desenvolvimento sustentável, particularmente na Amazônia.

O PAC prevê, para os próximos dez anos, investimentos de mais de R\$ 200 bilhões em obras de infraestrutura nas áreas de geração de hidreletricidade, transporte de energia, ferrovias, portos, mineração. São projetos orientados ao aproveitamento das reservas minerais, dos potenciais energéticos e dos corredores de transporte que a região oferece.

Tais investimentos e suas respectivas metas respondem, no entanto, a um projeto de crescimento do país que não tem consonância com a concepção de sustentabilidade. Os recursos naturais e os serviços ambientais, para serem aproveitados, exigiriam um projeto mais amplo do que o imaginado no PAC, incluindo, entre seus objetivos, a criação de laboratórios de pesquisa e de centros de desenvolvimento nas áreas da engenharia, saúde, biotecnologias e ciências humanas, além da formação de recursos humanos especializados.

O conhecimento científico e a competência tecnológica, imprescindíveis para promover o desenvolvimento regional, são ainda muito modestos. Não sabemos construir portos sólidos às margens de rios, cujos níveis oscilam anualmente de quinze a vinte metros. Desconhecemos a profundidade dos imensos aquíferos que se estendem no subsolo de toda a bacia e que, suspeita-se, abastecem os rios em épocas de seca. O inventário do patrimônio botânico é incipiente. O que sabemos dos microrganismos, toxinas, venenos e dos produtos naturais não é suficiente para planejar e sustentar uma exploração de longo curso.

Por outro lado, os investimentos e intervenções para explorar os potenciais hidrelétricos e minerais previstos no PAC, se fossem coerentes com os princípios subscritos pelo Brasil nas Conferências Internacionais sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento Sustentável, deveriam ser acompanhados por políticas capazes de promover a efetiva melhoria da qualidade de vida das populações locais, além de propiciar a conservação do meio ambiente.

Poder-se-ia perguntar: qual a contribuição dos grandes projetos de mineração em Carajás ou da hidrelétrica de Tucuruí ou mesmo da exploração da bauxita em Trombetas para o desenvolvimento social, ambiental e econômico do Pará? Ou qual a contribuição da exploração do manganês na Serra do Navio para o Amapá?

Segundo o Plano Amazônia Sustentável, “a situação atual de ocupação desordenada com graves distorções socioeconômicas e danos ambientais, só poderá ser alterada com a adoção de um modelo de desenvolvimento efetivamente sustentável, que promova a elevação da qualidade de vida da população regional e assegure a preservação de seu inestimável patrimônio natural”.

A 44ª edição de *Ciência & Ambiente* é inteiramente dedicada ao presente e ao futuro da Amazônia, o que significa dizer, ao presente e ao futuro do Brasil. Contribuir para que essa concepção descrita no PAS ganhe tintas de materialidade é, portanto, um dos propósitos das importantes reflexões aqui apresentadas. Boa leitura!

O 45º número de *Ciência & Ambiente* será dedicado ao tema **Habitação Social e Sustentabilidade**. Ao fazer tal escolha, os editores pretendem estimular o exame do processo de ocupação e uso social dos espaços urbanos, incluindo os padrões habitacionais e as relações com o meio ambiente e com a construção da cidadania. Os editores convidados serão **Andrey Rosenthal Schlee** (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN, Brasília, DF) e **Pascal Acot** (Centre National de la Recherche Scientifique – CNRS, França)

CLIMA E MEMÓRIA NA CIDADE E NA FLORESTA¹

Ennio Candotti

Conservar a floresta, decifrar a biodiversidade, promover o desenvolvimento social, são imperativos presentes nos planos de governo destas últimas décadas para a região amazônica. Nem sempre foi assim. A Amazônia, ao longo da história do Brasil, foi tratada como uma colônia em seu próprio território. Dela se extraíram – e ainda se extraem – minérios e eletricidade e derrubaram-se – e ainda se derrubam – florestas para plantar grãos e criar gado. Conferências, acordos internacionais e planos nacionais desenham com novas diretrizes o desenvolvimento futuro dessa e de outras regiões do planeta que abrigam florestas e rica biodiversidade. Mas, os mais recentes planos governamentais brasileiros expressam indecisão sobre os rumos a tomar e incertezas sobre o papel do conhecimento científico e da competência tecnológica para promover o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

Conservação e transformação na cidade e na floresta

¹ O texto apresentado corresponde, em parte, ao roteiro de uma conferência realizada pelo autor em abril de 2010, no ciclo dedicado ao tema “Desenvolvimento sustentável e mudanças climáticas”, promovido em Brasília pela Fundação Alexandre Gusmão e pelo Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais (IPRI) do Ministério das Relações Exteriores.

² ALMEIDA, Alfredo Wagner B. de. *Terras tradicionalmente ocupadas*. Manaus: PGSCA-UFAM, 2008.

Dos muitos aspectos da questão amazônica, escolho dois que me parecem emblemáticos para sua discussão: a conservação e a transformação na cidade e na floresta. Neles buscarei as imagens e as metáforas que permitirão ilustrar meus comentários.

Evitarei a discussão sobre a sustentabilidade da economia florestina. Mas não deixarei de observar que a vida cotidiana na floresta úmida é regida por valores e condições socioambientais diferentes daqueles que encontramos nos campos e nas cidades das regiões com florestas secas.²

Os serviços públicos de transporte, saúde, escola e comunicação, assim como o abastecimento alimentar e as técnicas de construção devem se adequar às severas limitações impostas pelo clima e pelas águas. As hidrovias obrigam o movimento a percorrer seus meandros e regulam a velocidade dos deslocamentos: ir de A para B não é a mesma coisa que ir de B para A.

A água, aparentemente abundante, deve ser tratada antes de ser consumida, e extraí-la dos aquíferos profundos do subsolo não é operação barata, em locais distantes dos centros tecnicamente equipados para perfurar o subsolo. O produzir, conservar, comprar e vender exigem contornar obstáculos sociais e naturais que escapam aos decálogos das leis dos mercados e das receitas de sustentabilidade dos ciclos de produção. Segundo essas leis, a sobrevivência dos povoados ribeirinhos não encontraria solução sustentável. Recomendam que eles deveriam ser agrupados em vilas e centros de maiores dimensões. No entanto, a proteção, o monitoramento e estudo das florestas e das águas requerem a presença humana, equipada e instruída em número crescente, ao longo dos rios e lagos, nas várzeas e florestas.³

As cidades contínuas

Para pensar as diferenças entre as cidades e a floresta e ilustrar as contradições das cidades na economia de mercado com intenso consumo, recorrerei a uma imagem que o escritor Ítalo Calvino⁴ registra com mestria em seu inspirado ensaio *As Cidades Invisíveis*. Ao imaginar uma cidade que classifica como ‘contínua’, diz em seu retrato:

A cidade de Leônia refaz a si mesma todos os dias: todas as manhãs a população acorda em lençóis frescos, lava-se com sabonetes que acabou de desembulhar... extraem da mais nova geladeira recipientes de alimentos ainda lacrados, escutando as últimas notícias no último modelo de rádio.

³ CANDOTTI, E. Desenvolvimento Sustentável na Amazônia. In: LASTRES, Helena M. M. et al. (Org.). *A nova geração de políticas de desenvolvimento produtivo – sustentabilidade social e ambiental*. Brasília: CNI-BNDESBID, 2012.

⁴ CALVINO, Ítalo. *As cidades invisíveis*. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

Na calçada, encerrados em sacos plásticos, os restos de Leônia de ontem esperam o caminhão do lixo....

Mais do que das coisas que a cada dia são fabricadas, vendidas e compradas, a opulência de Leônia mede-se pelas coisas que a cada dia são jogadas fora para dar lugar às novas.

Tanto que se pergunta se a verdadeira paixão de Leônia seja mesmo, como dizem, o fruir das coisas novas e diferentes ou não, pelo contrário, o expelir, afastar de si, descamar uma recorrente impureza.

...Onde levam a cada dia o seu carregamento os lixeiros ninguém se pergunta: fora da cidade, por certo; mas a cada ano a cidade se expande e os lixões devem se afastar para mais longe; ...as pilhas se elevam, estratificam e se espalham por um perímetro sempre maior...

...ao se renovar a cada dia a cidade conserva a si própria, da única forma definitiva: a do lixo de ontem, que se acumula sobre o lixo de anteontem e de todos os dias, anos e lustros.

O entulho de Leônia pouco a pouco invadiria o mundo, se sobre o interminável lixo não estivessem pressionando, para além das bordas extremas, os lixões das outras cidades, que também afastam para longe as montanhas de rejeitos.

Mais cresce a altura.... das pilhas.... mais correm o perigo dos desabamentos....até um cataclismo nivelar a sórdida cadeia montanhosa...e das cidades vizinhas os rolos compressores estão prontos para aplainar o solo e avançar no novo território....

Se energia, técnicas e matérias-primas o permitissem, o consumo sem limites conduziria nossas cidades à catástrofe.

Os equilíbrios instáveis da floresta

O mesmo despir e renovar ocorre todos os dias na floresta, mas o resultado é diferente. Observemos o que ocorre em uma floresta como a Amazônica.

As terras não podem ser classificadas como “ricas”, no entanto, todos os dias sob o sol quente e chuvas intensas a biota se renova, troncos e folhas caem, os fungos e os microrganismos os decompõem, o solo é fertilizado. A catástrofe não ocorre. O equilíbrio é instável, mas o ciclo se sustenta.

Um parêntese: uma boa imagem para ilustrar a instabilidade dos equilíbrios ecológicos é dada pelo exemplo do sistema predador-presa.⁵ O peixe grande come os peixes pequenos e estes têm alimento sem limite. Se, porém, os

⁵ As equações, denominadas de Lotka e Volterra, são: $Dx/Dt = kx - jyx$, $Dy/Dt = hxy - ix$ onde h , i , j , k são parâmetros que caracterizam as taxas de mortalidade, reprodução etc. x = população de peixes pequenos e y = população dos peixes grandes.

peixes grandes comerem em demasia os peixes pequenos, não permitindo que se reproduzam em tempo e cresçam, eles se extinguem e o peixe grande morrerá de fome. Pequenas modificações nas taxas de voracidade dos grandes ou de mortalidade dos peixes pequenos levam a grandes perturbações no ciclo que descreve o sistema “predador-presa”. Se o ciclo se fecha, ele é sustentável, caso contrário sinaliza a catástrofe: morrem todos, os grandes e pequenos.

As equações que descrevem este sistema são denominadas não lineares, e têm como característica a grande sensibilidade das soluções quando se perturbam, ainda que de modo tênue, os parâmetros que caracterizam o sistema. Esses comportamentos são típicos em sistemas ecológicos⁶ e climáticos (... e dizem que ocorrem também nas bolsas da economia).

O ciclo de reprodução e transformação da floresta é um exemplo de sistema complexo (cujos modelos descritivos são não lineares) em equilíbrio natural, mesmo que instável, enquanto o das cidades (em sua grande maioria) não se sustenta sem a intervenção de agentes reguladores externos. Também o equilíbrio do clima, tanto local como global, é sensível a pequenas perturbações, sejam elas de origem antrópica ou não.

Para ilustrar tais comportamentos na natureza basta lembrar a devastação causada por pragas, ou pela introdução de espécies exóticas em ambientes que se encontram em equilíbrio ecológico.

Nesse contexto, a perda da biodiversidade, a extinção de espécies é questão grave: perdem-se, irreversivelmente, elementos que contribuem para preservar a frágil estabilidade dos sistemas em que estas espécies vivem.⁷ Um desequilíbrio que devastações e incêndios dos ambientes aceleram.

Os modelos de estudos do clima são “não lineares”, tanto em nível local como global. Não podem ser estudados de modo fragmentado, por partes, ou substituídos por modelos descritos por equações lineares (onde uma pequena perturbação nas condições iniciais corresponde a uma pequena variação no comportamento das respostas).

A bacia hidrográfica

A regeneração da floresta amazônica e os ciclos climáticos a ela associados dependem, em boa medida, da extensa rede de rios e lagos que forma uma bacia de dimensões, volume de água, pulsação e transporte de sedimentos, única no planeta. A vazão do rio Amazonas é cinco vezes maior do que a do segundo maior rio no mundo, o rio Congo na

⁶ MAY, Robert M. O frágil equilíbrio da vida. *Ciência Hoje*, v. 14, n. 80, 1992.

⁷ A discussão e redação do Novo Código Florestal não examinou este aspecto da função das florestas.

⁸ MELACK, J. M. & HESS, J. L. Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazonian basin. In: JUNK, W. et al. (Org.). *Amazonian floodplain forests*. New York: Springer, 2010 (Ecological Studies).

⁹ FILIZOLA, Naziano. et al. The Rio Negro and Rio Solimões Confluence point. In: VIONNET, C. A. et al.. *River Coastal and Estuarine Morphodynamics* (RCEM, 2009) London: Taylor & Francis, 2010.

África. A superfície de água ocupa, em época de cheia, aproximadamente cerca de 20% das florestas da Amazônia brasileira (o que corresponde a 400.000km²).⁸

A energia que movimentava as águas da bacia amazônica tem sua origem na elevada altitude em que se encontram as suas nascentes nos Andes peruanos. Sem este formidável desnível inicial o movimento da imensa massa de água que se desloca até o Atlântico seria impossível, uma vez que o desnível da bacia ao longo de sua extensão, em média, é muito pequeno (2 a 3%).⁹ Estima-se, no entanto, que 70% das águas da bacia amazônica se originam em território brasileiro.

Outros rios de grande porte, que não nascem nos Andes, também convergem para o Amazonas contribuindo para alimentar os complexos regimes de cheias e vazantes característicos do comportamento das águas na Amazônia, onde encontramos uma diversidade de regimes que tem grande influência no comportamento do clima da região.

É bom lembrar que o estudo, modelagem e monitoramento das águas da bacia, mesmo que precário, deve-se principalmente a Institutos e programas estrangeiros (franceses e alemães), em que a participação dos hidrólogos e potamólogos brasileiros e dos Institutos da Amazônia é ainda periférica.

Deve-se mencionar também que a foz do Amazonas, ecossistema único no planeta, onde o rio (de água doce) e oceano (salgado) se encontram, não conta com um Instituto (de águas, climas, sedimentos e dinâmica biológica) dedicado ao seu estudo e monitoramento.

É também relevante observar que as águas da bacia amazônica constituem cerca de 20% das reservas de água doce de superfície do planeta e que no subsolo, dos Andes ao Atlântico, entre 200 e 1.000 metros de profundidade, encontram-se extensos aquíferos, reservatórios de água doce cujas dimensões são objeto de pesquisas ainda em curso. Esses aquíferos, fontes e sumidouros de água, têm grande influência tanto na modelagem climática como na recarga dos rios em épocas de secas.

O carbono dos créditos

Mencionada a questão do equilíbrio no comportamento da floresta, vamos examinar agora o significado de uma de suas características muito exploradas no debate corrente sobre o clima. A emissão e absorção de CO₂ e outros gases de efeito estufa.

Sem entrar no mérito do papel regulatório do CO₂ e equivalentes no comportamento do clima, quero me deter em uma pergunta intrigante, recorrente, para a qual não obtive, ainda, resposta razoável, uma vez que, entre os pesquisadores que se dedicam ao assunto, não há clareza quanto ao saldo entre sequestros e emissões de CO₂ dos diferentes biomas florestais amazônicos: *Se um dia descobriremos que a floresta, a Amazônica por exemplo, emite mais CO₂ ou outros gases de efeito estufa, do que os absorve, o que deveríamos fazer? Cortar as árvores, substituí-las, comprar créditos para preservá-la?*

O valor da floresta não pode ser reduzido ao estoque de carbono. A floresta deve ser preferencialmente lembrada como um exemplo de sistema capaz de reciclar-se através de uma intensa atividade fúngica e microbiana fundamental para a preservação do equilíbrio de seus ambientes. Equilíbrio este que contribui de modo significativo para a estabilidade do comportamento do clima, tanto em escala local como global.¹⁰

Os processos de reciclagem microbiana e fúngica que permitem a sustentabilidade das florestas amazônicas são ainda pouco conhecidos e de complexa replicação em laboratório. Deveriam, no entanto, ser estudados com maior persistência, uma vez que a devastação da floresta se deve, no fundo, ao fato que ainda não sabemos atribuir a um Km² de floresta um valor de troca maior do que o valor da terra nua e o volume de madeira que nela encontramos.

Seguramente, o valor da floresta – sistema complexo com seus fungos, polinizadores e microrganismos – ainda não chegou aos mercados. Se chegou, foi através do carbono que, como vimos, é apenas uma de suas expressões. Parcial, enquanto o saldo de carbono eventualmente sequestrado corresponde a um parâmetro em um modelo simplificado de simulação dos efeitos no clima, da floresta e das águas, que periodicamente a inundam.

A diversidade das culturas

Vivem e viveram por milênios, na floresta, povos que aprenderam a construir, colher, alimentar-se, transitar, e defender seus territórios de ocupação, desenvolvendo uma ciência do concreto¹¹, técnicas e conhecimentos aplicados com sucesso para viver, trabalhar e defender os territórios que ocupam.

As culturas, as relações com a natureza, os sistemas de classificação e reconhecimento das plantas, dos peixes, do clima e do movimento dos astros, transmitidos de geração

¹⁰ Na recente discussão do Código Florestal, as florestas foram lembradas pelos estoques de carbono, pela sua função na contenção de encostas, mas nem uma vez se mencionaram as intensas interações fúngicas e microbianas que nela ocorrem e que permitem, sem aditivos nem defensivos, sua permanente regeneração, mesmo em solos pobres.

¹¹ LEVI-STRAUSS, Claude. *A ciência do concreto*. (O pensamento Selvagem. cap. I) Campinas: Papyrus, 1989.

em geração possibilitaram a sobrevivência, a preservação e o manejo dos ambientes e adensamentos populacionais que os arqueólogos têm encontrado em diferentes regiões da Amazônia (a do encontro entre o Rio Negro e o Solimões, onde atualmente se encontra Manaus, é uma delas).¹²

Sítios de terras pretas de provável origem antrópica e peças líticas (de nove mil anos) e cerâmicas (datadas de mil anos) revelam a ocupação de extensas regiões e a existência de sofisticadas técnicas na fabricação de objetos: sejam elas urnas cerâmicas ou pontas de flecha de pedra de primorosa fabricação.¹³

Povos que aprenderam a utilizar as propriedades terapêuticas das folhas, raízes e secreções, desenvolveram engenhosas armadilhas de caça e pesca, embarcações, habitações seguras e funcionais, e manejaram plantas alimentícias (ver os casos da mandioca, curare, copaíba). Em tal grau, que hoje farmacólogos procuram nas plantas utilizadas na medicina e nas práticas rituais dos povos da floresta, informações valiosas para suas pesquisas com fitoterápicos.

Há, portanto, na grande bacia amazônica, uma presença humana com suas culturas, formas de ocupação de territórios e interações com a natureza que deve ser reconhecida e melhor estudada. Essas culturas podem e devem contribuir para entender o manejo dos diferentes ecossistemas que encontramos na região. E, também, oferecer subsídios para as políticas públicas de fixação das comunidades em áreas ribeirinhas ou de floresta.¹⁴

O valor de uso e o de troca

Vamos nos deter, por um momento, sobre esta nova questão: as interações entre as culturas e a biota, no caso do exemplo amazônico.

Como transitar entre os valores científicos e culturais dos ecossistemas florestinos, seus valores de uso e os valores de troca da economia dos mercados?¹⁵ Quais são os direitos dos ribeirinhos, indígenas, dos que vivem nos pequenos povoados da Amazônia? Quanto valem seus saberes e habilidades em se mover na floresta, nos rios, lagos e igarapés e para extrair a sustentação da sua comunidade? Quanto vale um inseto, uma folha, o sistema de orientação de um peixe, de comunicação de uma formiga? Um fungo ou uma bactéria, microscópicos, invisíveis, que reciclam nutrientes, degradam celulose? Qual o valor de uma folha, que mal sabemos reproduzir em laboratório: a partir de luz, água, carbono, oxigênio, de modo semelhante às técnicas que nos permitem produzir de um *chip*.

¹² EMPERAIRE, Laure. Biodiversidade agrícola na Amazônia brasileira: recurso e patrimônio. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, n. 32, IPHAN, Brasília, 2005.

¹³ GLASER, B. & BIRKS, J. J. State of the scientific knowledge on properties and genesis of anthropogenic dark earths in central Amazonia (terra preta de índio). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Elsevier, 2011.

¹⁴ VELHO, Otavio. *Diversidade Cultural e a CT&I com Desenvolvimento Social*. IV CNCTI – Documentos Preparatórios. Brasília: CGEE, 2010.

¹⁵ SAHLLINS, Marshall. *Cultura e Razão Prática*. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

Um microrganismo, por suas aplicações industriais pode ter grande valor de mercado, sabemos, mas não sabemos como quantificar o valor de troca do seu papel na preservação do ciclo de sustentação da floresta. Valor importante para preservar o equilíbrio climático, mas insignificante na discussão sobre os “créditos de carbono”.

As mudanças climáticas nos preocupam, mas pouco podemos fazer para evitar eventuais catástrofes, uma vez que não sabemos equacioná-las antes que ocorram. Ou melhor, os agentes do nosso mercado só especulam sobre o presente, têm memória curta, e os múltiplos cenários do mercado do futuro são apenas especulações.

Devastam-se sem pejo, nas cidades e nos campos, sítios arqueológicos que poderiam lançar alguma luz sobre o passado e presente de diferentes relações que os seres humanos mantinham com a natureza, nos tempos em que mudanças climáticas também ocorreram. E não tinham, então, origem antrópica.

Preservar a memória não tem hoje um papel relevante na discussão da sustentabilidade da economia, nem o incentivo que encontra o aumento do consumo, para voltar aos primeiros passos destas reflexões.

As conferências, o clima e os ambientes¹⁶

Os progressos da ciência e da técnica em cada época prosperaram em ambientes que se beneficiaram da atenção e do apoio que uma sociedade, sua indústria, cultura e instituições lhe dedicaram. A bioquímica, a física das partículas elementares, as tecnologias da informação cresceram em espaços e laboratórios que a sociedade construiu e a elas destinou orçamentos generosos. Tomem, como exemplo, o acelerador de partículas do *European Organization for Nuclear Research* em Genebra ou o telescópio Hubble. Nenhum deles tem objetivos aplicados ou industriais imediatos, exceto o *spin off* da própria tecnologia desenvolvida para construí-los. Joga-se bom futebol lá onde muitos campos de várzea foram abertos.¹⁷ Resiste-se hoje a transformar a floresta amazônica em um grande laboratório de pesquisas biológicas e climáticas. Mas se iniciou, em 2012, por iniciativa alemã, a construção, nas proximidades de Manaus, de uma torre de 300m de altura para o monitoramento da atmosfera e dos compostos voláteis emitidos pela floresta. Por que demoramos tanto? Precisamos de pelo menos mais quatro dessas torres para ter um quadro consistente das diferenças na transpiração de vapor, emissão de partículas voláteis e gases nos diferentes biomas da floresta amazônica. O que

¹⁶ CANDOTTI, Ennio. Reflexões e refrações de uma Eco. *Revista do IEA*, USP, 1992.

¹⁷ Devo ao prof. Eduardo Krieger esta imagem.

estamos esperando? Custa cerca de 50 milhões de dólares cada uma, uma vírgula perto dos custos do acelerador de partículas The Large Hadron Collider de Genebra, que busca decifrar os segredos da composição da matéria!

A única certeza que temos é de que, nos diferentes ecossistemas da floresta, os números associados às emissões e aos sequestros de partículas e gases, entre os quais alguns de efeito estufa, variam muito dependendo de métodos, modelos e calibração dos instrumentos de medida (não temos no país um laboratório de referência para a padronização dessas medidas). E procuramos nos créditos de carbono e seus 'reeds', em Kyoto ou em Copenhagen, o ponto de apoio das alavancas do controle das mudanças climáticas!

Há cerca de quarenta anos, Declarações e Conferências vêm alertando sobre os descaminhos dos modelos de desenvolvimento dominantes: as de Estocolmo em 1972, Rio em 1992, Joanesburgo em 2002.¹⁸ Não faltou também o claro equacionamento da questão: não admitindo mudar o modelo econômico, os países centrais pressionam os países de menor desenvolvimento e consumo a reduzir, ulteriormente, sua participação na produção industrial e nas emissões de gases de efeito estufa.¹⁹

Para compensar os excessos nas emissões dos países com indústrias poluidoras, procura-se, mediante modesta compensação monetária, conter as possíveis emissões de países menos industrializados. Em preto e branco, poder-se-ia dizer que, com essa compensação, os "conservadores dos ambientes" – os florestinos amazônicos, por exemplo – podem comprar sem poluir os produtos das indústrias poluidoras. O dinheiro da compensação acaba voltando à sua origem, alimentando a conservação do *status quo* que queremos verde e sustentável.

Concentrar a atenção sobre as emissões de carbono ou equivalentes reduz um problema complexo, como o climático e ecológico, a uma soma de componentes aparentemente simples, o que, para um sistema 'não linear', vimos que não conduz a bons resultados práticos. Digo aparentemente simples porque o próprio monitoramento de emissões e sequestros, fluxo e dinâmica das águas e microbiologia da reciclagem de nutrientes, apresenta dificuldades técnicas não completamente resolvidas.

A Convenção da Diversidade Biológica de 1992

Segundo a CDB, é atribuído a cada estado o controle soberano sobre os recursos genéticos, recomendando-se que cada um os estude, conserve e eventualmente explore

¹⁸ LAGO, André Aranha Corrêa do. *Estocolmo, Rio, Joanesburgo: o Brasil e as três conferências ambientais das Nações Unidas*. Brasília: Instituto Rio Branco/FUNAG, 2007.

CANDOTTI, Ennio. O meio, o ambiente e os fins. *Ciência & Ambiente*, p. 7, ano II, nº 2, 1991.

¹⁹ GUIMARÃES, Samuel Pinheiro. In: LAGO, André Aranha Corrêa do. *Op. cit.* p. 63.

de modo sustentável – um primeiro passo para descentralizar o controle, o estudo e a conservação dos ambientes. Portanto, os recursos genéticos não são mais propriedade da humanidade, como era entendido até então pela comunidade das nações.

A Convenção foi mais longe, reconheceu os direitos de repartição equitativa dos benefícios resultantes da utilização dos conhecimentos e práticas das culturas indígenas e das populações tradicionais (art. 218, parágrafo j.). Não apenas reformou as relações de propriedade entre as nações e o acervo biológico que se encontra em seu respectivo território, como também deu às culturas e ciências, sejam elas antigas ou contemporâneas, um reconhecimento jurídico e um papel político, que até então não tinham.²⁰ Assim, novas dimensões das relações entre conhecimento e cultura, ciência e natureza, entraram em cena e passaram a participar, legitimamente, da discussão da questão ambiental e climática.

Outras perguntas surgiram: o que significa controle soberano sobre recursos genéticos que podem ser encontrados no meu território e no do vizinho? Do mesmo ou de outro Estado? A quem pertence um conhecimento indígena? E quando ele é compartilhado por povos de diferentes etnias? O que são direitos coletivos? Quem representa o coletivo?

Ocorre, porém, que o sistema de propriedade industrial e proteção da informação, que regula a circulação e o acesso aos conhecimentos, não foi adequado às diretrizes das novas Convenções. Pelo contrário, tornou-se mais rígido e imperativo. Conservar é uma coisa, pesquisar e desenvolver conhecimentos sobre a biodiversidade é outra. Conservar exige a dedicação dos povos que ocupam as regiões com intensa biodiversidade. Pesquisar é tarefa para os laboratórios equipados dos centros “avançados”, protegidos pela legislação que assegura a propriedade intelectual dos produtos e processos derivados da exploração da biodiversidade.

O embate central na discussão da questão socioambiental ocorre hoje no campo da produção do conhecimento sobre a biodiversidade e da propriedade do patrimônio *in natura*. Da biblioteca de fenômenos naturais ainda não decifrados. E, também, refere-se ao papel dos institutos instalados nos laboratórios naturais que se deseja conservar. Esta é uma condição necessária para possibilitar a conservação dos ambientes e promover o desenvolvimento e a inclusão social dos povos que lá vivem.

²⁰ CUNHA, Maria Manuela Carneiro da. *Cultura com aspas*. São Paulo: Cosac Naify, 2009. p. 323.

A ciência do concreto

²¹ LEVI-STRAUSS, Claude. *Op. cit.*

Sabemos que o conhecimento indígena tem estrutura lógica semelhante à da ciência²¹, no entanto, enquanto esta se estrutura em torno de unidades conceituais abstratas, aquele busca na prática seus referenciais de validade e nos sentidos os instrumentos de percepção do mundo: o ruído, o paladar, os aromas, as texturas e as cores são os elementos mediadores de suas relações com a natureza.

Novos modos de pensar e se relacionar com a natureza passaram nos últimos anos a ganhar legitimidade e ocupar os foros em que se discutem as formas de regular a interação dos humanos e suas diferentes culturas com o mundo natural.

A demarcação de reservas e territórios, os direitos dos povos indígenas e das comunidades tradicionais de preservar suas próprias culturas e línguas, ganharam nova e dinâmica atenção nos foros internacionais, o que contribuiu, de certa forma, para a conservação dos equilíbrios ecológicos de grandes áreas de floresta nativa, áreas estas de grande influência climática.

É desnecessário observar que os movimentos sociais em defesa da demarcação das terras e da proteção das culturas indígenas entraram em duro conflito com os agentes defensores dos imperativos do consumo e do livre mercado (de terras e florestas). A ocupação das terras indígenas da região de Raposa Serra do Sol, em 2010, é o mais recente e eloquente exemplo.

A propriedade intelectual e o domínio público da informação

Nestas últimas décadas, que coincidem com a mudança nas sensibilidades ambientais e, particularmente, as climáticas, assistimos a uma radicalização no sistema de proteção à propriedade intelectual e à mercantilização do saber e da informação. O conhecimento passou a ser tratado cada vez mais como um serviço, sujeito às normas das convenções internacionais que regulam a propriedade intelectual e, com isso, a própria informação viu sua circulação cerceada por barreiras proprietárias.

Restrições à livre circulação do conhecimento são, por diferentes razões, perigosas, uma vez que limitam a cooperação internacional que há 400 anos vem caracterizando a prática da ciência e que permitiu dar os importantes passos que nos conduziram aos dias de hoje. Essa liberdade é muito importante para superar as graves lacunas de conhe-

cimento que encontramos nas áreas climáticas e bioambiental. As barreiras, por sua vez, criam também obstáculos à verificação da própria consistência dos dados e informações e dos resultados alcançados. Por último e mais grave, dificultam o exame público das dimensões éticas de eventuais aplicações: os monstros são quase sempre filhos do segredo.

Encontra-se, aliás, na esfera do domínio público da informação uma possível resposta à questão da proteção aos conhecimentos tradicionais. Estes poderiam ser de domínio público e, caso se verifique sua utilidade comercial, *royalties* deveriam ser pagos pelos fabricantes do produto às comunidades de origem dos conhecimentos. Ao seu livre acesso no domínio público corresponderiam direitos dos criadores sobre o seu uso, direitos que deveriam ser respeitados indefinidamente.²² Resta saber se os detentores de direitos protegidos pelo sistema de patentes, em nome da “verde paz” entre os povos, estariam dispostos a submeter seus próprios conhecimentos a regimes semelhantes.

Quanto às questões climáticas, por sua complexidade e impacto social, essas também exigem ampla e livre circulação dos dados que a informam. Basta lembrar a esse respeito os episódios que comprometeram em 2009 a credibilidade dos dados e conclusões do relatório do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*).

A questão climática e socioambiental, portanto, não pode ser tratada apenas em termos de créditos de carbono e tanto menos de parâmetros proprietários comuns nas trocas de mercado. O clima e as intervenções humanas, o conhecimento e a conservação têm dimensões culturais (nas relações de nossa “civilização” científica com a natureza), ambientais e mesmo literárias, que devem ser melhor entendidas e exploradas. Não podemos permitir que esta batalha se conclua à maneira de Quincas Borba²³: “ao vencedor as batatas”.

As cidades e a memória

Mais do que buscar seu equacionamento na lógica da construção das cidades e nas lições de mitigação de seus lixões, deveríamos procurar inspiração nos tênues equilíbrios das florestas e na complexa teia de vida e cultura que nela, dia a dia, é tecida. É na floresta que os registros da memória (seu passado e presente) estão presentes e condicionam os equilíbrios sustentáveis. A questão climática perdurará enquanto as relações com a natureza forem dominadas pelos imperativos do mercado e a nossa ciência não souber decifrar os segredos (não lineares) da história contada pela floresta.

²² CUNHA, Maria Manuela
Carneiro da. *Op. cit.* p. 357.

²³ MACHADO DE ASSIS,
Quincas Borba. Rio de Janeiro:
Aguilar, 1979.

²⁴ CALVINO, Ítalo. *Op. cit.*

Encerro, lembrando outro retrato de Calvino, extraído do ensaio *As Cidades Invisíveis*²⁴, desta vez dedicado às Cidades e à Memória:

(...) a cidade é feita de relações entre as medidas de seus espaços e os acontecimentos de seu passado: a distância do chão a um lampião e os pés balançantes de um usurpador enforcado; ...a altura de uma grade e o salto de um adúltero que a pula ao amanhecer.... Uma descrição de Zaíra assim como ela é hoje deveria conter todo o passado de Zaíra.

Ennio Candotti é graduado em Física, professor da Universidade do Estado do Amazonas e diretor do Museu da Amazônia.
ecandotti@sbpcnet.org.br

Mas a cidade não diz o seu passado, o contém como as linhas de uma mão, escrito nas grades das janelas, no corrimão das escadas, nas antenas dos para-raios...

Pergunto, em Zaíra haveria batatas e vencedores?

TERRITÓRIOS E
TERRITORIALIDADES
ESPECÍFICAS NA AMAZÔNIA
ENTRE A “PROTEÇÃO” E O “PROTECIONISMO”

Alfredo Wagner Berno de Almeida

A assiste-se atualmente à implementação de políticas de “reorganização de espaços e territórios”, que não são produto mecânico da expansão gradual das trocas, mas sim o efeito de uma ação de Estado deliberadamente protecionista, voltada para a reestruturação de mercados, disciplinando a comercialização da terra e dos recursos florestais e do subsolo. A distinção entre “proteção”, que deriva de mecanismos de uma ação ambiental conservacionista perpetrada por agências multilaterais, e “protecionismo”, que consiste, como veremos adiante, numa ação de Estado inspirada principalmente no potencial de crescimento econômico, torna-se elementar para uma compreensão mais clara das transformações em jogo.

I

¹ Conforme CHADE, Jamil. Conferência da OMC anuncia fim da era dos acordos. *O Estado de São Paulo*, 19 de dezembro de 2011. p. B7. Chade sublinha que: “Desde 1990, mais de 400 acordos comerciais foram fechados entre regiões e países. Só o México e o Chile chegaram a fechar tratados com mais de 30 países diferentes. No começo dos anos 90, países como o Brasil e a Índia abriram unilateralmente seus mercados, convencidos de que precisavam importar para modernizar suas indústrias. A Rodada de Doha, lançada em 2001, para formatar o novo mundo comercial, foi definitivamente engavetada neste final de semana.”

² Segundo o negociador-chefe do Brasil: “Quando se tem uma conferência das Nações Unidas, todos os países do mundo tem que concordar em qual vai ser a agenda. Não é uma decisão nem das Nações Unidas, nem do país anfitrião. É uma decisão de todos. Neste caso, a decisão foi de que a Rio+20 deveria se concentrar em dois temas: a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza e a governança internacional do desenvolvimento sustentável, ou seja, de que maneira vamos estruturar o debate internacional em torno dessa questão.” Consulte-se a entrevista com o embaixador Corrêa do Lago realizada por Daniela Chiaretti e intitulada “Não se pode ter dois padrões de consumo, para país rico e pobre.” *Valor*, 16 de fevereiro de 2012. p. A13

³ O projeto do FFD foi iniciado em 2008 com suporte da Global Canopy Foundation. Antes dos fundos de investimentos definirem onde irão aplicar seus recursos eles querem informações sobre o grau de exposição das grandes empresas com respeito a pelo menos cinco tipos de *commodities*: soja, óleo de palma, madeira, artigos derivados da pecuária e biocombustíveis, tanto no pro-

A reconceituação de território, consoante as interpretações sociológicas sobre as transformações sociais na primeira década do século XXI, tem sido marcada por novos critérios de classificação, que aparentam empreender uma volta ao passado, refletindo uma conhecida e dúbia combinação entre fatores ambientais e econômicos. Incorporados pelas ações governamentais mais recentes, estes critérios reeditam a prevalência do quadro natural, privilegiam biomas e ecossistemas como delimitadores de “regiões”, flexibilizam normas jurídicas que asseguram os direitos territoriais de povos e comunidades tradicionais e objetivam atender às demandas progressivas de um crescimento econômico baseado principalmente em *commodities* minerais e agrícolas. Não obstante, tais reedições mostram-se, entretanto, em descontinuidade com as medidas de “zoneamento ecológico-econômico” e com os programas de “proteção da natureza”, preconizados pelas agências multilaterais, que caracterizaram a quadra neoliberal das últimas décadas do século XX. Este elemento contrastante, que assinala uma ruptura no âmbito dos critérios adotados pelo planejamento oficial, é que constituiria uma “novidade”, sobre cujas implicações pretendemos aqui refletir.

Assiste-se atualmente à implementação de políticas de “reorganização de espaços e territórios”, que não são um produto mecânico da expansão gradual das trocas, mas sim o efeito de uma ação de Estado deliberadamente protecionista, voltada para a reestruturação de mercados, disciplinando a comercialização da terra e dos recursos florestais e do subsolo. A distinção entre “proteção”, que deriva de mecanismos de uma ação ambiental conservacionista perpetrada por agências multilaterais, e “protecionismo”, que consiste, como veremos adiante, numa ação de Estado inspirada principalmente no potencial de crescimento econômico, torna-se elementar para uma compreensão mais detida das transformações em jogo. A denominada “proteção da natureza” e o conjunto de medidas preconizadas pela Organização Mundial do Comércio (OMC) estariam passando por um processo de dessemantização, que leva esta mencionada “proteção” a assumir sentidos opostos àqueles ulteriormente adotados pelas agências multilaterais. Ainda que não se percebam alterações profundas na retórica “protecionista” e que os instrumentos chamados de “proteção” não tenham sido radicalmente modificados, observa-se que políticas “protecionistas”, em termos mercantis, deixam entreaberta a possibili-

cesso produtivo, quanto na cadeia de “suprimentos”. Setenta dos maiores fundos de investimento, que administram juntos cerca de US\$ 7 trilhões, contam com um “guia” que monitora os maiores conglomerados transnacionais, conhecido como FFD. Os índices de desmatamentos de tais projetos tornam-se passíveis de serem estimados e inibidos. Para outras informações consultar: Forest Footprint Disclosure. Annual Review, 2011.

⁴ O Cool Earth consiste num fundo de investimentos que articula a ação de bancos com a sensibilização de pequenos investidores, com consciência ambiental aguda, em países europeus e nos Estados Unidos. Mais de 20 mil pessoas fizeram doações durante a primeira semana de campanha do site deste fundo, em junho de 2007, que promete comprar e proteger florestas na Amazônia. Esta iniciativa conta com apoio de várias personalidades e entidades ambientais britânicas. O projeto propõe que os doadores ou pequenos investidores, patrocinem a conservação da floresta ou de meio acre de terra (equivalente a dois mil metros quadrados de mata) com apenas 3,5 libras. Através deste dispositivo de aplicação financeira forma-se um público difuso de ambientalistas de todos os matizes, que se tornam virtuais proprietários da floresta, dispondo suas libras para fortalecer fundos de investimentos que controlam ativos florestais significativos. Trata-se de recursos a fundo perdido, transferidos a grandes conglomerados e fundos, que administram recursos monetários que seriam idealmente aplicados em comunidades tradicionais e teriam seu retorno efetivo com créditos de carbono respectivos. Esta fórmula parece estar aproximando os adversários de ontem e constituindo as bases de um “ambientalismo empresarial” sofisticado que mobiliza pequenos ambientalistas e grandes ban-

lidade de uso intensivo e imediato dos recursos naturais em prol de políticas de crescimento econômico, traduzidas por grandes obras como hidrelétricas, rodovias, portos e congêneres. Tais políticas de crescimento têm sido apontadas como solução para a “pobreza extrema”, produzindo uma territorialização compatível com o potencial de uso mercantil dos recursos naturais combinado com ações que objetivam flexibilizar os limites das unidades de conservação e manter o “combate ao desmatamento”. A mercantilização, que passa a abranger inclusive a floresta em pé, torna-se um fator de destaque nos novos significados que a noção de “proteger” assume. Alguns analistas classificam essas medidas como “protecionistas” ou de defesa necessária face as ofensivas mercantis de outros países. É neste sentido que são implementadas, em função de uma perspectiva radicalizante denominada “desenvolvimentista”.

As instâncias político-administrativas incorporam, assim, o próprio termo “território” para designar não apenas aparatos burocráticos, mas também programas, planos e projetos. “Territórios da Cidadania”, “Secretaria de Ordenamento Territorial”, “Cadastro Territorial” e quejandos tornam-se termos e expressões usuais no léxico dos aparatos burocráticos. Os sentidos práticos de território transcendem, contudo, ao significado estrito de políticas fundiárias, ambientais ou minerais. Apóiam-se em medidas protecionistas, também chamadas de “medidas de defesa comercial”. Os agentes do aparato político-burocrático argumentam que, com as sucessivas crises econômicas, a questão ambiental passou a ser ligada diretamente à do “desenvolvimento sustentável”, tornando-se uma agenda do Estado e não apenas de grandes empresas transnacionais e de agências multilaterais. Consideram que, para tanto, se torna imprescindível delimitar os recursos naturais estratégicos, reformar os códigos florestal, mineral e comercial e disciplinar a aquisição de terras por estrangeiros. Em virtude disto é que estamos constatando a tramitação simultânea de propostas no legislativo de alterações de quase todos os códigos que regem as relações produtivas e comerciais. Verifica-se, neste contexto, uma retomada de medidas de defesa da “natureza” e dos denominados “interesses nacionais” num momento em que as exportações para os países europeus e para os Estados Unidos mostram-se declinantes. Este “protecionismo da natureza” implica primeiramente na identificação dos recursos naturais estratégicos e em subordiná-los à implantação de grandes obras de infraestrutura e à expansão dos produ-

cos e conglomerados, diminuindo ao mesmo tempo a distância entre Ong's ambientalistas e grandes empresas.

O banqueiro britânico John Eliasch, vinculado ao Cool Earth, afirma ter adquirido, em fins de 2006, as terras da Gethal Madeireira nos municípios de Manicoré e Itacoatiara, Estado do Amazonas, cujo total de hectares ainda não é conhecido. As estimativas giram, entretanto, em torno de 160 mil hectares. O propósito da empresa adquirente é manter as comunidades locais zelando pelos recursos florestais. Em outras palavras: os bens imóveis adquiridos são privados, mas não são mantidos como recursos absolutamente fechados. A empresa adquirente "concede" às comunidades locais, que tradicionalmente ocupam aquelas terras, nelas morando habitualmente, cultivando e extraíndo produtos florestais, que nelas permaneçam e aí mantenham suas práticas de uso comum dos recursos naturais. O propósito maior seriam os créditos de carbono. Conforme ALMEIDA, A. W. B. de (Org.). *Conflitos sociais no complexo Madeira*. Manaus: UEA, 2009. p. 27-29.

⁵ Há que se discutir a tão alardeada "capacidade produtiva" destes empreendimentos. Cabe registrar, a propósito, que à expansão do mercado de *commodities* agrícolas e minero-metalúrgicas corresponde uma precariedade nas relações de trabalho. Consoante entidades especializadas (OMCT, CPT) há milhares de registros de pessoas sob condição análoga ao trabalho escravo, atualmente no Brasil.

⁶ Consulte-se SPRANDEL, Marcia A. (Org.). *Direito dos trabalhadores migrantes*. Manaus: UEA, 2007.

⁷ Conforme BENSaid, Daniel. *Os Irredutíveis: teoremas da resistência para o tempo presente*. São Paulo: Boitempo Editorial, 2008 (tradução de Wanda Caldeira Brant).

tos para o mercado de *commodities*, consideradas essenciais ao "desenvolvimento sustentável". Esse passa a ser reinterpretado como coadunado a "interesses nacionais" e articulado de maneira disciplinada, sem passar necessariamente por entidades multilaterais, com a ação de determinados fundos de investimentos e conglomerados transnacionais.

Uma primeira indagação que se coloca é se estaríamos diante do fim dos acordos comerciais¹ firmados no âmbito de agências multilaterais como a OMC, ou mesmo se esta agência estaria perdendo seu poder de arbitrar. Neste contexto é possível começar a ler "nacional" como enfraquecimento do "multilateral" ou, se tanto, como bilateral, isto é, novas modalidades de contratos comerciais passam a regular políticas específicas de nação para nação. Um indicador para se refletir sobre um eventual enfraquecimento concerne ao pronunciamento do dirigente da OMC, Pascal Lamy, logo após a oitava Conferência Ministerial da OMC, entre 15 e 17 de dezembro de 2011, em Genebra. Ele assinala uma tendência das políticas econômicas de diferentes países de erigirem obstáculos à livre circulação de mercadorias, reeditando medidas protecionistas de suas indústrias numa quadra de desemprego e estagnação, que afeta notadamente a comunidade européia e os Estados Unidos.

A proposta do Brasil na Rio+20, anunciada em 15 de fevereiro de 2012, pelo seu negociador-chefe, André Aranha Corrêa do Lago, assevera que a Rio+20 é uma conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre "desenvolvimento sustentável" para repensar este desenvolvimento e determinar o objetivo comum dos países para as próximas décadas. Trata-se de uma posição que visa fortalecer a ONU e mais diretamente o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), contrária, portanto, à criação de uma agência ambiental mundial como propõem os países europeus "encabeçados pela França"². Cotejando-se esta posição com aquela de Pascal Lamy, verifica-se que se está diante de diferentes modalidades de agências multilaterais, cujas atribuições encontram-se agora sob o efeito do senso prático de estratégias particularizantes, que objetivam fortalecer umas agências, enfraquecendo outras e vice-versa. Os acordos regulados pela OMC funcionariam sob o signo da "proteção", penalizando medidas protecionistas, enquanto a ONU, através de seus programas, facultaria aos seus membros a possibilidade de escolha sem excluir estratégias inspiradas no "protecionismo". As variações nos significados de território tornam-se tributárias destas posições diferenciadas.

⁸ Um dos anteprojetos é de autoria do deputado federal Oswaldo Reis (PMDB-TO), que alega que o Tocantins não teria área suficiente para produzir porque está enquadrado na Amazônia Legal. O outro é do falecido senador Jonas Pinheiro (DEM) e já foi aprovado em algumas comissões do Senado. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Mato Grosso tem quase metade do território em área de bioma da Amazônia, o que é contestado pela Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Mato Grosso (Famato).

⁹ Entre junho de 2010 e maio de 2011 o Programa Terra Legal cadastrou 87.992 posses correspondentes a 10,3 milhões de hectares, conforme avaliação, realizada pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), do segundo ano do mencionado programa, intitulada: “A regularização fundiária avançou na Amazônia? Os dois anos do Programa Terra Legal”. Belém, setembro de 2011.

Dez dias após ter sido sancionada a Lei 11.952, de 2009, foi objeto de Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI-4269), proposta pela Procuradoria Geral da República (PGR) e encaminhada ao Supremo Tribunal Federal (STF). Para a PGR, a referida Lei institui privilégios injustificáveis em favor de grileiros que, no passado, se apropriaram ilicitamente de vastas extensões de terras públicas. A Procuradora, Dra. Deborah Duprat, que encaminhou a proposta ao STF, chama a atenção para os parágrafos 4º, e 5º. Do artigo 15 da referida Lei, por violação da igualdade e desvio do poder legislativo. Ela explica que os dispositivos determinam que para as áreas regularizadas de até quatro módulos fiscais, o prazo de inalienabilidade fixado pelo legislador é de dez anos, enquanto para as áreas que te-

II

Pode-se dizer que os sentidos de território remetem, em primeiro lugar, a um “biologismo” extremado, que caracteriza o ambientalismo empresarial dos grandes fundos de investimentos, seja como o Forest Footprint Disclosure (FFD)³, selecionando e monitorando “regiões” de terras aráveis e de solos apropriados às grandes plantações, seja como o Cool Earth, elegendo as florestas, o patrimônio genético e a biodiversidade como ativos ambientais, através de uma combinação entre propriedade privada de grandes empresas (laboratórios de biotecnologia, indústrias farmacêuticas e de cosméticos) e recursos abertos às comunidades locais⁴, classificadas como guardiãs da natureza. Apoiam-se também nas autorizações de pesquisa e licenças de exploração dos denominados “minerais estratégicos”, estabelecendo uma tensão entre os detentores dos direitos de exploração do subsolo e os chamados “superficiais”. Os sentidos práticos se baseiam, enfim, numa noção de crescimento econômico, mais voltada para expansão das *commodities* e para uma “reestruturação formal” do mercado de terras e seu potencial de “regionalização” ou agilização de títulos, dirimindo conflitos fundiários localizados e dispondo às transações de compra e venda apenas imóveis regularizados. Certamente que as inovações tecnológicas fazem parte destas políticas como sói acontecer com as plantações de cana-de-açúcar, que além do etanol e do açúcar, estão voltadas agora à fabricação de óleos para as indústrias química, petroquímica, de cosméticos, alimentos e biopolímeros. Tais inovações implicam ampliação das áreas de cultivo, mas o que rege, de maneira efetiva, a expansão seriam as flutuações dos preços de mercado das *commodities* como açúcar, soja, óleos vegetais, palma e palmiste, madeira, carne *in natura*, milho e biocombustíveis.

Mesmo reconhecendo os acirrados debates e as dubiedades em torno das decisões relativas a esses critérios, que objetivam estabelecer novas “fronteiras”, pode-se afirmar que ao propiciar condições de expansão⁵ à produção de *commodities* estariam forçando a flexibilização dos direitos territoriais de povos e comunidades tradicionais, redefinindo os direitos dos “trabalhadores migrantes”⁶ e estigmatizando identidades étnicas. Os novos limites estabelecidos abalam as normas jurídicas, como no caso do Decreto 4.887 de novembro de 2003, relativo à titulação das terras das comunidades quilombolas, e fragmentam as territorialidades específicas (terras indígenas, terras de quilombos, babaquais livres, fa-

nam entre quatro e quinze módulos fiscais, o prazo é de três anos configurando “... uma flagrante discriminação, que beneficia os que menos precisam, e ainda favorece a especulação imobiliária na Amazônia às custas do patrimônio público”.

¹⁰ A Procuradoria Geral da República questionou no dia 9 de fevereiro de 2012 a constitucionalidade da Medida Provisória 558, que reduz unidades de conservação na Amazônia e permite a construção de hidrelétricas na bacia do Tapajós. O Ministério Público Federal (MPF) considera que as unidades de conservação são essenciais para a preservação do bioma amazônico. Argumenta também que quaisquer alterações devem ser realizadas a partir de discussões no Congresso Nacional, sem que seja preciso editar uma Medida Provisória (MP). Sublinhe-se que, um dia após a edição da MP, a Eletronorte enviou ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) minuta do Termo de Referência prevendo a construção da usina de São Luis do Tapajós. Cinco dias depois, em 24 de janeiro, o IBAMA aprovou o plano de trabalho para diagnóstico ambiental da empresa. Verifica-se um tempo emergencial para licenciar a usina e proceder às demais medidas de implantação de grandes projetos.

¹¹ No que tange ao Código Florestal os debates mostram-se acirrados desde 2009 com o Projeto de Lei n. 5.367, de autoria do deputado Valdir Colatto (PMDB-SC), então coordenador da Frente Parlamentar de Agricultura, que visava transformar o Código Florestal em Código Ambiental, mais coadunado com os interesses imediatos do agronegócio. Os cientistas políticos tem sublinhado que se está diante de uma nova configuração da coalizão de interesses do agronegócio. As

xinais, fundos de pasto, comunidades ribeirinhas), ou seja, as terras tradicionalmente ocupadas e controladas de modo efetivo pelas suas respectivas comunidades ou pelas formas organizativas que lhes correspondem (associações, cooperativas, sindicatos, articulações e movimentos). Debilitam, além disso, os fatores identitários, propiciando condições para a atomização dos agentes sociais. Em decorrência, fragilizam as identidades coletivas objetivadas em movimentos sociais, suas condições de representação e os próprios atos de delegação, tal como sucede com a Coordenação Indígena da Amazônia Brasileira (COIAB), a Articulação dos Povos e Organizações Indígenas do Nordeste, Minas Gerais e Espírito Santo (APOINME), o Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), o Movimento Interestadual das Quebradeiras de Coco Babaçu (MIQCB), a Articulação Puxirão dos Faxinalenses (APF), a Central de Fundos de Pasto e a Coordenação Nacional de Articulação das Comunidades Negras Rurais Quilombolas (CONAQ).

Para uma síntese dessas transformações em curso, pode-se recorrer inicialmente à análise mais abrangente de Bensaid, explicitada nos seguintes termos:

A nova fase de acumulação do capital globalizado, na verdade, implica numa reorganização dos espaços e territórios, um deslocamento de fronteiras e a construção de novas muralhas de segurança (contra os palestinos ou na fronteira mexicana), mais do que sua abolição em benefício de um mercado único “sem fronteiras.”

III

A Amazônia consiste num *locus* privilegiado para se observar empiricamente tais transformações. Aí não se vêem muralhas e nem foram erguidos “guetos”, mas se sente, com todo vigor, a força das pressões de políticas que articulam a ação governamental, objetivando uma “organização hierarquizada dos territórios”. Esta ação tem sido rápida, com objetivos de curtíssimo prazo, que exigem prontos resultados (hidrelétricas, gasodutos, minerodutos, hidrovias, rodovias, portos, aeroportos, linhas de transmissão de energia), cujos efeitos referem-se a acidulados debates jurídicos e à intensificação de conflitos sociais. A própria delimitação de Amazônia Legal está colocada em questão a partir de inúmeros anteprojetos de lei que pretendem excluir parte do Maranhão ou do Tocantins ou do Mato Grosso.⁸ De igual modo encontram-se sujeitas a “re-divisões” político-administrativas unidades da federação que a integram, como o Pará e o Maranhão.

agroestratégias ressaltam uma “imprevista aproximação” entre os interesses do agronegócio e forças políticas que sempre se perfilaram à “esquerda” defendendo a reforma agrária ampla e irrestrita: “Do mundo agrário, por sua vez, são claros os novos sinais de mudanças a que o processo político não poderá ser diferente. Desde as discussões sobre a reforma do Código Florestal, tendo como referência a questão nacional, testemunha-se uma imprevista aproximação entre os agronegócios e setores da esquerda, no caso representada por um parlamentar do PCdoB, Aldo Rebelo, que se tem traduzido em apoio de certos círculos do capitalismo agrário brasileiro a sua reeleição.” (VIANNA, Luiz Werneck. O calendário e a coluna. *Valor*, 4 de outubro de 2010 p. A2).

¹² Em 2006, o senador Sérgio Zambiasi (PTB-RS) apresentou a Proposta de Emenda à Constituição (PEC) 49, reduzindo a faixa de fronteira de 150km para 50km. No final de 2007, a Comissão de Constituição e Justiça do Senado aprovou a redução da faixa de fronteira entre Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Os principais interessados seriam empresas transnacionais de celulose, que operam no Rio Grande do Sul, próximo à fronteira com a Argentina e o Uruguai. Existe ainda uma disposição firmada na PEC que permite a estrangeiros a compra de terras na Amazônia. A Advocacia Geral da União (AGU), no decorrer de 2011, emitiu parecer definindo as condições para a aquisição de terras por estrangeiros. Complementa a proposta do Senador Zambiasi, a PEC 235/2008, do deputado federal Mendes Ribeiro Filho (PMDB-RS). Elder Ogliari sintetiza a posição do Ministério da Defesa a respeito dessas PECs: “A área de Defesa admite flexibilizar a lei sobre a faixa de fronteira, mas entende que os 150 km devem

O ritmo célere da ação governamental, articulado com os interesses privados que promovem a expansão das *commodities*, baliza, entretanto, as pressões políticas em todo o país. Elas se manifestam através de um mercado de terras relativamente reestruturado, privilegiando pelo menos três ordens de iniciativas. A primeira delas está atrelada a medidas do poder executivo, a segunda ocorre no âmbito dos debates no legislativo, que delimita as normas, e a terceira encontra-se referida aos dispositivos jurídicos e administrativos. Eis algumas dessas manifestações:

1) A privatização das terras públicas sob o eufemismo de “regularização fundiária”. Compreende o Programa Terra Legal, instituído a partir da implementação da Lei 11.952 de julho de 2009, que visa titular 67 milhões de hectares na Amazônia. A medida regulariza a ocupação de terras da União, permitindo que sejam repassadas, sem licitação, áreas com até 1.500 hectares aos que detinham a posse dessas áreas antes de primeiro de dezembro de 2004.⁹

2) A redução de áreas protegidas ou unidades de conservação¹⁰, conforme a Medida Provisória 558, editada em 18 de janeiro de 2012. Para implementar estes dispositivos e responder a demandas crescentes e de curto prazo, o aparato burocrático tem procurado agilizar, de modo articulado, os mecanismos de ação fundiária e aqueles da ação ambiental. A reformulação das bases do conhecimento técnico-administrativo tem sido colocada pelos dirigentes dos órgãos governamentais como condição fundamental para acelerar os licenciamentos. As medidas de cadastro com técnicas de georreferenciamento, a adoção de *softwares* para aprimorar o planejamento e o avanço na qualidade dos estudos ambientais estariam criando, deste modo, condições para o deferimento dos pedidos de licença, ou seja, para que o cronograma das obras de infraestrutura previstas não seja alterado.

3) As tentativas de incorporação de novas extensões aos circuitos mercantis ocorrem através das alterações propostas pelos interesses “ruralistas” para a reforma do Código Florestal¹¹ e para a redução da faixa de fronteira¹² e pelas empresas mineradoras para a reforma do Código de Mineração¹³. No caso do Código Florestal, as associações e sindicatos patronais rurais elegeram a “questão ambiental” como tema para suas mobilizações em 2010-2011. Ao fazê-lo, passaram a

ser mantidos. A tese foi transmitida pelo Coronel Gustavo de Souza Abreu, representante da Secretaria Executiva de Política Estratégica e Assuntos Internacionais do Ministério da Defesa, no seminário sobre Mudanças na Extensão das Faixas de Fronteira, ontem em Porto Alegre.”

¹³ Há inúmeras propostas ao novo Código de Mineração que tramitam no Congresso Nacional. Elas convergem para flexibilizar os direitos de terras indígenas, de quilombos e dos demais povos de comunidades tradicionais permitindo o intrusamento de seus territórios por empresas mineradoras e reduzindo seus direitos àquele dos “superficiários”. Antes mesmo de sua aprovação já temos violações destes direitos perpetradas pelo poder executivo ao sancionar decreto, como aquele datado de 29 de setembro de 2011, que titula a terra da comunidade quilombola de Brejo dos Crioulos, em Minas Gerais. (vide nota 15).

¹⁴ A reserva legal, tal como disposto no Código Florestal, consiste numa área preservada que deve ocupar 80% de cada imóvel rural no bioma amazônico, 35% no cerrado e 20% no restante do país. Os interesses “ruralistas” pressionam a redução destas áreas, bem como sobre as áreas de preservação permanente dos imóveis rurais, no intuito de dispô-las à produção, ou seja, aos circuitos de mercado.

¹⁵ O exemplo mais completo destes condicionantes refere-se ao Decreto de 29 de setembro de 2011, assinado pela Presidenta da República, que declara de interesse social para fins de desapropriação os imóveis rurais abrangidos pelo Território de Quilombos Brejo dos Crioulos, situado nos Municípios de São João da Ponte, Varzelândia e Verdelândia, Estado de Minas Gerais, cujo artigo 4º. ressalta o seguinte: “Este Decreto não

considerar os fatores ambientais como obstáculo à ampliação da capacidade produtiva dos imóveis rurais e às transações de compra e venda de terras, dispondo-os no mesmo plano de entraves em que classificam os direitos étnicos, os laços de parentesco nos casos das terras de herança sem formal de partilha e as práticas costumeiras de uso comum dos recursos naturais. Reduzir a reserva legal¹⁴ dos imóveis rurais e lutar contra a inalienabilidade das terras tradicionalmente ocupadas (terras indígenas, de comunidades quilombolas, de comunidades de fundos de pasto, de comunidades de faxinais, de quebradeiras de coco babaçu, de ribeirinhos e de trabalhadores extrativistas), consideradas pelos economistas formalistas um freio à capacidade produtiva, consistem em bandeiras de luta dos chamados “ruralistas”.

4) A flexibilização dos direitos territoriais de povos e comunidades tradicionais tem ocorrido através de: procrastinação da titulação definitiva de terras de quilombos, condicionantes antepostos à titulação de terras de comunidades quilombolas¹⁵, ausência de medidas quanto ao desintrusamento de terras indígenas e redução de terra indígena. Na situação de Brejo dos Crioulos, os condicionantes explicitados no texto do Decreto de 29 de setembro de 2011 convertem os direitos das comunidades remanescentes de quilombos em direitos de “superficiários”, do mesmo modo que restringem seu território ao solo, juridicamente separado do subsolo, o qual estaria disponível à exploração de empresas petrolíferas e de mineração.

IV

O resultado mais perceptível deste conjunto de iniciativas diz respeito ao aumento das extensões de terras passíveis de transações de compra e venda ou à disponibilização de terras públicas aos grandes empreendimentos, removendo os obstáculos jurídico-formais que impediam sua livre comercialização. Em outras palavras, a ação oficial objetiva ampliar o estoque de terras comercializáveis e reestruturar o mercado de terras através da incorporação das terras “liberadas”, seja pelas alterações no Código Florestal, seja na redefinição da faixa de fronteira, seja pelos condicionantes dispostos no texto de novos decretos de titulação de quilombos, seja pela rápida titulação de terras públicas distribuídas no ritmo célere do aquecimento do mercado de terras.

interfere nas atividades de exploração e produção de petróleo e gás natural em blocos já citados, bem como nas atividades minerárias nas fases de pesquisa, extração e beneficiamento mineral, assegurando-se à comunidade quilombola: 1) a preservação de seus valores históricos e culturais; 2) os direitos previstos em lei ao superficiário; e 3) a salubridade, segurança e integridade física em face da atividade minerária, nos termos da lei.” Os direitos territoriais da comunidade quilombola limitam-se ao solo, são transformados em “direitos de superficiários”, menosprezando-se os direitos étnicos.

¹⁶ A emergência destas modalidades organizativas será objeto de um texto específico. Importa acrescentar, contudo, que o Conselho Nacional dos Seringueiros, em setembro de 2010, definiu em assembléia uma nova designação que incluiu todos os extrativistas. Os povos indígenas se mobilizaram, no final de 2011 e início de 2012, para a criação de uma nova entidade de representação, a Articulação dos Povos Indígenas do Brasil. A CONAQ realizou seu encontro nacional, em agosto de 2011, enfatizando a necessidade de uma transformação de “organização de militantes” para uma “entidade de massas”. Reforçar a representatividade e ampliá-la parece ser um ponto de aproximação entre movimentos sociais que correm o risco de ficarem tutelados aos efeitos políticos das medidas “protecionistas”.

¹⁷ Esta tensão concorreu para uma fragilização quase absoluta na ação mediadora atual do GTA (Grupo de Trabalho Amazônico), que foi criado em 1991-92, com apoio das agências multilaterais, com o propósito de representar a sociedade civil organizada da Amazônia e que chegou a ter mais de 600 entidades filiadas.

Os diferentes limites colocados aos direitos territoriais de povos e comunidades tradicionais podem ser assim resumidos: mineração em terras indígenas, identidades coletivas ilegítimas, golpes sucessivos contra a Convenção 169, engessamento do Decreto 6.040 de 7 de fevereiro de 2007, Ação Direta de Inconstitucionalidade do Decreto 4.887 de novembro de 2003 ou glaciação do Art. 68 do ADCT. Complementarmente, pode-se mencionar a incapacidade governamental de regularização fundiária das unidades de conservação, sobretudo das Reservas Extrativistas (Resex), e ainda as dificuldades operacionais de dirimir as sobreposições: seja de unidades de conservação e terras indígenas e também de terras de quilombos, seja de áreas reservadas para uso militar e terras tradicionalmente ocupadas por comunidades quilombolas e ribeirinhas.

O discurso burocrático dos órgãos governamentais e das agências ambientalistas incorpora o termo “re-categorização” de unidades de conservação, chamando a atenção para as novas distinções espaciais, a partir das sobreposições e suas implicações. Está em pauta uma classificação mais rígida de espaços geográficos eleitos oficialmente para garantir a implementação da política ambiental, quando confrontada com povos e comunidades tradicionais. Os efeitos destas medidas correlatas à reestruturação do mercado de terras ainda estão por ser estimados, mas pode-se adiantar que os processos de consolidação das territorialidades específicas estão sendo afetados de maneira profunda, sobretudo no que se refere às delimitações das terras tradicionalmente ocupadas. As decisões dos agentes sociais referidos a estas terras concernem à emergência de novas formas organizativas¹⁶, mais autônomas e abrangentes, que se apóiam em mobilizações coadunadas com realidades localizadas, que sublinham as limitações governamentais na aplicação das normas jurídicas e buscam instrumentos políticos capazes de neutralizar os riscos de uma tutela e de assegurar direitos territoriais que têm sido usurpados. Os referidos riscos são significativos, pois a tutela jurídica é caracterizada por uma ambiguidade que tanto pode expressar uma “proteção” exercida em relação a quem se considera mais frágil, quanto uma submissão imposta pelos centros de poder oficiais, que passariam a ter o encargo político e jurídico de velar pelo “tutelado” ou de representá-lo. Aqui, tem-se um plano social de tensões entre tutela e ação mediadora, que sempre recoloca a questão da representatividade nas mobilizações políticas e nas mesas de negociação.¹⁷

Em resumo, pode-se afirmar que os povos e comunidades tradicionais encontram-se premidos entre a inocuidade das políticas de “proteção” – que não lograram êxito na regularização fundiária das Reservas Extrativistas, no desintrusamento das terras indígenas, na titulação das terras de quilombos, no pleno reconhecimento das demais terras tradicionalmente ocupadas (faxinais, fundos de pasto, babaçuais livres, comunidades ribeirinhas) e em dirimir os conflitos em situações classificadas como de sobreposição – e a ofensiva sobre seus recursos básicos desencadeada pelas medidas “protecionistas”.

Alfredo Wagner Berno de Almeida é antropólogo, pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e professor visitante da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).
pncsa.ufam@yahoo.com.br

ÁGUA SUBTERRÂNEA NA AMAZÔNIA
IMPORTÂNCIA, ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO
E ESTRATÉGIAS DE PESQUISA

Ingo Wahnfried
Emilio Alberto Amaral Soares

Não se sabe quanta água existe na Amazônia. Os dados mais consistentes referem-se à área da bacia hidrográfica e às vazões dos grandes rios. Mas falta o elo subterrâneo do ciclo hidrológico: a água contida nos aquíferos. Na Amazônia, dois terços das sedes municipais são abastecidas exclusivamente ou parcialmente por água subterrânea. Todas as empresas do Polo Industrial de Manaus usam poços. O clima, a hidrologia e a geologia da região contribuem para uma intensa conexão entre água subterrânea e superficial, à qual a biota amazônica está adaptada. O conhecimento hidrogeológico ganhará ainda mais importância quando ocorrer a intensificação dos efeitos das mudanças climáticas, do desmatamento e da contaminação de água superficial e subterrânea. Se não for feito um esforço coordenado de pesquisa para estudar estes aquíferos, serão necessárias mais do que as quase quatro décadas usadas para compreender o Sistema Aquífero Guarani. Por conta das mudanças em curso e da sensibilidade intrínseca dos aquíferos amazônicos, não dispomos de todo este tempo.

Introdução

A escassez de informações geológicas de superfície e subsuperfície em grande parte da região amazônica impede que sejam feitas estimativas minimamente precisas do volume armazenado nos aquíferos da região. Mesmo sem dados, órgãos governamentais e pesquisadores se arriscam a apresentar valores. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgou que 45% da água subterrânea potável do país estão localizados na região amazônica, com base na área total de exposição das unidades geológicas sedimentares em superfície.¹ Do modo como foi feito, o cálculo inclui as grandes extensões de unidades geológicas de composição argilosa, que provavelmente não são aquíferos, superestimando o volume total de água. Outro trabalho recente divulgou a existência de um grande rio subterrâneo na Bacia Hidrográfica do Rio Amazonas, com extensão superior a 6.000km, localizado a 4.000m de profundidade, e com vazão de 3.900m³/s, superior à do Rio São Francisco. Esta divulgação teve ampla repercussão nos meios de comunicação nacionais e internacionais.² Erros conceituais graves, como a afirmação de que um aquífero não possui fluxo de água, ou a consideração implícita de que todas as formações geológicas presentes nas bacias sedimentares amazônicas permitem a passagem de água, geraram duras e merecidas críticas, e evidenciaram que o tal rio subterrâneo não existe.³ A falta de informação abre espaço para a desinformação e deve ser sanada através de políticas públicas de pesquisa.

Relevância da água subterrânea na Amazônia

Abastecimento de água

Parece paradoxal afirmar que a água subterrânea na maior bacia hidrográfica do planeta é fundamental para o abastecimento da população local. Fatos comprovam, de forma sucinta, que a afirmação é correta. Estudo realizado pela Agência Nacional de Águas, cujo objetivo foi levantar a situação atual de abastecimento de todas as 5.565 sedes municipais do país, demonstra que 58% das cidades da região norte são abastecidas exclusivamente por água subterrânea, e que 7% possuem sistemas mistos de abastecimento (tabela 1).⁴ Portanto, dois terços de todas as sedes municipais da região norte do Brasil usam água subterrânea, apesar de quase todas estarem localizadas na bacia hidrográfica do Rio Amazonas.

¹ IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. “Geostatísticas” revelam patrimônio ambiental da Amazônia Legal, disponível em http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1887&id_pagina=1, acessado em 12/04/2012, 2011.

² O ESTADO DE SÃO PAULO. Cientistas anunciam rio subterrâneo de 6 mil km embaixo do Rio Amazonas, disponível em <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,cientistas-anunciam-rio-subterraneo-de-6-mil-km-embaixo-do-rio-amazonas,763463,0.htm>, acessado em 12/04/2012, 2011.

THE GUARDIAN. Underground river ‘Rio Hamza’ discovered 4km beneath the Amazon, disponível em <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/aug/26/underground-river-amazon>, acessado em 25/03/2012, 2011.

³ BBC. BRITISH BROADCASTING CORPORATION. Subterranean Amazon river ‘is not a river’, disponível em <http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-14693637>, acessado em 25/03/2012, 2011.

CARNEIRO, C. D. R.; SALAMUNI, E.; VAZ, L. F. & FRANK, H. T. Carta Aberta sobre o “Rio Hamza”, disponível em <http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/2011/09/Carta.Aberta.GELOGOS.sobre.Rio.Hamza.pdf/view>, acessada em 25/03/2012, 2011.

⁴ ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Atlas Brasil: abastecimento urbano de água, v. 2: Resultado por Estado. Brasília: Engecorps/Cobrape, 2010. 90 p. Disponível em www.ana.gov.br/atlas, acessado em 22/03/2012, 2010.

Tabela 1: Número e proporção de sedes municipais da região norte do Brasil abastecidas exclusivamente e parcialmente por água subterrânea

Estado	Municípios	Abastecimento exclusivo por água subterrânea	Proporção	Abastecimento misto	Proporção
Acre	22	4	18%	2	9%
Amapá	16	4	25%	2	13%
Amazonas	62	44	71%	8	13%
Pará	143	109	76%	não disponível	não disponível
Rondônia	52	10	19%	5	10%
Roraima	15	9	60%	5	33%
Tocantins	139	84	60%	10	7%
Total	449	264	59%	32	7%

Existem várias razões para o uso predominante do manancial subterrâneo. Os rios amazônicos possuem forte sazonalidade, com amplitude de variação anual média do nível de água oscilando entre 4 e 15m no Rio Amazonas, e eventos extremos ultrapassando os 20m nos rios Madeira, Purus e Tocantins.⁵ No Rio Negro, ocorreram três eventos extremos nos últimos oito anos. A maior cheia já observada nos mais de cem anos de registros está em andamento, e alcançou a cota de 29,97m acima do nível do mar, em Manaus. A segunda maior, que alcançou a cota de 29,77m, ocorreu em 2009.⁶ O recorde anterior tinha ocorrido em 1953. Em outubro de 2010, deu-se a maior vazante, com cota de 13,63m. Além destes, nos últimos 23 anos houve outros quatro eventos extremos. A quinta e a sétima maiores cheias foram registradas, respectivamente, em 1989 e 1999, e a quarta e a oitava maiores vazantes, em 1997 e 2005.⁷

Grande parte da população amazônica está bem adaptada às oscilações normais dos níveis dos rios, mas sente dificuldade para enfrentar os eventos extremos, que trazem consequências graves para muitos municípios, principalmente aqueles construídos em áreas inundáveis de várzea. Perdas de terrenos, casas, animais e plantações, além de problemas com abastecimento de água potável são algumas dessas consequências. Nas cheias, pequenos cursos de água e poços são invadidos por água de qualidade inferior, muitas vezes não potável. Nas vazantes, os cursos de água pequenos secam, e a retração de rios maiores dificulta o acesso à água. A vazão dos rios perenes pode ser reduzida a ponto de não servirem para o abastecimento público, seja

⁵ GOULDING, M.; BARTHEN, R. B. & FERREIRA, E. J. G. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Washington: Smithsonian Institution, 2003. 253 p.

⁶ CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. CPRM divulga boletim de Alerta de Cheia para Manaus, disponível em <http://www.cprm.gov.br>, 2012.

⁷ CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Relatório da Cheia 2011, disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=34>, acessado em 02/04/2012, 2011.
CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Relatório da Vazante 2010, disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=34>, acessado em 02/04/2012, 2010.

⁸ MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Vigilância e Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano*. Secretaria de Vigilância em Saúde, 2006. 212 p.

⁹ NEILL, C.; CHAVES, J. E.; BIGGS, T.; DEEGAN, L. A.; ELSENBEEER, H.; FIGUEIREDO, R. O.; GERMER, S.; JOHNSON, M. S.; LEHMANN, J.; MARKEWITZ, D. & PICCOLO, M. C. Runoff sources and land cover change in the Amazon: an end-member mixing analysis from small watersheds. *Biogeochemistry*, v. 105, p. 7-18, 2011.

¹⁰ COSTA, M. H.; BOTTA, A. & CARDILLE, J. A. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, v. 283, p. 206-217, 2003.

¹¹ FALLOON, P. D. & BETTS, R. A. The impact of climate change on global river flow in HadGEM I simulations. *Atmospheric Science Letters*, v. 7, p. 62-68, 2006.

¹² DÖLL, P. & FLÖRKE, M. *Global-Scale Estimation of Diffuse Groundwater Recharge*. Frankfurt Hydrology Paper 03, Institute of Physical Geography, Frankfurt University, Frankfurt am Main, Germany, 2005.

por falta de quantidade de água, seja por diminuição de sua capacidade de diluir contaminantes.⁸ A situação é agravada em comunidades isoladas, que dependem do transporte fluvial para receber auxílio, uma vez que ficam inacessíveis por esta via.

As causas da intensificação de eventos extremos de cheias e vazantes ainda precisam ser definidas. Duas prováveis são o desmatamento e as mudanças climáticas. Em uma bacia hidrográfica pequena, o desmatamento aumenta a vazão dos rios imediatamente após as precipitações, mas diminui a recarga de aquíferos e, conseqüentemente, o fluxo de base que os abastece durante as vazantes, favorecendo os eventos extremos.⁹ Em bacias hidrográficas maiores, por outro lado, a interação entre afluentes expostos a regimes de precipitação distintos gera respostas mais complexas. No Rio Tocantins, por exemplo, foi registrado aumento da vazão do rio ao longo de todo o ano, associado ao desmatamento.¹⁰ Modelos climáticos indicam que os eventos extremos vão ficar mais frequentes, tanto de cheias quanto de vazantes, com uma diminuição da vazão média anual do rio de até 13%.¹¹ Os aquíferos também sofrerão alterações. As projeções de diminuição de recarga de aquíferos na Amazônia Ocidental, Central e Oriental são de 10%, 30% e 70%, respectivamente.¹²

Os aquíferos podem ser usados para eliminar o problema de abastecimento de água da população durante as cheias e vazantes extremas. Um poço bem construído permite acesso a água de qualidade durante todo o ano, mesmo em áreas de várzea, que ficam inundadas durante períodos mais longos (figura 1).¹³



Figura 1: Adequação para cheias: boca de poço e casa com sistema elétrico elevado em zona da várzea do Rio Amazonas, evitando entrada de água e danos. A: estiagem. B: cheia.

Atividades econômicas

¹³ AZEVEDO, R. P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia central. *Acta Amazônica*, v. 36, n. 3, p. 313-320, 2006.

¹⁴ UNESCO. The United Nations World Water Development. Report 4: *Managing Water under Uncertainty and Risk*. WWAP – World Water Assessment Programme, v. 1, 380 p., 2012.

¹⁵ IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatística da Produção Agrícola, Fevereiro de 2012, em Indicadores IBGE, disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201202.pdf, acessado em 09/04/2012, 2012.

¹⁶ MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL. *O Futuro da Irrigação e a Gestão das Águas*. Série Irrigação e Água I, Secretaria de Infraestrutura Hídrica, Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola, 2008.

¹⁷ IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produto Interno dos Municípios 2005 a 2009, disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2005_2009/defaulttab.shtm acessado em 09/04/2012, 2009.

¹⁸ PIM. A REVISTA DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS. Manaus, AM, v. 5, agosto de 2010.

¹⁹ DNPM. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. *Anuário Mineral Brasileiro*, v. 35, 2010.

A maior usuária de água em escala mundial é a atividade agrícola, consumindo 70% do total. Em segundo lugar aparece a indústria, com pouco menos de 20%, e o restante é usado no abastecimento municipal. Na América do Sul, a relação se altera para 62%, 12% e 26%, respectivamente.¹⁴ O incremento das economias sul-americanas acarretará aumento do uso da água. Na Amazônia, a agricultura está se tornando cada vez mais importante. Em 2011, só o Estado do Mato Grosso contribuiu com quase 28% da produção de soja do Brasil,¹⁵ sendo que parte do crescimento da produção neste Estado deve-se ao avanço de sua fronteira agrícola sobre a região amazônica. Uma vez estabelecidas, as áreas de cultivo ganham mais produtividade com o uso de irrigação e mecanização da lavoura. Na região norte, somente 3,9% da área cultivada possui algum sistema de irrigação, enquanto que a média do país é de 5,9%.¹⁶ Há, portanto, perspectiva de aumento da irrigação, principalmente em áreas com alta sazonalidade de vazão ou baixa densidade de cursos superficiais de água, o que terá impacto sobre a água subterrânea.

A indústria na Amazônia tem somente uma região economicamente relevante, que é o Polo Industrial de Manaus (PIM). Com mais de 500 empresas, o PIM alçou a cidade ao sexto maior Produto Interno Bruto (PIB) municipal do país em 2009.¹⁷ Entretanto, nenhuma delas utiliza o sistema público de abastecimento de água, ou seja, todas recorrem à água subterrânea.¹⁸ A presença de um forte rebaixamento do nível freático na região de maior concentração de indústrias não deve ser coincidência. Há locais com cota do nível potenciométrico de água inferior à cota mínima do Rio Negro e seus afluentes. Esta situação causa uma inversão do fluxo natural da água, que originalmente se dava do aquífero para os rios na época de vazante, e agora sai dos rios e entra para o aquífero durante o ano inteiro. Como a maior parte dos cursos de água superficiais urbanos em Manaus têm a qualidade comprometida, pode-se antever sérios riscos ao abastecimento por poços.

A mineração também aparece como uma importante fonte de renda na Amazônia. Em 2009, 26% da produção mineral do país teve origem na região norte, dos quais quase 90% vieram do Estado do Pará.¹⁹ Quando feita de forma inadequada, como é comum na mineração artesanal, a atividade pode causar sérias e extensas contaminações na água superficial, subterrânea, e nos sedimentos presentes na área

lavrada e nos rios. Atualmente, 25 a 35% de todo garimpo artesanal de ouro no Brasil ocorre na Bacia do Rio Tapajós (PA).²⁰ Em um de seus afluentes, o Rio Crepori, os garimpos geram a maior parte dos sedimentos em suspensão que entram no Rio Tapajós. O mercúrio, usado na separação do ouro, é carregado pelos sedimentos e fica ativo como contaminante por mais de 100 anos, comprometendo a qualidade da água superficial. Uma estimativa conservadora calculou uma liberação anual, entre os anos de 2000 e 2006, de 1,36 toneladas de mercúrio lançadas na água da Bacia do Crepori.²¹ Neste caso, a melhor alternativa de abastecimento de água da população ribeirinha é a água subterrânea.

Por fim, outra atividade econômica na Amazônia que ganhou relevância nos últimos anos, e que afeta a água subterrânea, é a construção de grandes hidrelétricas. Atualmente, três grandes obras estão em andamento: Santo Antônio e Jirau, em Rondônia, e Belo Monte, no Pará, sendo esta última a terceira maior usina hidrelétrica do mundo. A elevação dos níveis de água e alteração das oscilações sazonais da cota dos rios impacta diretamente o nível de água dos aquíferos em todo o entorno dos lagos, a montante, e dos rios, a jusante das barragens, com consequências negativas para os ecossistemas das áreas afetadas.

Ecossistemas

As características hidrológicas e geológicas da Amazônia geram uma intensa dependência entre água superficial e subterrânea. Os principais fatores que causam esta conexão são os altos índices pluviométricos, os pequenos gradientes topográficos, a extensa presença de formações geológicas sedimentares superficiais favoráveis à transmissão e ao armazenamento de água, e a alta proporção territorial de áreas úmidas. A biota amazônica está adaptada a este regime, é dependente dele e tem papel ativo em sua manutenção, através da evapotranspiração e do aumento de infiltração em relação ao escoamento superficial em zonas florestadas. O desmatamento aumenta o escoamento superficial de água em pequenas bacias hidrográficas, causando forte redução da recarga dos aquíferos.²²

Estado atual do conhecimento

Trabalhos sobre hidrogeologia na Amazônia são pontuais e díspares, com objetivos, técnicas e qualidade muito distintos. Os esforços estão concentrados nos locais com presença de centros de pesquisa, como o Serviço Geológico

²⁰ TELMER, K. & STAPPER, D. Evaluating and Monitoring Small Scale Gold Mining and Mercury Use: Building a Knowledge-Base with Satellite Imagery and Field Work, Final Report, UNIDO Project, ONU, 49 p., disponível em <http://www.globalmercuryproject.org/documents/documents.htm>, acessado em 28/03/2012, 2007.

²¹ TELMER, K. & STAPPER, D. *Op. cit.*

²² NEILL, C. *et al. Op. cit.*

- ²³ ROSSETTI, D. F. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the context of sea level changes. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 14, n. 1, p. 77-89, 2001.
- ²⁴ NOGUEIRA, A. C. R.; VIEIRA, L. C. & SUGUIO, K. Paleossolos da Formação Alter do Chão, Cretáceo-Terciário da Bacia do Amazonas, regiões de Presidente Figueiredo e Manaus. In: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, vol. 5, Serra Negra, p. 261-266, 1999.
- PAZ, J. D. S. & CUNHA, E. F. S. Análise de fácies da Formação Alter do Chão, km 46, BR-174. In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 11, Manaus, Resumos Expandidos, (CD-ROM), 2009.
- ²⁵ SARGES, R.; NOGUEIRA, A. C. R.; FROTA, C. A. & DA SILVA, C. L. Depósitos Argilosos Cenozoicos do Estado do Amazonas: Utilização como Agregados de Argilas Calcinadas para Pavimentação na Região Amazônica. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, v. 1, p. 33-49, 2010.
- ²⁶ BEZERRA, P. E. L. *Compartimentação morfotectônica do interflúvio Solimões-Negro*. Tese de Doutorado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. 194 p., 2003.
- ²⁷ CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Carta Hidrogeológica da Cidade de Manaus*. Mapas+Relatório, 8 p., escala 1:10.000, 2002.
- MÁRMOS, J. L. & AGUIAR, C. J. B. Avaliação do Nível de Contaminação dos Aquíferos da Cidade de Parintins (AM): Primeiros Resultados, Workshop Internacional de Geologia Médica, disponível em <http://www.cprm.gov.br/publicue/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=549&sid=41>, acessado em 22 de abril de 2012, 2005.

do Brasil (CPRM), o Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), a Universidade Federal do Amazonas (UFAM), em Manaus, e a Universidade Federal do Pará (UFPA), em Belém. A grande variabilidade geológica das unidades que contêm os aquíferos dificulta a interpolação adequada dos dados distantes. Como há maior densidade de dados geológicos em comparação com os hidrogeológicos, a regionalização do conhecimento sobre aquíferos é feita com base unicamente nessas informações.

Na Amazônia, os maiores e melhores aquíferos estão contidos em rochas depositadas em bacias sedimentares. Essas bacias são originadas em regiões submetidas a prolongadas subsidências na superfície, o que permite o acúmulo de sedimentos ao longo das Eras geológicas e forma sucessões estratigráficas, que podem atingir vários quilômetros de profundidade. São quatro as grandes bacias sedimentares amazônicas. De leste para oeste: Bacia do Marajó, Bacia do Amazonas, Bacia do Solimões e Bacia do Acre. As unidades geológicas sedimentares superficiais mais extensas dessas Bacias, e que possuem algum potencial aquífero são o Grupo Barreiras, constituído de conglomerados, arenitos e argilitos,²³ a Formação Alter do Chão, constituída de arenitos grossos a conglomerados, com siltitos, folhelhos e argilitos subordinados,²⁴ a Formação Içá, constituída de arenitos e conglomerados, siltitos e argilitos,²⁵ e a Formação Solimões, constituída de argilitos, siltitos e arenitos com intercalações de calcário, linhito e turfa (figura 2).²⁶ A qualidade natural da água subterrânea presente no Grupo Barreiras e Formação Alter do Chão é boa, mas em ambas já há contaminações de origem antrópica em algumas cidades onde são exploradas.²⁷ A qualidade natural da água das Formações Solimões e Içá pode não ser boa, em regiões com presença de muita matéria orgânica.²⁸ A área aflorante somada das quatro formações totaliza quase dois milhões de quilômetros quadrados (tabela 2), mas a área total não é conhecida por conta dos poucos dados publicados a respeito de suas extensões em subsuperfície. Na região existem outros importantes aquíferos sobre os quais ainda não se tem informações, por causa de suas aflorantes relativamente pequenas. Um destes é o Aquífero Trombetas, composto pelas formações Autás-Mirim (arenitos, siltitos e folhelhos), Nhamundá (arenitos), Pitinga (folhelhos) e Manacapuru (arenitos e siltitos).²⁹ Sua espessura ultrapassa 160m. Em Manaus, está a uma profundidade de aproximadamente 1.500m, mas 100km ao norte da cidade, em Presidente Figueiredo (AM), é aflorante, e é utilizado como fonte de abastecimento de

ROCHA, L. C. R. & HORBE, A. M. C. Contaminação provocada por um depósito de lixo no aquífero Alter do Chão em Manaus – AM. *Acta Amazônica*, vol. 36, n. 3. p. 307-312, 2006.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Panorama do enquadramento dos corpos d'água do Brasil e Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil*. Brasília: Caderno de Recursos Hídricos 5, 2007. 124 p.

²⁸ ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Panorama do enquadramento dos corpos d'água... Op. cit.*

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Mapa Hidrogeológico do Brasil*. Folha Manaus (SA 20), 1 mapa colorido, escala 1:1.000.000, 2010.

²⁹ CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa de domínios e subdomínios hidrogeológicos do Brasil, disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/media/RecHidSub.pdf>, acessado em 9/11/2010, 2001.

³⁰ ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Panorama do enquadramento dos corpos d'água... Op. cit.*

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Carta Hidrogeológica da Cidade de Manaus... Op. cit.*

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *Mapa Hidrogeológico do Brasil*. *Op. cit.*

água. Empresas petrolíferas que atuam na Amazônia detêm informações sobre as áreas e geometria de formações geológicas em suas porções não aflorantes, mas não as publicam.



Figura 2: As unidades geológicas aflorantes mais favoráveis ao uso como aquíferos são a Formação Alter do Chão (Bacia do Amazonas), o Grupo Barreiras (Bacia do Marajó) e a Formação Içá (Bacia do Solimões), apesar da pequena profundidade desta última. A Formação Solimões (Bacias do Solimões e do Acre) é localmente usada como aquífero, mas a grande proporção de argilas e a presença de matéria orgânica afetam a quantidade e qualidade da água.

Tabela 2: Dados das unidades geológicas sedimentares da Amazônia com potencial aquífero, com grande área. As extensões referem-se apenas às áreas aflorantes das formações³⁰

Unidade geológica	Potencial aquífero	Qualidade da água	Espessura máxima (m)	Extensão aproximada (milhares de km ²)
Barreiras	Alto a médio	Boa	500	177
Alter do Chão	Muito alto a médio	Boa	1.250	313
Içá	Alto a médio	Boa a média	80	1.000
Solimões	Médio a baixo	Boa a ruim	2.200	458
Total				1.948

- ROSSETTI, D. F.; TOLEDO, P. M. & GÓES, A. M. New Geological Framework for the Western Amazonia: Implications for Biogeography and Evolution. *Quaternary Research*, v. 63, n. 1, p. 78-89, 2005.
- CUNHA, P. R. C.; MELO, J. H. G. & SILVA, O. B. Bacia do Amazonas. *Boletim de Geociências da Petrobras*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 227-251, 2007.
- ³¹ ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Panorama do enquadramento dos corpos d'água... Op. cit.*
- ³² CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa de domínios e subdomínios... *Op. cit.*
- ³³ ROSSETTI, D. F.; TOLEDO, P. M. & GÓES, A. M. New Geological Framework for the Western Amazonia: Implications for Biogeography and Evolution. *Quaternary Research*, v. 63, n. 1, p. 78-89, 2005.
- ³⁴ O GLOBO. Aquífero na Amazônia pode ser o maior do mundo, dizem geólogos, disponível em <http://g1.globo.com/brasil/noticia/2010/04/aquifero-na-amazonia-pode-ser-o-maior-do-mundo-dizem-geologos.html>, acessado em 24/03/2012, 2010.
- UNESCO. Sistemas Acuíferos Transfronterizos en las Américas – Evaluación Preliminar. *Série ISARM Américas*, n. 1, 188 p., 2007.
- ³⁵ GILBOA, Y.; MERO, F. & MARIANO, I. B. The Botucatu Aquifer of South America, model of an untapped continental aquifer. *Journal of Hydrology*, v. 29, p. 165-179, 1976.
- ³⁶ ARAÚJO, L.; FRANÇA, A. & POTTER, P. *Aquífero Gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai*: Mapas Hidrogeológicos das Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Misiones e Taquarembó. Curitiba: Petrobras/UFRPR, 1995. 16 p., 8 mapas.

A grande extensão territorial da Amazônia, aliada à dificuldade de acesso, à densa cobertura de vegetação, aos proporcionalmente baixos investimentos em pesquisa e ao pequeno número de pesquisadores especializados, fazem com que o conhecimento geológico e suas interpretações hidrogeológicas sejam incompletos e controversos. Até 2007, por exemplo, a avaliação dos recursos hídricos executada pela Agência Nacional de Águas (ANA) não considerava a Formação Içá como aquífero,³¹ apesar de a CPRM já fazê-lo desde 2001³². A área da Formação Içá também é questionada.³³ Individualmente, como no caso da Formação Alter do Chão, ou em conjunto, estas unidades já foram citadas como sendo o maior sistema de água subterrânea do mundo.³⁴ Mas a informação carece de comprovação, através estudos detalhados sobre extensão e espessuras das camadas que contêm os aquíferos, conectividade hidráulica entre as diferentes formações e determinação dos parâmetros hidrogeológicos, como armazenamento e condutividade hidráulica.

Estratégias de pesquisa

Obter dados suficientes sobre aquíferos de grandes extensões, para que sejam geridos de forma adequada, requer muito esforço e investimento. Um bom exemplo disso é a evolução do conhecimento sobre o Sistema Aquífero Guarani (SAG), que pode ser dividida em quatro fases. Na primeira, o Departamento Estadual de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo contratou uma consultora privada para avaliar o aquífero, em 1972 e 1974.³⁵ Os dados usados eram principalmente secundários, obtidos de empresas de petróleo, serviços nacionais e estrangeiros de pesquisa geológica e universidades, além de poucas publicações anteriores. Os resultados mostraram as características geológicas e hidrogeológicas gerais do aquífero. Na segunda fase, entre meados da década de 1970 e da década de 1990, as pesquisas foram executadas por centros de pesquisa como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual Paulista (UNESP) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR), de forma independente e sem coordenação dos esforços. Na segunda metade da década de 1990 foram publicados trabalhos importantes por pesquisadores da Petrobrás e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS),³⁶ baseados em dados das pesquisas existentes, de poços da Petrobrás e de poços de água. Neste ponto, apesar de terem passado mais de 20 anos desde as primeiras pesquisas sobre o SAG, ainda havia sérias dúvidas em relação

ARAÚJO, L. M.; FRANÇA, A. B. & POTTER, P. E. Hydrogeology of the Mercosul aquifer system in the Paraná and Chaco-Paraná Basins, South America, and comparison with Navajo-Nugget aquifer system, USA. *Hydrogeology Journal*, v. 7, p. 317-336, 1999.

³⁷ ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS. OEA. *Aquífero Guaraní: Programa Estratégico de Ação/Aquífero Guaraní: Programa Estratégico de Acción* – Edição bilíngue: Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai, 2009. 424 p.

à quantificação da sua recarga, à sua área total, às zonas de descarga e ao modelo conceitual de fluxo. As dúvidas levaram à idealização da terceira fase das pesquisas. Por se tratar de um reservatório transnacional, como pode ser o caso de alguns dos aquíferos amazônicos, esta fase foi feita através de um grande projeto de cooperação internacional, denominado Projeto Sistema Aquífero Guaraní (PSAG), coordenado pela Organização dos Estados Americanos (OEA), e envolvendo todos os países onde o SAG ocorre: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. Este projeto foi executado preponderantemente por universidades e centros de pesquisa destes países, mas teve também a contribuição de consultorias privadas, totalizando mais de 300 profissionais.³⁷ A execução foi iniciada em 2003, e os resultados finais apresentados em 2009. O custo, de aproximadamente R\$ 45 milhões, foi financiado pelo Global Environmental Facility (GEF). O PSAG, somado aos quase 30 anos de pesquisas anteriores, resolveram a maior parte das questões relativas ao SAG, mas não todas. Atualmente há um novo projeto em andamento, contratado pela Agência Nacional de Águas (ANA), para determinar sua vulnerabilidade à contaminação, com um valor total de R\$ 5 milhões. Além disso, há projetos menores e independentes sendo executados em universidades. Esta é a quarta fase das pesquisas do SAG.

Na Amazônia também há um projeto de pesquisa em andamento, encomendado pela ANA, através de um edital de igual valor ao último aberto para o SAG, para pesquisar os mais extensos aquíferos sedimentares superficiais da região (figura 2). A iniciativa pode ser considerada análoga à primeira fase de pesquisas do SAG, uma vez que é a primeira integração de informações para toda a Amazônia, incluindo geração de dados específicos e inéditos. O foco do trabalho é voltado para a importância da água subterrânea para o ser humano, como a maioria dos trabalhos de hidrogeologia. Em outras regiões, as populações humanas certamente são os únicos usuários dos aquíferos. Mas, na Amazônia, parte significativa de um dos biomas mais importantes da Terra também depende da água subterrânea.

Para abordar os aspectos científicos relevantes na escala de trabalho apropriada, seria necessário elaborar um projeto análogo ao PSAG, em termos financeiros e de estrutura, para a Amazônia. Mas as quatro instituições da região que produzem conhecimento novo em hidrogeologia de forma minimamente constante, ainda que não muito frequente (CPRM, INPA, UFAM e UFPA), não são suficientes para sustentar uma iniciativa deste porte. Seria necessá-

rio, antes, um período análogo à segunda fase de pesquisas do SAG, na região. No ritmo atual de pesquisas, de formação de pessoal e de estrutura, isto implicaria demora de mais de duas décadas para que um grande projeto científico em aquíferos amazônicos pudesse ser iniciado.

Conclusões

Apesar do grande volume de água superficial existente na Amazônia, a água subterrânea é fundamental para a população, a economia e a biota da região. Tal relevância está aumentando, por causa de fatores como as mudanças climáticas, que intensificam eventos extremos de cheias e vazantes nos rios, o desmatamento, que altera o regime hidrológico de rios e aquíferos, e a contaminação da água subterrânea e superficial. Mas o conhecimento existente sobre os aquíferos amazônicos, gerado a partir de dados primários, é escasso e pontual. Informações como a sua extensão territorial, o volume de água armazenado, as direções regionais de fluxo, a conectividade hidráulica entre diferentes formações geológicas, as interações regionais entre corpos superficiais e subterrâneos de água, as relações de dependência entre hidrologia subterrânea e meio biótico, são desconhecidas. Ou seja, não há dados para fazer previsões dos impactos causados pelas mudanças em curso nos aquíferos.

O histórico de levantamentos realizados no Sistema Aquífero Guarani (SAG) é um bom exemplo do esforço necessário para identificar as características mais importantes de aquíferos de grande escala. Ao todo, foram quase 40 anos de estudos para definir, com precisão aceitável, as informações que subsidiam a gestão do SAG. Nos primeiros 30 anos, a evolução do conhecimento foi lenta, e gerada principalmente pelas iniciativas individuais de pesquisadores em universidades. Por outro lado, este processo sempre gerou conhecimento público, ao contrário do que geralmente ocorre com consultorias privadas, e permitiu que novos pesquisadores fossem capacitados, criando uma estrutura de pesquisa maior e multiplicando o conhecimento. No fim da década de 1990 ainda restavam dúvidas importantes a respeito do SAG, como sua recarga, a área total, as zonas de descarga e a direção regional de fluxo. Estas questões, de difícil investigação, só foram sanadas com a execução, entre 2003 e 2009, de um grande projeto de pesquisa, denominado PSAG. Seu custo foi de aproximadamente R\$ 45 milhões, e sua execução realizada por mais de 300 profissionais de universidades, centros de pesquisa e empresas

privadas dos quatro países onde o SAG ocorre. A capacitação de pessoal durante o longo período anterior de pesquisas foi fundamental. Mas ainda hoje restam dúvidas relevantes a respeito do SAG. Prova disso é um edital da Agência Nacional de Águas (ANA), atualmente em desenvolvimento, com o objetivo de definir a vulnerabilidade do SAG em sua área de afloramento, no valor de R\$ 5 milhões.

Em 2010, a ANA contratou uma empresa de consultoria para avaliar todos os grandes aquíferos sedimentares da Amazônia, em um prazo de dois anos e meio. Comparando a iniciativa com o histórico do SAG, este projeto deve ser considerado apenas como uma fase inicial de levantamentos, análogo ao que foi feito há quase 40 anos naquele aquífero. Na Amazônia, ainda não há estrutura de pesquisa suficiente para que um projeto do porte do Projeto Sistema Aquífero Guarani (PSAG) seja executado. Existem apenas quatro instituições que possuem produção razoavelmente contínua de conhecimento em água subterrânea: CPRM, INPA, UFAM e UFPA. Portanto, se o processo de evolução do conhecimento sobre os aquíferos amazônicos for feito sem coordenação e sem investimentos específicos em estrutura e formação de pessoal, como na segunda fase de levantamentos do SAG, serão necessários mais de 20 anos de iniciativas dispersas para que uma estrutura semelhante àquela usada no PSAG surja. Só então um projeto na mesma escala poderia ser iniciado. Mas a intensificação dos eventos extremos de variação dos níveis dos rios, o avanço das contaminações nas cidades associados à alta vulnerabilidade dos aquíferos sedimentares superficiais, e o contínuo desmatamento fazem com que a questão da água subterrânea na Amazônia tenha mais urgência. A evolução das mudanças será mais rápida nos próximos 40 anos do que foi nas últimas décadas.

A constituição de centros de pesquisa de água na região (visando também o ensino), a cooperação entre as instituições já existentes e a coordenação dos esforços científicos certamente farão com que não sejam necessários mais 40 anos para que conheçamos os aquíferos amazônicos e, principalmente, o seu papel no equilíbrio ecológico de toda a região.

Ingo Wahnfried é geólogo, doutor em Hidrogeologia e professor adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

iwahnfried@ufam.edu.br

Emílio Alberto Amaral Soares é geólogo, doutor em Sedimentologia e professor adjunto do Departamento de Geociências da Universidade Federal do Amazonas.

esoes@ufam.edu.br

ECOLOGIA DAS ÁREAS
ALAGÁVEIS AMAZÔNICAS
O CONHECIMENTO SUBSIDIANDO
O USO SUSTENTÁVEL

Maria Teresa Fernandez Piedade
Wolfgang J. Junk
Jochen Schöngart
Florian Wittmann

A Amazônia é rica em recursos hídricos, porém o seu manejo é insuficiente para aproveitar esse imenso potencial. A principal causa deste paradoxo se deve ao fato de que o conhecimento científico e tecnológico já produzido não está sendo aplicado na prática. O investimento em pesquisa aplicada e no desenvolvimento de novas opções ainda é insuficiente. Faltam projetos acoplando ciência e prática para transferir conhecimento e desenvolver e testar novos sistemas de manejo.

Introdução

O manejo sustentável dos recursos naturais renováveis de áreas alagáveis é um dos maiores desafios para o desenvolvimento da Amazônia. Entretanto, encontrar uma equação que equilibre as informações e achados dos cientistas, os anseios dos ambientalistas e as opiniões de políticos e empresários não tem sido um exercício fácil. A recente discussão sobre o Código Florestal Brasileiro mostrou claramente as diferenças de pontos de vista e interesses e a dificuldade de construir para o Brasil uma legislação florestal moderna e justa que, em última instância, impeça a degradação ambiental e propicie qualidade de vida às populações, especialmente aos pequenos produtores rurais.

As áreas alagáveis amazônicas abrigam mais de 60% da população rural da Amazônia, em sua maioria localizada ao longo das várzeas de maior fertilidade. São cerca de 2 milhões de pessoas, considerando apenas os estados do Amazonas e Pará.¹ Embora seja comum pensar que o conjunto de informações científicas aglutinado sobre esses ambientes ainda é insuficiente para a construção e aplicação de modelos de desenvolvimento sustentáveis, esta afirmação está longe da realidade. Somente sobre as áreas alagáveis de várzea, entre 5 e 6 mil artigos científicos já foram produzidos. Embora muitos deles tratem de questões específicas e pontuais, há trabalhos de síntese com robustez suficiente para fundamentar decisões político-ambientais que possam fazer frente aos desafios da demanda de desenvolvimento econômico da região e do país, com benefícios para sua população.

Podemos afirmar que o Rio Amazonas e seus maiores tributários, bem como suas várzeas são os corpos de água mais estudados do Brasil. Como essa área integra a descarga de toda a bacia de drenagem, ela é um bom indicador do estado de conservação da região. Ainda que a bacia Amazônica tenha passado por dramáticas mudanças ocasionadas por pressões de desenvolvimento e aumento populacional, o somatório dos impactos ainda não é tão agudo, de forma que ela ainda se constitui na última fronteira para estudos e manutenção de recursos vitais, como a água. Assim, a incorporação prática de novos conceitos, métodos e tecnologias para o uso sustentável desses ambientes e seus recursos naturais, incluindo os recursos hídricos, configura-se como nosso maior desafio.

¹ IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censos demográficos*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

Precipitação e pulso hidrológico como reguladores das áreas alagáveis

- ² DENEVAN, W. M. The aboriginal population of Amazonia. In: DENEVAN, W. M. (Org.). *The Native Population of the Americas in 1492*. Madison: University of Wisconsin Press, 1976. p. 205-234.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censos demográficos*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- ³ JUNK, W. J. Wetlands of Tropical South America. In: WHIGHAM, D.; DYKJJOVÁ, D. & HEJN, S. (Orgs.). *Wetlands of the World: Inventory, Ecology and Management*. v. 1. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1993. p. 679-739.
- ⁴ JUNK, W. J. Wetlands of Tropical South... *Op. cit.*
- JUNK, W. J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, M. & WITTMANN, F. A classification of major Amazonian wetlands. *Wetlands*, 31(4):623-640, 2011.
- ⁵ SIPPEL, S. J.; HAMILTON, S. K.; MELACK, J. M. & CHOUDHURY, B. J. Determination of inundation area in the Amazon river floodplain using SMMR 37 GHz polarization difference. *Remote Sensing Environmental*, 48:70-76, 1994.
- ⁶ RICHEY, J. E.; MERTES, L. A. K.; DUNNE, T.; VICTORIA, R. L.; FORSBERG, B. R.; TANCREDI, A. C. N. S. & OLIVEIRA, E. Sources and routing of the Amazon river flood wave. *Global Biogeochemical Cycles*, 3:191-204, 1989.
- ⁷ PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.; D'ANGELO, S. A.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. & LOPES, A. Aquatic herbaceous plants of the Amazon floodplains: state of the art and research needed. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 22:165-178. 2010.

Devido à alta precipitação sazonal em grandes partes da Bacia Amazônica e à baixa inclinação dos terrenos, as áreas úmidas ao longo dos grandes rios amazônicos são anualmente inundadas por uma coluna de água que em Manaus tem o valor médio de 10m, com picos de inundação de até 16m. As várzeas ocorrem ao longo de rios que se originam da região dos Andes, com águas brancas e alta carga sedimentar. Os sedimentos anualmente depositados na várzea são relativamente ricos em nutrientes, suportando altas produtividades e, como consequência, essas são as regiões rurais mais densamente povoadas da Amazônia, historicamente e na atualidade.² Já os igapós são inundados por rios que se originam de escudos geologicamente antigos, como o escudo Central Brasileiro e o escudo das Guianas; suas águas são pobres em sedimentos, ácidas e de coloração escura pela acumulação e decomposição de matéria orgânica. Consequentemente, os igapós são muito pobres em nutrientes, o que se reflete em uma baixa densidade de população humana ao longo dos rios de água preta ou clara. Juntos, várzeas e igapós cobrem cerca de 400.000km² das áreas úmidas associadas aos grandes rios amazônicos (200.000 a 300.000km² – várzea; 100.000 a 150.000km² – igapó),³ dentre os mais de 1,5 milhão de km² de áreas úmidas estimados para a região⁴.

Na Amazônia Central, o período de subida das águas dura até 8 meses, enquanto a vazante leva em torno de 4 meses, indicando a flutuação sazonal do nível dos rios (figura 1). A extensão da área total inundada varia entre diferentes anos, em dependência do nível do rio e da precipitação.⁵ Durante a fase terrestre, as áreas alagáveis podem ser reduzidas a apenas 20% da área total inundada no pico da fase aquática. Por outro lado, por meio de cálculos de descarga e estudos isotópicos,⁶ estimou-se que as áreas inundáveis contribuem com 30% do balanço total de água fluindo no canal principal do rio.

A várzea e o igapó são ecossistemas com diversidade relativamente baixa de plantas herbáceas,⁷ porém, as florestas alagáveis amazônicas são as mais ricas em espécies arbóreas dentre as florestas alagáveis do mundo⁸. Junk & Piedade⁹ identificaram aproximadamente 400 espécies de herbáceas na várzea da Amazônia Central. Tais espécies podem ser classificadas, conforme seus hábitos, em plantas terrestres e aquáticas, e as aquáticas em submersas, flutuantes,

- ⁸ WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MÖTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDEDE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L. & WORBES, M. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon basin. *Journal of Biogeography*, 33:1.334-1.347, 2006.
- ⁹ JUNK, W. J. & PIEDEDE, M. T. F. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: Species diversity and adaptations to the flood pulse. *Amazoniana*, Alemanha, v. XII(3):467-484, 1993.
- ¹⁰ JUNK, W. J. & PIEDEDE, M. T. F. Plant life in the floodplain with special reference to herbaceous plants. In: JUNK, W. J. (Org.). *The Central Amazonian Floodplain: Ecology of a Pulsing System*. 1. ed. Berlin: Springer Verlag, 1997, p. 187-206. PIEDEDE, M. T. F.; JUNK, W. J.; D'ANGELO, S. A.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. & LOPES, A. *Op. cit.*
- ¹¹ PIEDEDE, M. T. F.; JUNK, W. J. & LONG, S. P. The Productivity of the C_4 Grass *Echinochloa polystachya* on the Amazon Floodplain. *Ecology*, 72(4):1.456-1.463, 1991.
- ¹² BALSLEV, H.; LUTEYN, J.; ØLLGAARD, B. & HOLM-NIELSEN, L. B. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botanica*, 92: 37-57, 1987. NEBEL, G.; DRAGSTED, J. & SALAZAR VEGA, A. Litter fall, biomass and net primary production in floodplain forests in the Peruvian Amazon. *Forest Ecol. Manag.*, 150:93-102, 2001. WITTMANN, F.; ANHUF, D. & JUNK, W. J. Tree species distribution and community structure of central Amazonian várzea forests by remote sensing techniques. *Journal of Tropical Ecology*, 18:805-820, 2002.

enraizadas com folhas flutuantes, ou emergentes¹⁰ – algumas com as taxas mais altas de produção primária já reportadas na literatura¹¹. Entretanto, não existem estimativas confiáveis sobre a riqueza florística da vegetação herbácea nos igapós.

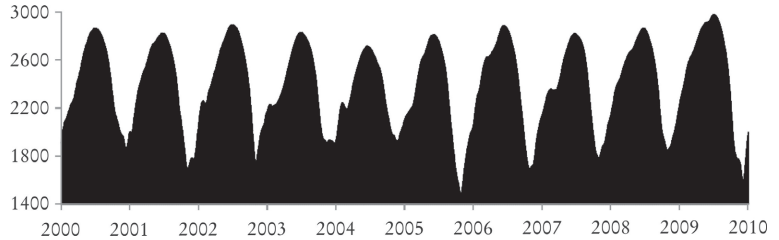


Figura 1: Nível de água do Rio Negro no porto de Manaus (Superintendência Estadual de Navegação, Portos e Hidrovias - SNPH).

Dependendo do nível e da duração da inundação periódica, florestas de várzea podem apresentar até 170 espécies arbóreas/ha (acima de 10cm de diâmetro).¹² A revisão do número de espécies arbóreas em mais de 30 sítios distribuídos por toda a Bacia Amazônica revelou a ocorrência de mais de 1.000 espécies arbóreas de várzea tolerantes à inundação.¹³ Em termos botânicos estas florestas são relativamente bem conhecidas. A taxonomia de mais de 450 espécies arbóreas de várzea já foi descrita antes da segunda metade do século XIX, por somente oito taxônomos (Bentham, Martius, Aublet, De Candolle, Spruce, Poeppig, Linné e Willdenow). Isso reflete o fácil acesso a estas florestas pelos eixos de colonização, os rios; por outro lado, demonstra que muitas espécies arbóreas ocorrem amplamente distribuídas ao longo dos rios principais. Hoje, existem cerca de 60 inventários publicados de espécies arbóreas em florestas de várzea, abrangendo uma área inventariada de cerca de 100 hectares e 40.000 coletas de indivíduos herborizados.¹⁴ Porém, devido à grande extensão das várzeas amazônicas e o alto valor extrativista de suas florestas, estes números podem ser considerados baixos, principalmente porque a maioria dos inventários se encontra ao longo do sistema Solimões-Amazonas. Na Amazônia Central, modelagens da diversidade arbórea demonstram grandes lacunas ao longo dos afluentes tanto no lado direito (Sul), quanto no lado esquerdo (Norte) do sistema Solimões-Amazonas.

Se o número de áreas inventariadas em florestas de várzea demonstra grandes lacunas, a modelagem da diversi-

- WITTMANN, F.; JUNK, W. J. & PIEDADE, M. T. F. The várzea forests in Amazonia: Flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. *Forest Ecology and Management*, 196:199-212, 2004.
- ¹³ WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L. & WORRES, M. *Op. cit.*
- ¹⁴ WITTMANN, F., SCHÖNGART, J. & JUNK, W. J. Phytogeography, species diversity, community structure and dynamics of Amazonian floodplain forests. In: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. & PAROLIN, P. (Eds.). *Amazonian Floodplain forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Heidelberg, Berlin, New York: Springer Verlag, 2010. p. 61-104. (Ecological Studies 210)
- ¹⁵ WITTMANN, F., SCHÖNGART, J. & JUNK, W. J. *Op. cit.*
- ¹⁶ FERREIRA, L. V. Effect of flooding duration on species richness, floristic composition and forest structure in river margin habitats in Amazonian blackwater floodplain forests: Implications for future Design of protected areas. *Biodiversity and Conservation*, v. 9, p. 1-14, 1976.
- FERREIRA, L. V. Ecosystem recovery in terra firme forest after cutting and burning: A comparison on species richness, floristic composition and forest structure in the Jaú National Park. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 2, n. 130, p. 97-110, 1999.
- ¹⁷ PRANCE, G. T. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia*, 31:26-38, 1979.
- AYRES, J. M. As matas de várzea do Mamirauá. In: SOCIEDADE CIVIL MAMIRAUÁ (Ed.). *Estudos de*

dade de florestas de igapó hoje é praticamente impossível. O banco de dados sobre essas florestas contém menos de 20 hectares inventariados e acessíveis na literatura, com aproximadamente 11.000 coletas de indivíduos herborizados.¹⁵ Com poucas exceções, todos os inventários florísticos se encontram ao longo do baixo Rio Negro, perto da cidade de Manaus, ou cerca de 150km rio acima, no Parque Nacional Jaú.¹⁶ Estes inventários listam aproximadamente 500 espécies arbóreas de igapó tolerantes à inundação, com uma riqueza máxima de 140 espécies/hectare. Embora ainda controversamente discutido na literatura, florestas de igapó parecem ser menos ricas em espécies do que as equivalentes de várzea.¹⁷ Porém, a questão continua em aberto devido à falta de inventários florísticos nos rios de água preta. Além disso, existe pouca informação sobre a distribuição das espécies ao longo do gradiente de inundação, e nenhuma informação se e como a biodiversidade no igapó será afetada por mudanças climáticas.

Além das áreas úmidas associadas aos grandes rios da região, a Bacia Amazônica consiste de vários outros tipos de áreas úmidas pouquíssimo estudados. O sistema aluvial drena o excesso de água tão devagar que muitas áreas interfluviais são inundadas por água superficial durante a época chuvosa.¹⁸ Os milhares de rios pequenos (localmente chamados de igarapés) que drenam a terra firme amazônica reagem localmente à alta precipitação, sendo caracterizados por um pulso de inundação não-previsível e polimodal (“inundação relâmpago” sensu Junk¹⁹). As áreas ripárias destes rios pequenos, chamadas de baixios são fisionalmente diferentes tanto das áreas de terra firme quanto das áreas periodicamente alagáveis. As plantas herbáceas e arbóreas dos baixios, por sua vez, toleram inundações de algumas horas até várias semanas. Além de tolerar a alagação, as fanerógamas desses habitats crescem sobre solos arenosos e ácidos, muito lixiviados e com baixos conteúdos de nutrientes.²⁰ Apesar de cobrirem enormes áreas, há poucos estudos florísticos e ecológicos nos baixios amazônicos, cuja composição de flora herbácea é praticamente desconhecida.

Um tipo de vegetação amazônica frequentemente associada a solos hidromórficos é a Campina. Este ecossistema se estabelece em solos arenosos e oligotróficos, muitas vezes mal drenados por causa da formação de um horizonte C impermeável. A vegetação varia de savana aberta (Campina) a savana arbustivo-arbórea (Campinarana) em transição com as Florestas Ombrófilas de Terra Firme. Sua ocor-

- Mamirauá*. vol. 1. Brasília: CNPq, 1993. 123 p.
- WITTMANN, F., SCHÖNGART, J. & JUNK, W. J. *Op. cit.*
- ¹⁸ JUNK, W. J. Wetlands of Tropical South... *Op. cit.*
- JUNK, W. J.; PIEDEDE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, M. & WITTMANN, F. *Op. cit.*
- ¹⁹ JUNK, W. J. Wetlands of Tropical South... *Op. cit.*
- ²⁰ CASTILHO, C. V.; MAGNUSSON, W. E.; ARAUJO, R. N. O.; LUIZÃO, R. C. C.; LUIZÃO, F. J.; LIMA, A. P. & HIGUCHI, N. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian forest: effects of soil and topography. *Forest Ecology and Management*, 234:85-96, 2006.
- ²¹ DALY, D. C. & PRANCE, G. T. Brazilian Amazon. In: CAMPBELL, D. G. & HAMMOND, H. D. (Eds.). *Floristic inventory of tropical countries: the status of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future*. New York Botanical Garden, Bronx, 1989. p. 401-426.
- ²² JORDAN, C. F. Soils of Amazon Rain Forest. In: PRANCE, G. & LOVEJOY, T. *Amazonia*. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 83-93.
- ²³ GENTRY, A. H. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, 75:1-34, 1988.
- HUBER, O. Significance of savanna vegetation in the Amazon territory of Venezuela. In: PRANCE, G. T. (Ed.). *Biological diversification in the tropics*. New York: Columbia University Press, 1982. p. 221-244.
- ²⁴ KLINGE, H.; MEDINA, E. & HERRERA, R. Studies on the ecology of Amazon Caatinga forest in southern Venezuela. *Acta Cient. Venez.*, 28:270-276, 1977.

rência é, com frequência, fragmentada e insular, mas muito comum na parte central e sul da bacia. Sua cobertura total na Amazônia foi estimada em 400.000km².²¹ Há pouca informação sobre a flora e ecologia das plantas herbáceas e arbóreas nas Campinas amazônicas. A vegetação, de características xeromórficas,²² é geralmente pobre em espécies arbóreas, mas contém um elevado grau de plantas endêmicas²³. Uma característica distinta é a formação de uma camada expressiva de raízes finas na superfície do solo, que pode chegar a espessuras de vários metros, e que é interpretada como adaptação das espécies arbóreas à falta de nutrientes e à alagação.²⁴ A campina contém vários elementos das florestas de igapó e das florestas montanas do escudo das Guianas.²⁵ A composição florística e ecologia das suas espécies são pouco descritas. Estudos dendro-ecológicos recentes em Campinas da Amazônia Central indicam algumas espécies arbóreas com as maiores idades já encontradas na Bacia Amazônia. (J. Schöngart, comunicação pessoal)

O pulso de inundação e os ribeirinhos

Embora as cheias e secas ocorram sempre no mesmo período do ano, a amplitude do pulso e os níveis máximos e mínimos podem variar bastante entre os anos (figura 1), o que pode criar problemas sérios para os ribeirinhos. Agricultura, pecuária, silvicultura, pesca e a qualidade de vida dessas populações dependem dos picos de cheia e seca, como foi demonstrado durante a seca forte no fim do ano de 2005 e a grande cheia de 2009. Os ribeirinhos convivem muito bem com cheias normais, que deixam as partes mais altas da várzea fora da água, porém, quando cheias grandes que inundam também essas porções ocorrem, a situação dessas populações pode ficar crítica. Isto se dá porque muitas plantações não toleram a inundação completa e demorada, e o gado deve ser transferido para marombas (currais flutuantes) ou para pastos na terra firme, o que é oneroso.

Durante uma seca pronunciada, o abastecimento dos ribeirinhos com itens alimentares e domésticos e o escoamento dos produtos locais para os mercados são interrompidos, uma vez que os rios amazônicos ainda continuam sendo as principais vias de transporte de bens e pessoas na Amazônia central. Assim, uma previsão do nível máximo e mínimo de água é de suma importância, porque ela pode adiantar atividades de coleta na agricultura durante a cheia e incentivar a estocagem dos bens principais em centros comerciais, antes que os rios e canais fiquem inviáveis.

²⁵ BONGERS, F.; ENGELEN, D. & KLINGE, H. Phytomass structure of natural plant communities on spodosols in southern Venezuela: the Bana woodland. *Vegetatio*, 63:13-24, 1985.

²⁶ SCHÖNGART, J. & JUNK, W. J. Forecasting the flood-pulse in Central Amazonia by ENSO-indices. *Journal of Hydrology*, 335:124-132, 2007.

²⁷ TRENBERTH, K. E. Uncertainty in Hurricanes and Global Warming. *Science*, 308:1.753-1.754, 2005.

²⁸ IPCC. *Climate Change 2007. The Physical Science Basis: Summary for Policymakers and Technical Summary*. Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, Switzerland: WMO & UNEP, 2007.

²⁹ MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; ALVES, L. M.; SOARES, W. R. & RODRIGUEZ, D. A. The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, 38: L12703, doi:10.1029/2011GL047436, 2011.
PIEADADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F.; PAROLIN, P. & JUNK, W. Impactos da inundação e seca na vegetação de áreas alagáveis amazônicas. In: BORMA, L. S. & NOBRE, C. (Orgs.). *Secas na Amazônia: causas e consequências*. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 268-305.

As primeiras previsões das cheias foram fornecidas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) tomando como base a análise estatística dos dados das enchentes dos anos anteriores. Também a Agência Nacional de Águas (ANA) desenvolveu um modelo com base estatística. Mais recentemente foi desenvolvido outro método, que pode complementar os métodos estatísticos. Ele se baseia no fato de que o nível máximo do Rio Amazonas é correlacionado com as temperaturas superficiais do mar (TSMs) no Oceano Pacífico, fenômenos bem conhecidos como El Niño e La Niña. O aumento de TSMs indica anos de El Niño, causando pouca chuva na maior parte da bacia Amazônica e baixos picos de enchentes. Em anos de La Niña ocorre o contrário.²⁶ A combinação das previsões de ambos os métodos pode aumentar o grau de segurança para os ribeirinhos.

As secas na Amazônia Central podem ser correlacionadas com as temperaturas do Atlântico Tropical Norte. Naquela região do oceano se formam ciclones quando as TSMs aumentam. Também é observada uma correlação forte com a frequência e intensidade dos ciclones no Atlântico Tropical Norte, expressada pelo índice de energia acumulada de ciclones (Accumulated Cyclone Energy Index, ACE). Em anos com ACEs >117% (anos que são considerados com alta atividade de formação de ciclones)²⁷, muita umidade é transportada do Oceano Atlântico para o Caribe e o Golfo de México através de ciclones. Conseqüentemente, menos massas de ar úmido entram na Amazônia pelos ventos alísios, deixando o nível mínimo do Rio Solimões/Amazonas em média cerca de 1,9m mais baixo de que em outros anos (tabela 1). As recentes secas severas dos anos de 2005 e de 2010 são associadas com ACEs de 248% e 165%, respectivamente. O aumento de TSMs previstos tanto no Atlântico Tropical Norte quanto no Pacífico Equatorial pelos modelos climáticos²⁸ podem, possivelmente, causar mudanças nos ciclos hidrológicos do Rio Amazonas e seus afluentes²⁹.

Tabela 1: Correlação do nível mínimo do Rio Negro em Manaus e o índice de energia acumulado de ciclones (ACE). Um simples teste T indica que em anos com alta atividade de ciclones ocorrem secas significativamente mais severas que em outros anos.

1950-2005	ACE >117% (n=24)	Outros anos (n=32)	Valor T
Nível mínimo da água	17.04±1.75	18.59±1.89	t=3.19 (p<0.01)

Fonte: JUNK, W. J. *et al.* Op. cit. 2010.

O aproveitamento das várzeas: conceito do uso múltiplo

As várzeas são áreas nas quais a ecologia é determinada pelo pulso de inundação. O “Conceito de Pulso de Inundação” que descreve os impactos deste pulso foi publicado em 1989.³⁰ Um exemplo deste impacto é apresentado na figura 2, que indica as migrações dos organismos entre o rio, a várzea e a terra firme durante o ciclo hidrológico. Este conceito forma a base teórica para o manejo sustentável da várzea. Existem ainda muitos trabalhos sobre a pesca, a agricultura, a pecuária e a silvicultura. O resumo mais completo com dados novos foi publicado em 2000 no livro *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*.

³⁰ JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B. & SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Special Publication of the Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106:110-127, 1989.

³¹ JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F. & SCHÖNGART, J. The Role of Floodplain Forests in an Integrated Sustainable Management Concept of the Natural Resources of the Central Amazonian Várzea. In: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. & PAROLIN, P. (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests*. *Op. cit.*, 2010. p. 485-509.

³² NODA, S. N.; NODA, H. & SANTOS, H. P. dos. Family Farming Systems in the Floodplains of the State of Amazonas. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 215-242.
LIMA, D. *Diversidade socioambiental nas várzea dos Rios Amazonas e Solimões: Perspectivas para o desenvolvimento da sustentabilidade*. Manaus: ProVárzea/IBAMA, 2005. 416 p.

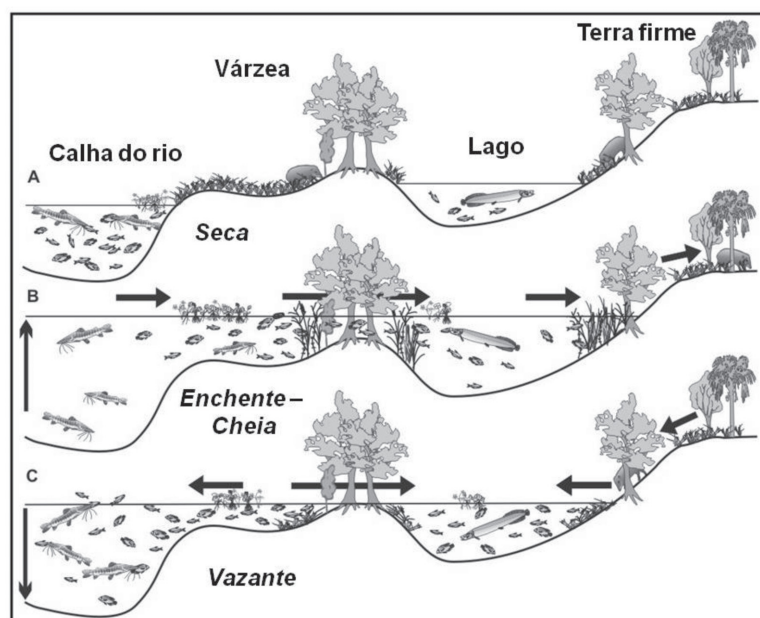


Figura 2: Migração de peixes e mamíferos terrestres entre a calha do rio, lagos de várzea, área alagável e terra firme, respectivamente, em diferentes períodos do ciclo hidrológico.³¹

Além dos fatores ambientais, os aspectos socioeconômicos e jurídicos são de importância fundamental para o aproveitamento da várzea. Vários estudos descrevem a situação social e econômica do ribeirinho, o uso da terra e a distribuição das tarefas dentro das famílias e nas comunidades.³² Igual interesse desperta a questão fundiária, que é muito complexa e até hoje contraditória. As várzeas e igapós são bens da União. Apesar da falta de títulos legais,

³³ MCGRATH, D. G. & GAMA, A. S. P. da. A situação fundiária da várzea do Rio Amazonas e experimentos de regularização fundiária nos estados do Pará e do Amazonas. In: BENFATTI, J. H. et al. (Eds.). *Op. cit.*, 2005. p. 35-52.

³⁴ VIEIRA, R. dos S. Legislation and the use of Amazonian floodplains. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 505-533.

³⁵ SURGIK, A. C. S. Estrudo Jurídico para a várzea Amazônica. In: BENFATTI, J. H. et al. (Eds.). *Op. cit.*, 2005. p. 15-32.

³⁶ TRECCANI, G. D. Identificação e análise dos diferentes tipos de apropriação da terra e suas implicações para o uso dos recursos naturais renováveis da várzea Amazônica, no imóvel rural, na área de Gurupá. In: BENFATTI, J. H. et al. (Eds.). *Op. cit.*, 2005. p. 55-74.

³⁷ BENATTI, J. H. Aspectos jurídicos e fundiários da várzea: uma proposta de regularização e gestão dos recursos naturais. In: BENFATTI, J. H.; SURGIK, A. C. S.; TRECCANI, G. D.; MCGRATH, D. G. & GAMA, A. S. P. da (Eds.). *A questão fundiária e o manejo dos recursos naturais da várzea: análise para a elaboração de novos modelos jurídicos*. Manaus, Brasil: ProVárzea/IBAMA, 2005. p. 77-100.

BENATTI, J. H. Proposals, experiences, and advances in the legalization of land tenure in the várzea. In: PINEDO-VASQUEZ, Miguel; RUFFINO, Mauro L.; PADOCH, Christine & BRONDÍZIO, Eduardo S. (Orgs.). *The Amazon Várzea: The Decade Past and the Decade Ahead*. New York: Springer Science+Business Media B. V., 2011. p. 67-82.

³⁸ BAYLEY, P. B. & PETREIRE, M. Jr. Amazon fisheries: Assessment methods, current

existem propriedades privadas reconhecidas, ou questionadas pela população local, e um mercado de terra, com compra e venda constante em áreas de várzea, o que gera uma situação de insegurança legal e de conflitos de terra e de uso dos recursos. Existe interesse crescente em regularizar a propriedade privada para obter benefícios como o crédito rural. McGrath & Gama³³ fornecem uma análise pormenorizada deste problema. A base legal do aproveitamento dos recursos da várzea foi abordada por Vieira³⁴ e Surgik³⁵, e diferentes aspectos de apropriação de terra por Treccani³⁶ e Benatti³⁷. O impacto jurídico das mudanças propostas no Código Florestal, para o uso das terras de várzea e igapó ainda não pode ser previsto.

Pesca

O potencial pesqueiro da Bacia Amazônica pode chegar a 900.000t ano⁻¹,³⁸ representando papel importante para o abastecimento da população com proteína animal de alta qualidade e de acesso relativamente fácil. A produção pesqueira foi estimada em 425.000t ano⁻¹ por Bayley³⁹. Deste total, cerca de 79% são consumidos no Brasil e 20% no Peru. Isso significa que o potencial pesqueiro brasileiro ainda não é completamente aproveitado. Mais da metade do pescado é capturado por pescadores artesanais que, com essa atividade, contribuem substancialmente para a economia familiar dos ribeirinhos ao longo de todos os grandes rios da bacia Amazônica. Cerca de 200 espécies são consumidas, porém, somente de 6 a 12 espécies contribuem para mais de 80% do pescado vendido nos mercados das cidades.⁴⁰

O número crescente de barcos pesqueiros e uma legislação em parte contraditória criaram conflitos entre ribeirinhos e pescadores profissionais. O manejo centralizado dos estoques pesqueiros pelos governos brasileiros e peruanos não conseguiu resolver os problemas. Por isso, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) começou, no início dos anos de 1990, experimentos de manejo descentralizado e participativo dos estoques pesqueiros, passando parte das responsabilidades e direitos para as comunidades (reserva de lagos, acordos de pesca). Este tipo de administração estimula as comunidades a investir no manejo sustentável dos estoques pesqueiros e proteger a integridade ecológica dos lagos. Contratos regularizam o acesso dos pescadores profissionais aos lagos. Outra abordagem é o estabelecimento de reservas de manejo sustentável, como é o caso da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, em Tefé, no

status, and management options. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106:385-398, 1989.

³⁹ BAYLEY, P. B. *Fisheries and aquatic biodiversity management in the Amazon*. Desk Study. 98/055 CP-RLC to Food and Agriculture Organization. Rome: UN, 1998. 55 p.

⁴⁰ BARTHEM, R. B. & FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Ed.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: IBAMA/ProVárzea, 2004. p. 17-62.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. & BAYLEY, P. G. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries and habitats. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 10(2):153-173, 2007.

⁴¹ VIANA, J. P.; DAMASCENO, J. M. B. & CASTELLO, L. Desarrollo del manejo pesquero comunitario en la Reserva de Mamirauá, Amazonas, Brasil. In: CAMPOS-ROZO, C. & ULLOA, A. (Eds.). *Fauna Socializada: tendencias en el manejo participativo de la fauna en America Latina*. Bogotá: Fundación Natura, MacArthur Foundation, Instituto Colombiano de Antropología e Historia, 2003. p. 335-351.

ALMEIDA, O. T.; LORENZEN, K.; MCGRATH, D. & RIVERO, S. L. M. Impacts of the Comanagement of Subsistence and Commercial Fishing on Amazon Fisheries. In: PINEDO-VASQUEZ, Miguel; RUFFINO, Mauro L.; PADOCH, Christine & BRONDÍZIO, Eduardo S. (Orgs.). *The Amazon Várzea - The Decade Past and the Decade Ahead*. New York: Springer, 2011. v. 300, p. 270-276.

⁴² ACUÑA, C. Novo descobrimento do grande rio das Amazonas. *Rev. Inst. Hist. e Geogr. Bras.*, 28(2):163-265, 1865.

Rio Solimões. Ainda que seja relativamente cedo para avaliar os impactos positivos e negativos destas abordagens para a pesca em geral e sobre os estoques pesqueiros, impactos positivos já foram registrados para os estoques do Pirarucu⁴¹, embora este tipo de manejo não seja adequado para espécies migratórias.

O manejo participativo descentralizado tem o potencial de reagir aos eventos hidrológicos extremos. Durante secas pronunciadas, muitos lagos ficam isolados dos canais dos rios e muitos deles secam completamente. Os peixes presos nestes lagos morrem e estragam a água. A reciclagem da matéria orgânica acontece principalmente por meio de microorganismos, sendo pequeno o benefício para a rede alimentar natural. São assim perdidas dezenas de milhares de toneladas de pescado em anos de estiagens fortes, biomassa que poderia ser utilizada sem problema para o ecossistema. Os ribeirinhos conhecem esses lagos e podem indicá-los para o IBAMA. Outro desafio, este para a indústria local, é o desenvolvimento de equipamentos simples para a produção e estocagem de farinha de peixe nas zonas rurais. A baixa umidade de ar, alta insolação e falta de chuva do período de seca podem facilitar o processo. Conhecimento sobre o processamento de peixes miúdos existe em outros países tropicais, por exemplo, no Camboja, onde peixes de 10 e 20cm de comprimento são processados para o consumo humano.

Piscicultura

A piscicultura não tem longa tradição na Amazônia. Os índios estocaram peixes em tanques,⁴² mas a piscicultura não foi praticada, provavelmente por causa da alta abundância de peixes nos rios e lagos. Os primeiros experimentos de piscicultura foram realizados em Belém, em 1920, por Rudolpho von Ihering e continuados por Pedro de Azevedo no nordeste do Brasil.⁴³ Hoje, 17 espécies são cultivadas na Amazônia Brasileira, sendo três delas exóticas: *Cyprinus carpio*, *Oreochromus niloticus* e *Tilapia* sp.. Existem 4.319 piscicultores que desenvolvem suas atividades em uma área total de 3.000ha, sendo 2.500 radicados no Acre.⁴⁴ Cerca de 60% deles usam métodos extensivos e apenas 1,8% praticam piscicultura intensiva. A produção média no Estado do Amazonas chega a 4,5t/ha⁻¹/ano⁻¹. Tambaqui (*Colossoma macropomum*) e a matrinchá (*Brycon melanopterus*) são cultivados com sucesso em tanques perto de Manaus e alimentados com pellets específicos. São vendidos quando a oferta das espécies pela pesca é baixa e o preço é alto. Tambaqui,

⁴³ IHERING, R. von & AZEVEDO, P. A curimatá dos açudes nordestinos (*Prochilodus argenteus*). *Arq. Inst. Biol. São Paulo*, 5:142-184, 1934. IHERING, R. von & AZEVEDO, P. A desova e a hipofixação dos peixes. Evolução de dois Nomatognatas. *Arq. Inst. Biol. São Paulo*, 7:107-118, 1936.

⁴⁴ VAL, A. L.; ROLIM, P. R. & REBELO, H. Situação atual da aquicultura na região Norte. In: VALENTI, W. C.; POLI, R. C.; PEREIRA, J. A. & BORGHETTI, J. R. (Eds.). *Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000. p. 246-266. JUNK, W. J.; SOARES, M. G. & BAYLEY, P. G. *Op. cit.*

⁴⁵ SARAIVA, N. A. M. *Diagnóstico da Piscicultura na área de expansão do Distrito Federal*. Monografia DEPECA-UFAM. Brasília, 2003.

pirarucu e matrinhã são também produzidos na Colômbia, Peru, Venezuela e Bolívia.

Apesar de resultados positivos do ponto de vista tecnológico, a piscicultura na Amazônia ainda se encontra no seu início. Falta de pesquisa, assistência técnica insuficiente, altos custos de produção e acesso difícil para créditos são fatores limitantes.⁴⁵ A disponibilidade de grandes quantidades de água limpa na bacia inteira favorece o desenvolvimento da piscicultura, porém, as grandes flutuações na disponibilidade de água durante o ciclo anual criam desafios técnicos para a construção dos tanques, tais como excesso de água durante temporais na época chuvosa, falta de água durante a época seca, grandes flutuações de nível de água nos rios e lagos.

Embora haja argumentos defendendo que a piscicultura na Amazônia não é economicamente viável, já que existe pesca regular das mesmas espécies, deve ser considerado que: 1) os estoques de espécies de alto valor estão em algumas áreas já fortemente reduzidos e os preços estão aumentando; 2) o desembarque é fortemente sazonal e resulta em períodos de baixa oferta; 3) a pesca é concentrada ao longo dos grandes rios, principalmente de água branca. Novos centros urbanos se desenvolvem ao longo das estradas longe dos centros de desembarque. Nestes, a piscicultura tem a vantagem de baixos custos de transporte do produto para o consumidor.

Atualmente, a piscicultura na Amazônia deveria ser considerada como atividade complementar para a pesca, para prover peixe de alta qualidade e de bom preço durante o ano inteiro. Em longo prazo, espécies nobres como tambaqui e pirarucu têm potencial para exportação. Entretanto, para isso, ainda falta uma produção em escala maior e regular com preço baixo e competitivo. Isso é possível, como foi demonstrado, por exemplo, no Vietnã. Este país, em duas décadas, estabeleceu uma piscicultura de bagres (*Pangasius*) com uma produção anual que já supera um milhão de toneladas por ano, sendo boa parte para exportação.

Agricultura

A agricultura apresenta potencial somente nas várzeas dos rios de água branca, onde os solos são férteis e os nutrientes são renovados durante as enchentes. A área de várzeas é estimada em 300.000km², porém, somente cerca de 5% servem para agricultura, uma vez que os terrenos devem apresentar os seguintes pré-requisitos: 1) estar situados na margem de canais e lagos conectados o ano inteiro.

- ⁴⁶ OLIVEIRA, L. A. de; MOREIRA, F. W.; FALCÃO, N. P. & PINTO, V. S. G. Floodplain soils of central Amazonia: Chemical and physical characteristics and agricultural sustainability. In: JUNK, W. J. J. et al. (Eds.). *The Central Amazon Floodplain... Op. cit.*, 2000. p. 129-140.
- GUTJAHN, E. Prospects for arable farming in the floodplains of the Central Amazon. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDEDE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 141-170.
- BUENO, C. R.; YUYAMA, K.; NODA, H.; FILHO, D. F. S.; MACHADO, F. M. & PAIVA, W. O. de. Non-Conventional Crops: A Feasible Alternative for Amazonian Floodplains. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDEDE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. p. 171-189.
- HUND, M. & OHLY, J. J. Permanent Crop Cultivation on Central Amazonian Floodplains. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDEDE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 191-213.
- NODA, S. N.; NODA, H. & SANTOS, H. P. dos. *Op. cit.*
- LIMA, R. de & SARAGOUSI, M. Floodplain Home Gardens in Brazil. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDEDE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 243-268.
- JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDEDE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. *The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. 584 p.

ro com o canal principal, para permitir o escoamento dos produtos agrários por meio fluvial; 2) ter uma altura suficiente para ficar fora da água em média durante pelo menos cerca de 8 meses por ano, de modo a permitir tempo suficiente até a colheita. Certos produtos podem crescer em terrenos mais baixos, como é o caso da melancia e feijão de praia, mas sua participação na produção agrária total é baixa; 3) estar situados perto dos centros urbanos que oferecem um mercado para os produtos.

Os diferentes sistemas de produção agrícola e a situação do pequeno produtor na várzea foram analisados por vários autores.⁴⁶ Apesar de severos déficits na infraestrutura, problemas com enchentes, secas extremas e insetos, a várzea é a área rural mais densamente colonizada na Amazônia. Seu potencial agrícola, no entanto, ainda não é plenamente explorado, devido aos seguintes problemas: 1) o ritmo de plantio e de colheita é determinado pelo rio. O ciclo hidrológico é contrário ao ciclo natural de plantio, pois o pico das enchentes ocorre no começo da época seca. Sendo assim, o plantio pode começar somente quando a água saiu, enquanto a fase de crescimento coincide com o pico da época seca. O déficit de água nos solos exige irrigação; 2) quando o rio enche rápido demais, o ribeirão corre o risco de perder a colheita nas áreas mais baixas; 3) durante enchentes grandes, o agricultor perde os plantios de longa duração, tais como mandioca, bananas, mamão etc., que não são resistentes ao alagamento prolongado; 4) a concentração da produção em um período determinado do ano resulta em excesso de produção e queda de preços no mercado durante a safra; 5) os solos da várzea são relativamente férteis, porém, muito heterogêneos devido à atuação da água. Isso não permite monoculturas em grande escala com alto grau de mecanização, o que transforma a várzea em área destinada para o pequeno produtor; 6) o lucro aumenta perto dos centros urbanos que oferecem mercado para os produtos; e 7) a falta de infraestrutura (energia elétrica, água limpa, escolas, atendimento médico etc.) dificulta a vida dos ribeirinhos e exige maiores investimentos do governo.

A tabela 2 mostra os lucros dos diferentes tipos de agricultura perto de Manaus. O maior lucro é obtido pelos produtores especializados, porém, eles também correm o maior risco, por exemplo, quando surgem problemas climáticos, doenças e pragas, e quando o mercado para o produto fica saturado. Estes riscos são superados por muitos ribeirinhos com uma agricultura mista que diminui os riscos, mas também diminui consideravelmente os lucros. Perto das ci-

⁴⁷ JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. *Op. cit.*

⁴⁸ GUTJAHN, E. *Untersuchung zur Optimierung der Acker-nutzung in den Überschwem-mungsgebieten (Várzeas) des mittleren Amazonas*. Verlag Dr. Kovac, Hamburg, Ger-many. PhD Thesis, 1996. 206 p.

⁴⁹ JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. *Op. cit.*

dades os produtores investem cada vez mais em produção especializada. Por exemplo, nos últimos anos, produtores passaram a montar, nas restingas mais altas, caixas em esta-cas para o plantio de verduras durante as cheias. Isso mostra que especialização e investimento em mão de obra ofere-cem retorno financeiro. A vantagem da agricultura na várzea para o Estado do Amazonas reside na grande quantidade de mão de obra e na capacidade de fixar um número grande de pessoas em áreas fora das grandes cidades. O acesso fácil ao pescado barato e às frutas garante para a população uma alimentação boa e equilibrada.

Tabela 2: Comparação da produtividade da terra e do trabalho de diferentes sistemas de aproveita-mento dos recursos naturais da várzea na Amazônica central.

Sistemas de Aproveitamento		Produtividade da terra		Produtividade do trabalho	Ganho
		US\$ ha ⁻¹		US\$ homem dia ⁻¹	US\$ ano ⁻¹
Agricultura⁴⁷					
Agricultura de alimentos básicos			424	2,32	1.781
Agricultura de verduras	agricultura mista	baixo ganho	468	2,24	1.639
		médio ganho	883	4,59	3.890
		alto ganho	1.130	7,62	6.890
Verduras	produção intensiva	tomates	1.680	16,80	
		pepinos	1.300	12,20	
		salada	3.050	19,20	
Outros produtos		melancia	430	16,00	
		juta	480	1,80	
		arroz terra firme ⁴⁸	100	4,20	
Pecuária⁴⁹					
Gado	extensivo	carne	33,8	4,90	
		queijo	30,6	5,56	
	intensivo	leite	59,7	6,97	
Búfalo	extensivo	carne	32,9	11,25	
Silvicultura ⁵⁰	corte seletivo	madeira	15 - 57		
	Silvicultura	madeira (estimado)	79 - 237		
Pesca ⁵¹	atual		338		
	potencial		675		

⁵⁰ JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F. & SCHÖNGART, J. *Op. cit.* SCHÖNGART, J. & QUEIROZ, H. L. Traditional Timber Harvesting in the Central Amazonian Floodplain Forests. In: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. & PAROLIN, P. (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests: Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 2010. p. 419-436.

⁵¹ Produção teórica de peixes comestíveis em $g/m^2/ano^{-1}$ (BAYLEY, P. B. *Central Amazon fish populations: biomass, production and some dynamic characteristics*. PhD Thesis, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, 1983. 330 p.), com o valor de mercado de US\$ 1 por kg; uso atual: 50% (JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. *Op. cit.*). Esforço de pesca calculado em 25%.

⁵² STERNBERG, H. O'R. *A água e o homem na várzea do Careiro*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998. 330 p.

⁵³ OHLY, J. J. Artificial Pastures on Central Amazonian Floodplains. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 291-311.

OHLY, J. J. & HUND, M. Floodplain Animal Husbandry in Central Amazonia. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *The Central Amazon Floodplain: Actuals Use and Options for a Sustainable Management*. Leiden: Backhuys Publishers, 2000. p. 313-343.

HOPF, M. & MÜNCHOW, G. Diseases of Cattel and Water Buffalo in the Central Amazon Floodplain. In:

Pecuária

A pecuária constitui atividade importante na várzea, apesar de fortemente influenciada pelo ciclo hidrológico. Os principais problemas para a pecuária na várzea são: 1) periodicidade de oferta de pasto; 2) riscos de perdas durante as enchentes; 3) falta de um sistema veterinário eficiente; 4) sistemas extensivos com baixa produtividade; 5) competição por espaço com a agricultura e a silvicultura, e impactos negativos para a pesca; 6) impacto negativo para a biodiversidade pela destruição de florestas alagáveis em grande escala.

Pastos naturais crescem somente nas partes mais baixas, que ficam fora da água durante 3 a 4 meses. As partes mais altas são cobertas pela floresta alagável. Para manter o gado por mais tempo na várzea, o fazendeiro precisa desmatar as partes mais altas e estabelecer pastos nativos ou artificiais. Isso afeta de forma negativa os estoques pesqueiros, que vivem da floresta alagada, a silvicultura e a alta biodiversidade relacionada às florestas. Além disso, a pecuária compete com a agricultura, que também utiliza as partes mais altas, mas produz muito mais por unidade de área e de trabalho.

Mesmo com o desmatamento, o fazendeiro enfrenta o problema de ter pastos demais na seca e gado demais na cheia. Uma saída para este dilema é o uso dos pastos na seca para engorda e a venda de parte do rebanho durante a cheia, ou a transferência do gado para pastos na terra firme, uma atividade que é praticada frequentemente, mas que é onerosa. Para rebanhos pequenos, a solução clássica é a construção de marombas.⁵²

Uma análise da relação custo/benefício mostra que a pecuária atual tem uma baixa produção por unidade de área. A rentabilidade da pecuária decorre da baixa necessidade de mão de obra. Na pecuária extensiva, o lucro aumenta com o tamanho da fazenda. Um aumento de produção por unidade de terra e de trabalho pode ser atingida pela intensificação da atividade (tabela 2). Contudo, estudos veterinários mostram que muitos rebanhos sofrem de doenças até transmissíveis para o homem, que aumentam a taxa de aborto e a mortalidade ou diminuem o ganho de peso dos animais. Um bom tratamento dos rebanhos e uma política de vacinação contra certas doenças poderiam aumentar consideravelmente a produção por unidade de área. Outra medida é o melhor aproveitamento dos pastos, concentrando o

JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 345-373.

⁵⁴ SHEIKH, P. A. *The impacts of water buffalo and cattle ranching on the Lower Amazon floodplain: An ecological and socio-economic comparison*. PhD-Thesis, The Pennsylvania State University, USA, 2002. 181 p.

⁵⁵ WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; QUEIROZ, H. L. & WORBES, M. *Op. cit.*

⁵⁶ WITTMANN, F. & OLIVEIRA WITTMANN, A. Use of Amazonian floodplain trees. In: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. & PAROLIN, P. (Eds.). *Amazonian Floodplain forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Ecological Studies 210. Heidelberg, Berlin, New York: Springer Verlag, 2010. p. 389-418.

⁵⁷ WITTMANN, F. & OLIVEIRA WITTMANN, A. *Op. cit.*

⁵⁸ SCHÖNGART, J. & QUEIROZ, H. L. *Op. cit.*⁵⁹ SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F. & WORBES, M. Biomass and Net Primary Production of Central Amazonian Floodplain Forests. In: JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J. & PAROLIN, P. (Eds.). *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management*. Dordrecht, Heidelberg, London: Springer, 2010. p. 347-388.

⁶⁰ FURCH, K. Chemistry and Bioelement Inventory of Contrasting Amazonian Forest Soils. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDADE, M. T. F. & SOARES, M. G. M. (Eds.). *Op. cit.*, 2000. p. 109-128.

rebanho em áreas cercadas. Estes trabalhos, porém, são possíveis somente em fazendas pequenas.⁵³

O búfalo apresenta uma produção por unidade de área maior de que o gado bovino, porque é menos seletivo ao pastar. Contudo, grandes manadas têm um forte impacto negativo ao meio ambiente transformando, por exemplo, lagos em pântanos, e destruindo a cobertura vegetal.⁵⁴ O búfalo deveria ser criado em número pequeno e sob controle permanente do ribeirão.

Diante do exposto, recomenda-se à pecuária: 1) a criação de gado perto de centros urbanos apenas em áreas cercadas para evitar atrito com agricultores; 2) o aumento da produção somente por intensificação do manejo, em vez da ampliação das fazendas, por exemplo, melhorando a saúde dos animais, mantendo números adequados de animais por área, com rotação de pastos e melhorando o processo de abate, processamento e marketing; 3) o manejo de búfalos somente em manadas pequenas sob controle estrito; e 4) o desenvolvimento de sistemas de alimentação alternativa durante a cheia, com restos de plantios, folhagem de árvores, sementes de árvores, para reduzir a perda de peso durante as cheias.

Silvicultura

Em condições naturais, todas as partes da várzea que permanecem fora da água por um período médio de tempo de 4 meses por ano são cobertas por florestas perfeitamente adaptadas às inundações e ricas em espécies. Para a várzea da Amazônia inteira já foram registradas mais de mil espécies,⁵⁵ a maioria delas capaz de fornecer produtos florestais não-madeireiros; estimativas indicam que cerca de 70% de todas as espécies arbóreas são utilizadas para este fim.⁵⁶ São especialmente importantes para as populações locais os produtos fitoterápicos extraídos de raízes, cascas, folhas e frutos, seguidos por frutos para consumo ou uso como isca de peixe, assim como outros produtos como óleo, pigmentos, látex, recipientes, material de estofamento, venenos de caça e pesca. Por outro lado, muitas espécies fornecem madeira de valor comercial, o que gera um intenso aproveitamento das mesmas. Além disso, as árvores podem ser retiradas facilmente durante as enchentes, o que reduz o custo de extração e transporte das toras. Atualmente, cerca de 80 espécies de várzea são utilizadas como madeiras,⁵⁷ embora a extração seletiva muitas vezes esteja concentrada em poucas espécies de alto valor comercial⁵⁸. Em consequência

- ⁶¹ WORBES, M. The forest ecosystem of the floodplains. In: JUNK, W. J. (Ed.). *The Central Amazon floodplain: Ecology of a pulsing system*. Ecological Studies. Vol. 126, Berlin: Springer Verlag, 1997. p. 223-265.
- SCHÖNGART, J. Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian várzea floodplains. *Forest Ecology and Management*, 256:46-58, 2008.
- ⁶² ROSA, S. A. *Modelos de crescimento de quatro espécies madeireiras de floresta de várzea alta da Amazônia Central por meio de métodos dendrocronológicos*. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM, Manaus, Brasil. 2008.
- SCHÖNGART, J. Growth-Oriented Logging... *Op. cit.*
- ⁶³ SCHÖNGART, J. Growth-Oriented Logging... *Op. cit.*
- ⁶⁴ SCHÖNGART, J. & QUEIROZ, H. L. *Op. cit.*
- ⁶⁵ WORBES, M. *Op. cit.*
- STADTLER, E. W. C. *Estimativas de biomassa lenhosa, estoque e seqüestro de carbono acima do solo ao longo do gradiente de inundação em uma floresta de igapó alagada por água preta na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado. INPA/UFAM, Manaus, Brasil. 2007.
- ⁶⁶ SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. & WORBES, M. Wood growth patterns of *Macrobium acaciifolium* (Benth.) Benth. (Fabaceae) in Amazonian black-water and white-water floodplain forests. *Oecologia*, 145:454-461, 2005.
- FONSECA, S. F. da; PIEDADE, M. T. F. & SCHÖNGART, J. Wood growth of *Tabebuia barbata* (E. Mey.) Sandwith (Bignoniaceae) and *Vatairea guianensis* Aubl. (Fabaceae) in Central Amazonian black-water (igapó) and white-water (várzea) floodplain forests. *Trees – Structure and Function*, 23 (1):127-134, 2009.

disso, a maioria das florestas alagáveis já se encontra fortemente degradada. Grandes áreas foram desmatadas para a prática de agricultura e, em maior escala, para a pecuária. Isso é lamentável, porque estudos mostram que o crescimento de árvores na várzea é mais rápido que na terra firme,⁵⁹ indicando uma relativa vocação para a silvicultura. Além disso, análises químicas dos solos da várzea mostram que estes são apropriados até para uma silvicultura mais intensiva, sem necessidade de se adicionar nutrientes.⁶⁰

A inundação anual resulta na formação de anéis anuais de crescimento. Isso permite a determinação da idade, do crescimento diamétrico das árvores e o cálculo da produção de madeira.⁶¹ Modelos de crescimento em volume de madeira das espécies comerciais de várzea⁶² indicaram que a legislação em vigor do IBAMA para o corte das árvores (Instrução Normativa n. 05, 12 de dezembro de 2006), que vigorou até novembro de 2010, era muito simplificada. As modelagens do crescimento e a definição de critérios para o manejo de recursos madeireiros da várzea pelo conceito GOL (Growth-Oriented Logging)⁶³ recomendam manejos no âmbito da espécie arbórea ou pelo menos no âmbito de grupos de espécies madeireiras, como espécies de madeira branca e pesada, classificadas pela densidade da madeira abaixo ou acima de 0,60 g/cm³, respectivamente.⁶⁴ Árvores de madeira branca crescem muito mais rápido do que árvores de madeira pesada e podem ser cortadas mais frequentemente (figura 3). Em novembro de 2010, estas recomendações foram implementadas no manejo das várzeas do Estado do Amazonas pela Instrução Normativa n. 009 (15 de novembro de 2010) da Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Amazonas (SDS), que define um ciclo de corte de 12 anos para espécies de madeira branca e 24 anos para espécies de madeira pesada.

Enquanto a várzea favorece um manejo de recursos madeireiros pela alta produtividade das florestas e suas espécies arbóreas, estudos dendroecológicos indicam uma baixa produtividade de madeira em florestas de igapó de água preta.⁶⁵ As mesmas espécies arbóreas apresentam taxas de incremento em diâmetro duas ou três vezes inferiores no igapó em relação ao seu crescimento na várzea.⁶⁶ Por isso, os igapós de água preta devem ser totalmente excluídos do manejo de recursos madeireiros. Manejos de produtos florestais não-madeireiros e modelos de ecoturismo, pesca esportiva e ornamental, que beneficiam as populações humanas nestes ambientes, podem ser alternativas com grande potencial para o desenvolvimento sustentável.

- ⁶⁷ JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; WITTMANN, F. & SCHÖNGART, J. *Op. cit.*
⁶⁸ SCHÖNGART, J. Growth-Oriented Logging... *Op. cit.*

Maria Teresa Fernandez Piedade é bióloga, doutora em Ecologia e pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas.

maitepp@inpa.gov.br

Wolfgang J. Junk é graduado e doutor em Zoologia, Botânica, Química, Oceanografia e Limnologia e coordenador científico do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Áreas Úmidas (INAU) e pesquisador visitante da Universidade Federal do Mato Grosso e do Curso Clima e Ambiente (INPA/ Universidade Federal do Amazonas), Manaus.

wjj@evolbio.mpg.de

Jochen Schöngart é graduado e doutor em Ciências Florestais e pesquisador do INPA e do Projeto INPA/Max-Planck, Manaus.

j.schoengart@mpic.de

Florian Wittmann é geógrafo, doutor em Fitogeografia e pesquisador do Instituto Max-Planck de Química de Mainz do Projeto INPA/Max-Planck, Manaus.

F-wittmann@web.de

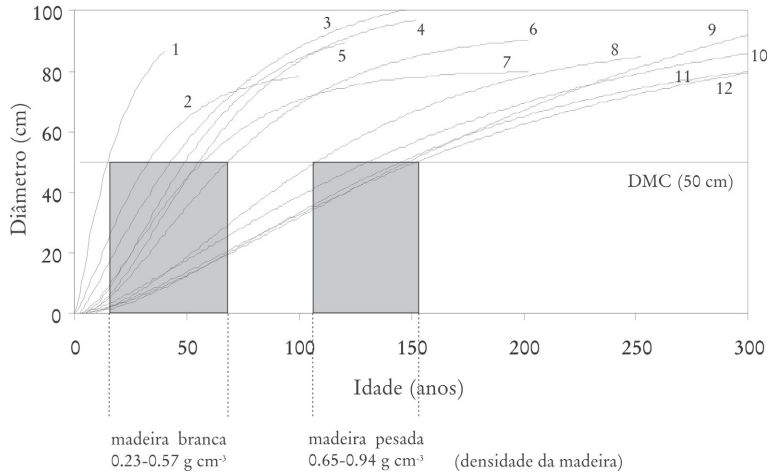


Figura 3: Curvas cumulativas de crescimento em diâmetro de espécies de madeira branca e pesada em florestas de várzea: 1 - *Ficus insipida* 2 - *Pseudobombax munguba* 3 - *Luebea cymulosa* 4 - *Ilex inundata* 5 - *Macrolobium acaciifolium* 6 - *Albizia subdimidiata* 7 - *Sloanea terniflora* 8 - *Pouteria elegans* 9 - *Piranhea trifoliata* 10 - *Chrysophyllum argenteum* 11 - *Tabebuia barbata* 12 - *Eschweilera albiflora*. O diâmetro mínimo de corte (DMC) de 50cm estabelecido pela IN n. 5 do IBAMA é indicado.⁶⁸

Os resultados de crescimento de árvores em plantios são bastante promissores. Estimativas de Junk *et al.*⁶⁷ indicam que a renda oriunda de um manejo de plantios de espécies madeireiras é de quatro a cinco vezes mais alta que a renda derivada do manejo de florestas nativas de várzea (tabela 2). Grandes áreas da várzea já foram desmatadas, por exemplo, para o plantio de juta. Estas áreas são agora colonizadas por plantas herbáceas ou por florestas secundárias de baixo valor comercial. Elas poderiam servir para o plantio de espécies economicamente mais interessantes, por exemplo, espécies de madeira branca para a produção de compensado, que garantam retorno econômico depois de 10 a 20 anos, misturadas com espécies de madeira de lei, cujo retorno é mais lento, porém, de maior rendimento econômico.

VARIABILIDADE HIDROLÓGICA MULTIESCALA NA AMAZÔNIA MONITORANDO UMA FORTE DIVERSIDADE REGIONAL E URBANA

*Naziano Pantoja Filizola Jr.
Maria Betânia Leal de Oliveira*

Não se pode ver a Bacia Amazônica como um todo sempre da mesma forma, pensando que a velocidade de subida dos rios é sempre lenta, mesmo em caso de eventos hidrológicos extremos. Existe, ao contrário, uma diversidade de regimes hidrológicos. O crescimento populacional das cidades amazônicas nos últimos anos proporcionou uma ocupação rápida e perigosa de muitas áreas vulneráveis a eventos hidrometeorológicos extremos. Daí a importância do monitoramento de pequenos rios (igarapés) que cruzam as cidades da região. Tais corpos d'água podem causar maiores impactos aos seres humanos do que os grandes rios, que possuem uma resposta lenta e previsível a tais eventos. Nesse sentido, dois projetos unidos, aqui apresentados, visam possibilitar um monitoramento multi-escala com a possibilidade de gerar relatórios de situação em tempo real (Projetos Remethi-AM e Geo-Pictures). Trata-se de resultados parciais obtidos a partir de observações feitas numa pequena bacia hidrográfica dentro da cidade de Manaus, que corroboram a necessidade de utilizar abordagens diferenciadas quando o assunto é o monitoramento de eventos hidrometeorológicos extremos em zonas urbanas na Amazônia.

Variabilidade hidrológica na Bacia Amazônica

A Região Amazônica, com a maior bacia hidrográfica do globo (6,1 milhões de km²), apresenta uma variabilidade hidrológica extremamente contrastante. Tal variabilidade acontece tanto do ponto de vista da amplitude do nível de seus rios, quanto do ponto de vista espaço-temporal – que diz respeito à posição da localidade estudada na bacia hidrográfica que apresenta partes de seu território no hemisfério sul e no hemisfério norte.¹

As cotas fluviométricas (o nível dos rios) podem variar, entre o período de águas baixas e o período de águas altas, de 2 a 18 metros numa mesma localidade.² Assim é que também os valores mínimos de variabilidade para os grandes rios (2 a 4 metros) são observados nas cabeceiras dos rios que drenam os escudos das guianas e do Brasil central (rios Branco, Jari, Xingu, Tapajós e Guaporé). Já os valores máximos de variabilidade (15 a 18 metros) são observados nos trechos inferiores (de planície) dos rios Juruá, Negro, Purus e Madeira. Sobre o curso principal (rio Solimões-Amazonas) essa amplitude varia de 12 metros nas proximidades da fronteira até 15 metros em Manacapuru, próximo a Manaus, para depois ir baixando com regularidade até Óbidos, onde se observa uma variação em torno de 8 metros, de modo a terminar com 3 metros de variação em Macapá, na altura da foz. No entanto, há uma sazonalidade bem marcada por eventos regulares, de periodicidade conhecida e com uma resposta relativamente lenta a eventos extremos resultantes de grandes concentrações pluviométricas, que permite uma previsão com razoável antecipação.

Analisando-se as vazões médias mensais e a pluviosidade média acumulada para cada mês, percebe-se uma significativa diferença nos regimes (figura 1). Ou seja, os picos tanto de chuva quanto de vazão não são coincidentes para as diferentes regiões da bacia (margem esquerda ou direita do curso principal, bem como nas localidades banhadas diretamente pelo curso principal (Solimões-Amazonas). Apesar de os regimes de vazão serem todos unimodais (um só pico de cheia), na porção mais ao sul da bacia os picos de cheias dos rios acontecem no primeiro semestre do ano civil. Na porção mais ao norte, esses picos de cheia tendem a se concentrar do meio para o segundo semestre do ano civil, com variações suaves nos rios cujos cursos se situam em porções intermediárias.

¹ FILIZOLA, N.; GUYOT, J. L.; MOLINIER, M.; GUIMARÃES, V.; OLIVEIRA, E. de & FREITAS, M. A. de Caracterização hidrológica da Bacia Amazônica. In: RIVAS, A. & FREITAS, C. E. *Amazônia uma perspectiva interdisciplinar*. Manaus: EDUA, 2002. p. 33-53.

² FILIZOLA, N.; CÂNDIDO, L.; MANZI, A.; ESPINOZA, J. C.; RONCHAIL, J. & GUYOT, J-L. Variabilidade hidrológica na Amazônia. Uma perspectiva para a elaboração do balanço hídrico regional. In: BERNAL, Hernando *et al.* (Ed.). *Amazonía y Agua: Desarrollo sostenible em el siglo XXI*. Servicio Editorial de la UNESCO Etxea, 2009. p. 109-117.

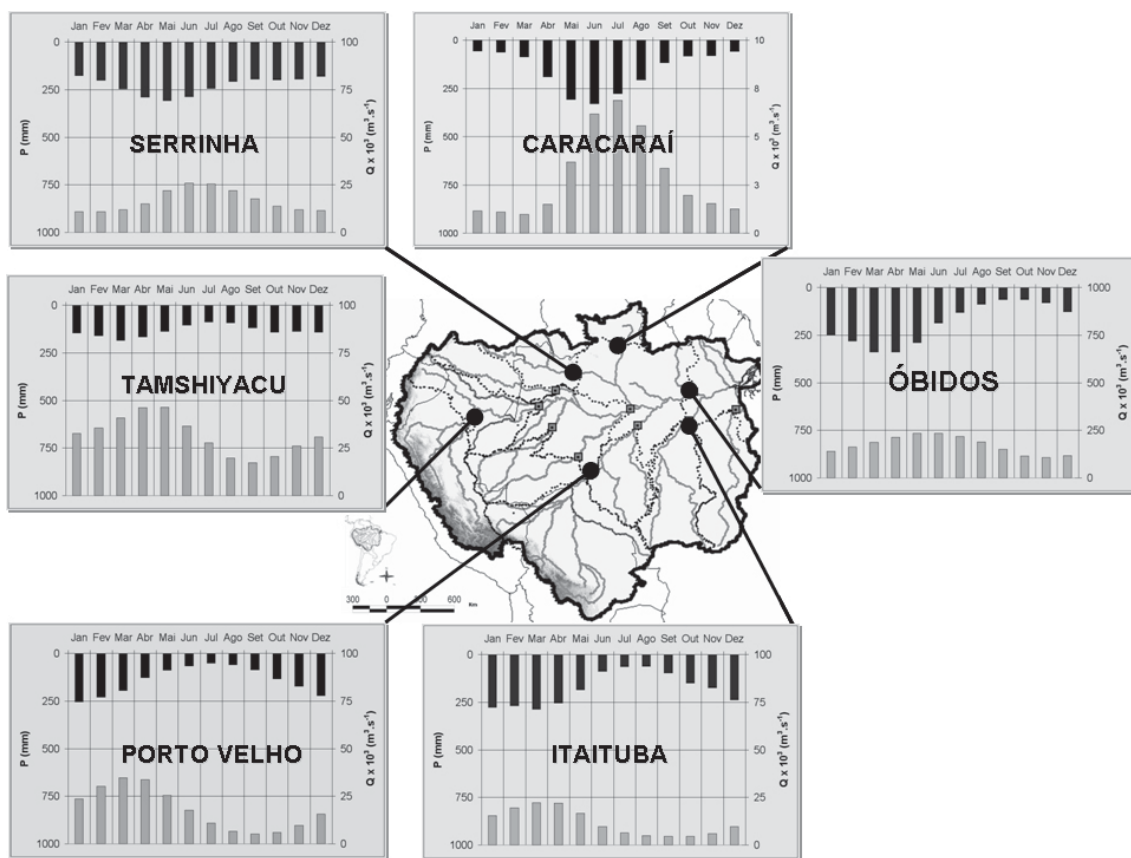


Figura 1: Figura indicativa da variabilidade hidrológica interanual na Bacia Amazônica. Fonte: Adaptado de Filizola, N. *et al.*, 2009.

O problema da variabilidade hidrológica na Amazônia em escala urbana

Nas zonas urbanas, ao contrário do que se passa na escala regional, os eventos extremos aparentam uma relação diferente, pois além de uma possível influência dos grandes rios, quanto aos eventos regionais e sazonais, existe a possibilidade da ocorrência de eventos pontuais, que podem ser muito intensos na escala de uma cidade. Esses eventos ocorrem especialmente nos pequenos rios (igarapés) que cruzam as cidades amazônicas. Acontecem, muitas vezes, de forma rápida e intensa, como consequência do modo com que se formam as chuvas na Amazônia, em muito resultantes de processos convectivos.

Os grandes rios amazônicos podem amplificar os efeitos de eventos extremos sentidos em pequenos rios (igarapés) que entrecortam as zonas urbanas. Os igarapés, por

sua vez, apresentam, em áreas urbanas, uma resposta mais rápida, diferenciada e muitas vezes mais catastrófica, aos eventos meteorológicos ou hidrológicos, do que os grandes rios. Ademais, a forte urbanização que têm sofrido as principais cidades amazônicas, a exemplo de Manaus, Porto Velho, Santarém, dentre outras, trouxe para elas uma realidade de ocupação desordenada do espaço urbano que avança mais rapidamente que a capacidade de planejamento do estado, gerando grande fragilidade ambiental nas zonas urbanas.³

Recentes eventos hidrológicos extremos acentuaram ainda mais a sensação da população em relação a esse tipo de vulnerabilidade, mas pouco mobilizam, tanto população quanto autoridades, fora dos períodos críticos. Tais eventos, cada vez mais intensos, confirmam de certa forma as tendências indicadas por diferentes autores em relação ao clima e à hidrologia da bacia.⁴

Consultando os registros históricos de dados hidrométricos da rede hidrométrica nacional⁵, percebe-se também uma tendência à intensificação dos valores de cotas extremas (secas e cheias dos rios) nos últimos anos. Um exemplo concreto dessa tendência são as cheias de 2006 e 2009, bem como as secas de 2005 e 2010, perfazendo 4 eventos nos últimos 6 anos da última década. No entanto, os sistemas de monitoramento hidrológico em vigor possibilitam uma condição apenas razoável para a compreensão dos fenômenos extremos na Amazônia em escala regional.

Uma análise da situação em escala local, ou seja, em áreas urbanas, comprova a ausência total de um aparato de monitoramento hidrológico. A simples existência de algumas poucas estações meteorológicas em cidades ou ainda a existência de estações hidrométricas instaladas em grandes rios que banham algumas áreas urbanas, não constituem aparato suficiente e necessário para objetivos mais específicos, quando se quer conhecer a vulnerabilidade hidrológica na escala urbana. Ademais, a rede hidrométrica nacional tem exatamente o caráter que a denomina. Ou seja, é nacional. Portanto, não tem a pretensão de suprir vazios de informação mais afeitos às demandas advindas de uma escala de detalhe.

Buscando iniciar um trabalho voltado para o monitoramento dessas questões no Estado do Amazonas, um consórcio de instituições locais e internacionais vem realizando, desde 2009, estudos metodológicos cujos principais aspectos e primeiros resultados são aqui apresentados. Conta-se com o suporte de financiamento tanto nacional (Agência Brasileira da Inovação/FINEP), quanto internacional (Comunidade Européia).

³ BRASIL. Plano Nacional de Recursos Hídricos/Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 4 vol. + Resumo executivo. (disponível em meio digital em: www.mma.gov.br)

⁴ NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G. & SALAZAR, L. Cenários de mudanças climáticas na Amazônia e América do Sul para o final do Século XXI. In: BERNAL, Hernando *et al.* (Ed.). *Amazonía y Agua: Desarrollo sostenible em el siglo XXI*. Servicio Editorial de la UNESCO Etxea, 2009. p. 39-58.

ESPINOZA, J. C. *et al.* La variabilité des débits du Rio Amazonas au Pérou. *IAHS Publ.*, 308, 2006.

ESPINOZA, J. C. *et al.* Contrasting regional runoff evolution in the Amazon basin (1974-2004). *Journal of Hydrology*, 10.1016/j.jhydrol.2009.03.004.

ESPINOZA, J. C. *et al.* Spatio-Temporal rainfall variability in the Amazon Basin Countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia and Ecuador). Contrasting regional discharge evolutions in the Amazon basin (1974-2004). *Journal of Hydrology*, 375:3-4,297-311. (Online publication date: 15-Sep-2009.)

CALLEDE, J.; GUYOT, J. L.; RONCHAIL, J.; L'HÔTE, Y.; NIEL, H. & OLIVEIRA, E. de. Evolution du débit de l'Amazone à Óbidos de 1902 à 1999. *Hydro. Sci. J.*, 49, 85-97, 2004.

⁵ Agência Nacional de Águas (ANA), disponíveis em www.ana.gov.br

A porção da iniciativa financiada pela FINEP até o ano de 2011, hoje se constitui na Rede de Meteorologia e Hidrologia do Estado do Amazonas (Remethi-AM, ou simplesmente Remethi). Tem como principal objetivo reunir as capacidades instaladas de várias instituições do Estado para trabalhar a questão da hidrometeorologia trocando dados, experiência e disponibilizando infraestruturas.⁶

⁶ Ver em <https://sites.google.com/site/remethiam/>

A parte financiada pela Comunidade Européia constitui o Projeto *GMES and Earth Observation with Position based on Image and sensor Communications Technology for Universal Rescue Emergency and Surveillance* (Geo-Pictures). O Projeto Geo-Pictures tem abrangência global, mas na escala do Estado do Amazonas vem contribuindo para o desenvolvimento e adaptação de técnicas modernas de monitoramento, tanto ambiental quanto de situações de emergência para obtenção e utilização conjunta de dados e imagens adquiridos em tempo real.⁷

⁷ Ver em www.geo-pictures.eu/

Os resultados aqui apresentados derivam de uma iniciativa multiescala. Contando com o suporte da infraestrutura dos projetos acima listados, o objetivo consiste em estabelecer uma sinergia entre um projeto que obtém dados em campo (Remethi) e outro que os transmite associados a imagens do campo (Geo-Pictures).⁸

⁸ FILIZOLA, N.; LEAL DE OLIVEIRA, M. B.; VILELA Jr., D. C.; RABELO, H. & OLIVEIRA, D. Igarapés urbanos em Manaus. Breve análise da Estação “Igarapé do Mindú” In: *IVth Scientific Meeting of the Environmental Research Observatory (ORE) HYBAM on the large Amazonian rivers* – Lima (Peru) 6-9 September 2011.

Remethi se relaciona à instalação de uma infraestrutura em campo para a coleta de dados através de estações automáticas de pequeno porte; Geo-Pictures faz uso de tecnologias de comunicação de dados e imagens geo-referenciadas ou “geotagueadas” para transmiti-los em tempo quase real. A junção das duas iniciativas permite que dados obtidos em campo possam vir a ser associados a imagens de campo, possibilitando uma aferição visual da situação identificada pelos sensores em campo.

O Projeto Remethi, no âmbito de sua estrutura metodológica, estabelece colaborações para possibilitar o monitoramento hidrometeorológico em redes aninhadas no Estado do Amazonas (figura 2). Neste sentido, foi estabelecida com as entidades parceiras – Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) e Defesa Civil/Amazonas –, uma rede de pontos para a instalação de estações meteorológicas de pequeno porte: 1) em escala de bacia hidrográfica urbana (Igarapé do Mindu); 2) em escala urbana (cidade de Manaus); e 3) em escala estadual (Estado do Amazonas). A construção de uma rede física de monitoramento de tempo

e clima foi estruturada, sobretudo, a partir das sugestões colhidas junto à Defesa Civil do Estado do Amazonas e a partir de análises meteorológicas e hidrológicas vindas do SIPAM, da CPRM, da UEA e da UFAM.

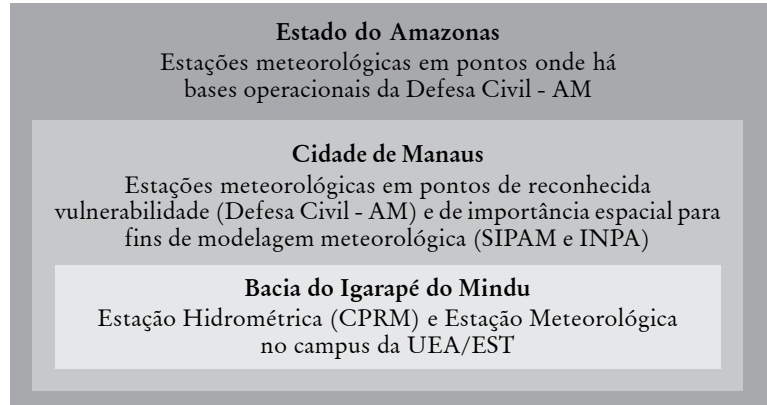


Figura 2: Esquema de “redes aninhadas” de coleta de dados hidrometeorológicos atualmente em fase de implementação no contexto do Projeto Remethi com o apoio da Defesa Civil do Estado do Amazonas

Para fins de avaliação da variabilidade hidrológica em pequenos rios (igarapés), em caráter piloto, além de uma estação meteorológica, foi instalada uma estação hidrométrica, pela CPRM, na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Mindu⁹, a qual em breve será automatizada. A estação fluviométrica encontra-se nos fundos do campus da Escola Superior de Tecnologia da UEA, devidamente cadastrada na Rede Hidrométrica Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA) e operada, a exemplo das estações meteorológicas, nos padrões recomendados pela Organização Meteorológica Mundial.¹⁰

A bacia hidrográfica do Igarapé do Mindu corta Manaus em sua porção central (ver figura 5). Vale observar que o Igarapé do Mindu foi destaque na imprensa durante evento ocorrido em abril de 2007, quando seu transbordamento inundou boa parte da região central da área urbana de Manaus, causando, na cidade, um efeito devastador nunca antes registrado numa porção tão afastada das margens do grande Rio Negro, que banha a cidade antes de encontrar o Rio Solimões-Amazonas.

Na escala da cidade de Manaus, a rede de estações meteorológicas visa construir uma malha sobre a área urbana. A intenção é de que os dados da rede possibilitem cobertura capaz de auxiliar na melhoria dos sistemas de previsão, auxiliando também a identificação de áreas mais vulneráveis a eventos meteorológicos críticos.

⁹ FILIZOLA, N.; LEAL DE OLIVEIRA, M. B.; VILELA Jr., D. C.; RABELO, H. & OLIVEIRA, D. *Op. cit.*

¹⁰ WMO. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Guide to hydrological practices – data acquisition and processing, analysis, forecasting and other applications. 15. ed. *World Meteorological Organization*, n. 168, p. 259-287, 1994.

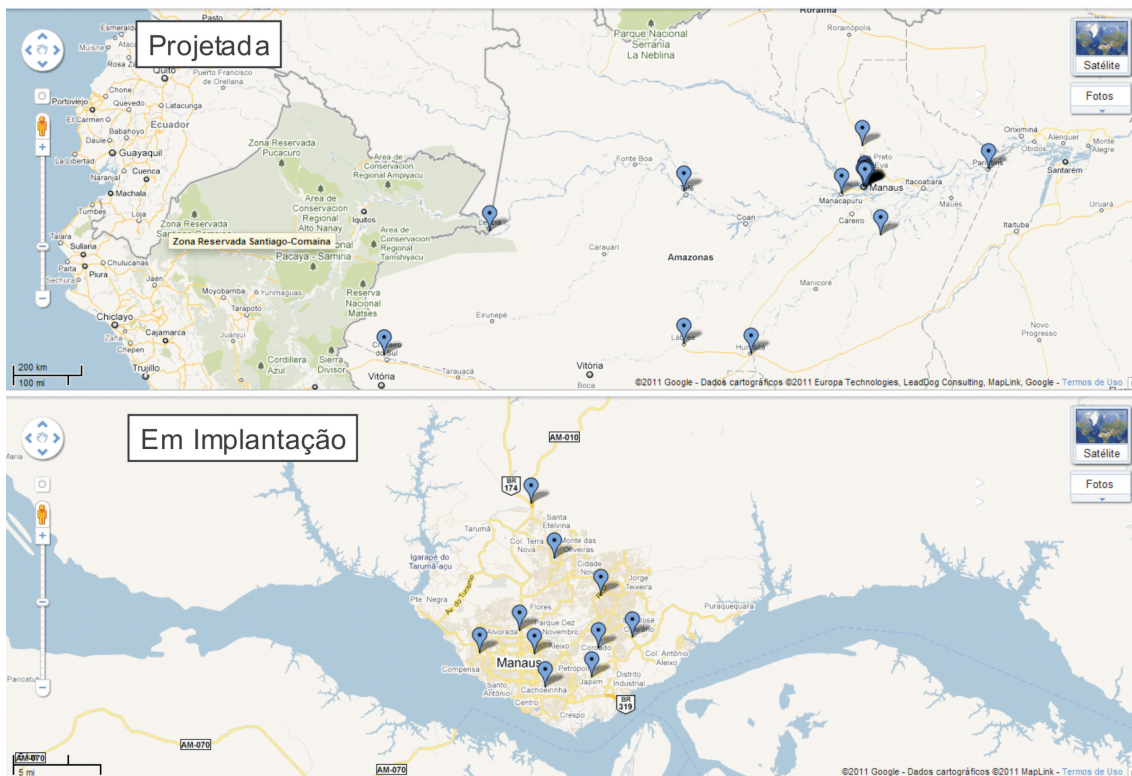


Figura 3: Ilustração dos pontos de instalação das estações meteorológicas Remethi-AM, tanto na escala do Estado do Amazonas (Projetada), como na escala da cidade de Manaus (Em implantação). Fonte da base cartográfica: Google Maps

No total, a rede física de sensores da Remethi conta com dez estações meteorológicas de pequeno porte, instaladas em Manaus, incluindo uma na Bacia do Igarapé do Mindu, e mais dez outras instaladas em diferentes localidades no Estado do Amazonas, em pontos definidos como importantes para auxiliar os trabalhos de Defesa Civil.

Os dados são recolhidos no local e enviados para o centro de controle da rede no Laboratório de Instrumentação Meteorológica da UEA, através das tecnologias disponibilizadas pelo Projeto Geo-Pictures. A UEA disponibiliza os dados através de sistema FTP, via internet, para os parceiros. Atualmente, esta tecnologia de transmissão funciona adequadamente, em caráter piloto, numa estação na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Mindu e testes estão sendo realizados para a instalação do sistema nas demais áreas.

O Projeto Geo-Pictures é uma iniciativa detentora de aparato tecnológico, voltada para uso em emergências. Visa atenuar os efeitos de catástrofes humanas e ambientais a

partir de ações de resposta rápida tomadas com o conhecimento do que se passa em campo em tempo quase real. Para tanto, o projeto desenvolve um conjunto de tecnologias que podem ser utilizadas em situações de emergência, informando os acontecimentos de forma rápida. Inclui a possibilidade de comunicação via satélite. Fornece em tempo quase real a entrada de imagens, vídeo, dados de sensores e os resultados da avaliação de desastres. Determina a posição sobreposta às imagens – “posição tagueada ou geo-tag” – associada a dados de campo de uma solução (sistemas de processos de informação via internet) hospedada pela Organização das Nações Unidas no campus da *European Organization for Nuclear Research* (CERN), em Genebra.

Parceiros com competências específicas em mapeamento rápido e *on-line* produzem, em tempo real, mapas situacionais com uma combinação de geoposicionamento, informação visual e de dados de sensores terrestres, como os sensores hidrometeorológicos (figura 4). O projeto fornece contribuição significativa para a gestão de situações de emergência em grande escala; combina o estado da arte em comunicação por satélite, navegação e observação da terra, baseado em uma tecnologia de núcleo, com “geo-tag” de imagem e comunicação do sensor sem infraestrutura de banda larga. Deste modo, permite um grande número de observações de campo através de sistemas óticos, marcados e com a posição enviada via satélite, ou através de sistemas tipo GPRS, dentre outros.

As observações óticas podem ser realizadas em associação a mídias distintas como arquivos de áudio, vídeo e de sensores que meçam temperatura, vento, umidade etc., associadas a mapas de construção automática. Esses dados são úteis em situações de emergência/gestão de desastres e podem ser enviados diretamente como fotos de cena, de acordo com as principais necessidades de avaliação; no caso de defesa civil, por exemplo, são enviados imediatamente para o Centro de Operação.

Ainda no âmbito da iniciativa Geo-Pictures e no Estado do Amazonas, em particular, a UEA tem realizado a coordenação técnica, enquanto a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia (SECT) se ocupa da coordenação político-institucional. Estas entidades têm trabalhado de forma coordenada com as parcerias locais e internacionais para viabilizar a transmissão de dados e imagens das estações da Remethi, utilizando a tecnologia Geo-Pictures e possibilitando ao Centro de Operações, não só as condições numéricas, mas também visuais das localidades das estações instaladas.

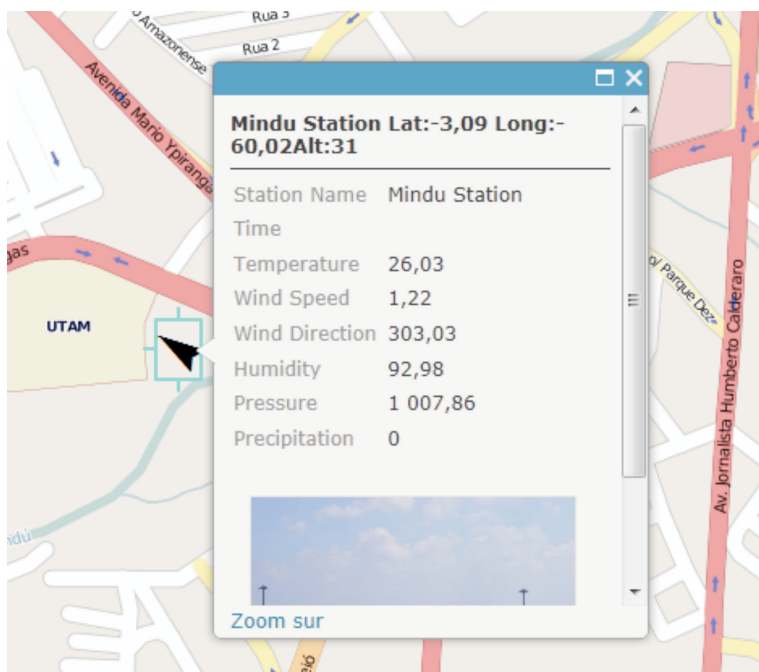


Figura 4: Mapa automático (tecnologia Rapid – Mapping) com informações da estação do Mindu transmitidas via sistema Geo-Pictures (Geo-Tag), visualização do céu, dados meteorológicos e representação de direção de vento em tempo real

Atualmente o Centro de Operações funciona em caráter piloto na UEA, porém a intenção do Projeto é que a Defesa Civil do Estado assumira este papel, ficando as universidades e centros de pesquisa com a responsabilidade de desenvolver novos aparatos para a melhoria do sistema. Neste sentido e como o sistema instalado atualmente na UEA possui dois tipos distintos de estações meteorológicas em operação, a UEA desenvolveu, no escopo do Projeto Geo-Pictures, um sistema de harmonização de arquivos de dados. O sistema serve à transmissão controlada dos dados da estação escolhida segundo o tipo, inclusive com possibilida-

de de visualização do local de transmissão em tempo real, de forma semelhante ao sistema “Geo-Tag”, e já se encontra incorporado ao Centro de Controle em funcionamento na Bacia do Igarapé do Mindu.

O caso do Igarapé do Mindu

O Igarapé do Mindu, em face da repercussão e dos problemas causados pelo evento de abril de 2007, além da facilidade propiciada pelo fato de cruzar o campus da Escola Superior de Tecnologia da UEA, foi escolhido para a realização de um estudo piloto do sistema Remethi & Geo-Pictures. A bacia deste Igarapé (figura 5), que cruza a cidade de Manaus de NE/SW, tem área calculada em cerca de 67km², com perímetro de aproximadamente 44km. Quanto à classificação do desenho da morfologia da rede de drenagem, é do tipo dendrítica. A vazão média anual ainda não foi determinada, mas uma série de mais de um ano de cotas já foi obtida.

A bacia do Igarapé do Mindu corta porções bastante impermeabilizadas da cidade. A planície de inundação apre-

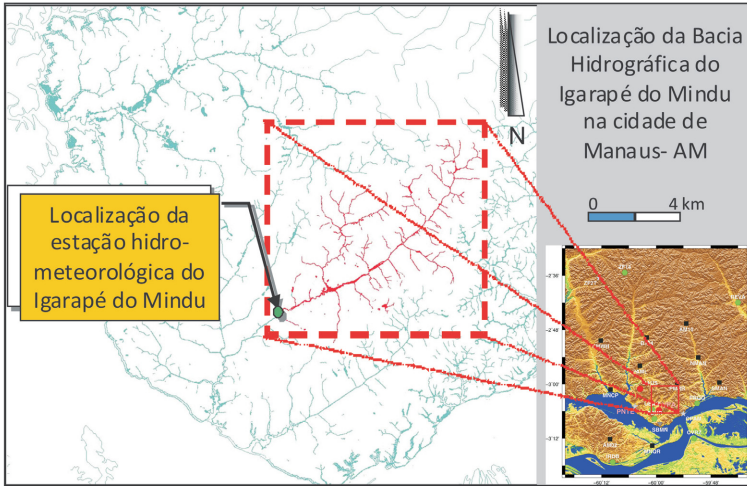


Figura 5: Localização da Bacia do Igarapé do Mindu no interior da cidade de Manaus-AM

senta-se com trechos de floresta preservada e também trechos onde o canal natural fica recoberto por concreto, o que aumenta sensivelmente, nestes trechos, o potencial de extravasamento do leito fluvial. Ademais, tais condições podem gerar consequências drásticas em caso de eventos extremos.

No ano de 2011, em abril (figura 6), chuvas torrenciais geraram condições hidrológicas críticas que quase levaram a um extravasamento de maiores

proporções. No entanto, foi suficiente para que o rio buscasse recuperar parte de sua planície fluvial, gerando danos ao canal artificial, a destruição de uma ponte, bem como danos à seção de réguas da estação hidrométrica, que precisou ser re-locada.

Apesar do evento destacado acima, a transladação e o ajuste da seção de réguas, a montante, permitiram a continuidade das coletas de dados de nível. A estação meteorológica instalada nas proximidades da seção de réguas nada sofreu.

A seguir, são apresentados dados tanto de chuva, quanto de nível coletados pelo sistema Remethi & GEO-PICTURES para o período de 21/3/2010, início das medições, a 21/3/2011, primeiro ano de dados e anterior ao evento supracitado. Os dados, diários, foram coletados seguindo as normas da ANA e WMO (1994), que recomendam a realização de observações duas vezes ao dia (7hs e 17hs) para que seja calculada uma cota média diária.



Figura 6: Foto do Igarapé do Mindu, na seção de réguas, onde se vê área da planície fluvial retomada pelo rio a despeito do canal de concreto e ponte que foi destruída pela enxurrada

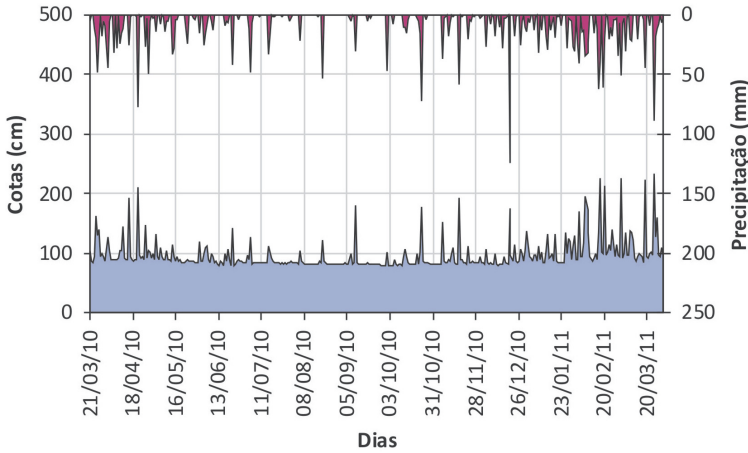


Figura 7: Gráfico da série temporal de pluviometria ou precipitação (no alto do gráfico) e fluiometria ou cotas (na parte baixa do gráfico) obtidos na Estação Hidrometeorológica instalada na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Mindu no período de 21/3/2012 a 21/3/2011

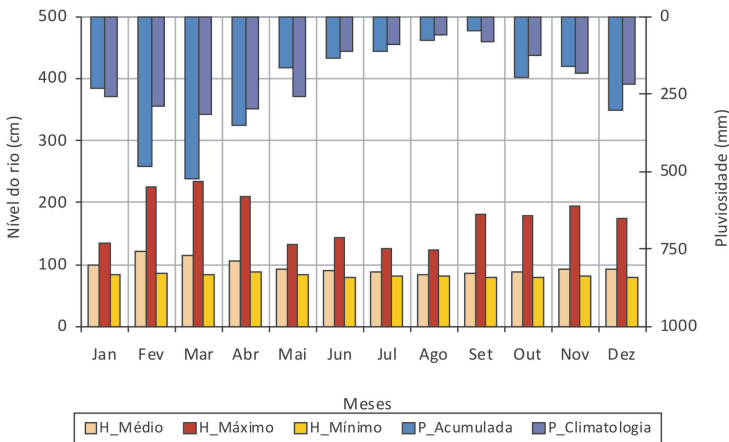


Figura 8: Gráfico dos resultados acumulados na sequência do ano civil (janeiro a dezembro), com os valores médios mensais de cota (H), média, máxima e mínima, assim como chuva (P) acumulada vista em relação à climatologia determinada para a estação do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) existente em Manaus

Os dados de chuva foram registrados pelas estações meteorológicas automáticas a cada dez minutos e acumulados para um dia. Assim, os dois tipos de dados foram colocados na mesma base temporal (diária) e se pode, então, construir o gráfico da figura 7, que mostra uma variabilidade máxima anual para as cotas de 156 centímetros e de 124 milímetros para as chuvas. O valor máximo das cotas foi de 234 centímetros, enquanto o mínimo esteve em 78 centímetros, resultando numa média de 96 centímetros para o período.

Como já reportado exhaustivamente na literatura, para o caso de pequenas bacias e em situações semelhantes às do Igarapé do Mindu, tem-se uma resposta rápida nas cotas em função da incidência de chuvas. Esse comportamento, também evidenciado aqui, se contrapõe ao que foi visto anteriormente quanto ao regime dos grandes rios amazônicos.

Ajustando-se os dados coletados para a sequência do ano civil (janeiro a dezembro) e trabalhando-se com os valores médios mensais, foi possível avaliar os dados quanto ao regime anual de chuvas e das cotas (figura 8 e tabela 1). Assim, observa-se que na bacia do Igarapé do Mindu, como visto a partir da estação Remethi já citada, as chuvas são mais concentradas nos meses de fevereiro, março e abril, o que é acompanhado pelos valores máximos do nível do rio.

Mês	H Médio	H Máximo	H Mínimo	P Acumulada	P Climatologia
Jan	99	135	83	233	260
Fev	121	226	86	482	288
Mar	113	234	83	521	314
Abr	105	210	87	352	300
Mai	93	131	84	166	256
Jun	90	143	78	132	114
Jul	87	126	82	112	88
Ago	84	123	81	76	58
Set	86	180	78	45	83
Out	88	178	79	196	126
Nov	92	194	81	162	183
Dez	93	174	80	300	217

Tabela 1: Dados médios mensais de cota (H), média, máxima e mínima, pluviosidade acumulada média mensal para o ano de 2011, obtidos pela infraestrutura Remethi & Geo-Pictures, além de climatologia da pluviosidade observada para Manaus

Naziano Pantoja Filizola Jr. é geólogo, doutor em Hidrologia e Geologia e professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas.

naziano.filizola@gmail.com

Maria Betânia Leal de Oliveira é meteorologista, doutora em Ciências de Florestas Tropicais e coordenadora do Laboratório de Instrumentação Meteorológica da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Manaus, Amazonas.

mabetanialeal@gmail.com

Do ponto de vista do hietograma, percebe-se um regime do tipo unimodal. Os dados de cota, utilizados na ausência de informação de vazão, indicam tendência a um regime bimodal com um pico entre fevereiro e abril e outro entre os meses de setembro e dezembro.

Os dados aqui apresentados são correspondentes aos primeiros resultados e vêm de apenas um ano de coletas. Obviamente que com a sequência do monitoramento a situação pode variar. No entanto, um regime bimodal, que se configura, se contrapõe ao que se observa em escala regional nos grandes rios amazônicos. Indica que, para condições de eventos extremos, atenção especial precisa ser dada para atividades preventivas, em especial naqueles períodos de picos das cotas máximas indicados acima.

Conclusão

A partir dos resultados de uma estação hidrometeorológica pioneira instalada na cidade de Manaus-AM se pode afirmar que:

- As diferenças na variabilidade hidrológica na Bacia Amazônica são muito grandes quando comparadas as bacias dos grandes rios com as bacias de pequenos cursos de água que cruzam zonas urbanas. Isto vale para variações sazonais tanto nas vazões quanto nas cotas.
- Regimes hidrológicos diferenciados na Amazônia se destacam tanto em escala regional quanto urbana.
- Sistemas de rede aninhadas de monitoramento hidrometeorológico em fase de implantação, no Estado do Amazonas, podem permitir uma visualização desses comportamentos acima identificados, de forma mais frequente e adaptada às necessidades locais identificadas, sobretudo a partir das necessidades geradas pelos mais recentes eventos hidrológicos extremos ocorridos na região.
- Um sistema de avaliação em tempo quase real de eventos hidrometeorológicos extremos – Remethi & Geo-Pictures –, como o atualmente em fase de testes na Bacia Hidrográfica do Igarapé do Mindu, apresenta-se como uma infraestrutura capaz de auxiliar de forma bastante decisiva nos diferentes processos de intervenção de caráter humanitário e ambiental, tanto para fins de prevenção quanto de resposta a desastres.

ESTUDO COMPARATIVO DE ÍNDICES MORFOMÉTRICOS NAS BACIAS DOS RIOS JURUÁ E PURUS – REGIÃO AMAZÔNICA

Edileuza Carlos de Melo
Naziano Pantoja Filizola Jr.
Jean Loup Guyot

Considerando a importância das bacias hidrográficas como sistema e unidade de monitoramento ambiental, o presente trabalho segue a metodologia de caracterização morfométrica de bacias hidrográficas, com o objetivo de caracterizar a dinâmica dos rios a partir do canal principal, e da correlação entre eles, segundo parâmetros específicos. As bacias dos rios Purus e Juruá tiveram a definição dos índices morfométricos com base em técnicas de geoprocessamento. Com a discretização das bacias dos rios Purus e Juruá, foi possível verificar características que mostram pouca suscetibilidade a enchentes e baixa capacidade de drenagem. A definição das unidades de resposta hidrológica foi obtida pela reclassificação dos tipos de solos e de uso e cobertura vegetal, sendo a classe de floresta em solo profundo a que apresentou o maior percentual de ocorrência.

Introdução

A mensuração e a análise matemática da configuração da superfície terrestre, quanto à forma e às dimensões de sua paisagem, são utilizadas nas estimativas dos índices morfométricos de uma bacia hidrográfica. A morfometria é uma importante ferramenta de apoio às análises hidrológicas ou ambientais, e tem por finalidade elucidar as várias questões relacionadas com o entendimento da dinâmica ambiental local e regional.

Bacia hidrográfica ou bacia de drenagem são terminologias empregadas para caracterizar áreas superficiais cujas feições do terreno determinem processos específicos, entre eles a drenagem superficial de água de chuva e sedimentos carreados, originados de pontos distintos à montante e com destino comum à jusante. Estes materiais podem depositar-se pelo trajeto ou agregar-se aos cursos de ordem superior ou ao oceano.¹

A água constituinte do deflúvio superficial de uma bacia hidrográfica é originada de diversas fontes, principalmente da precipitação, do lençol freático e do escoamento superficial, ou ainda de outras bacias por meio do aporte subterrâneo. Os sedimentos podem incluir todo material particulado arrastado, o que se aplica a solos, sedimentos de diferentes granulometrias e matéria orgânica. Trata-se de um dos processos morfogenéticos mais dinâmicos de modelagem da paisagem terrestre.²

Nesse contexto, as características morfométricas do padrão de drenagem e do relevo refletem algumas propriedades do terreno, como infiltração e deflúvio das águas das chuvas, e expressam estreita correlação com a litologia, a estrutura geológica e a formação superficial dos elementos que compõem a superfície terrestre.³

As unidades de resposta hidrológica representam unidades de paisagem que apresentam comportamento hidrológico semelhante, normalmente definidas a partir da combinação de tipos de solo, cobertura vegetal e uso do solo de uma mesma região.

Com base nessas considerações, este trabalho aborda as etapas da caracterização morfométrica das áreas de contribuição hidrológica dos rios Purus e Juruá, por meio de hierarquia fluvial, análise linear, análise areal, análise hipsométrica, perfil longitudinal e discriminação de áreas com comportamento hidrológico similar, resultantes da combinação de tipos de solos com tipos de vegetação ou uso da terra.

¹ SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E. & CAMARGO, P. B. *Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas*. São Carlos: RiMa, 140 p. 2003.

² CHRISTOFOLLETI, A. *Geomorfologia*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

³ PISSARA, T. C. T.; POLITANO, W. & FERRAUDO, A. S. Avaliação de características morfométricas na relação solo-superfície da bacia hidrográfica do córrego Rico, Jaboticabal (SP). *Rev. Bras. Ciências do Solo*, Viçosa, n. 28, p. 297-305, 2004.

Metodologia e caracterização da área

O estudo comparativo dos índices morfométricos e a definição de unidades de resposta hidrológica, tendo como suporte técnicas de geoprocessamento trabalhadas em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e técnicas de processamento digital de imagens, constituem instrumento adequado para analisar a variabilidade espacial das características físicas das sub-bacias hidrográficas escolhidas.

As áreas de contribuição hidrológica selecionadas para estudo estão compreendidas pelas estações da Agência Nacional de Águas (ANA), conforme tabela 1.

Tabela 1: Estações utilizadas no estudo

Código ANA	Estação ANA	Rio	Latitude	Longitude
13962000	Arumã-jusante	Purus	-4,6833	-62,1167
13870000	Lábrea	Purus	-7,2500	-64,8000
13750000	Seringal Fortaleza	Purus	-7,6833	-66,9333
12840000	Gavião	Juruá	-4,8333	-66,7500
12550000	Eirunepé - Montante	Juruá	-6,6833	-69,9000
12500000	Cruzeiro do Sul	Juruá	-7,6167	-72,6667

A figura 1 mostra a localização das duas áreas na bacia hidrográfica do rio Amazonas.

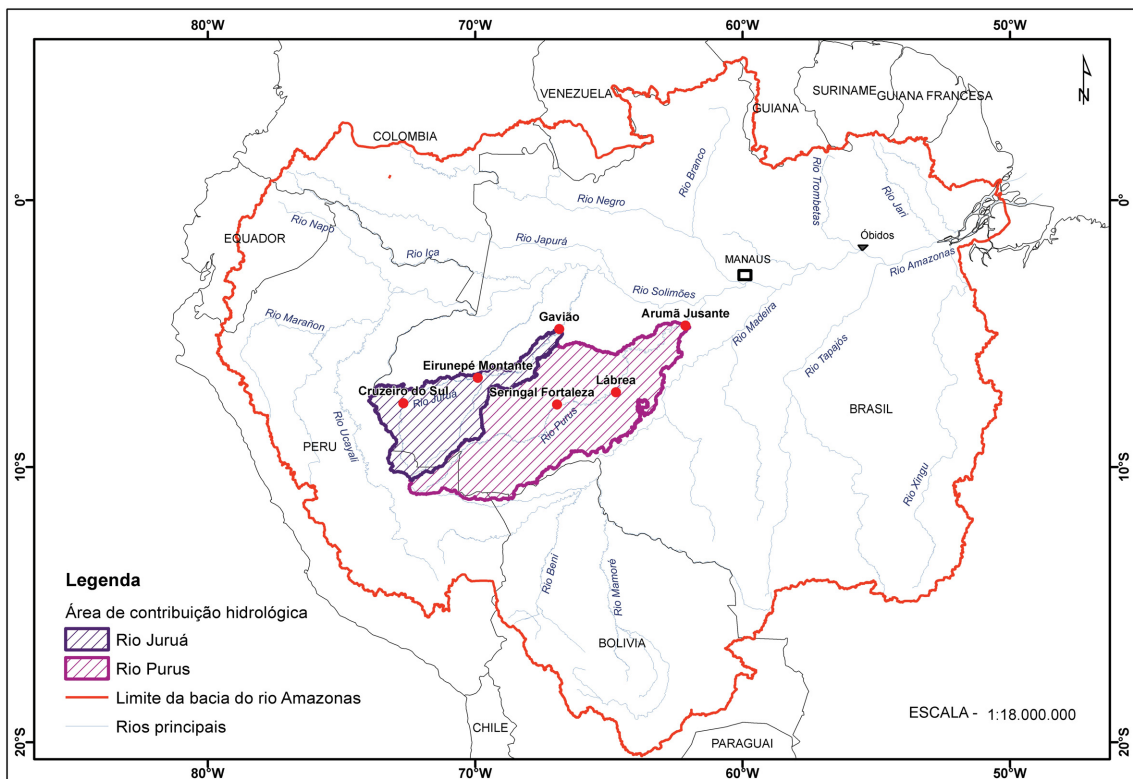


Figura 1: Localização da área de estudo

Os dados altimétricos utilizados foram as imagens Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), que possuem dados de elevação com uma escala próxima à global para gerar a mais completa base de dados topográficos digitais de alta resolução da Terra. O SRTM consistiu de um sistema de radar especialmente modificado que voou acoplado ao ônibus espacial Endeavour durante uma missão de 11 dias em fevereiro de 2000. Os dados foram publicados em uma grade com arco de 1 segundo (resolução de 30 metros) para os EUA e com um arco de 3 segundos (resolução de 90 metros) para o resto do globo da latitude de 56°S até a de 60°N.

Com o ArcGIS 9.2[®] foram organizadas as informações necessárias para o pré-processamento de dados, utilizando-se a extensão ArcHydro v.1.3.

O banco de dados SIG é composto pelos seguintes dados apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Banco de dados SIG

Dado	Tipo	Fonte
Modelo Digital de Elevação (MDE)	Raster	SRTM
Estações Pluviométricas	Vetorial (pontos)	ANA
Classes de Vegetação	Vetorial (polígonos)	RADAM-Brasil
Tipos de Solos	Vetorial (polígonos)	RADAM-Brasil

O MDE SRTM no formato ASCII foi convertido para o formato grid (RASTER) no ArcGIS utilizando-se a ferramenta de conversão de dados do ArcMap.

Com as ferramentas do ArcHydro e com base na metodologia adotada⁴, foi realizada a análise de terreno no MDE SRTM, para gerar dados da direção de fluxo (*flow direction*), área acumulada (*flow accumulation*), definição da drenagem (*stream definition*), segmentação da drenagem (*stream segmentation*) e delimitação de bacias (*watershed delineation*). Esses dados serviram então para delimitar as áreas de contribuição hidrológica e gerar a rede de drenagem.

O cálculo das direções de fluxo foi realizado com base no método D8 (Eighth Direction Pour Point Model), o qual assume que a água flui de uma das células para uma das 8 células adjacentes. A cada célula é atribuído um valor, de acordo com a regra do caminho mais íngreme.

Com base no arquivo raster de direções de fluxo foi possível calcular a área de drenagem de cada célula do MDE. O arquivo gerado contém o número de células que drenam para cada célula de uma grade de entrada.

⁴ FAN, F. M.; BUARQUE, D. C.; PAIVA, R. C. D.; COLLISCHONN, W. & KAYSER, R. *Manual ArcHydro para aplicação do modelo MGB-IPH, Versão 2.0*. Projeto Integrado de Cooperação Amazônica e de Modernização do Monitoramento Hidrológico, 2010.

A definição da rede de drenagem foi gerada a partir da reclassificação dos valores das células do raster de área acumulada, e a partir deste, obteve-se outro arquivo em que as células contêm um valor igual a “1”, caso pertençam à rede de drenagem.

O arquivo raster da rede de drenagem foi segmentado em trechos individuais localizados entre duas confluências sucessivas, ou entre o início da rede de drenagem e a próxima confluência. Com este arquivo e o arquivo da direção de fluxo, criou-se a rede de drenagem vetorial.

Para delimitação das duas áreas de contribuição hidrológica, definiu-se primeiramente um ponto na drenagem como o exutório, representado pelas estações pluviométricas mais à jusante, correspondendo às estações Arumã-jusante e Gavião, localizadas nos rios Purus e Juruá, respectivamente. Um polígono foi gerado com o divisor de água da bacia até o último ponto de interesse (extremo de jusante da bacia).

Obtidas tais informações, as características morfométricas foram calculadas e analisadas em relação à geometria, ao relevo e à rede de drenagem. Na tabela 3, estão relacionadas as características morfométricas e os correspondentes tipos de análises. As fórmulas utilizadas para o cálculo das características morfométricas podem ser encontradas em diversos trabalhos publicados.⁵

A obtenção das características morfométricas e os tipos de análises para área de estudo foram calculados no ambiente de SIG considerando o seguinte:

a) A área, o perímetro, o comprimento do canal principal, a linha reta entre a nascente e a foz do canal e o comprimento das drenagens (dados que servem de base para a análise morfométrica) foram obtidos através de ferramentas dentro do Sistema de Informação Geográfica, onde é possível escolher o sistema de medidas adotadas. Com o comando de calcular esses parâmetros, o programa envia automaticamente os dados ligados à topologia de referência (polígonos e linhas) para uma tabela que os armazena. Dessa forma, os dados obtidos a partir da topologia georreferenciada ficam armazenados em forma de banco de dados, sendo possível acessar essas informações e analisá-las.

b) Definidos os dados básicos de medidas nas duas áreas, foi possível calcular outros parâmetros que dependem diretamente deles. Parâmetros como índice de circularidade, coeficiente de compacidade e densidade de drenagem foram calculados segundo fórmulas e metodologias pré-estabelecidas constantes nos autores já citados.

⁵ TONELLO, K. C. *Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG*. 2005. 69 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

ANTONELI, V. & THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista, Guamiranga-PR. *Rev. Caminhos da Geografia*, Uberlândia, v. 8, n. 21, p. 46-58, jun. 2007.

CRISTOFOLLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Rev. Geomorfol.*, Campinas, v. 18, n. 9, p. 35-64, 1969.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. *Hidrologia aplicada*. São Paulo: McGrawHill do Brasil, 1975. 245 p.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B. & MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

⁶ TONELLO, K. C. *Op. cit.*

Tabela 3: Características morfométricas e tipos de análises.
Fonte: Tonello, K. C.⁶

Características	Tipo de Análises
1. Geométricas	Área total
	Perímetro total
	Coeficiente de compacidade (Kc)
	Fator de forma (F)
	Índice de circularidade (IC)
	Densidade de drenagem
2. Relevo	Orientação
	Declividade mínima
	Declividade média
	Declividade máxima
	Altitude mínima
	Altitude média
	Altitude máxima
	Declividade média do curso d'água principal
3. Rede de drenagem	Comprimento do curso d'água principal
	Comprimento total dos cursos d'água
	Densidade de drenagem (Dd)
	Ordem dos cursos d'água

c) Já o volume do relevo e a declividade média necessitaram do uso de imagem SRTM, que possuem informação de altitude do terreno (topográficas) em cada pixel, possibilitando a geração automática do cálculo de volume do relevo presente em cada bacia a partir da identificação de um plano de referência. Quanto à declividade média, foi obtida a partir do Modelo Digital de Elevação (DEM) do SRTM em formato grid na projeção geográfica UTM, dentro do SIG. Então, com o auxílio de ferramentas de análise 3D, gerou-se um modelo de declividade. Posteriormente, este modelo foi reclassificado para discretizar seus valores contínuos em classes temáticas. Com o raster temático disponível, foi possível convertê-lo para um mapa temático de classes de declividade em formato vetorial. Enfim, o cálculo das áreas das classes permitiu calcular a declividade média da bacia.

d) Com a SRTM também se obtiveram os gráficos de perfil longitudinal dos canais principais. Utilizando as informações topográficas dos pixels e a tabela com a informação da distância dos seguimentos da hidrografia foi possível re-

presentar graficamente o comprimento e a altitude do canal principal de cada área de contribuição hidrológica, relacionando-se no eixo X a distância e no eixo Y a altitude.

Para a definição das unidades de resposta hidrológica, foram consideradas as características físicas relacionadas aos tipos de solos e cobertura vegetal. Os tipos de solos foram reclassificados em classes de solos que apresentam tendência a gerar mais escoamento superficial, classificados como solos rasos, e classes de solos com tendência a gerar menos escoamento superficial, classificados como solos profundos.

Os tipos de vegetação e uso do solo também foram reclassificados, com a finalidade de reduzir o número de classes, agrupando-se classes com baixa densidade de vegetação, alta densidade de vegetação e uso.

Com os dados de solo, cobertura vegetal e uso reclassificados, conseguiu-se uma classificação cruzada, para representar todas as combinações possíveis para estes dados e, assim, chegar às unidades de resposta hidrológica para as duas áreas de contribuição hidrológica.

Após a geração das informações nas etapas de discretização e de definição de unidades de resposta hidrológica, as representações temáticas foram transformadas em mapas organizados com apoio do aplicativo ArcMap.

Resultados

Com os valores gerados por meio de técnicas de geoprocessamento usando-se produtos de sensoriamento remoto, foi possível espacializar dados e informações através da geração de tabelas e mapas que os representam.

A partir da delimitação da área de estudo por meio de imagem SRTM, foram obtidos os dados necessários para o cálculo dos parâmetros e confecção dos mapas. As duas áreas selecionadas para o estudo foram representadas de forma espacializada na figura 2, com o aplicativo Global Mapper v9.03.

A delimitação da área de estudo permitiu gerar os parâmetros morfométricos descritos anteriormente. Para subsidiar a análise morfométrica desta área, as medidas lineares e os parâmetros foram dispostos em tabelas, como forma de facilitar uma futura análise comparativa. Assim, os valores obtidos estão inseridos na tabela 4, separados por área de contribuição hidrológica.

Verifica-se que o valor areal das duas áreas de contribuição é completamente diferente, tendo a do Purus aproximadamente o dobro da de Juruá, representadas, respecti-

vamente, por 370.091,13km² e 166.469,76km². Além disso, possuem algumas características que mostram pouca suscetibilidade a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, pelo fato de apresentarem valores de coeficiente de compacidade afastados da unidade e fator de forma baixo.

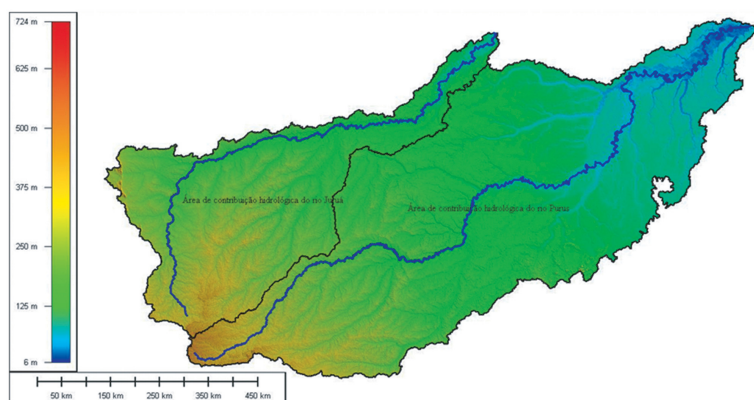


Figura 2: DEM SRTM das áreas de contribuição hidrológica dos rios Purus e Juruá

Tabela 4: Medidas lineares e parâmetros morfométricos

Item	Áreas de contribuição hidrológica	
	Rio Purus	Rio Juruá
Área Total (km ²)	370.091,13	166.469,76
Perímetro (km)	6.252,07	4.256,94
Canal Principal Total (km)	2.765,65	1.579,91
Comprimento Axial (km)	1.340,64	922,85
Largura (km)	457,3	82,23
Coeficiente de compacidade	2,88	2,92
Fator de forma	0,21	0,20
Índice de circularidade	0,12	0,12
Densidade de drenagem (km/km ²)	0,06	0,05
Altitude Máxima (m)	420,87	324,57
Altitude Média (m)	224,38	202,01
Altitude Mínima (m)	27,89	79,45
Declividade Máxima (%)	24,5	27,73
Declividade Média (%)	1,24	2,30
Declividade Mínima (%)	0	0
Orientação do Relevo (km ²)	Sul (45.785,97) Norte (93.324,39)	Sul (16.626,35) Norte (47.113,11)

Assim, há indicação de que as áreas não apresentam forma circular, mas uma forte tendência à forma alongada. Tal fato pode ainda ser comprovado pelo valor do índice de circularidade detectado para cada área, que possuem o mesmo valor (0,12). Valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada, favorecendo o processo de escoamento.⁷

A densidade de drenagem encontrada para as duas áreas foi de 0,06km/km² para Purus e 0,05km/km² para Juruá. De acordo com Villela & Mattos⁸ e Cardoso *et al.*⁹, este índice pode variar de 0,5km/km² em bacias com drenagem pobre, a 3,5km/km² ou mais, em bacias bem drenadas, indicando assim, que as áreas estudadas possuem baixa capacidade de drenagem.

A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia, pois esses valores contribuem para o planejamento da bacia hidrográfica. De acordo com a hierarquia de Strahler, o sistema de drenagem para a área do Purus possui ramificação de 5^a ordem, e de 4^a ordem para a área do Juruá. Tais medidas são encontradas na tabela 5 e sua representação espacial na figura 3.

Tabela 5: Hierarquia e mensuração dos canais

Ordem de Strahler	Rio Purus			Rio Juruá		
	Quantidade	Medida (km)	Média (km)	Quantidade	Medida (km)	Média (km)
1 ^a	393	10.046,17	25,56	186	4.432,98	23,83
2 ^a	189	5.308,48	28,09	94	2.317,18	24,65
3 ^a	114	3.030,08	26,58	65	1.406,40	21,64
4 ^a	54	1.642,51	30,42	26	834,89	32,11
5 ^a	35	1.016,27	29,04	-	-	-
Total	785	21.043,52	139,68	371	8.991,45	102,2

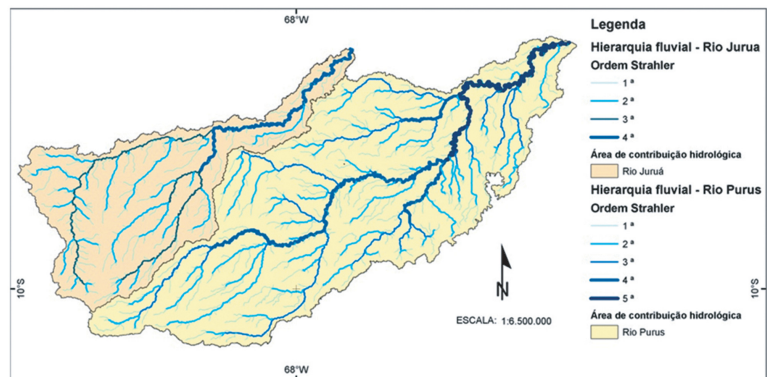


Figura 3: Hierarquia fluvial

⁷ MULLER, C. V. A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area. *Technical Report*, s/n. Department of Geology, Columbia University, 1983.

⁸ VILLELA, S. M. & MATTOS, A. *Op. cit.*

⁹ CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B. & MARTINS, S. V. *Op. cit.*

Utilizando as informações topográficas dos *pixels* e a tabela com a informação da distância dos seguimentos da hidrografia foi possível relacionar, em um gráfico cartesiano, a distância e a altitude do canal principal de cada área de contribuição, expressos nos gráficos da figura 4.

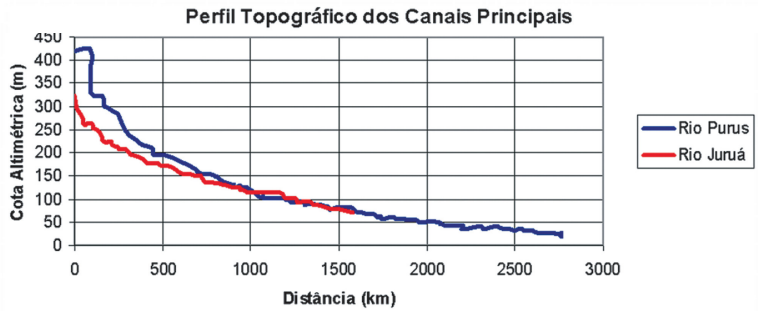


Figura 4: Perfis gerados a partir dos canais principais dos rios Purus e Juruá

Com base nos perfis topográficos dos canais principais dos rios Purus e Juruá (figura 3), verificou-se que o comportamento de ambos é muito semelhante em relação à altitude, diferindo no tamanho da área de drenagem e na extensão. O rio Purus apresenta comprimento de 2.765,65km em uma área de 370.091,13km² e o Juruá uma extensão de 1.579,91km em uma área de 166.469,76.

O mapa hipsométrico (figura 5) demonstra que as duas áreas de contribuição possuem altitudes que vão de 0 a 100 metros, próximo à foz. De 100 a 200 metros, no centro das áreas e, nas suas extremidades, acima de 300 metros. Em uma pequena área à montante, a altitude chega próximo a 500 metros.

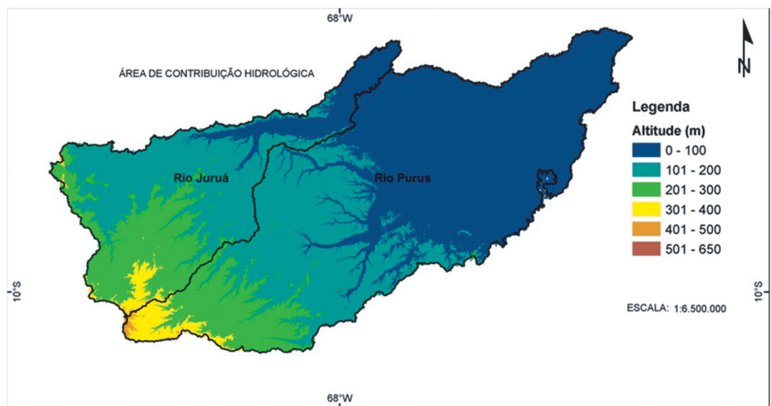


Figura 5: Mapa Hipsométrico

Em uma análise da declividade das duas áreas, os resultados apresentados na tabela 6 e figura 6, mostram a ocorrência de baixa declividade. Na região do rio Purus, em 85,45% da área predominam as declividades de 0 a 2%. Já na região do rio Juruá, em 94,73% da área estão presentes as declividades que vão de 0 a 4%.

Tabela 6: Declividade em área de cada classe, porcentagem e média das áreas de contribuição hidrológica

Áreas de contribuição hidrológica						
Rio Purus				Rio Juruá		
Classes de Declividade	Área (km ²) por classe de declividade	Porcentagem da área de cada classe (%)	Declividade Média (%)	Área (km ²) por classe de declividade	Porcentagem da área de cada classe (%)	Declividade Média (%)
0 - 2	316.229	85,45	85,45	60.395,35	36,28	36,28
2 - 3	48.719	13,16	32,91	63.948,25	38,41	96,0
3 - 4	4.059	1,10	3,84	33.355,10	20,04	70,13
4 - 6	764	0,21	1,03	8.285,02	4,98	24,88
6 - 10	251	0,07	0,54	412,01	0,25	1,98
>10	69	0,02	0,32	74,03	0,04	0,84

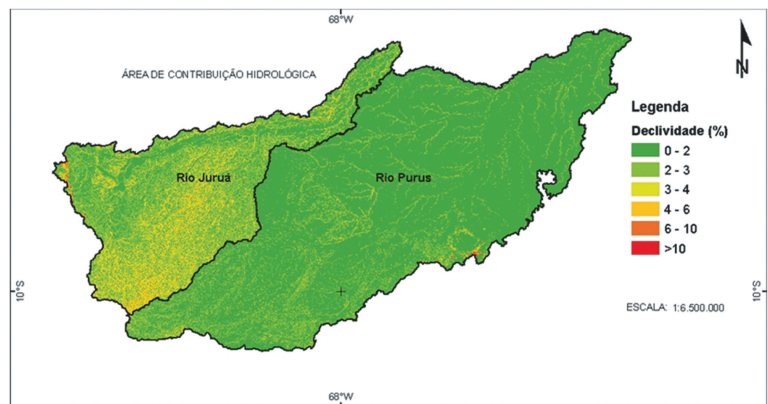


Figura 6: Declividade do terreno

A figura 7 mostra o mapa de orientação do terreno utilizado para indicar o fator de incidência solar na bacia, o que pode afetar as relações de precipitação e deflúvio. Segundo Lima¹⁰, bacias com relevo norte apresentam maiores taxas de deflúvio quando comparadas às de relevo sul, sendo o destaque para orientação norte, no caso das duas áreas.

Para definição das unidades de resposta hidrológica da área de estudo foram utilizados os dados de Solo do projeto RADAM/Embrapa e de Uso do Solo e Cobertura Vegetal disponibilizado pelo RADAM/IBGE. As classes de ambos os mapas foram reclassificadas para facilitar a definição das unidades.

¹⁰ LIMA, W. de P. *Hidrologia Florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas*. 2. ed., Piracicaba, SP: USP-ESALQ, 2008.

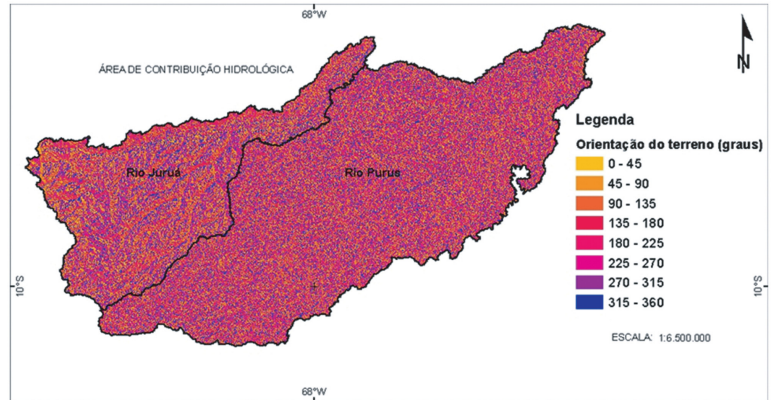


Figura 7: Orientação do terreno

Os solos da área de estudo apresentados na figura 8 são de doze tipos: Cambissolo, Gleissolo, Latossolo, Plintossolo, Podzólico, Solo Aluvial e Solo Litólico. Destes, os mais importantes, em função da área que ocupam, são os Podzólicos (Argissolos) e os Gleissolo/Fluviossolo.

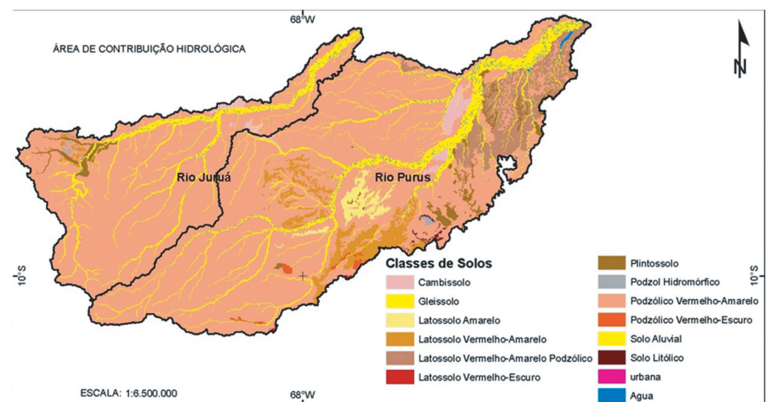


Figura 8: Solos

Também são considerados importantes os Cambissolos/Neossolos, que ocupam uma área menor, mas que exercem um importante papel hidrológico, porque são rasos e tendem a gerar mais escoamento superficial. Foram agrupados na categoria denominada “solos rasos”. Outro que também ocupa uma área pequena é o Latossolo. Este pode ser considerado como uma categoria de solo com tendência a gerar menos escoamento superficial e foi agrupado em uma categoria denominada “solos profundos”.

Os Gleissolos, por sua vez, ocorrem em várzeas e apresentam o lençol freático próximo da superfície. Podem gerar escoamento superficial quando saturados. Pela sua pe-

quena presença na área de estudo, foram agrupados na categoria “solos rasos”.

Os Podzólicos (Argissolos), com tendência a gerar menos escoamento superficial, foram agrupados na categoria denominada “solos profundos”.

A tabela 7 mostra a reclassificação dos tipos de solo que ocorrem na área de estudo.

Tabela 7: Reclassificação de tipos de solos

Solos	Reclassificação 1	Reclassificação 2	Reclassificação 3
Cambissolo	Cambissolo Neossolo	Cambissolo Neossolo	Solos rasos
Gleissolo	Gleissolo Fluviossolo	Gleissolo Fluviossolo	Solos rasos
Latossolo Amarelo	Latossolo	Latossolo	Solos profundos
Latossolo Vermelho-Amarelo	Latossolo	Argissolo	Solos profundos
Latossolo Vermelho-Amarelo Podzólico	Latossolo	–	–
Latossolo Vermelho-Escuro	Latossolo	–	–
Plintossolo	Cambissolo Neossolo	–	–
Podzol Hidromórfico	Argissolo	–	–
Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo	–	–
Podzólico Vermelho-Escuro	Argissolo	–	–
Solo Aluvial	Cambissolo Neossolo	–	–
Solo Litólico	Cambissolo Neossolo	–	–

Como resultado da reclassificação, a figura 9 mostra as classes de solo agrupadas em duas categorias: solos profundos e solos rasos.

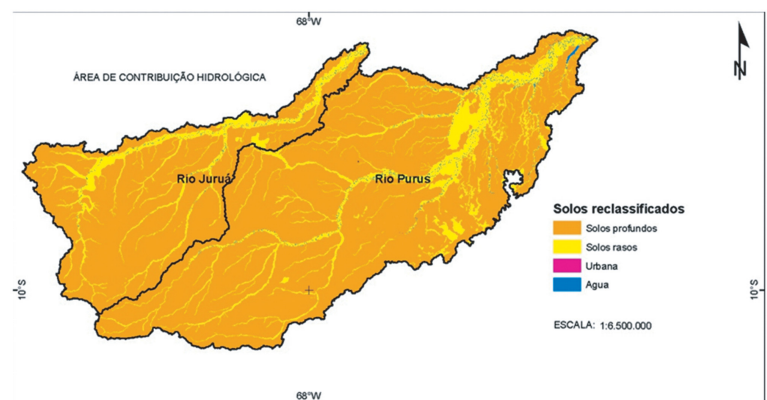


Figura 9: Solos reclassificado

O mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal é apresentado na figura 10. Para reduzir o número de classes, também foi necessário fazer uma reclassificação.

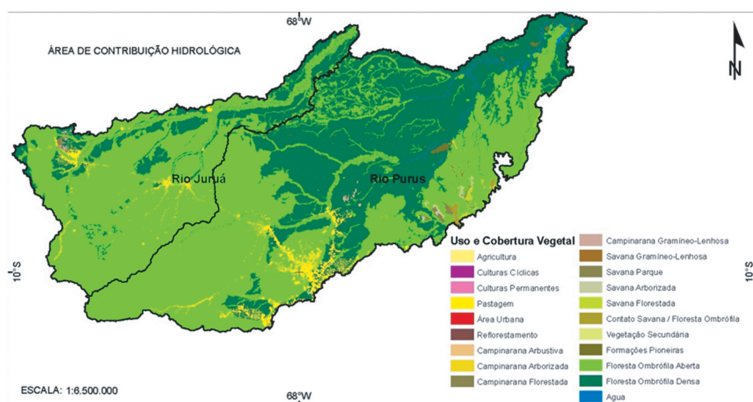


Figura 10: Uso do Solo e Cobertura Vegetal

Na área de estudo, as áreas de agricultura, culturas cíclicas, culturas permanentes, pastagem e de reflorestamento podem ser fundidas em uma única classe, que representará as áreas com baixa densidade de vegetação, onde parâmetros como o albedo podem ser razoavelmente definidos, com base em valores disponíveis em publicações. Assim, estas classes foram reclassificadas como agricultura.

As classes de Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Densa, Formações Pioneiras representam a maior porção da área da bacia, e foram reclassificadas como floresta.

Na tabela 8, estão relacionadas as classes originais e a reclassificação.

Como resultado da reclassificação, a figura 11 mostra as classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal agrupadas nas classes: agricultura, floresta e savana.

Como os mapas reclassificados, realizou-se a combinação de tipos de solos e tipos de uso e cobertura vegetal. A forma utilizada para combinar estas classes foi uma classificação cruzada, em que o mapa resultante mostra todas as combinações possíveis dos mapas de entrada.

As unidades de resposta hidrológica definidas após a combinação das classes reclassificadas podem ser visualizadas na figura 12. A combinação resultou em quatro classes, que foram denominadas de: floresta em solo profundo, floresta em solo raso, savana em solo profundo, savana em solo raso, agricultura em solo profundo e agricultura em solo raso.

Tabela 8: Reclassificação das classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal

Classes de Uso e Cobertura Vegetal	Reclassificação
Agricultura	Agricultura
Campinarana Arborizada	Floresta
Campinarana Arbustiva	Savana
Campinarana Florestada	Urbana
Campinarana Gramíneo-Lenhosa	
Contato Savana / Floresta Ombrófila	
Culturas Cíclicas	
Culturas Permanentes	
Floresta Ombrófila Aberta	
Floresta Ombrófila Densa	
Formações Pioneiras	
Pastagem	
Reflorestamento	
Savana Arborizada	
Savana Florestada	
Savana Gramíneo-Lenhosa	
Savana Parque	
Vegetação Secundária	
Urbana	

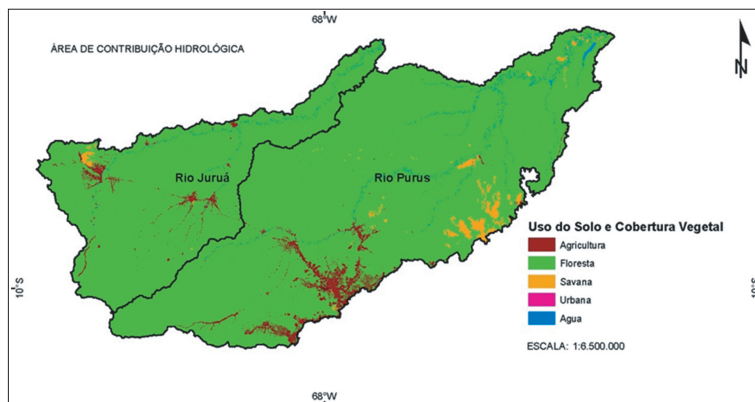


Figura 11: Uso do Solo e Cobertura Vegetal reclassificado

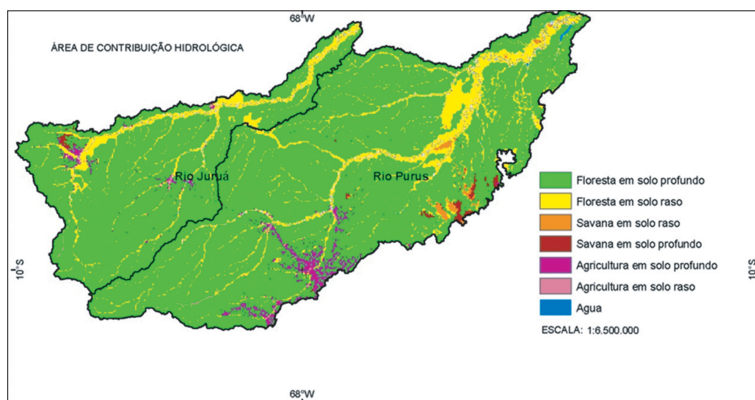


Figura 12: Unidades de resposta hidrológica

A classe de floresta em solo profundo se destaca com maior percentual de ocorrência, tanto para área de contribuição hidrográfica do Purus, quanto do Juruá. Os percentuais de ocorrência das unidades de resposta hidrológica são encontrados na tabela 9.

Conclusões

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos para as áreas de contribuição hidrográfica dos rios Purus e Juruá permitem concluir que, em função de sua forma alongada e associados a baixa capacidade de drenagem e ao relevo suave, estas áreas são pouco susceptíveis a inundação quando considerados somente os parâmetros de fator de forma, índice de compactidade e índice de circularidade e com precipitação pluviométrica normal.

Tabela 9: Percentual de ocorrências das unidades de resposta hidrológica

URH	Juruá área (km ²)	%	Purus área (km ²)	%
Floresta em solo profundo	139.772,44	83,96	305.514,50	82,55
Floresta em solo raso	21.414,67	12,86	44.714,23	12,08
Savana em solo raso	9,00	0,01	3.187,73	0,86
Savana em solo profundo	653,61	0,39	2.580,00	0,70
Agricultura em solo profundo	2.290,45	1,38	9.265,66	2,50
Agricultura em solo raso	936,95	0,56	1.194,22	0,32

A utilização de SIG's é uma medida confiável para estudos ambientais, uma vez que o uso de dados georreferenciados garante precisão cartográfica e matemática, visualização de fatores, geração e correlação de temas e ganho de tempo.

As ferramentas para análise de modelos digitais de elevação foram utilizadas para geração de base cartográfica confiável e também para obtenção de informações úteis em hidrologia.

A definição da unidade de resposta hidrológica é importante para ajudar a entender seu comportamento hidrológico, independentemente de sua localização na área de estudo. Estas unidades são resultado da combinação única de tipo de solo e de uso da terra.

Considerando que o assunto abordado faz parte da geomorfologia quantitativa, as técnicas de análise morfométrica são de grande valia para a análise da morfogênese de uma área, sobretudo quando podem ser comparadas com dados obtidos em campo e tratados com técnicas sofisticadas de geoprocessamento.

Tais resultados são parte integrante de um estudo mais abrangente, que busca identificar os principais fatores de controle dos processos erosivos das áreas de contribuição hidrológica dos rios Purus e Juruá.

Edileuza Carlos de Melo é geóloga, aluna de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA) Manaus, Amazonas.
edileuza_melo@hotmail.com

Naziano Pantoja Filizola Jr. é geólogo, doutor em Hidrologia e Geologia e professor do curso de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, Amazonas.
naziano.filizola@gmail.com

Jean Loup Guyot é doutor em Hidrologia, diretor de pesquisas do Institut de Recherches pour le Développement - IRD.
guyot@ird.fr

ANTROSSOLOS AMAZÔNICOS
UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA SOBRE AS TERRAS
PRETAS DE ÍNDIO NA AMAZÔNIA CENTRAL

Bruno Moraes
Helena Pinto Lima

As *Terras Pretas de Índio* são solos enriquecidos com altos índices de matéria orgânica e, portanto, muito férteis. Ocorrem em toda a Região Amazônica, em porções que variam de menos de um hectare até 90 hectares ou mais. Estes solos têm origem antrópica e são considerados verdadeiros *ecofatos* humanos, sugerindo que técnicas de manejo ambiental eram praticadas em diversas partes da Amazônia há centenas ou até mesmo milhares de anos atrás. Apresentamos aqui um panorama das pesquisas arqueológicas realizadas na Amazônia central, município de Iranduba-Amazonas, com foco nas discussões sobre os processos de formação e evolução desses antrossolos.

Introdução

A idéia de que a Amazônia antes do contato com o europeu era uma terra virgem e sem dono vem sendo há tempos contestada. Atualmente, não há mais como considerar 1492 o ponto de partida da história americana. Mas é certo que os quinhentos anos subsequentes de colonização e influência do mundo ocidental levaram a um quadro preocupante: as intervenções humanas em larga escala no ambiente e em todo o globo foram intensas, culminando em grave crise ambiental, hoje sentida e vivenciada. Os efeitos dessa crise e suas consequências para o planeta vêm, cada vez mais, sensibilizando a sociedade mundial, a exemplo da ECO92, quando representantes de diversos países se reuniram para discutir a fundo a questão ambiental e procurar soluções sustentáveis e economicamente viáveis. Assim, após a realização, em 2012, da RIO+20, novo encontro que rememorou as discussões desenvolvidas vinte anos antes e seus reflexos, temas como aquecimento global e desenvolvimento sustentável são cada vez mais recorrentes no cotidiano da população. Neste momento, os olhos do mundo se voltam para a Amazônia, local onde não se excedem os superlativos em termos naturais, ambientais e humanos, devido à notória diversidade social e biológica existente em seu meio.

A história da construção do Brasil, enquanto Estado Nacional, mostra o quanto as transformações no ambiente foram necessárias para erigir as bases da sociedade hodierna. Foi a partir dessas transformações que emergiu, na modernidade, uma idealização da floresta amazônica antes do contato com os colonizadores – como se ela fosse uma espécie de *entidade*, virgem e intocada, mantida em seu estado *natural* pelos *selvagens*, que pouco ou nada interferiram em seu desenvolvimento. Desta forma, a prístina *rainforest* não teria sofrido grandes impactos e alterações pelas supostamente pequenas e rudimentares populações que a habitavam.

Ao longo dos últimos anos, a arqueologia – em conjunto com outras ciências – vem trazendo à tona cada vez mais dados demonstrando que, ao contrário do que se pensava, os povos amazônicos pretéritos há muito praticavam o que hoje se denomina *manejo ambiental*, contribuindo, inclusive, para o alargamento da biodiversidade da Amazônia, dando forma às feições fitogeográficas atualmente conhecidas. Neste mesmo sentido, pesquisas recentes em ecologia histórica têm demonstrado que técnicas tradicionais de

¹ BALÉE, William. The Culture of Amazonian Forests. In: POSEY, D. A. & BALÉE, W. (Eds.). *Resource Management in Amazonia: Folk and Indigenous Strategies*. New York: New York Botanical Garden, 1989. p. 1-21. (Advances in Economic Botany n. 7)

² PROUS, Andre. *Arqueologia Brasileira*. Brasília: Editora UnB, 1991.

³ ROOSEVELT, Anna; DOUGLAS, John & BROWN, Linda. The Migrations and Adaptations of the First Americans Clovis and Pre-Clovis Viewed from South America. In: JABLONSKI, N. *The First Americans: The Pleistocene Colonization of the New World*. San Francisco: University of California Press, 2002. p. 159-235.

⁴ LIMA, Helena. *História das Caretas: A Tradição Borda Incisa na Amazônia Central*. Tese (Doutorado em Arqueologia e Etnologia) – Museu de Arqueologia e Etnologia. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008.

cultivo de roças (*slash and burn*, conhecido como coivara) contribuem para o aumento da diversidade ecológica.¹ Esses trabalhos propõem, ainda, que boa parte das espécies vegetais da Amazônia foram, de alguma forma, manejadas pelo homem ao longo de milhares de anos de ocupação. O reconhecimento das proporções da perda populacional sofrida pelos povos indígenas no período pós-contato, e das profundas transformações sociais subsequentes, levou a ciência arqueológica às recentes indagações sobre o real impacto dessas sociedades sobre o meio, no passado.

O registro arqueológico aponta para a presença do homem no Cone Sul há pelo menos 13.500 anos² e na Amazônia há 11.000 anos³. É fato que os séculos que precederam o contato testemunharam uma dinâmica intensificada de transformações sociais e culturais, evidenciada pelos resultados de pesquisas arqueológicas recentes e também pelos relatos dos primeiros cronistas acerca dessas populações. Tais dados indicam uma elevada densidade populacional na história pré-colonial tardia – que se traduz na presença de complexidade através de hierarquia social e diferenciação social do trabalho –, uma intrincada rede de interações regionais em sistemas multiétnicos, entre outros elementos que sugerem um uso intensivo e manejo dos recursos naturais e da paisagem.⁴

Tratadas como um sistema, essas características – que remetem à complexidade das sociedades pretéritas amazônicas – se associam a uma modificação antrópica peculiar do solo, que deu origem às chamadas Terras Pretas de Índio (TPI's). Trata-se de uma alteração das características físicas e químicas de porções de solo, encontradas em diversas partes da Amazônia. As TPI's caracterizam-se por uma coloração escura e por altos índices de concentração de matéria orgânica e de nutrientes. Estes elementos dão aos antrossolos amazônicos uma fertilidade excepcional, equiparada aos aluviões de várzea, mas raramente encontrada nos ácidos e inférteis latossolos e espodossolos típicos dos terraços e terras firmes da região. Por este fato, não surpreende que tais solos – sítios arqueológicos e testemunhos de histórias do passado – tenham agregado em si um intenso valor econômico e de uso, sendo atualmente procurados e utilizados no cultivo agrícola tradicional, especialmente pelas populações ribeirinhas.

As TPI's têm sido mencionadas como modelo para a criação de horizontes antrópicos com elevada fertilidade e alta resiliência, atribuídas em função de sua composição química e física, bastante propícia ao uso agrícola. Em razão

- ⁵ LEHMANN, Johannes; KERN, Dirse; GLASER, Bruno & WOODS, William (Eds.). *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management*. Dordrecht: Kluwer Academic, 2003.
- GLASER, Bruno & WOODS, William. (Eds.). *Amazonian dark earths: Explorations in space and time*. Berlin: Springer Verlag, 2004.
- BOWMAN, David M. *et al.* Fire in the Earth System. *Science Magazine*, n° 324, p. 481-484, 2009.
- MOREIRA, Adônis; GERALDES TEIXEIRA, Wenceslau & COIMBRA MARTINS, Gilvan. Extratores e disponibilidade de micronutrientes em Terra Preta de Índio da Amazônia Central. *Cienc. Suelo* [online], vol. 27, n. 1, p. 127-134, 2009.
- ⁶ MEGGERS, Betty *et al.* Implications of Archaeological Distributions in Amazonia. In: VANZOLINI, Paulo & HEYER, Ronald. (Eds.). *Proceedings of a Workshop on Neotropical Distribution Patterns*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1988. p. 275.
- ⁷ LIMA, Helena. *Op. cit.*
- ⁸ LIMA, Helena. *Op. cit.*
- NEVES, Eduardo; PETERSEN, James; BARTONE, Robert & SILVA, Carlos. Historical and Socio-cultural origins of Amazonian dark earths. In: LEHMANN, Johannes *et al.* (Eds.). *Op. cit.* p. 1-45.
- WOODS, William. Development of Anthrosol Research. In: LEHMANN, J. *et al.* (Eds.). *Op. cit.* p. 3-14.
- DENEVAN, William. A Bluff Model of Riverine Settlement in Prehistoric Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers*, v. 86, n. 4, p. 654-681, 1996.

disso, observa-se atualmente um crescente interesse científico sobre o tema, evidenciado pelo grande número de matérias veiculadas em importantes revistas científicas (por exemplo, *Nature* e *Science*), pela publicação de livros específicos⁵, assim como pela grande quantidade de pesquisas desenvolvidas e divulgadas sobre o assunto.

As Terras Pretas de Índio enquanto *ecofatos* humanos

A reconstrução da história da ocupação pré-colonial da Amazônia é feita basicamente através da análise e interpretação dos registros materiais deixados pelos povos que habitaram essas áreas no passado. Embora o ambiente tropical úmido característico desse tipo de formação morfo-climática tenha sido avaliado por muitos pesquisadores como um intenso agente que atua sobre a rápida destruição desses registros⁶, sabe-se que diversas categorias de vestígios podem-se preservar. Além das vasilhas e fragmentos cerâmicos e dos líticos lascados e polidos, outros tipos de materiais, como restos faunísticos, sepultamentos humanos e vestígios paleobotânicos são passíveis de utilização como fonte potencial de informação histórica e cultural – objetos da arqueologia.⁷

As Terras Pretas de Índio, solos ricos em matéria orgânica e, portanto, muito férteis, têm uma origem antrópica, sugerindo que tais técnicas de manejo das características da paisagem, além da fauna e flora, eram praticadas em diversas partes da Amazônia há pelo menos dois mil anos.⁸

Sua presença na Amazônia foi observada e tem sido descrita há pelo menos um século, a exemplo dos escritos de Orville Adelbert Derby, datados do século XIX: “Em diferentes pontos, encontram-se manchas de terra preta muito abundante, e em todos os casos, tanto quanto consegui informar-me, elas estão cheias de antiguidades dos índios, utensílios de pedra e fragmentos de louça”. O seu surgimento, no entanto, tem sido interpretado de diferentes maneiras ao longo dos últimos anos.

O desenvolvimento das pesquisas sobre o tema no último século se pauta por algumas questões-chave, que permearam e nortearam esta discussão. Entre elas, se questionou se as terras pretas, de fato, teriam suas origens em causas naturais ou nas atividades humanas pretéritas. Considerando a segunda assertiva, seriam elas produto intencional ou apenas fruto casual do descarte e tratamento dos resíduos orgânicos de populações ocupando os mesmos

locais durante um período prolongado? Ainda, seriam estas grandes populações fixadas em um mesmo território ou pequenas levas populacionais que se sucederam de forma contínua em um espaço compartilhado? Tais perguntas foram e ainda são a base de entendimento deste fenômeno, tanto na arqueologia quanto em outras ciências que se dedicam a explicar a origem, as propriedades e a constituição das Terras Pretas de Índio na Amazônia.

A principal hipótese sobre o processo de formação antropogênica das terras pretas foi inicialmente proposta pelo geógrafo Nigel Smith, que sugeria ser longo e contínuo. Para ele, cada 10cm de terra preta na estratigrafia corresponderia a 100 anos de ocupação.⁹ Ainda na década de 1960, o pedólogo Wim Sombroek sugeriu que as terras pretas seriam resultantes de um enriquecimento devido à decomposição dos refugos oriundos de antigas aldeias. Ele também notou a ocorrência de antrossolos menos enriquecidos nas adjacências das áreas das terras pretas, às quais nomeou como *terras mulatas*, interpretando-as como registros do efeito de eventos de queima ligados às práticas agrícolas pré-coloniais.¹⁰ De um modo geral, estas últimas hipóteses ainda encontram eco nas pesquisas atuais sobre o tema.

Apesar da dificuldade em se afirmar a intencionalidade ou casualidade de sua produção, estima-se que tenha havido uma combinação de ambos os fatores, através de processos muito mais temporalmente complexos e regionalmente diversos do que outrora se imaginou.¹¹

Essas matrizes sedimentares compostas por solos orgânicos podem ser arenosas ou argilosas, e são caracterizadas pela coloração escura e altas taxas de nutrientes e de matéria orgânica. As TPI's são encontradas em contextos paisagísticos distintos por toda a Amazônia, em locais com variadas proporções, em porções oscilando de menos de um hectare a muitos quilômetros quadrados.¹² Sobre sua origem humana ou não, muito já se discutiu. O que é certo é que esses solos, muito comuns na Amazônia – descritos inclusive enquanto um tipo na classificação de solos –, raramente ocorrem dissociados de outros vestígios arqueológicos, sendo eles próprios considerados artefatos, ou *ecofatos* arqueológicos (figura 1).

Assim, o próprio solo, entendido como “a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre”¹³, pode ser con-

⁹ SMITH, Nigel. Anthrosols and Human Carrying Capacity in Amazonia. *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 70, nº 4, p. 553-566, Dec., 1980.

¹⁰ ARROYO-KALIN, Manuel. Slash-Burn-and-Churn: Landscape History and Crop Cultivation in Pre-Columbian Amazonia. *Quaternary International*, nº 249, p. 4-18, 2012.

¹¹ NEVES, Eduardo; PETERSEN, James; BARTONE, Robert & SILVA, Carlos. *Op. cit.*

¹² WOODS, William. *Op. cit.*

¹³ OLIVEIRA, V. A. de (Coord.). *Manual Técnico de Pedologia*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. (Manuais Técnicos em Geociência, v. 4).

siderado um vestígio da ação humana, passível, portanto, de análises arqueológicas visando compreender comportamentos pretéritos.

Enquanto categoria de estudo material, as ações humanas podem produzir uma ampla gama de micro e macrovestígios, chamados de *artefatos*.

Neste sentido, a cerâmica, os instrumentos líticos lascados e polidos e seus subprodutos, os instrumentos de processamento alimentar e mesmo os refugos deste processo (a exemplo dos microvestígios botânicos) são *artefatos*. Há uma segunda categorização de *artefatos*, no entanto, que inscreve aquelas intervenções humanas na paisagem, chamadas de *ecofatos*. Assim, as Terras Pretas de Índio podem ser consideradas como um claro exemplo de *ecofato*, na medida em que se originam na manipulação de certas características do ambiente, criando novas feições a partir de um contexto natural preexistente.

Embora mais antigas em outras partes da Amazônia, a exemplo do alto rio Madeira, na Amazônia central, as terras pretas parecem ter sido formadas a partir do período pré-colonial tardio (cerca de dois mil anos atrás até a conquista), sendo frequentemente associadas a estratégias de mobilidade calcadas no sedentarismo e no surgimento e desenvolvimento de técnicas de agricultura, atuando enquanto um marcador cronológico e

cultural que envolve o aumento da densidade populacional, a intensificação do uso do solo e a emergência de formações sociopolíticas mais complexas.¹⁴



Figura 1: Recipientes cerâmicos escavados no Sítio Arqueológico Caldeirão, município de Iranduba-Amazonas. Observa-se o contraste entre a Terra Preta de Índio e o solo amarelo, típico das áreas de terra firme na Amazônia central (Foto: acervo Museu Amazônico, 2011).

¹⁴ NEVES, Eduardo; PETERSEN, James; BARTONE, Robert & SILVA, Carlos. *Op. cit.*

As Terras Pretas de Índio e a Arqueologia da Amazônia central

As terras pretas estão presentes em vários locais dispersos pelo mundo. Portanto, não são exclusivas da Amazônia. Em geral, possuem características semelhantes: alta concentração de matéria orgânica e presença de carvões e materiais associados à presença humana.¹⁵ Embora suas características se assemelhem, os processos que as geraram foram bastante distintos. Mesmo na Amazônia há exemplos destes solos com composição químico-física variando sensivelmente, uma vez que cada uma das populações possuía sistemas socioculturais e, conseqüentemente, costumes, hábitos e expressões distintas, refletindo uma grande diversidade social e cultural no passado pré-colonial amazônico.

A Amazônia central, especialmente o município de Iranduba, é um dos locais da região mais bem estudados do ponto de vista arqueológico. Localiza-se na área de confluência dos rios Negro e Solimões, distante aproximadamente 25 quilômetros da capital, incluindo-se na Região Metropolitana de Manaus. Por abrigar ecossistemas distintos, proporcionou habitats bastante atraentes para o estabelecimento de populações humanas pretéritas, o que pode ser corroborado pelo fato de ser o município amazonense com maior número de sítios arqueológicos registrados – mais de 100 sítios descobertos até o momento. De fato, do ponto de vista da arqueologia, Iranduba pode ser considerado o melhor conhecido dentro do Estado do Amazonas e, quiçá, da Região Norte do Brasil. Isto se deve ao longo e intenso histórico de pesquisas arqueológicas levadas a cabo na região, através de uma iniciativa do Projeto Amazônia Central (PAC), com uma equipe multidisciplinar coordenada pelo arqueólogo Eduardo Góes Neves (Museu de Arqueologia e Etnologia – Universidade de São Paulo).

O PAC vem atuando no Amazonas desde 1995, e já possibilitou avanços no que se refere à reconstrução da história das sociedades pré-coloniais amazônicas. O emprego de novas técnicas e metodologias permitiu a construção de uma sólida sequência cronológica de ocupação da área, através da escavação, delimitação, mapeamento, datação e análises de diferentes contextos arqueológicos. Além de aumentar consideravelmente a quantidade e o ritmo de pesquisas arqueológicas na região, o projeto e os dados por ele gerados oferecem uma melhor compreensão da ocupação pré-colonial da região, dando subsídios para uma completa revisão dos modelos de ocupação da Amazônia.

¹⁵ WOODS, William. *Op. cit.*

A relevância arqueológica da área é indiscutível: os sítios arqueológicos presentes no município de Iranduba são testemunhos de uma longa história de ocupação que remonta a milhares de anos, como se verá adiante. As pesquisas vinculadas ao Projeto Amazônia Central têm fornecido subsídios para uma completa revisão dos modelos de ocupação da Amazônia, conferindo ao Projeto um papel de importância no que se refere à construção do conhecimento sobre o passado amazônico, bem como à formação de novos pesquisadores.

Atualmente, as ambiguidades colocadas frente à arqueologia da Amazônia central, tais como sua cronologia de ocupação em termos de continuidade ou ruptura, ou a antiguidade da presença humana na região, são tratadas de maneiras diversas. Os estudos neste sentido apontam para uma cronologia muito mais longa do que outrora imaginado, assim como para uma história muito mais diversificada, marcada por relações e construções mútuas do homem amazônico e de seus ambientes. Sabe-se, por exemplo, que a região onde atualmente se localiza o município de Iranduba foi ocupada há pelo menos nove mil anos (A.P.), por grupos de caçadores-coletores portadores de uma sofisticada indústria lítica, incluindo a produção de bifaces como lâminas de projétil. A julgar pela evidência disponível, trata-se de grupos familiares pequenos, com alta mobilidade e capazes de explorar territórios amplos. Aparentemente, grupos com estas características viveram na região até aproximadamente 4.000 A.P. A presença de hiatos nesta cronologia tem sido alvo de investigação, pois é apenas a partir de 2.000 A.P. que se percebe novamente a presença humana, representada por sítios de grandes dimensões com cerâmicas igualmente sofisticadas. Tem-se interpretado estas primeiras ocupações ceramistas da Amazônia central como não autóctones, ou seja, como oriundas de outras partes, possivelmente do Noroeste Amazônico.

Ainda, acredita-se ter havido a partir de então um longo processo de conhecimento e desenvolvimento local, ligado a uma rede em abrangência quase continental, que teria culminado em alterações ambientais e paisagísticas até hoje visíveis no registro arqueológico da Amazônia central.¹⁶ É o caso das terras pretas e dos montículos artificiais¹⁷ – as primeiras datadas a partir dos primeiros séculos da era Cristã e os últimos entre os séculos VIII e XII. A ruptura que se interpreta ter ocorrido na arqueologia da região a partir deste período, nos séculos XI e XII, agora é tomada em diferentes bases, ao se explorar evidências de

¹⁶ LIMA, Helena. *Op. cit.*

¹⁷ Os montículos artificiais são indicativos de diferentes padrões de assentamento relacionados a ocupações distintas, além de demonstrarem, em alguns casos, uma mobilização de trabalho levando a inferências de complexidade social.

paz e conflitos, mudanças na tecnologia – e simbologia – representadas no arsenal cerâmico, assim como no modo de uso do espaço e, por conseguinte, das próprias formas de aldeias. As baterias de datações radiocarbônicas obtidas pelo projeto já somam centenas de datas, e permitem uma avaliação mais consistente dos dados analíticos, gerando assim uma cronologia mais confiável.

Embora a história da Amazônia central já possa ser esboçada pelas pesquisas finalizadas, é importante que novos trabalhos sejam fomentados e continuem a ser produzidos, ampliando ainda mais a base empírica e o alcance das questões colocadas frente à arqueologia da Amazônia. É o caso dos estudos sobre os processos de formação das Terras Pretas de Índio, que ainda hoje suscitam mais perguntas do que respostas. Além de uma considerável ampliação da base empírica geral, essas pesquisas pontuais têm explorado problemas arqueológicos através de diferentes perspectivas. Por exemplo, a micromorfologia de solos tem sido utilizada na identificação de pisos de ocupação em sítios multicomponentiais, cuja interpretação estratigráfica é complicada. Também, em adição aos dados da distribuição espacial dos vestígios, a identificação dos elementos físico-químicos do solo pode auxiliar na identificação de formas de aldeias.

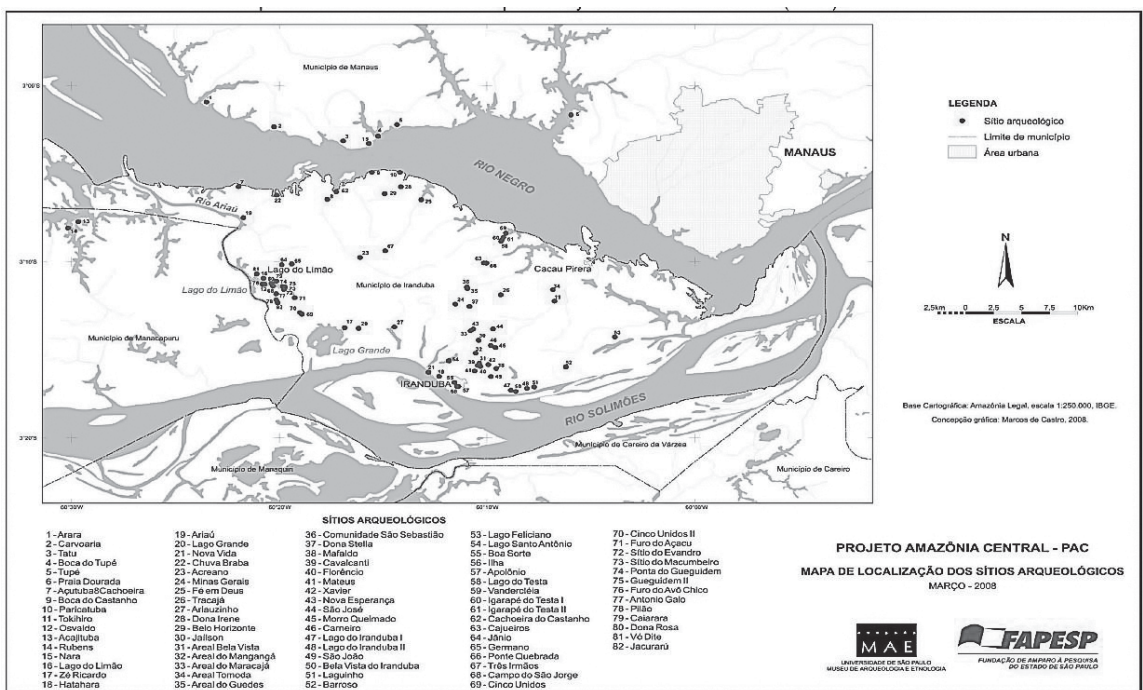


Figura 2: Sítios Arqueológicos identificados pelo Projeto Amazônia Central (mapa de Marcos Brito)

Considerações finais

Estudos recentes na Amazônia central indicam que a formação das TPI's constituiu um processo mais rápido e complexo do que anteriormente imaginado. Nos sítios arqueológicos investigados, não há correlação entre a duração de ocupação e a formação das TPI's. É sugerido que *densidade populacional* ao invés do fator *tempo* exclusivamente, foi responsável pela formação desses solos. Neste sentido, o desenvolvimento de Terras Pretas de Índio nos sítios pode ser visto como um correlato arqueológico de adensamento populacional¹⁸ e como marcador cultural de complexificação social.

¹⁸ NEVES, Eduardo; PETERSEN, James; BARTONE, Robert & SILVA, Carlos. *Op. cit.*

Ao quedarmos sobre a questão da terra preta indígena e, principalmente, dos processos agenciais e dos comportamentos levados a cabo pelos povos do passado que a produziram, levantamos diversos questionamentos científicos efetivamente relevantes. Do ponto de vista arqueológico, tais solos antrópicos podem ser parte de um conjunto-chave para o entendimento da ocupação de toda a América do Sul, especialmente da Amazônia, onde se tem um grande número de sítios com essa matriz de solo antrópica, associados à ocupações relativamente antigas.

Conhecer seu processo produtivo é iluminar, por exemplo, o florescimento e o desenrolar da agricultura praticada nas terras baixas pelos povos indígenas que aqui estiveram. Mais do que isso, os dados certamente nos ajudariam a compreender as profundas transformações ocorridas neste mesmo período. A partir das evidências, notamos o surgimento de sociedades bastante distintas daquelas anteriores às práticas agrícolas, que adotavam uma estratégia de forrageio, de maior mobilidade e grupos sociais reduzidos. Apesar de o manejo intencional de espécies vegetais ser uma possibilidade concreta para as sociedades caçadoras-coletoras, as espécies plenamente cultiváveis – ou seja, domesticadas – permitiram que assentamentos permanentes fossem possíveis, viabilizando assim uma maior densidade populacional nos povoamentos. Sem dúvida, tais mudanças se inseriram inteiramente em uma nova organização da dinâmica social e na vida prática, a partir de novos referenciais cosmológicos.

O estudo do material cerâmico – vestígio abundante em sítios de populações agricultoras – foi responsável pela maior parte das pesquisas que visavam entender este panorama. Entretanto, cada vez mais se reconhece a necessidade de agregar análises de diversas categorias de vestígios para

se tentar obter uma compreensão mais abrangente dos fenômenos em questão. Os estudos de pedologia e micromorfologia fazem parte dessa gama de análises, e podem oferecer informações valiosas sobre o desenvolvimento da ocupação humana no continente.

Mas o potencial científico da terra preta não acaba com o entendimento do passado. Mais uma vez, ao lançarmos bases para compreender como as populações de outra puderam ser capazes de manipular o ambiente de seu território de forma tão premente, *construindo* um solo fértil o bastante para sustentar grandes populações, poderíamos ser capazes de formular soluções para nossas próprias e atuais limitações. Não é de se espantar o fato de que, na Amazônia, as áreas de terra preta ocupem um papel central na agricultura praticada pelas populações tradicionais hodiernas. Afinal, como ignorar um solo com tamanha fertilidade, em evidente contraste com a maioria dos outros solos ao seu redor, ácidos e pobres em nutrientes?

Em função de ainda não conhecermos as minúcias de como se deu sua criação, não somos capazes de replicá-la, o que significa que as aplicações para a agricultura comercial ainda se encontram restritas por estarem fixamente localizadas e, principalmente, devido ao fato de que uma utilização mais intensiva significaria a destruição de um importante patrimônio cultural – os sítios arqueológicos. Diferente de outros patrimônios (re)conhecidos, o patrimônio arqueológico não pode ser plenamente estudado depois de desagregado ou destruído, inviabilizando dessa forma sua aplicação incondicional.

Assim, mais do que pensar no passado, as terras pretas nos remetem à lições para a sustentabilidade dos sistemas agroflorestais de hoje, para que num futuro não muito distante possamos empreender um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

Agradecimentos:

Agradecemos à equipe do Projeto Amazônia Central, vinculado ao Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo (MAE-USP), que realizou grande parte das pesquisas cujos resultados são apresentados neste artigo.

Bruno Moraes é graduado em Arqueologia, mestre em Geografia e professor da Universidade do Estado do Amazonas.
bmoraesarqueo@gmail.com

Helena Pinto Lima é graduada em Arqueologia, doutora pelo Museu de Antropologia e Entomologia da Universidade de São Paulo. Atualmente, é professora visitante no Programa de Pós-graduação em Antropologia Social e pesquisadora associada do Museu Amazônico.
lenalima@hotmail.com

ECOFISIOLOGIA DE ÁRVORES DA AMAZÔNIA

*José Francisco de Carvalho Gonçalves
Ulysses Moreira dos Santos Junior
Vanderlei Borboni Ferreira de Araújo
Rodrigo Pinheiro Bastos*

A floresta amazônica representa a maior área de floresta tropical contínua do planeta. Em grande medida, a manutenção da flora dessa importante região depende do crescimento das árvores de dossel, que criam ambientes diferenciados para a sobrevivência de diferentes espécies na estratificação vertical. Mas, independente da estrutura da floresta, o maior ganho em biomassa vegetal está diretamente relacionado com o melhor desempenho do aparato fotossintético das espécies que compõem a floresta em diferentes condições de sítio. Portanto, a fotossíntese pode sofrer alterações em função das mudanças dos fatores microclimáticos e edáficos, seja nas reações fotoquímicas ou nas reações bioquímicas. A etapa fotoquímica, por exemplo, reage, primeiramente, em função da disponibilidade de luz, enquanto que as reações bioquímicas, por sua vez, dependem da temperatura, disponibilidade de água, de nutrientes minerais e das concentrações de CO_2 . Neste trabalho, fazemos uma concisa revisão sobre a fotossíntese de espécies arbóreas da Amazônia crescendo em diferentes condições no campo e em ambientes controlados.

Introdução

As florestas tropicais desempenham importante papel na manutenção dos fluxos regionais e globais de CO₂, podendo contribuir com até 50% da produtividade primária global.¹ Nesse cenário, destaca-se a Amazônia brasileira, com cerca de 40% das florestas tropicais remanescentes do planeta.

Nas últimas décadas, modelos de desenvolvimento econômico associados à atividade agropecuária com a expansão da agricultura e da área de pastagens, a exploração desordenada de madeira, a construção de hidrelétricas e atividades como mineração e exploração de petróleo e gás natural vêm promovendo altas taxas de desmatamento na região, além de causar danos para a manutenção e conservação dos ecossistemas amazônicos. Essas mudanças das paisagens amazônicas, por sua vez, têm contribuído para intensificar as mudanças climáticas, bem como os eventos extremos de seca e inundação.²

Esforços têm sido realizados para diminuir as taxas de desmatamento na Amazônia brasileira, que apresentaram um declínio de aproximadamente 28.000km² em 2004 para menos de 7.000km² em 2011.³ Contudo, alternativas viáveis podem contribuir para a manutenção e conservação da Amazônia, como a exploração sustentável de espécies arbóreas que produzem diferentes produtos que não a madeira, mas, de elevado valor agregado, como frutos, sementes, resinas, extratos de diferentes moléculas importantes para as indústrias de fármacos, fitoquímica e agroquímica etc. Neste rol de possibilidades, alguns produtos já consagrados são os frutos (ouriços) da castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*), os óleos fixos e voláteis, em particular, aqueles extraídos de espécies do gênero *Aniba*, as resinas com fins comerciais das diferentes espécies de breu, além de plantios florestais com espécies de interesse econômico de uso paralelo à indústria madeireira, como, por exemplo, *Minquartia guianensis* (acariquara), *Swietenia macrophylla* (mogno), *Ochroma pyramidale* (Pau de Balsa) e espécies de crescimento rápido para a introdução em projetos de recuperação de áreas degradadas. Enfim, são muitas as utilidades que ainda precisam ser melhor verificadas para efeito de adequabilidade funcional e uso. O que não falta é potencial para esta rica flora.

No intuito de investigar e confirmar tais usos, sem dúvida, os conhecimentos sobre a ecofisiologia destas espécies merecem atenção especial, uma vez que o crescimento

¹ GRACE, J.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N. & MEIR, P. Productivity and carbon fluxes of tropical rain forest. In: J. ROY, H. A. M. (Ed.). *Global Terrestrial Productivity*. San Diego: Academic Press, 2001.

² DAVIDSON, E. A. *et al.* The Amazon Basin in Transition. *Nature*, 481:321-328, 2012.

³ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS & NATIONAL INSTITUTE FOR SPACE RESEARCH. Projeto Prodes Monitoramento da Floresta Amazonica brasileira por Satélite Prodes (<http://www.obt.inpe.br/prodes/>), 2011.

e desenvolvimento das mesmas passam por uma série de combinações de fatores que induzirão as plantas a culminar no bom desempenho das espécies no campo. Na ausência do equilíbrio dos fatores ditos primários ou abióticos, tais como luz, CO₂, água e nutrientes, pode haver inibição do desempenho ecofisiológico destas espécies, impedindo o sucesso dos projetos de manejo, plantios de produção e/ou de enriquecimento. Portanto, o estudo das estratégias ecofisiológicas usadas pelas árvores que compõem a flora amazônica, relacionadas com a utilização de recursos físicos, se faz necessário para entender a dinâmica dos ecossistemas, bem como para aperfeiçoar as técnicas de manejo florestal sustentável e de conservação de espécies nativas da Amazônia, face às pressões que sofrem as florestas primárias.

O mais elevado desempenho ecofisiológico das espécies é, em grande medida, função do eficiente mecanismo fotossintético, resultando em alta produção de biomassa, favorecendo as condições de armazenamento do metabolismo primário e a produção de substâncias do metabolismo secundário. Considerando o papel determinante da fotossíntese para o entendimento da dinâmica de carbono no bioma amazônico, o Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Vegetal (LBFV-MCTI-INPA) tem como um de seus objetivos estudar os processos fotossintéticos de espécies arbóreas da Amazônia – em condições naturais ou plantadas em diferentes sítios florestais e submetidas às mais variadas intensidades de luz, quantidades de nutrientes e disponibilidades de água (seca e alagamento) – e integrar esses conhecimentos a interesses ecológicos, sustentáveis e econômicos.

Monitoramento do fluxo de energia no processo fotossintético em árvores

Uma das maneiras de se estudar as mudanças no metabolismo das plantas causadas por condições de estresse consiste em analisar o desempenho fotossintético associado à eficiência na captura e utilização da energia disponível. Dentre as técnicas utilizadas para investigar as alterações promovidas sobre o aparato fotossintético e sua eficiência funcional, sob diferentes condições ambientais, destaca-se a fluorescência da clorofila *a*. A fluorescência da clorofila *a* emitida pelo fotossistema II (PSII) revela-se como uma ferramenta fácil, rápida e não destrutiva para o monitoramento (*screening*) do desempenho fotossintético das plantas, fornecendo informações precisas e objetivas sobre a eficiência fotoquímica e sobre os processos de de-excitação não fotoquímica, envolvidos na conversão da energia luminosa.

A fluorescência da clorofila *a* pode ser mensurada utilizando-se um fluorômetro portátil (Plant Efficiency Analyser-MK2 – 9.600 – Hansatech, Norfolk, UK) em folhas saudáveis e completamente expandidas. As folhas escolhidas são submetidas a um período de ausência de luz (normalmente, 30 minutos de adaptação ao escuro) e após este período, as mesmas são expostas a um pulso de luz saturante de intensidade de $3.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, por cinco segundos. Os transientes de fluorescência são gravados de 10 μs a 5s com 12 bits de resolução, enquanto os parâmetros provenientes da curva OJIP são calculados de acordo com as equações do teste JIP.⁴ O teste JIP representa a tradução dos dados originais gravados dos parâmetros biofísicos que quantificam as etapas do fluxo de energia através do PSII. Os parâmetros referentes ao tempo zero são: 1) os fluxos específicos expressos por centro de reação (ABS/RC ; TR_0/RC ; DI_0/RC ; ET_0/RC); 2) os fluxos fenomenológicos expressos por seção transversal (ABS/CS ; TR_0/CS ; DI_0/CS ; ET_0/CS), derivados da teoria do fluxo de energia de biomembranas⁵, no qual ABS se refere à absorção de fótons pelas moléculas de clorofila do complexo antena, TR_0 se refere à energia absorvida que é capturada pelos centros de reação do PSII (P_{680}), DI_0 se refere à energia dissipada na forma de calor e fluorescência, e ET_0 se refere à parte da energia capturada pelo centro de reação do PSII, que é convertida em energia red-ox e direcionada para a cadeia transportadora de elétrons através da Q_A e Q_B ⁶; e 3) os rendimentos, como por exemplo, a eficiência quântica máxima do PSII ($j_{\text{P}_0} = \text{TR}_0/\text{ABS}$), a eficiência quântica máxima de de-excitação não fotoquímica ($j_{\text{D}_0} = \text{DI}_0/\text{ABS}$) e a probabilidade de a energia de excitação capturada pelo RC do PSII ($y_0 = \text{ET}_0/\text{TR}_0$) e de um fóton absorvido ($j_{\text{E}_0} = \text{ET}_0/\text{ABS}$) mover um elétron após a Q_A . Também é determinada a densidade de centros de reação ativos do PSII (RC) por seção transversal (RC/CS). O índice de desempenho (PI) está relacionado com um conjunto de parâmetros de fluorescência da clorofila *a* que fornece informações quantitativas sobre o estado das plantas e suas respectivas vitalidades, derivados dos princípios das reações red-Ox, conforme equações descritas por Nernst.⁷

Estudo da eficiência na captura e no uso de energia na fotossíntese em plantas de mogno e de copaíba

A adaptação de plantas sob condições limites de irradiação pode ser investigada pela eficiência no uso da energia disponível, com uma perda mínima da energia termo-

⁴ STRASSER, R. J.; SRIVASTAVA, A. & TSIMILLI-MICHAEL, M. Analysis of the chlorophyll *a* fluorescence transient. In: PAPAGEORGIOU, G. C. & GOVINDJEE (Eds.). *Photosynthesis and Respiration*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2004. p. 321-362.

⁵ SIRONVAL, C.; STRASSER, R. J. & BROUERS, M. Equivalence entre la théorie des flux et la théorie des relations entre proportions de pigments pour la description de la repartition de l'énergie lumineuse absorbée par les membranes photoactives. *Bull. Acad. R. Belg.*, 67, 248-259, 1981.

⁶ STRASSER, R. J. *et al.* *Op. cit.*

⁷ STRASSER, R. J. *et al.* *Op. cit.*

dinâmica. Por esta razão, o fluxo energético e o índice de desempenho (PI_{ABS}) foram mensurados em plantas jovens de copaíba (*Copaifera multijuga*) e de mogno (*Swietenia macrophylla*), sob condições de sol e de sombra.

Os maiores valores de índice de desempenho (PI_{ABS}) foram encontrados em plantas jovens sob sombra, para ambas as espécies. Plantas de mogno exibiram valores de PI_{ABS} cerca de 3 vezes e até 14 vezes maiores do que plantas de copaíba sob condições de sombra e sol, respectivamente (tabela 1). Para RC/CS, foi observado que 58% e 78% dos RC em mogno e copaíba, respectivamente, foram inativados sob condições de sol (tabela 1). Alta irradiância induziu a decréscimos de j_{Po} em mogno (36%) e em copaíba (69%), em comparação com as plantas na sombra, resultado da necessidade de dissipação do excesso de energia sob sol. Verificou-se também que plantas sob sol apresentaram severo decréscimo em j_{Eo} (tabela 1), particularmente, em copaíba (23 vezes) em comparação com mogno (9 vezes).

⁸ GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS Jr., U. M.; NINA Jr., A. R. & CHEVREUIL, L. R. Energetic flux and performance index in copaiba (*Copaifera multijuga* Hayne) and mahogany (*Swietenia macrophylla* King) seedlings grown under two irradiance environments. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19, 171-184, 2007.

Tabela 1: Densidade dos centros de reação ativa (RC) por seção transversal (RC/CS), eficiência quântica máxima do PSII ($j_{Po} = TR_0/ABS$), eficiência quântica máxima de de-excitação não fotoquímica ($j_{Do} = DI_0/ABS$), probabilidade de a energia de excitação capturada pelo RC do PSII ($\psi_0 = ET_0/TR_0$) e de um fóton absorvido ($j_{Eo} = ET_0/ABS$) mover um elétron após a Q_A e índice de desempenho (PI_{ABS}) em plantas de copaíba e mogno sob dois ambientes de irradiância

Variáveis	Copaíba		Mogno	
	Pleno sol	Sombra	Pleno sol	Sombra
RC/CS	58 ± 23 Bb	264 ± 21 Aa	113 ± 29 Ba	265 ± 4 Aa
TR_0/ABS (j_{Po})	0,25 ± 0,05 Bb	0,80 ± 0,01 Ab	0,53 ± 0,08 Ba	0,83 ± 0,003 Aa
DI_0/ABS (j_{Do})	0,75 ± 0,05 Aa	0,20 ± 0,01 Ba	0,47 ± 0,08 Ab	0,17 ± 0,003 Bb
ET_0/TR_0 (ψ_0)	0,057 ± 0,024 Bb	0,399 ± 0,041 Ab	0,095 ± 0,033 Ba	0,556 ± 0,018 Aa
ET_0/ABS (j_{Eo})	0,014 ± 0,006 Bb	0,317 ± 0,030 Ab	0,052 ± 0,022 Ba	0,460 ± 0,015 Aa
PI_{ABS}	0,002 ± 0,001 Bb	1,013 ± 0,186 Ab	0,028 ± 0,019 Ba	2,725 ± 0,286 Aa

*Médias ± Desvio padrão (SD). Médias seguidas pela mesma letra maiúscula para ambiente de irradiância e mesma letra minúscula para espécies não apresentam diferença pelo teste Tukey ($P \leq 0,05$). Tabela adaptada de Gonçalves *et al.*⁸

Concluiu-se que a análise dos transientes OJIP e dos parâmetros de fluorescência da clorofila *a* como índice de desempenho foram efetivos para avaliar a eficiência na captura e no uso de pouca e muita irradiância sob condições de sombra e pleno sol em copaíba e mogno. Plantas jovens de mogno e copaíba não se apresentaram muito eficientes no uso do excesso de energia sob alta irradiância, sofrendo

certo grau de fotoinibição. Por outro lado, sob baixa irradiância as plantas foram mais eficientes, devido à mínima produção de entropia. As plantas de mogno apresentaram maior plasticidade no uso de energia quando comparadas com copaíba em ambos os ambientes de luz. Esses resultados demonstraram que o mogno oferece maior capacidade de estabelecimento em ambientes com maior variação de luminosidade do que copaíba na fase juvenil.

Avaliação do processo fotossintético para a seleção de espécies arbóreas para recuperação de áreas degradadas

O sucesso do estabelecimento das plantas em áreas degradadas depende, efetivamente, da capacidade das diferentes espécies em captar e utilizar, de modo eficiente, o recurso primário luz. A adaptação estratégica das plantas a essas condições de alta irradiância pode ser equacionada pela otimização no uso da energia luminosa, que é ditada pela demanda termodinâmica para a diminuição das reações entrópicas nos centros de reação, particularmente na desorganização do fotossistema II (PSII). A capacidade de adaptação das plantas a ambientes estressantes é inerente a cada espécie. Assim, é necessário selecionar espécies capazes de utilizar o excesso de energia luminosa nos processos fotossintéticos, o que poderá resultar em maior acúmulo de biomassa.

Investigou-se, ainda, o potencial da técnica da fluorescência da clorofila *a* como ferramenta para seleção de espécies aptas a serem utilizadas em plantios de recuperação de áreas degradadas, pois esta ferramenta é capaz de avaliar o desempenho da planta desde a captura da luz fotossinteticamente ativa até sua utilização. Tal eficiência é extremamente importante para a avaliação do potencial fotossintético das plantas. O experimento foi realizado na Base de Operações Geólogo Pedro de Moura (Petrobras-BR), Amazonas. Os transientes de fluorescência foram obtidos, utilizando-se um fluorômetro portátil (PEA), em folhas de *Bombacopsis macrocalyx* (Bm), *Eugenia cumini* (Ec), *Irianthera macrophyla* (Im) e *Senna reticulata* (Sr).

Quanto à eficiência fotoquímica do PSII (j_{P_0}), observou-se que os valores variaram de 0,48 a 0,73 nas espécies estudadas (tabela 2). Comparando-se os valores de j_{P_0} encontrados nas espécies estudadas com o valor considerado como indicativo de plantas fora de condição de estresse ($j_{P_0} = 0,83$)⁹, verificou-se que, de modo geral, todas as espécies mostraram um certo grau de fotoinibição. *S. reticulata* (12%) e *E. cumini* (13%), em particular, ofereceram menor grau

⁹ BJORKMAN, O. & DEMIG-ADAMS, B. Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77k among vascular plants of diverse origins. *Planta*, 170:489-504. 1987.

de fotoinibição que *B. macrocalyx* (40%) e *I. macrophyla* (42%). Os baixos valores de j_{P_0} encontrados em *B. macrocalyx* e *I. macrophyla* podem ser resultantes da inativação dos centros de reação do PSII (RC), que pode ter favorecido a maior dissipação da energia na forma de calor e fluorescência, como observado nos valores de j_{D_0} . Analisando-se a eficiência do fluxo de elétrons após a Q_A , verificou-se que *E. cumini* apresentou maior valor de y_0 quando comparado com *S. reticulata* (tabela 2). Para *E. cumini*, esse resultado indica que a probabilidade de a energia de excitação entrar na cadeia transportadora de elétrons seja maior que em *S. reticulata*, sugerindo maior eficiência na produção de poder redutor (NADPH). Adicionalmente, os baixos valores de y_0 em *S. reticulata* refletem uma redução no pool de plastoquinona em estado oxidado (PQ) e inibição da redoxidação da Q_A .¹⁰ Quanto a j_{E_0} , verificou-se que *E. cumini* apresentou valores entre 67 e 100% superiores aos valores encontrados em *B. macrocalyx* e *I. macrophyla*, respectivamente (tabela 2). Essa diferença deve-se principalmente à eficiência do fluxo energético no PSII, como indicado pelos menores valores de RC/CS e j_{P_0} em *B. macrocalyx* e *I. macrophyla*. Comparando-se os valores de j_{E_0} em *E. cumini* e *S. reticulata*, verificou-se que, apesar de não existir diferença estatística, a variação de 43% entre os valores foi reflexo dos baixos valores de y_0 observados em *S. reticulata*, o que indica, a princípio, que *E. cumini* apresenta bons rendimentos no que concerne à transferência de energia de excitação, tanto entre os componentes do PSII quanto na cadeia transportadora de elétrons após a Q_A .

Os valores médios de índice de desempenho (PI_{ABS}) variaram de 0,06 a 0,40 nas espécies estudadas, com destaque para *E. cumini*, que apresentou valores cerca de 5 e 7 vezes superiores aos valores observados em *B. macrocalyx* e *I. macrophyla*, respectivamente (tabela 2). O índice de desempenho é função de y_0 , j_{P_0} e RC/CS.¹¹ Dentre os fatores que contribuíram para os baixos valores de PI_{ABS} em *B. macrocalyx* e *I. macrophyla*, pode-se destacar a baixa densidade de RC ativos, sob altas irradiâncias, e baixa eficiência quântica máxima do PSII (j_{P_0}), sugerindo que parte significativa da energia absorvida foi dissipada na forma de calor e fluorescência até a Q_A . Por outro lado, comparando-se o índice de desempenho de *E. cumini* com *S. reticulata*, observou-se que a maior contribuição para a perda de desempenho em *S. reticulata* foi a baixa eficiência na transferência de energia de excitação após a Q_A . Tais resultados

¹⁰ FORCE, L.; CRITCHLEY, C. & RENSEN, J. J. S. New fluorescence parameters for monitoring photosynthesis in plants. *Photosynthesis Research*, 78:17-33, 2003.

¹¹ SRIVASTAVA, A.; STRASSER, R. J. & GOVINDJEE. Greening of peas: parallel measurements of 77 K emission spectra, OJIP chlorophyll *a* fluorescence transient, period four oscillation of the initial fluorescence level, delayed light emission, and P700. *Photosynthetica*, 37:365-392, 1999.

sugerem também que o índice de desempenho é uma variável mais robusta para se diagnosticar a eficiência na utilização de energia das plantas, do que apenas a variável de máxima eficiência fotoquímica do PSII ($j_{Po} = Fv/Fm$). Essa conclusão se deve ao fato de que o PI_{ABS} torna-se mais abrangente por levar em consideração não apenas a relação de eficiência entre a absorção de fótons e a captação da energia de excitação do PSII, mas também por incluir a densidade de RC ativos e a probabilidade de a energia de excitação mover um elétron após a Q_A . Isso pode ser comprovado pelo fato de *E. cumini* (0,72) ter apresentado valores de Fv/Fm semelhantes ao de *S. reticulata* (0,73), enquanto que para o PI_{ABS} *E. cumini* (0,40) exibiu valor médio cerca de 74% superior aos valores observados de *S. reticulata* (0,23).

Tabela 2: Densidade de centros de reação ativos por seção transversal (RC/CS), eficiência máxima do PSII ($j_{Po} = TR_0/ABS$), eficiência máxima de de-exitação não-fotoquímica ($j_{Do} = DI_0/ABS$), probabilidade de a energia de excitação ($\Psi_o = ET_0/TR_0$) e de um fóton absorvido ($j_{Eo} = ET_0/ABS$) mover um elétron após a quinona A (Q_A) e índice de desempenho (PI_{ABS}) em plantas de quatro espécies arbóreas plantadas sobre área degradada na Amazônia Central

Variáveis	<i>B. macrocalyx</i>	<i>E. cumini</i>	<i>I. macrophyla</i>	<i>S. reticulata</i>
RC/CS	121 ± 67 b	303 ± 44 a	142 ± 39 b	326 ± 21 a
TR_0/ABS (j_{Po})	0,50 ± 0,17 b	0,72 ± 0,06 a	0,48 ± 0,17 b	0,73 ± 0,02 a
DI_0/ABS (j_{Do})	0,50 ± 0,17 a	0,28 ± 0,06 b	0,52 ± 0,13 a	0,27 ± 0,02 b
ET_0/TR_0 (Ψ_o)	0,25 ± 0,05 ab	0,28 ± 0,07 a	0,20 ± 0,07 ab	0,19 ± 0,04 b
ET_0/ABS (j_{Eo})	0,12 ± 0,06 b	0,20 ± 0,06 a	0,10 ± 0,05 b	0,14 ± 0,03 ab
PI_{ABS}	0,08 ± 0,11 b	0,40 ± 0,25 a	0,06 ± 0,06 b	0,23 ± 0,10 ab

*Médias seguidas pela mesma letra entre espécies não diferiram pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Tabela adaptada de Gonçalves & Santos Jr.¹²

¹² GONÇALVES, J. F. C. & SANTOS Jr., U. M. Utilization of the chlorophyll a fluorescence technique as a tool for selecting tolerant species to environments of high irradiance. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17:307-13, 2005.

Por meio da utilização da técnica da fluorescência da clorofila *a*, pode-se diagnosticar de forma não destrutiva e com precisão o desempenho das espécies quanto às estratégias de captura e utilização do excesso de irradiância no campo. Considerando-se o índice de desempenho, pôde-se observar que *E. cumini* apresentou o melhor desempenho com o maior número de plantas com alto desempenho. Por outro lado, *B. macrocalyx* e *I. macrophyla* exibiram os mais baixos valores de PI_{ABS} , devido principalmente à baixa eficiência de transferência de energia no PSII, como resultado da diminuição da densidade dos centros de reação. Quanto

a *S. reticulata*, verificou-se que esta espécie apresentou maior quantidade de indivíduos com PI_{ABS} normal, sendo a transferência de energia na cadeia transportadora de elétrons após a Q_A , o ponto limitante para maior desempenho. Assim, nas condições em que foi realizada esta pesquisa, podemos afirmar que *E. cumini* e *S. reticulata* possuem mecanismos de captura e utilização de energia mais eficientes que *B. macrocalyx* e *I. macrophyla*. Tal fato sugere que as duas primeiras espécies são mais aptas para utilização em programas de plantios florestais para recuperar áreas degradadas por exploração petrolífera, cujo impacto ambiental se revela na formação de pequenas clareiras que chegam à completa retirada da camada de importância biológica.

Metodologia padrão para a mensuração das trocas gasosas

As curvas de resposta da fotossíntese à irradiância (P_n -I) (“curvas de luz”) são realizadas em folhas sadias e completamente expandidas, utilizando-se um analisador de gás infra-vermelho (IRGA) modelo LI-6400 (Li-Cor, USA), equipado com uma fonte de luz artificial 6400-02B *Red Blue*. As curvas P_n -I são mensuradas usando-se a rotina das “curvas de luz” do software OPEN 3.4, modificada para gravar os dados de fotossíntese em 11 níveis de irradiância (PPFD: 0, 25, 50, 75, 100, 250, 500, 750, 1.000, 1.500, 2.000 μmol quanta $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em ordem decrescente. O tempo mínimo de adaptação permitida para a realização da leitura em cada nível de luz (PPFD) é de 120s e o tempo máximo para a gravação de cada leitura foi de 300s, com valores máximos de coeficiente de variação (C. V.) na ordem de 1%. O Li-Cor 6400 é ajustado para trabalhar com fluxo de 400 $\mu\text{mol} \text{s}^{-1}$, concentração de CO_2 (produto da mistura do CO_2 proveniente de um cilindro com o CO_2 atmosférico) e H_2O dentro da câmara de medição em torno de 380 $\mu\text{mol} \text{mol}^{-1}$ e $21 \pm 3 \mu\text{mol} \text{mol}^{-1}$, respectivamente, sob temperatura do bloco de $31 \pm 1^\circ\text{C}$. Antes da determinação das curvas de luz, as folhas são submetidas a uma irradiância de 1.000 μmol (quanta) $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, durante um período de 5 a 10min para a adaptação da folha à câmara de medição, e só depois de adaptada as determinações das curvas P_n -I são realizadas.

Para ajustar as curvas de luz, geralmente três modelos são usados: 1) a hipérbole não retangular¹³, 2) a hipérbole retangular¹⁴ e 3) o exponencial¹⁵ (para maiores informações quanto às diferenças entre os modelos, ver Santos Jr.¹⁶).

¹³ MARSHALL, B. & BISCOE, P. V. A model for C_3 leaves describing the dependence of net photosynthesis on irradiance. *J. Exp. Bot.*, 31, 29-39, 1980.

¹⁴ THORNLEY, J. H. M. *Mathematical models in plant physiology*. A quantitative approach to problems in plant and crop physiology. London: Academic Press, 1976.

¹⁵ IQBAL, R. M.; RAO, A-R.; RASUL, E. & WAHID, A. Mathematical models and response functions in photosynthesis: an exponential model. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). *Handbook of photosynthesis*. New York, U.S.A.: Marcel Dekker Inc., 1997. p. 803-810.

¹⁶ SANTOS Jr., Ulysses Moreira dos. *Fisiologia e indicadores de estresse em árvores: estado nutricional, trocas gasosas e desempenho fotossintético em espécies arbóreas crescendo em ambientes alagados na Amazônia Central*. Tese (doutorado) INPA/UFAM, Manaus, 2008.

Trocas gasosas em plantas jovens de mogno submetidas a diferentes ambientes de irradiância

O ambiente florestal apresenta grande heterogeneidade quanto à disponibilidade de luz, tanto no que concerne ao aspecto espacial (diferentes estratos florestais, ambientes de sub-bosques e áreas de grandes clareiras), quanto ao caráter temporal (períodos sazonais). Além dessa heterogeneidade, a ação antrópica (grandes desmatamentos) e/ou eventos naturais podem promover mudanças frequentes e significativas sobre ambientes aparentemente equilibrados, fazendo com que o estabelecimento de uma espécie e sua continuidade no sistema esteja relacionada com sua capacidade em adequar seu metabolismo às condições proporcionadas pelo ambiente. A disponibilidade de luz é um fator essencial para o fluxo de energia nos sistemas biológicos, influenciando diretamente nos processos fisiológicos dos vegetais. Dependendo da capacidade de captação e utilização da irradiância, as plantas podem apresentar respostas distintas e determinantes para a sua sobrevivência, crescimento e adaptação sob diferentes condições de luz. Por essa razão, ambientes sombreados ou a pleno sol podem inibir os processos fotossintéticos, simplesmente pela escassez ou excesso de energia luminosa.¹⁷ Dessa forma, a capacidade da planta em ajustar seu metabolismo no intuito de otimizar a utilização de recursos primários como a luz, determinará o sucesso ou o fracasso de sua adaptação e estabelecimento sob diferentes ambientes. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi investigar as trocas gasosas e as características fotossintéticas de plantas jovens de mogno (*Swietenia macrophylla* King) submetidas a ambientes de baixa e alta irradiância. As maiores taxas de fotossíntese máxima (P_{nmax}) foram exibidas pelas plantas submetidas a pleno sol (T_1), com valor 41% superior ao observado nas plantas sob sombreamento (T_2), conforme a tabela 3. Esses resultados sugerem que a baixa irradiância pode ter limitado os processos fotossintéticos das plantas de mogno em T_2 . Para a respiração no escuro (R_d), as plantas em T_1 exibiram valores 76% maiores do que as plantas em T_2 (tabela 3). Os maiores valores de R_d em T_1 podem ser atribuídos a um aumento no suprimento de produtos intermediários e de energia para a formação de componentes fotossintéticos dentro dos cloroplastos e de mecanismos para prevenir a fotoinibição sob alta irradiância. Nesse sentido, nota-se que o aumento de R_d tem apresentado correlação positiva com a aclimação.

¹⁷ ZHANG, S.; MA, K. & CHEN, L. Response of photosynthetic plasticity of *Paeonia suffruticosa* to changed light environments. *Environ. Exp. Bot.*, 49:121-33, 2003.

Tabela 3: Fotossíntese máxima (Pnmax); Respiração no escuro (R_d); Rendimento quântico aparente (a); Irradiância de compensação (I_c); Transpiração (E); Condutância estomática (g_s) e Eficiência no uso da água (EUA) em plantas jovens de mogno (*Swietenia macrophylla*) submetidas a dois ambientes de luz

Variáveis	Mogno	
	Sol	Sombra
Pnmax ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	5,27 \pm 1,27 A	3,72 \pm 1,07 B
R _d ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,87 \pm 0,42 A	0,49 \pm 0,25 B
a [$\text{mol (CO}_2\text{) mol}^{-1}$ (quanta)]	0,035 \pm 0,005 A	0,024 \pm 0,007 B
I _c ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	26 \pm 13 A	20 \pm 6 B
E ($\mu\text{mol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	1,93 \pm 0,87 A	1,21 \pm 0,13 B
g _s ($\mu\text{mol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	99,8 \pm 48,2 A	58,2 \pm 20,3 B
EUA ($\mu\text{mol (CO}_2\text{). mol H}_2\text{O}$)	3,0447 \pm 0,9194 A	3,0110 \pm 0,553 B

As médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Tabela modificada de Gonçalves *et al.*¹⁸

¹⁸ GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS, Jr., U. M.; NINA, Jr., A. R. & CHEVREUIL, L. R. *Op. cit.*

¹⁹ MARENCO, R. A.; GONÇALVES, J. F. C. & VIEIRA, G. Leaf gas exchange and carbohydrates in tropical trees differing in successional status in two light environments in central Amazonia. *Tree Physiol.*, 21, 1.311-1.318, 2001.

²⁰ SINGSAAS, E. L.; ORT, D. R. & DELUCIA, E. H. Variation in measured values of photosynthetic quantum yield in ecophysiological studies. *Oecologia*, 128, 15-23, 2001.

²¹ ZHANG, S.; MA, K. & CHEN, L. *Op. cit.*

Quanto ao rendimento quântico aparente (a), verificou-se que as plantas de sol apresentaram rendimento 44% superior ao observado pelas plantas de sombra (tabela 3). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos por Marenco *et al.*¹⁹, que observaram redução em a em plantas de mogno sob sombreamento. Teoricamente, o valor máximo que a pode assumir é 0,125, equivalente a 8 moles de fótons requeridos para reduzir um mol de CO₂ na ausência de fotorrespiração; contudo, sob condições de estresse, esse valor pode diminuir significativamente.²⁰ Comparando os resultados obtidos com o máximo teórico, houve redução de 73 e 80% nas plantas de sol e sombra, respectivamente.

A irradiância de compensação (I_c) foi 23% menor nas folhas de sombra que nas folhas de sol (tabela 3). O menor valor de I_c nas plantas sob sombreamento deve-se ao fato da planta sob baixa irradiância desenvolver mecanismos que refletem melhor aproveitamento da baixa quantidade de energia do ambiente. Adicionalmente, tem-se que plantas que respiram com menor intensidade necessitam de menor irradiância para atingir o ponto de compensação e, por isso, os baixos valores de I_c encontrados nas folhas de sombra podem ser atribuídos às baixas taxas de respiração.²¹

²² MARENCO, R. A.; GONÇALVES, J. F. C. & VIEIRA, G. *Op. cit.*

Os valores de transpiração (E) e condutância estomática (g_s) foram 59 e 71% maiores nas plantas a pleno sol que nas plantas sombreadas, respectivamente. Os efeitos da irradiância sobre a condutância provavelmente estão relacionados à melhor fixação de CO_2 pelas folhas de sol, quando comparadas às folhas de sombra, fato também observado por Marenco *et al.*²². Adicionalmente, as altas taxas de transpiração em T_1 podem ser relacionadas a mecanismos de prevenção a altas temperaturas, considerando que parte do calor gerado pelo excesso de energia pode ser dissipado na forma de calor latente. Quanto à eficiência no uso da água (EUA), não foi observada diferença entre os tratamentos, provavelmente por não haver limitação hídrica no ambiente edáfico.

O ambiente de luz pode afetar de modo significativo as trocas gasosas em plantas jovens de mogno, principalmente no que concerne à taxa fotossintética, a qual, sob baixa disponibilidade de luz, pode ser limitada. Além disso, as altas taxas fotossintéticas de mogno sob alta irradiância sugerem que as mudas desta espécie podem-se apresentar desenvolvimento satisfatório em áreas abertas, como as clareiras na floresta.

Trocas gasosas em espécies florestais produtoras de óleos

O conhecimento das estratégias ecofisiológicas de espécies arbóreas relacionadas com a utilização de recursos primários como água, CO_2 , luz e nutrientes se faz necessário para aperfeiçoar as técnicas de manejo florestal sustentável e de conservação de espécies nativas da Amazônia. Nesse sentido, foram analisadas variáveis relacionadas com as trocas gasosas em plantas jovens de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke), submetidas a diferentes níveis de irradiância. O experimento foi conduzido na área experimental do campus do V-8, no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA (3°8' S, 59°52' W), sob condições semi-controladas de casa de vegetação. Mudanças de pau-rosa com nove meses de idade, produzidas a partir de sementes coletadas na Reserva Florestal Adolpho Ducke (2°37' S, 60°11' W) e crescidas sob irradiância de 10 a 250 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$, foram submetidas a diferentes níveis de irradiância ($T_1 = 10$ a 250; $T_2 = 500$ a 800; $T_3 = 700$ a 1.000; e $T_4 = 1.300$ a 1.800 $\mu mol m^{-2} s^{-1}$; **esses** valores de irradiância foram medidos entre 9:00 e 15:00h). As variáveis analisadas foram: fotossíntese máxima (Pn_{max}), respiração (Rd), rendimento quântico aparente (α), irradiância de compensação (I_c) e irradiância de saturação (I_s).

Os valores de Pn_{max} variaram de 2,27 a 6,92 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ entre os tratamentos (tabela 4). Em T3, os valores de Pn_{max} foram cerca de 9, 24 e 205% superiores aos valores encontrados nos tratamentos T2, T1 e T4, respectivamente. O baixo valor de Pn_{max} sob altas irradiâncias pode ser resultante de danos causados por fotoinibição. Para R_d , o menor valor foi encontrado no tratamento T1 quando comparado com os demais tratamentos. Quanto à eficiência quântica aparente, observou-se que o maior valor ocorreu no tratamento T2, valores intermediários em T1 e T3, e o menor valor em T4 (tabela 4). O baixo valor de a verificado no tratamento T4, pode ser resultante do excesso de irradiância do ambiente. Por outro lado, os baixos valores de Pn_{max} , associados ao baixo valor de a , reforçam a idéia de que as plantas podem ter sofrido estresse por alta irradiância. Os valores de irradiância de compensação (I_c) variaram de 18,7 a 53,6 $\mu\text{mol (fótons) m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com o menor e o maior valor encontrados nos tratamentos T1 e T4, respectivamente (tabela 4). Adicionalmente, observou-se que os valores de I_c aumentaram conforme a irradiância do ambiente. O baixo valor de I_c no tratamento T1 foi resultante do baixo valor de R_d , enquanto o alto valor de I_c encontrado no tratamento T4 foi resultante do alto valor de R_d e do baixo valor de a .

²³ GONÇALVES, J. F. C.; BARRETO, D. C. S.; SANTOS Jr., U. M.; FERNANDES, A. V.; SAMPAIO, P. T. B. & BUCKERIDGE, M. S. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Braz. J. Plant Physiol.*, 17: 325-34, 2005.

Tabela 4: Efeitos de diferentes irradiâncias sobre as características fotossintéticas em plantas de *Aniba rosaeodora*.

Irradiância	Fotossíntese máxima (Pn_{max})	Respiração (R_d)	Rend. quântico aparente (a)	F. convexidade (β)	I. de compensação (I_c)	I. de saturação (I_s)
$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	mol mol^{-1}	-	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$
T ₁	5,57 ± 0,03 c	0,61 ± 0,19 b	0,033 ± 0,002 b	0,97 ± 0,01 a	19 ± 6 d	230 ± 27 c
T ₂	6,32 ± 0,01 b	1,05 ± 0,05 a	0,037 ± 0,000 a	0,93 ± 0,00 b	28 ± 1 c	330 ± 14 b
T ₃	6,92 ± 0,03 a	1,11 ± 0,07 a	0,031 ± 0,001 b	0,92 ± 0,00 b	35 ± 2 b	440 ± 12, a
T ₄	2,27 ± 0,01 d	1,16 ± 0,07 a	0,021 ± 0,001 c	0,97 ± 0,00 a	54 ± 1 a	218 ± 20 c

T₁ = 10 a 250, T₂ = 500 a 800, T₃ = 700 a 1.000, T₄ = 1.300 a 1.800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. As médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem pelo Teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Tabela modificada de Gonçalves *et al.*²³

Os resultados sugerem que as plantas jovens de pau-rosa possuem um melhor desempenho fotossintético e, conseqüentemente, uma maior capacidade para acumular biomassa quando crescidas sob condições intermediárias de

irradiância (T2, T3). Por outro lado, ambientes muito sombreados ou com altas irradiâncias podem limitar o processo fotossintético de plantas jovens de pau-rosa, seja por apresentarem quantidades insuficientes de luz ou por promover a fotoinibição como consequência do excesso de energia luminosa. Com isso, conclui-se que, para a implantação de plantios florestais com a espécie pau-rosa, a utilização de uma cobertura vegetal viva (plantas de crescimento rápido), na forma de plantios mistos, pode resultar em benefícios para as plantas; nesse caso, os ambientes com luminosidade parcial são os mais adequados para que esta espécie consiga alcançar maior assimilação de carbono.

Ecofisiologia de espécies arbóreas crescendo em áreas alagadas

Atividades antrópicas podem promover o aumento de áreas alagadas, tanto no que tange à construção de barragens para usinas hidrelétricas (UHE), quanto no aumento dos riscos e da severidade das inundações provocadas pelas mudanças no clima. Para tanto, é necessário intensificar os estudos sobre ecofisiologia de plantas crescendo em áreas alagadas natural e artificialmente, a fim de se entender como os ecossistemas florestais irão responder a essas mudanças ambientais. Daí a relevância de analisar os efeitos do alagamento sobre as estratégias de sobrevivência, as trocas gasosas, as concentrações foliares de nutrientes, as concentrações de pigmentos cloroplastídicos, os transientes de fluorescência e o índice de desempenho de espécies arbóreas tolerantes e não tolerantes à hipoxia crescendo em áreas inundadas. Esse estudo foi realizado em plantas alagadas pelo rio Uatumã a montante e a jusante da UHE de Balbina, Presidente Figueiredo, Amazonas (01°55' S e 59°28' W).

Nas espécies estudadas foram observadas diferentes respostas entre os dois grupos de tolerância ao alagamento. Quanto às estratégias de sobrevivência, o grupo de espécies tolerantes composto por *Nectandra amazonum* (Na), *Macrolobium angustifolium* (Ma), *Alchornea discolor* (Ad), *Brosimum lactescens* (Bl), *Cassia reticulata* (Cr), *Genipa spruceana* (Gs) e *Parinari excelsa* (Pe) exibiu taxas de sobrevivência superior a 90%, enquanto o grupo de espécies não tolerantes ao alagamento, composto por *Cecropia concolor* (Cc), *Vismia guianensis* (Vg) e *Vismia japurensis* (Vj), exibiu taxas que variaram de 20 a 0%. Quanto ao comportamento ecofisiológico dos dois grupos, foi demonstrado que o alagamento induziu à redução da fotossíntese e da transpiração em espécies tolerantes e não tolerantes à hipoxia, sendo que nas espécies não tolerantes a redução foi mais

intensa, variando de 80,9 a 88% para fotossíntese máxima (P_{nmax}) e 70,1 a 82,4% para transpiração a 2.000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de irradiância (E_{2000}). Essa diminuição de P_{nmax} e E_{2000} nas espécies não tolerantes pode ser atribuída, em grande parte, ao fechamento estomático, como demonstrado com a redução de 65,7 a 89,5% nos valores de condutância estomática (g_{s2000}). Adicionalmente, possíveis danos causados no aparato fotoquímico, conforme apresentado pela diminuição do rendimento quântico aparente (α), também podem ter contribuído para a redução da fotossíntese. Já, com as espécies tolerantes, as mudanças nas trocas gasosas e nas características fotossintéticas foram mais brandas. Por meio de estudo mais detalhado dos processos fotossintéticos, ficou demonstrado também que, nas espécies não tolerantes, a diminuição da fotossíntese foi ocasionada não apenas pela diminuição de g_s , mas também o alagamento induziu forte redução nos índices de desempenho (PI_{ABS}) dessas espécies, que variou de 60 a 71%. Tais mudanças fisiológicas foram acompanhadas pela epinastia, clorose e senescência precoce. Quanto às espécies tolerantes, verificou-se a existência de dois grupos, a saber, um grupo que perde folhas e um grupo que não perde folhas no período alagado. Os efeitos foram claros nas espécies tolerantes que perdem folhas durante esse período (*A. discolor* e *G. spruceana*): o alagamento induziu a uma diminuição nas concentrações de pigmentos e a uma redução na eficiência da captura e do uso da energia luminosa nos processos fotossintéticos. As espécies tolerantes, incluindo *G. spruceana* e *A. discolor*, apresentaram estratégias que envolveram uma regulação nas reações de transferência de elétrons e no desempenho fotossintético. Quanto ao *status* nutricional, o alagamento provocou nas espécies diminuição nas concentrações de N, P e Cu e aumento nas concentrações de Fe, Mn, Zn e Na durante o período alagado, em ambos os grupos; estas diferenças encontram-se mais fortemente relacionadas com a espécie do que com a estratégia de tolerância. Por sua vez, a diminuição de PI_{ABS} pode estar associada à diminuição das concentrações de N, P e Cu, pois a deficiência desses nutrientes parece implicar diminuição de clorofilas, da plastocianina e de proteínas importantes da etapa fotoquímica e bioquímica da fotossíntese. Assim, quanto ao comportamento ecofisiológico dos dois grupos de tolerância à hipoxia, foi demonstrado que as espécies tolerantes conseguem ajustar seu metabolismo para sobreviver ao período de alagamento sem exibir mudanças drásticas nas trocas gasosas, nas concentrações de pigmentos e no índice de desempe-

nho. Por outro lado, as espécies não tolerantes, apesar de apresentarem em um primeiro momento uma regulação do seu metabolismo, tendem a ser incapazes de ajustar seu metabolismo à condição de hipoxia que, dependendo da duração do período de inundação (em geral um tempo curto), pode provocar redução drástica nos valores de trocas gasosas e no índice de desempenho, culminando com a morte das plantas, conforme observado no campo.

Trocas gasosas em espécies da sucessão secundária crescendo sobre pastagens abandonadas na Amazônia Central

No início do século XXI, as áreas de pastagens abandonadas da zona úmida da Amazônia já correspondiam a cerca de 20%.²⁴ Essas áreas são dominadas por uma cobertura sucessional secundária espontânea e agressiva, adaptada às novas condições dos fatores abióticos primários como luz, temperatura, água e nutrientes. Estudos da sucessão secundária dedicam grande atenção à regeneração da vegetação nas áreas de pastagens abandonadas em grande parte do planeta, pressupondo-se que a vegetação secundária seja um importante sumidouro para mitigar o aumento dos níveis de carbono atmosférico.

As trocas gasosas são influenciadas pelas características fisiológicas das espécies associadas à idade da vegetação, grupo funcional e efeitos dos fatores abióticos, como disponibilidade de irradiância, água e nutrientes. Isso porque as plantas apresentam diferentes estratégias ecofisiológicas que podem ser determinantes para o seu crescimento e desenvolvimento em sítios que apresentam alterações edáficas, microclimáticas e vegetacionais. Assim, a compreensão dos processos relacionados à utilização dos recursos primários é, sem dúvida, de grande importância para entender os aspectos funcionais adotados pelas plantas como mecanismo de acúmulo de biomassa, uma vez que o crescimento da planta está diretamente associado à sua capacidade fotossintética. Para entender as estratégias adotadas pelas espécies arbóreas mais frequentes em áreas de pastagens abandonadas – Sucessional inicial (pioneiras): *Vismia japurensis* e *Vismia cayennensis*; Sucessional intermediária: *Bellucia grossularioides* e *Laetia procerá*; Sucessional tardia: *Goupia glabra* –, variáveis ecofisiológicas foram determinadas e relacionadas com a cronosequência sucessional da vegetação secundária, em dois períodos de precipitação. O estudo foi realizado em capoeiras com idades variando de 0 a 19 anos, localizadas na área experimental do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais PDBFF (02°34' S, 60°07' W).

²⁴ SCHNEIDER, R.; ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P. & SOUZA JR., C. *Amazônia sustentável: limites e oportunidades para o desenvolvimento rural*. Brasília: Banco Mundial. 2000. 120 p.

As espécies do gênero *Vismia* apresentaram altos valores de fotossíntese máxima (Pnmax), seguidas de *B. grossularioides*, na maioria das idades das capoeiras, tanto no período de alta quanto no de baixa precipitação. *G. glabra* mostrou os menores valores de Pnmax, comparada com as outras espécies. Em relação à variável respiração no escuro (Rd), somente *V. cayennensis* exibiu baixos valores, comparada com as demais espécies nas idades das capoeiras entre 10 e 13 anos. *B. grossularioides* e *G. glabra* foram as que apresentaram as maiores e menores respostas de condutância estomática (gs), respectivamente, para a maioria das idades das capoeiras. *G. glabra*, por sua vez, apresentou baixos valores para a taxa de transpiração (E) na maioria das classes de idades, comparada com as demais espécies, em ambos os períodos de precipitação. Enfim, *L. procera* diferiu das espécies testadas nas idades acima de 15 anos (período de alta precipitação) e entre 0 e 3 anos (período de baixa precipitação), para a variável eficiência no uso da água (EUA).

Analisando-se o efeito da idade das capoeiras (cronosequência sucessional) sobre as trocas gasosas, observou-se que, na maioria das espécies, com exceção de *G. glabra*, Pnmax diminuiu com o tempo durante a sucessão. Isso sugere que, apesar da posição das espécies no grupo sucessional exibir diferenças quanto à eficiência fotossintética, o padrão temporal contribuiu, em parte, para a redução das características fotossintéticas na sucessão secundária sobre pastagens abandonadas, não tendo efeito sobre espécies sucessionais tardias como *G. glabra*. Os altos valores de Pnmax para as espécies sucessionais iniciais nos primeiros anos após o abandono das pastagens podem, em parte, receber uma contribuição da elevada taxa de transpiração (E) observada para essas espécies. Isso se deve a participação da transpiração no mecanismo de diminuição da fotoinibição em espécies sucessionais iniciais pelo resfriamento na camada superficial das folhas (camada limítrofe), mantendo a alta taxa fotossintética.²⁵ Segundo Reich *et al.*²⁶, as diferenças nas trocas gasosas entre as espécies nos diferentes grupos sucessionais seriam características intrínsecas ou simplesmente resultados de diferenças na disponibilidade de recursos durante a sucessão, ou uma combinação de ambos. O que se verifica é que, além da aparente diferença intrínseca entre as diferentes espécies nos distintos grupos sucessionais, um fator importante que se deve levar em consideração é a disponibilidade de irradiância para as plantas com o avanço da cronosequência, fato que possivelmente afete

²⁵ KRAUSE, G. H.; KOROLEVA, O. Y.; DALLING, J. W. & WINTER, K. Acclimation of tropical tree seedlings to excessive light in simulated tree-fall gaps. *Plant, Cell and Environment*, 24:1.345-1.352, 2001.

²⁶ REICH, P. B.; ELLSWORTH, D. S. & UHL, C. Leaf carbon and nutrient assimilation and conservation in species of differing successional status in an oligotrophic Amazonian forest. *Functional Ecology*, 9:65-76, 1995.

mais fortemente as respostas fotossintéticas das espécies pioneiras do que mesmo a disponibilidade de nutrientes no solo. Dessa forma, com a cronossequência sucessional, as plantas acabam se aclimatando às novas condições de irradiância, refletindo-se em menores respostas fotossintéticas. Portanto, as respostas das trocas gasosas das diferentes espécies estudadas parecem confirmar o que, em geral, se observa para as plantas quanto à posição no grupo sucessional. Apesar das mudanças das condições edáficas e microclimáticas, confirmadas em diversos estudos, o que se verifica é que a redução das respostas fotossintéticas está mais diretamente relacionada com a disponibilidade de irradiância para as plantas na cronossequência sucessional do que com a oferta de nutrientes no solo (por exemplo, Nitrogênio e Fósforo).²⁷

²⁷ SILVA, C. E. M.; GONÇALVES, J. F. C. & ALVES, E. G. Photosynthetic traits and water use of tree species growing on abandoned pasture in different periods of precipitation in Amazonia. *Photosynthetica*, 49(2):246-252, 2011.

Resposta da fotossíntese a diferentes concentrações de CO₂

As curvas de resposta da fotossíntese às diferentes concentrações de CO₂ são realidades em folhas maduras e sadias. Diferentes concentrações de CO₂ são obtidas a partir de cilindros com 12g de CO₂ controlados automaticamente pelo injetor de CO₂ do LI-COR 6.400 (injetor de CO₂ 6.400-01, LI-COR, USA). As curvas de resposta da fotossíntese à concentração interna de CO₂ (P_n-C_i) são realizadas a partir do fornecimento inicial de concentrações (C_a) de 400, 300, 200, 100 e 50 μmol mol⁻¹, em ordem decrescente, e, em seguida, fornecendo CO₂ (C_a) nas concentrações 400, 600, 800, 1.000 e 1.250 μmol mol⁻¹, em ordem crescente. Cada ponto é gravado obedecendo ao tempo de 180s a 300s para cada passo, com variação (CV) menor que 1%. O LI-COR 6.400 é ajustado para fluxo de 400 μmol s⁻¹, irradiância de 1.000 μmol (quanta) m⁻² s⁻¹ e H₂O dentro da câmara de 21 ± 3 mmol mol⁻¹, com temperatura do bloco fixada em 31 ± 1°C.

As curvas P_n-C_i são ajustadas utilizando-se uma equação não linear:

$$P_n = P_{n\max\text{CO}_2} [1 - (1 - k/P_{n\max\text{CO}_2})^{(1-C_i/)}]$$

²⁸ WULLSCHLEGER, S. D. Biochemical limitations to carbon assimilation in C3 plants – a retrospective analysis of the A/Ci curves of 109 species. *Journal of Experimental Botany*, 44:907-920, 1993.

no qual P_{nmaxCO₂} = P_n sob condições saturantes de CO₂, em que P_n é a fotossíntese, P_{nmaxCO₂} é a fotossíntese máxima, k é a constante de proporcionalidade e o ponto de compensação de CO₂. A velocidade máxima de carboxilação (V_{cmax}) é calculada a partir das curvas P_n-C_i (C_i < 200 μmol mol⁻¹)²⁸. Os valores de V_{cmax} são calculados por meio de uma equação

ção não linear, usando-se o programa Statistic for Windows versão 6 (StatSoft Inc., 2003 East 14th Street, Tulsa, OK, USA):

$$P_{nc} = (V_{cmax} (C_i - *) / (C_i + K_c(1 + O/K_o))) - R_d$$

no qual P_{nc} é a taxa de fotossíntese limitada pela atividade da Rubisco²⁹, V_{cmax} é a velocidade máxima de carboxilação da Rubisco; C_i é a concentração intercelular de CO_2 , * é o ponto de compensação de CO_2 na ausência de respiração (R), K_c e K_o são as constantes de Michaelis-Menten da atividade da Rubisco para CO_2 e O_2 , respectivamente. Os valores de *, K_c e K_o utilizados foram os descritos por Sharkey *et al.*. J_{max} é calculado pelo ajuste da equação na porção em que $C_i > 300 \mu\text{mol mol}^{-1}$, conforme

$$P_{nj} = (J_{cmax} (C_i - *) / (4C_i + 8*))$$

no qual P_{nj} é a taxa fotossintética limitada pela regeneração da RuBP³⁰

A limitação estomática relativa ($L_{S\%}$) é calculada a partir das curvas $P_n - C_i$, em que

$$L_{S\%} = 100 \times (P_{nC_i} - P_{nCa}) / P_{nC_i}$$

no qual P_{nCa} e P_{nC_i} são as taxas de fotossíntese em condições de CO_2 ambiente (C_a) ($\approx \mu\text{mol mol}^{-1}$) e $C_i = C_a$, respectivamente.³¹ A condutância estomática (g_s), transpiração (E) e razão C_i/C_a foram mensurados com $C_a = 400 \mu\text{mol mol}^{-1}$.

Considerações finais

Considerando a importância da floresta amazônica no contexto das discussões sobre sua influência no clima do planeta, os possíveis impactos causados sobre a floresta resultantes da construção de hidrelétricas e os escassos estudos de modelagem relacionados à quantificação da taxa de assimilação de CO_2 (principal gás de efeito estufa) pela floresta nessa região, faz-se necessário ampliar a investigação sobre a capacidade da floresta em assimilar carbono sob condições adversas (por exemplo, seca ou alagamento).

Nesse sentido, este estudo teve como objetivo quantificar as trocas gasosas, em especial, as taxas de assimilação de carbono a partir do modelo mecanístico desenvolvido por Farquhar e colaboradores, bem como estimar a taxa máxima de carboxilação mediada pela Rubisco (V_{cmax}) em dez espécies tropicais crescendo em áreas alagadas na Amazônia Central.

²⁹ Rubisco – enzima Ribulose 1.5 bifosfato carboxilase/oxigenase.

³⁰ SHARKEY, T. D.; BERNACCHI, C. J.; FARQUHAR, G. D. & SINGSAAS, E. L. Fitting photosynthetic carbon dioxide response curves for C_3 leaves. *Plant, Cell and Environment*, 30:1.035-1.040, 2007.

³¹ FARQUHAR G. D. & SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 33:317-345, 1982.

A investigação foi conduzida em áreas alagadas pelo rio Uatumã, a montante e a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Balbina, em Presidente Figueiredo, Amazonas. As espécies estudadas foram: *Nectandra amazonum* (*Na*), *Macaranga angustifolium* (*Ma*), *Alchornea discolor* (*Ad*), *Brosimum lactescens* (*Bl*), *Cassia reticulata* (*Cr*), *Genipa spruceana* (*Gs*) e *Parinari excelsa* (*Pe*) – tolerantes ao alagamento; e *Cecropia concolor* (*Cc*), *Vismia guianensis* (*Vg*) e *Vismia japurensis* (*Vj*) – não tolerantes ao alagamento.

Os valores de fotossíntese máxima sob condições elevadas de CO_2 (P_{maxCO_2}) variaram de 19,1 (*Bl*) a 35,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (*Cr*) entre as espécies estudadas no período não alagado. Nas espécies tolerantes ao alagamento apenas *M. angustifolium* (-14,9%) e *G. spruceana* (-18,7%) exibiram diminuição significativa nos valores de P_{maxCO_2} , enquanto que em todas as espécies não tolerantes essa diminuição foi superior a 79% no período alagado.

A eficiência aparente de carboxilação (C_e) variou de 0,054 (*Bl*) a 0,062 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (*Cr*) nas espécies estudadas no período não alagado. No período alagado apenas as espécies não tolerantes exibiram diminuição significativa em comparação com o período em que não houve alagamento. Quanto ao ponto de compensação de CO_2 , foi verificado que o alagamento produziu aumento significativo em *N. amazonum*, *M. angustifolium*, *C. reticulata*, *C. concolor*, *V. guianensis* e *V. japurensis*, sendo que nas plantas não tolerantes este aumento variou de 127 (*Cc*) a 209% (*Vg*). O alagamento gerou aumento significativo na limitação relativa do estômato ($L_s\%$) em *N. amazonum*, *C. reticulata*, *C. concolor*, *V. guianensis* e *V. japurensis*. Por outro lado, *B. lactescens* exibiu diminuição nos valores de $L_s\%$.

Os menores valores para velocidade máxima de carboxilação (V_{cmax} ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e taxa máxima de transporte de elétrons (J_{max} ; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) no período não alagado foram encontrados em *B. lactescens* ($V_{\text{cmax}}=39,8$; $J_{\text{max}}=84,2$), enquanto que os maiores valores foram encontrados em *C. reticulata* ($V_{\text{cmax}}=84,2$; $J_{\text{max}}=169$). Sob condições de alagamento, dentre as espécies tolerantes apenas *A. discolor* (-21,2%) exibiu diminuição significativa nos valores de V_{cmax} e *M. angustifolium* (-16,2%) e *G. spruceana* (-17,1%) nos valores de J_{max} . Quanto às espécies não tolerantes, o alagamento promoveu diminuição acima de 77%, tanto nos valores de V_{cmax} como de J_{max} .

Os valores de limitação estomática relativa ($L_s\%$) aumentaram no período alagado. Esse aumento sugere que as espécies apresentaram bom controle estomático em relação

à perda de água. Contudo, esse aumento no controle estomático entre as espécies não tolerantes não foi suficiente para impedir o colapso dessas. Nesse caso, os altos valores de LS% podem estar associados aos baixos valores de condutância estomática (gs).

A diminuição da inclinação da porção inicial da curva Pn-Ci sob alagamento acarreta diminuição de V_{cmax} , em especial nas espécies não tolerantes. A taxa de carboxilação está relacionada com a atividade de carboxilação da enzima Ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco). Assim, a diminuição nos valores de V_{cmax} deve ser resultante da inativação da Rubisco, possivelmente em resposta à diminuição das taxas de regeneração da RuBP sob alagamento e/ou redução da abertura estomática sob condições de estresse hídrico. Os resultados também sugerem que nas espécies não tolerantes a inativação da Rubisco é bem mais intensa que nas espécies tolerantes, quando submetidas a alagamento. J é a taxa de transporte de elétrons. A equação utilizada nesse estudo assumiu 4 elétrons por carboxilação e oxigenação. Existem significantes incertezas na relação entre o transporte de elétrons e a síntese de ATP.³² Com base no número de elétrons requeridos para a redução de NADP⁺, os valores 4 e 8 foram usados conforme Sharkey *et al.*³³ Os resultados de J_{max} demonstraram que o alagamento também reduziu a taxa de transporte de elétrons, em especial nas espécies não tolerantes. Em adição, foi demonstrado que o alagamento promoveu intensa limitação na regeneração da RuBP nas espécies não tolerantes. A diminuição de P_{nmaxCO_2} , Ce e J_{max} sugere que a regeneração da RuBP (como indicada pela redução de P_{nmaxCO_2}) e a eficiência podem ter sido prejudicadas pelo alagamento.³⁴ Escalona e colaboradores³⁵ sugeriram que a limitação na regeneração da RuBP é considerada como a primeira resposta do mesófilo às condições de deficiência hídrica. Esse comportamento pode ser um ajuste direto à redução do metabolismo do carbono com a alteração da disponibilidade de CO₂ induzida pela diminuição da condutância estomática e da condutância do mesófilo. Essa regulação da Rubisco pela disponibilidade de CO₂ é um fenômeno bem conhecido.³⁶

Nas espécies tolerantes, as mudanças nas trocas gasosas e nas características fotossintéticas foram sutis o suficiente para serem caracterizadas apenas como ajustes funcionais. Por outro lado, as espécies não tolerantes não apresentaram uma estratégia capaz de suportar o alagamento. Uma vez que os projetos de construção de barragens visam alagar áreas de terra firme, muitas espécies arbóreas não

³² BAKER, N. R.; HARBINSON, J. & KRAMER, D. M. Determining the limitations and regulation of photosynthetic energy transduction in leaves. *Plant, Cell & Environment*, (Online Early Articles). doi:10.1111/j.1365-3040.2007.01680.x, 2007.

³³ SHARKEY, T. D.; BERNACCHI, C. J.; FARQUHAR, G. D. & SINGSAAS, E. L. *Op. cit.*

³⁴ FARQUHAR G. D. & SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, 33:317-345, 1982.

³⁵ ESCALONA, J. M.; FLEXAS, J. & MEDRANO, H. Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines. *Aust. J. Plant Physiol.*, 26, 421-433, 1999.

³⁶ MEYER, S. & GENTY, B. Heterogeneous inhibition of photosynthesis over the leaf surface of *Rosa rubiginosa* L. during water stress and abscisic acid treatment: induction of a metabolic component by limitation of CO₂ diffusion. *Planta*, 210, 126-131, 1999.

apresentarão mecanismos de tolerância ao alagamento, o que acarretará diminuição da produtividade dessas áreas. Como demonstrado, o alagamento promove diminuição da capacidade de assimilação de carbono pelas plantas, tanto por induzir o fechamento estomático como por promover prejuízos à etapa bioquímica da fotossíntese. Nesse sentido, com a inundação de novas áreas de floresta madura, tanto por causa da construção de barragens como pelo aumento da severidade e frequência de alagamento ocasionado pelas mudanças no clima, áreas que antes serviam como dreno de carbono podem vir a se tornar fontes desse gás.

Os resultados aqui apresentados foram obtidos sob a ótica da ecofisiologia vegetal, com ênfase no processo fotosintético, a partir de diferentes metodologias que têm sido aplicadas no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia ao longo dos últimos dez anos, visando diagnosticar e monitorar os processos funcionais de espécies arbóreas da flora amazônica. Quando se trata da ecofisiologia florestal na Amazônia, relacionar o crescimento vegetal à utilização dos recursos primários é condição *sine qua non* para entender a complexidade e dinâmica do bioma amazônico, sem perder de vista a aplicabilidade e o desenvolvimento de tecnologias próprias à produção e recuperação de áreas naquele ambiente.

José Francisco de Carvalho
Gonçalves, Ulysses Moreira
dos Santos Junior, Vanderlei
Borboni Ferreira de Araújo e
Rodrigo Pinheiro Bastos são
pesquisadores do Laboratório
de Fisiologia e Bioquímica Ve-
getal do Instituto Nacional de
Pesquisas de Amazônia, Minis-
tério de Ciência, Tecnologia e
Inovação – MCTI.

jfc@inpa.gov.br

santosjunior.ulysses@gmail.com

vanderleiborboni@hotmail.com

rodrigopinheirobastos@gmail.com

O MUNDO INVISÍVEL E
DESCONHECIDO DA FLORESTA AMAZÔNICA
REINO FUNGI

Sandra Zanotto
Maria Dolores Fonseca
João Lúcio Azevedo

A floresta amazônica constitui a maior região de floresta tropical do planeta, sendo que 3,7 milhões de quilômetros quadrados de sua extensão estão localizados em território brasileiro. Apresenta uma magnitude única em todos os aspectos, incluindo a maior bacia hidrográfica e a região de maior biodiversidade. Por consequência, o Brasil classifica-se como o primeiro país em plantas, peixes de água doce e mamíferos, o segundo em anfíbios e vertebrados (excluindo os peixes) e o terceiro em aves.¹ Entretanto, os mesmos relatórios que divulgam tais estatísticas, fazem poucas referências à diversidade microbiana – fungos, bactérias e outros seres microscópicos – tanto no que diz respeito ao planeta como um todo, quanto em relação à Amazônia. E ao levar em consideração a rapidez das alterações ambientais neste bioma, em particular, constata-se a urgência de se realizar inventários de sua microbiota para dar conta da diversidade de espécies fúngicas. É obrigação estratégica do governo brasileiro promover um levantamento sistêmico de dados de modo a retratar um bem cultural, visando o conhecimento, a exploração e a proteção do acervo de uma região que requer sobretudo um estudo de habitats.

O reino Fungi

¹ MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R. & MITTERMEIER, C. G. *Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations*. México: CEMEX, Agrupación Sierra Madre, 1997. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. *Relatório Nacional para a Convenção sobre a Diversidade Biológica*. Brasília: COBIO, 1998.

² BLACKWELL, M. The fungi: 1, 2, 3... 5.1 million species? *American Journal of Botany*, 98(3):426-438, 2001.

³ HAWKSWORTH, D. L. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. *Mycological Research*, 95:641-655, 1991.

HAWKSWORTH, D. L. Fungi: negated component of biodiversity crucial to ecosystem function and maintenance. *Canadian Biodiversity*, 1:4-10, 1992.

HAWKSWORTH, D. L. The magnitude of fungal diversity: the 1,5 million species estimate revisited. *Mycological Research*, 105:1.422-1.432, 2001.

⁴ BLACKWELL, M. *Op. cit.*

⁵ BLACKWELL, M. *Op. cit.*

Considerando os microrganismos como um todo, o reino Fungi é o que possui o maior número de espécies conhecidas. Entretanto, de cerca de 100 mil espécies catalogadas, as provenientes da floresta amazônica são praticamente nulas.² Consta-se o universo reduzido de espécies conhecidas quando comparado com as estimativas apresentadas por Hawksworth³ de que o número total de espécies de fungos poderia ser de 1 milhão e meio, e sobretudo com avaliações mais recentes, sugerindo que existam 5.1 milhões de espécies de fungos no planeta⁴. Fatores tais como dificuldades inerentes ao isolamento, espécies não cultiváveis e falhas na aplicação de métodos de identificação por biologia molecular, podem ter contribuído para o baixo número de espécies identificadas.⁵

Os fungos podem ser encontrados em quase todos os ambientes e são conhecidos por colonizar e sobreviver em habitats diversificados: no solo, na água, no ar, em materiais em decomposição, em todos os organismos vivos, em baixas ou elevadas temperaturas e pressões atmosféricas. Ou seja, são onipresentes e cosmopolitas na sua distribuição: ocorrem dos trópicos aos polos, do alto de uma montanha ao fundo de um oceano. A localização geográfica, condições climáticas, micro-habitat, tipos de substratos, distribuição da fauna e da flora são fatores importantes que contribuem para a distribuição dos fungos ao redor do planeta. Estes aspectos sugerem que a floresta amazônica, com sua megadiversidade e suas áreas de endemismos, pode apresentar uma extraordinária diversidade fúngica inexplorada.

Os microrganismos constituem elemento crucial e essencial no suporte dos ciclos da vida e, nesse contexto, os fungos desempenham um papel importante em diversos processos que ocorrem nos ecossistemas, tais como, ciclagem de nutrientes, degradação e interações com o hospedeiro. Tais aspectos podem estar diretamente ligados a um dos paradoxos da floresta amazônica: como um dos sistemas mais produtivos do planeta cresce sobre um dos solos mais pobres?

Portanto, o mundo contemporâneo perde com as lacunas existentes no conhecimento da diversidade fúngica amazônica. É incalculável o valor agregado a cada novo fungo isolado, identificado e investigado quanto a seu potencial como nova fonte de produtos naturais para utilização na medicina, agricultura e indústria ou mesmo na regulação dos ecossistemas.

Metabólitos fúngicos

Apenas após Louis Pasteur descobrir que a fermentação é causada por células vivas, foi que as pessoas começaram a investigar seriamente os microrganismos como uma fonte para produtos naturais bioativos. Alexander Fleming, em 1928, inaugurou a era dos antibióticos pela descoberta da penicilina isolada do fungo *Penicillium notatum*. Desde então, os pesquisadores se engajam na descoberta e aplicação de metabólitos microbianos com atividade contra patógenos de plantas e humanos.

Mais de 20.000 metabólitos bioativos de origem microbiana eram conhecidos até o final de 2002⁶ e este número vem aumentando constantemente à medida que são realizados novos estudos com microrganismos, especialmente com fungos⁷.

Historicamente os microrganismos são a fonte da maioria dos antibióticos em uso na atualidade.⁸ Entre estes, 45% são produzidos por actinomicetos, 38% por fungos e 17% por outras bactérias, além dos actinomicetos. Os fungos estão entre os mais importantes grupos de organismos eucarióticos que estão sendo explorados na busca de metabólitos com aplicações clínicas. Mais de 8.600 compostos biologicamente ativos são provenientes de fungos, com vários usos. Entretanto, somente certos gêneros, tais como *Aspergillus* e *Penicillium*, têm sido rigorosamente estudados quanto à produção de compostos bioativos.⁹

Em alguns casos, os fungos associados a plantas e que vivem no interior de tecidos e órgãos vegetais sem produzir dano aos seus hospedeiros, designados de fungos endofíticos, são capazes de produzir o mesmo composto bioativo que a planta hospedeira produz. Por exemplo, o taxol (paclitaxel), uma das primeiras drogas anticâncer no mundo cujo valor é estimado em bilhões de dólares, era inicialmente extraído da casca de uma árvore (*Taxus brevifolia*). Atualmente, já é possível visualizar a sua produção por fungos endofíticos associados a *T. brevifolia*. A descoberta do fungo endofítico *Taxomyces andreanae*, isolado de seu hospedeiro vegetal, demonstrou ser ele também produtor de taxol, bem como outros fungos isolados em anos subsequentes. Isto permitirá com que a planta hospedeira de ciclo vital longo possa ser preservada, por consequência o anticancerígeno será produzido mais facilmente por fermentação do fungo endofítico.¹⁰

Sendo incontestável que a região amazônica detenha uma das maiores diversidades microbiana do planeta, essa

⁶ BÉRDY, J. Bioactive microbial metabolites: a personal view. *The Journal of Antibiotics*, 58:1-26, 2005.

⁷ VERMA, V. C.; KHARWAR, R. N. & STROBEL, G. A. *Chemical and functional diversity of natural products from plant associated endophytic fungi*. Natural Products por fungos entomopatogênicos no Amazonas. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2009.

⁸ DEMAINE A. L. & SANCHEZ, S. Microbial drug discovery: 80 years of progress. *J. Antibiot.*, 62:5-16, 2009.

⁹ BÉRDY, J. *Op. cit.*

¹⁰ STROBEL, G. & DAISY, B. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. v. 67, n. 4. p. 491-502, 2003. STIERLE, A.; STROBEL, G. & STIERLE, D. Taxol and taxane production by *Taxomyces andreanae*, an endophytic fungus of Pacific yew. *Science*, 9 April: 260 (5.105), 214-216, 1993. STROBEL, G. A.; HESS, W. M.; FORD, E.; SIDHU, R. S. & YANG, X. Taxol from fungal endophytes and the issue of biodiversity. *Journal of Industrial Microbiology*, 17: 417-423, 1996.

enorme variabilidade genética ganha um valor agregado incomensurável quando apropriadamente organizada, classificada, documentada e disponível para acesso sempre que houver demanda, seja ela para pesquisa ou aplicações tecnológicas. Portanto, as coleções biológicas podem ser consideradas recursos estratégicos para o Brasil, onde podem fazer parte da base para inovação biotecnológica do país.

Coleções de microrganismos na Amazônia

Na Amazônia, diversas coleções de microrganismos estão sendo mantidas por instituições públicas de ensino e pesquisa. Muito recentemente, algumas iniciativas de estímulo às coleções pelos órgãos de fomento federais deram novas perspectivas aos profissionais da área. No entanto, ainda há um déficit enorme na formação de recursos humanos para desenvolver o estudo e a manutenção da diversidade da microbiota. Um dos gargalos está na formação de taxonomistas.

Na cidade de Manaus, Estado do Amazonas, existem quatro coleções como fiel depositária de amostras do patrimônio genético, cujas particularidades são descritas a seguir.

Segundo as informações disponibilizadas pela curadora Dr^a Maria Francisca S. Teixeira e a MSc. Taciana de Amorim Silva, a Coleção de Microrganismos da Universidade Federal do Amazonas (UFAM) foi reestruturada e inaugurada com a denominação de “Coleção de Culturas DPUA”, em 1988, data em que foi publicado o primeiro Catálogo de Culturas. Credenciada em 2005 como fiel depositária, está filiada ao World Data Centre for Microorganisms (WDCM) e integra a RENNEBRA (Rede de Coleções de Culturas de Microrganismos do Norte e Nordeste do Brasil). Até o momento foram preservadas 1.719 culturas de fungos, incluindo representantes do Filo Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota e Fungos anamorfos, totalizando 90 gêneros e 300 espécies.

A Coleção de Culturas DPUA tem como finalidade preservar fungos da Amazônia, principalmente os produtores de substâncias para aplicação na indústria de alimentos, farmacêutica, limpeza de efluentes e os de interesse médico, além de contribuir com a formação de recursos humanos em nível técnico-científico. Nos últimos 10 anos, 1.422 acessos às culturas da coleção foram realizados com finalidade de pesquisa envolvendo estudantes do ensino médio, graduação, mestrado e doutorado. A UFAM mantém ainda, desde 1992, uma coleção de culturas de trabalho, especialmente de microrganismos endolíticos isolados de hospedei-

ros tropicais, entre eles, plantas agrícolas como citros, cupuaçu, guaranazeiro, mandioca, pupunha; e plantas medicinais como copaíba, cumarú, plantas tóxicas e aquáticas. Atualmente a coleção funciona como suporte a pesquisas visando formação de recursos humanos na Amazônia, por meio de trabalhos de dissertações e teses nos programas de pós-graduação em Biotecnologia, Genética e Ciências Agrárias da mesma universidade. A coleção apresenta potencial biotecnológico na obtenção de bactérias e fungos produtores de enzimas e fármacos para controle biológico e na seleção de novos vetores para uso na tecnologia do DNA recombinante. Esta coleção contém cerca de 2.000 microrganismos endofíticos, principalmente fungos filamentosos, e encontra-se distribuída em vários laboratórios, como os de Fungos Endofíticos (Responsável, Dr. José Odair Pereira) e de Biologia Molecular (Responsável, Dr. Spartaco Astolfi Filho). Vários trabalhos de pesquisa e teses foram realizados com fungos mantidos nesses laboratórios, trabalhos que envolveram a produção de enzimas amilolíticas¹¹, de substâncias antimicrobianas¹² e de controle biológico¹³, entre outros produtos de interesse biotecnológico.

O Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), inaugurado em 2001 e com suas atividades iniciadas em 2005, possui uma Coleção de Culturas de Microrganismos mantida e ampliada desde então. Segundo o Curador, Dr. Rudi E. de Lima Procópio, cerca de uma centena de fungos endofíticos isolados de plantas amazônicas estão identificados por microscopia e técnicas moleculares. São preservados ainda em torno de 1.000 fungos provenientes de solos e plantas (endofíticos) e 500 bactérias de solo, todos isolados de biomas amazônicos. O principal interesse da coleção está na área de novos antibióticos e antitumorais. Uma dissertação de mestrado e outra de doutorado já foram realizadas a partir do acesso a esta coleção.

A Coleção Biológica do Instituto Leônidas e Maria Deane (CBILMD) – FIOCRUZ/Amazônia foi criada em 2002, com a finalidade de preservar, armazenar e informar sobre o uso dos recursos biológicos, genéticos e tecnológicos da biodiversidade amazônica à comunidade técnico-científica. Em 2003, a CBILMD inseriu-se ao Sistema de Informação de Coleções de Interesse Biotecnológico (SICOL) do Ministério da Ciência e Tecnologia, além de estar filiada à World Federation for Culture Collection (WFCC). Segundo a curadora Dra. Ormezinda C. C. Fernandes e a MSc. Luciete A. Silva, a CBILMD conta atualmente com um acervo de aproximadamente 1.455 microrganismos, divididos

¹¹ RONDON, A. C. F. *Atividade amilolítica de fungos endofíticos isolados de Manihot esculenta Crantz*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003. 98 p.

¹² SOUZA, A. Q. L.; SOUZA, A. D. L.; ASTOLFI FILHO, S.; PINHEIRO, M. L. B.; SARQUIS, M. I. M. & PEREIRA, J. O. Atividade antimicrobiana de fungos endofíticos isolados de plantas tóxicas da Amazônia: *Paecilomyces longiflora* (aubl.) Rich e *Strychnos cogens* Benth. *Acta Amazonica*, 34:185-199, 2004.

¹³ OLIVEIRA, G. F. S. *Controle biológico de Nasutitermes corniger (Isoptera:Termitidae) por fungos entomopatogênicos na Amazônia*. Tese Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011. 96 p.

entre bactérias, leveduras e fungos filamentosos, isolados da região amazônica. Hoje existem 834 culturas de fungos filamentosos isolados, sendo que algumas linhagens estão parcialmente caracterizadas quanto à ação antibiótica e à produção de enzimas, como as amilases, proteases, celulasas, pectinases e fenoloxidasas, que podem ter aplicação nas indústrias alimentícias e farmacêuticas. Os gêneros de fungos de maior ocorrência na coleção são: *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Gliocladium* e *Trichoderma*. Todas estas culturas estão identificadas quanto ao gênero e/ou espécie e foram isoladas dos mais diversos substratos da região amazônica, tais como solo, água, plantas, frutos e ar. As amostras bacterianas são provenientes de amostras clínicas (orofaringe e fezes humanas) e do meio ambiente (água dos rios e igarapés, vegetais e da microbiota bucal de animais).

Segundo informações cedidas pelos curadores, Dra. Maria Aparecida de Jesus, Dra. Maricleide de Farias Naifa e Dr. Rogerio E. Hanada, o acervo microbiano do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) está alocado em duas coleções de acordo com as áreas afins: Coleção de Culturas de Microrganismos de Interesse Médico e Coleção de Culturas de Microrganismos de Interesse Agrossilvicultural. Ambas envolvem o isolamento e o armazenamento, identificação e guarda dos microrganismos patogênicos, seja para o homem, seja para as plantas, ou de interesse agroflorestal.

O Programa de Coleções e Acervos Científicos do INPA foi estabelecido em 1994, visando integrar e coordenar as iniciativas e atividades de manutenção, gerenciamento, desenvolvimento e modernização dos acervos científicos do Instituto. Entre os objetivos do Programa, além da manutenção básica das coleções, está o gerenciamento e a disseminação dos dados e informações associados aos espécimes. A coleção de microrganismos de Interesse Agrossilvicultural do INPA foi criada em 1977, com representantes de *Rhizobia*. Em 1981, isolados de fungos xilófagos passaram a integrar o acervo, com acesso a espécies de fungos de madeira (lignocelulolíticos). Atualmente, mantém-se uma coleção única de fungos lignocelulolíticos, incluindo espécies comestíveis. A maioria das espécies fúngicas armazenadas contém informações referentes à durabilidade de mais 70 espécies de madeira. São cerca de 3.500 registros, sendo 1.830 culturas de fungos (xilófagos e fitopatógenos) e 1.680 culturas de bactérias (fitopatógenas e de solo). Por sua vez, a coleção de microrganismos de interesse médico foi criada por volta de 1970 e compõe-se de 3.858 culturas

de fungos, tanto filamentosos como leveduriformes, sendo que 2.307 estão caracterizadas. Destes, 1.605 são patógenos; o criobanco de parasitos leishmânias contém um acervo de mais de 3.000 ampolas, com cepas desses patógenos. Os microrganismos do acervo foram isolados do homem, do meio ambiente ou de alimentos, mas o maior número é proveniente de processos patológicos que envolvem o homem que reside na Amazônia. Outra coleção que se destaca na área médica são as micobactérias, na qual se encontram depositadas 2.100 cepas, isoladas de humanos e animais. O acervo inclui também culturas “tipo” de centros de referência como o American Type Culture Collection (ATCC).

No ano de 2010, foram lançadas uma versão *online* da Lista de Espécies da Flora do Brasil e a publicação do Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil. Deu-se início, então, a uma nova etapa deste importante trabalho, com um sistema dinâmico e atualizado em tempo real, com novas informações de especialistas sobre as espécies da flora brasileira. Neste sistema ainda se enquadram os fungos, considerados antes de serem um reino, como parte da flora e associados a plantas. Na Lista de Espécies da Flora do Brasil de 2012 são reconhecidos 4.422 fungos, dos quais 413 espécies provêm do estado do Amazonas.

A importância dos fungos amazônicos

Embora coleções de culturas já existam na Amazônia, são ainda restritas a uma pequena fração da enorme biodiversidade presente na região. Devido a sua potencial importância, não apenas acadêmica, mas principalmente econômica e social, nota-se grande interesse de grupos do exterior por nossa diversidade microbiana, que, de acordo com a legislação brasileira, poderá ser seguramente explorada de modo ordenado também por esses grupos.

Entretanto, é incontestável e estratégica para o país a soberania do conhecimento sobre nossa diversidade microbiana, já que produtos biotecnológicos poderão ser desenvolvidos a partir desta diversidade, tais como antibióticos, antimaláricos, antitumorais, enzimas, hormônios, fixadores de nitrogênio, solubilizadores de fosfato, cosméticos, pigmentos, produtos de controle biológico de insetos e fitopatógenos. Dessa forma, a indução de ações voltadas para consolidar o estudo e a aplicação da microbiota amazônica é fundamental. Com a possibilidade de utilização biotecnológica dos microrganismos acessados é inquestionável a importância do fortalecimento de áreas estratégicas do conhecimento, entre elas, a biologia molecular, taxonomia, evolução, microbiolo-

gia, genética e biotecnologia. Uma rede abrangendo várias coleções pode servir para que novos produtos e processos derivados de microrganismos, principalmente fungos, tão numerosos e ainda pouco explorados em ambientes tropicais, sejam utilizados por laboratórios de pesquisa em universidades e empresas públicas e privadas, gerando divisas, patentes e contribuindo para uma interação entre instituições públicas e privadas.

Desafios a serem superados

Conservação de modo racional e profissional das diferentes coleções

A conservação é feita principalmente como material para pesquisa acadêmica, envolvendo pós-graduados de mestrado e doutorado. Com o término dos trabalhos de dissertação e tese, muitas vezes a coleção específica que serviu para o desenvolvimento destes trabalhos científicos continua sendo mantida, porém com perdas constantes de isolados, sobretudo pela falta de estrutura das coleções. Portanto, justifica-se a racionalização da manutenção, inclusive visando intercâmbio de culturas e de ideias do qual resultarão pesquisas conjuntas e também processos e produtos de valor aplicado.

Intercâmbio de culturas e de profissionais da área

Com frequência, os laboratórios necessitam requisitar material de coleções. Não havendo uma troca sistematizada de informações, as buscas ocorrem até no exterior, levando a casos de aquisição de material aqui existente em laboratórios de fora do país. Com uma rede de coleções e um suporte na integração e informatização dos dados haverá economia de tempo e de recursos financeiros, além de facilidade de intercâmbio de pessoal técnico qualificado. A efetiva integração de grupos atuantes em pesquisas com microrganismos servirá para que facilidades encontradas em um laboratório possam ser disponibilizadas a outros.

Formação de recursos humanos

Como consequência da pouca integração entre grupos, principalmente de diferentes regiões, há problemas na formação e distribuição de recursos humanos especializados em acessar e preservar a microbiota. Os grupos que desenvolvem trabalhos avançados nesta área deverão atuar como polos de formação de pessoal para outros laboratórios, auxiliando na implantação e no desenvolvimento de tão importante área de pesquisa em regiões carentes de recursos humanos especializados como a Amazônia.

Sandra Patricia Zanotto é graduada em Química, doutora em Química Orgânica e coordenadora geral de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade de Nilton Lins, Manaus, Amazonas.

sandrazanotto@yahoo.com.br

Dolores Fonseca é graduada em Engenharia Florestal, mestre em Biotecnologia e Recursos Naturais da Amazônia e doutoranda em Diversidade e Biotecnologia – Rede Bionorte da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

dolores_pinheiro@yahoo.com.br

João Lúcio de Azevedo é graduado em Engenharia Agrônômica, doutor em Genética e professor titular senior da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP), Piracicaba, São Paulo.

jlazevedo@usp.br

MACROFUNGOS DA AMAZÔNIA

IMPORTÂNCIA E POTENCIALIDADES

Noemia Kazue Ishikawa
Ruby Vargas-Isla
Raquel Sousa Chaves
Tiara Sousa Cabral

Para um micólogo é extasiante entrar na floresta amazônica e deparar-se com a diversidade biológica de macrofungos. Quais espécimes são conhecidos ou não? Quais grupos apresentam potenciais de uso? Quais as interações com os demais organismos? Qual é o seu papel na floresta? Por fim, o que fazer para diminuir a distância entre a expectativa e a verdadeira possibilidade de aplicação desta diversidade? Em nível mundial, cerca de 20 espécies dominam o comércio de cogumelos comestíveis e dezenas de medicamentos à base de metabólitos fúngicos salvam ou prolongam a vida de milhares de pessoas – uma única substância, a penicilina, mudou a história da humanidade no século passado. As atenções se voltam agora para a Amazônia em busca de novos achados revolucionários, diante da possibilidade oferecida por milhares de espécies e substâncias desconhecidas.

Papel ecológico

Ao observar uma cidade, com os sinaleiros funcionando, ruas iluminadas, comércios e residências recheadas de equipamentos eletrônicos que nos proporcionam conforto e praticidade, poucas vezes nos lembramos de que existe uma complexa rede elétrica escondida sob o solo ou dentro das paredes que comandam essa funcionalidade. Da mesma forma, diante de uma floresta, observamos as árvores, as flores, os animais, os rios e o homem que aí vivem, mas também ignoramos as redes de fungos que sustentam a floresta através do seu desempenho como deterioradores de matéria orgânica, assim como o seu papel nas associações micorrízicas e endofíticas.¹

¹ SINGER, Rolf & ARAÚJO, Izonete. Litter decomposition and ectomycorrhiza in Amazonian forest. I. A comparison of litter decomposition and ectomycorrhizal Basidiomycetes in latosolterra-firme rain forest and white podzol campinarana. *Acta Amazonica*, vol. 9, n. 1, p. 25-41, 1979.

Papel deteriorador – as plantas, que formam a paisagem constantemente verde da floresta amazônica, são compostas por bilhões de toneladas de compostos ricos em energia, como a celulose e a lignina. No entanto, estes compostos estão indisponíveis para as plantas e animais em sua forma bruta. Já o fungo produz um extraordinário espectro de enzimas para degradar diversos substratos, transformando estas macromoléculas em açúcares e outras moléculas mais simples, capazes de serem absorvidas e utilizadas como fonte de energia pelos organismos que constituem as florestas.

Associação micorrízica – estima-se que 90% das plantas necessitam da associação simbiótica entre o micélio e as suas raízes. Nessa simbiose, o fungo contribui com os compostos nitrogenados e sais minerais, enquanto a planta fornece carboidratos ao fungo. Em solos como o da Amazônia, este tipo de associação torna-se crucial para a sobrevivência de muitas plantas.

Associação endofítica – trata-se de uma interação fúngica em que o fungo é capaz de colonizar, em pelo menos uma fase do seu ciclo de vida, o interior dos tecidos vegetais sem causar danos à planta hospedeira. Pelo contrário, esta é favorecida principalmente pela produção de hormônios que induz ao aumento radicular e à melhora do crescimento pela ativação do sistema de defesa da planta, causando aumento da resistência. Por outro lado, os metabólitos secundários produzidos pelo fungo inibem a herbivoria e o ataque de outros patógenos.

Macrofungos comestíveis

Assim como as plantas formam frutos para proporcionar a continuidade da espécie, alguns grupos de fungos desenvolvem corpos de frutificação visíveis a olho nu, os macrofungos, conhecidos popularmente como cogumelos e

² BOA, Eric. *Wild edible fungi*. A global overview of their use and importance to people. Rome: FAO, 2004, p. 13.

³ SÁNCHEZ, Carmen. Modern aspects of mushroom culture technology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 64. n. 6, p. 756-762, 2004.

⁴ BERKELEY, M. J. Rio Negro fungi. Decades of fungi LV-LIV. *Journal of Botany* (Hooker), vol. 8, p. 129-149, 1856.

⁵ PRANCE, Guillelan T. An ethnobotanical comparison of four tribes of Amazonian indians. *Acta Amazonica*, vol. 2. n. 2, p. 7-27, 1972.

FIDALGO, Oswaldo & PRANCE, Guillelan T. The ethnomycology of the Sana-ma indians. *Mycologia*, vol. 68. n. 1, p. 201-210, 1976.

⁶ VASCO-PALACIOS, Aída Marcela; SUAZA, Sandy Carolina; CASTAÑO-BETANCUR, Mauricio & FRANCO-MOLANO, Ana Esperanza. Conocimiento etnoecológico de los hongos entre los indígenas Uitoto, Muinane y Andoke de la Amazonía Colombiana. *Acta Amazonica*, vol. 38. n. 1, p. 17-30, 2008.

⁷ CHANG, Shu-Ting; BUSWELL, John A. & CHIU, Siu-Wai. *Mushroom biology and mushroom products*. Hong Kong: Chinese University of Hong Kong, 1993. 370 p.

orelhas-de-pau. Existem mais de 200 gêneros de macrofungos utilizados pelo homem, principalmente pelas suas propriedades comestíveis.² Cerca de 35 espécies são cultivadas comercialmente.³ Por razões históricas e culturais, as espécies originárias de climas temperados lideram o mercado de macrofungos no mundo.

No Brasil, as influências gastronômicas legadas pela imigração europeia e asiática, somadas às condições climáticas das regiões Sul e Sudeste, foram os alicerces para que as espécies *Agaricus bisporus* (J. E. Lange) Imbach, *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler e *Pleurotus* spp. se tornassem os cogumelos comestíveis mais cultivados no país. Nas últimas décadas, o consumo e a popularização desta iguaria vem aumentando consideravelmente. Diferente de algumas décadas atrás, cogumelos frescos são encontrados em supermercados das grandes cidades de todo o país. Em Manaus, as espécies acima mencionadas chegam a custar R\$ 143,00/Kg.

De acordo com a opinião de diversos autores, florestas tropicais, como a Amazônia, abrigam grande número de espécies de cogumelos. O que é facilmente verificado em curtas caminhadas pela floresta, onde é comum observar grande diversidade de fungos, principalmente, em época chuvosa. Estudos etnomicológicos relatam que grupos indígenas, como os Tucano⁴ e Yanomami no Brasil⁵, e os Uitoto, Muinane e Andoke na Colômbia⁶, consomem regularmente várias espécies de cogumelos.

As tendências de mercado por alimentos funcionais e/ou produtos orgânicos, somadas ao apelo de marketing, tornam o cultivo de espécies de cogumelos comestíveis da região uma alternativa de alimento.

Várias são as espécies de ocorrência na Amazônia que consideramos com potencialidade para a fungicultura (figura 1).

– *Auricularia* spp.: são fungos gelatinosos amplamente distribuídos em áreas dos trópicos e subtropicais. É considerado o primeiro cogumelo a ser cultivado intencionalmente por volta de 600 d.C., na China.⁷ Na Ásia, principalmente, *Auricularia auricula-judae* (Bull.) Quél. e *A. polytricha* (Mont.) Sacc. são cultivados em larga escala utilizando-se diversos resíduos agrícolas. As espécies *A. auricula-judae*, *A. polytricha*, *A. delicata* (Mont.) Henn. e *A. mesenterica* (Dicks.) Pers. são frequentemente encontradas em nossas coletas na Amazônia.

– *Lentinula raphanica* (Murrill) J. L. Mata & R. H. Petersen: pertence ao mesmo gênero do conhecido shiitake (*L. edodes*); sua primeira ocorrência no Estado do Amazonas foi registra-

⁸ CAPELARI, Marina; ASAI, Tatiane & ISHIKAWA, Noemia Kazue. Occurrence of *Lentinula raphanica* in Amazonas State, Brazil. *Mycotaxon*, vol. 113, p. 355-364, 2010.

⁹ VASCO-PALACIOS, Aída Marcela. *et al. Op. cit.*

¹⁰ FIDALGO, Oswaldo & PRANCE, Guillelan T. *Op. cit.*

¹¹ SALES-CAMPOS, Ceci & ANDRADE, Meire Cristina N. Aproveitamento de resíduos madeireiros para o cultivo do cogumelo comestível *Lentinus strigosus* de ocorrência na Amazônia. *Acta Amazonica*, vol. 41, n. 1, p. 1-8, 2011.

¹² VARGAS-ISLA, Ruby & ISHIKAWA, Noemia Kazue. Optimal conditions of in vitro mycelial growth of *Lentinus strigosus*, an edible mushroom isolated in the Brazilian Amazon. *Mycoscience*, vol. 49, n. 3, p. 215-219, 2008.

¹³ FIDALGO, Oswaldo & PRANCE, Guillelan T. *Op. cit.*

¹⁴ OMARINI, Alejandra; LECHNER, Bernardo E. & ALBERTO, Edgardo. *Polyporus tenuiculus*: a new naturally occurring mushroom that can be industrially cultivated on agricultural waste. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, vol. 36, p. 635-642, 2009.

da em 2010.⁸ Apresenta píleo e estipe mais delgados que o shiitake e normalmente frutifica dezenas de cogumelos em um único tronco caído na floresta. Quando preparado fresco e *sauté* com margarina e um pouco de sal, apresenta aroma suave e sabor de shiitake. Também tem sido apreciado refogado com um pouco de alho e cebolinha, após reidratação do cogumelo seco. Vasco-Palacios e colaboradores⁹ relatam o consumo desta espécie pelos indígenas da Amazônia colombiana.

– *Panus lecomtei* (Fr.) Corner: sinonímia de *Panus rudis* Fr. e *Lentinus strigosus* Fr., é também consumido pelos índios Yanomami.¹⁰ Trata-se de uma espécie cosmopolita, conhecida localmente como Shio-koni-amo ou Kasikoirima pelos Yanomami e como Aragekawakitake no Japão. Segundo Sales-Campos & Andrade¹¹, os resíduos de madeiras da Amazônia, como a *Simarouba amara* Aubl. (marupá), *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (pau balsa) e *Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl. (cajuí), apresentam potencial como substrato para o cultivo desta espécie.

– *Panus strigellus* (Berk.) Overh: sinonímia de *Lentinus strigellus* Berk., é uma espécie de difícil distinção morfológica em relação a *P. lecomtei*. O isolado obtido de cogumelos coletados em 2006 ao lado do estacionamento, no Campus III do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, tem apresentado potencial de uso para o cultivo e para obtenção de metabólitos secundários com atividade antimicrobiana. Este cogumelo apresenta sabor agradável, com elevado *umami* e textura ligeiramente fibrosa. Encontra-se em substratos lignocelulósicos, em áreas abertas e semi-abertas.¹²

– *Pleurotus* spp.: pelo menos sete espécies deste gênero são cultivadas em grandes escalas em diversos substratos lignocelulósicos. Na Amazônia, ocorrem frequentemente no raque e no pecíolo das folhas de palmeiras como pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), buriti (*Mauritia flexuosa* L. f) e açai (*Euterpe oleracea* Mart.), assim como em troncos e galhos de árvores de madeira dura. O gênero *Pleurotus* é listado em diversos trabalhos sobre etnomicologia, entretanto, em termos de espécie, são relatadas apenas *Pleurotus concavus* (Berk.) Singer¹³ e *Pleurotus djamor* (Rumph. ex Fr.) Boedijn.

– *Favolus brasiliensis* (Fr.) Fr.: reportado nas décadas de 1960 e 1970 nos trabalhos de etnomicologia, é encontrado mesmo em ambientes urbanizados de Manaus. Recentemente, Omarini e colaboradores¹⁴ obtiveram sucesso no cultivo desta espécie, pela primeira vez em resíduos lignocelulósicos na Argentina.

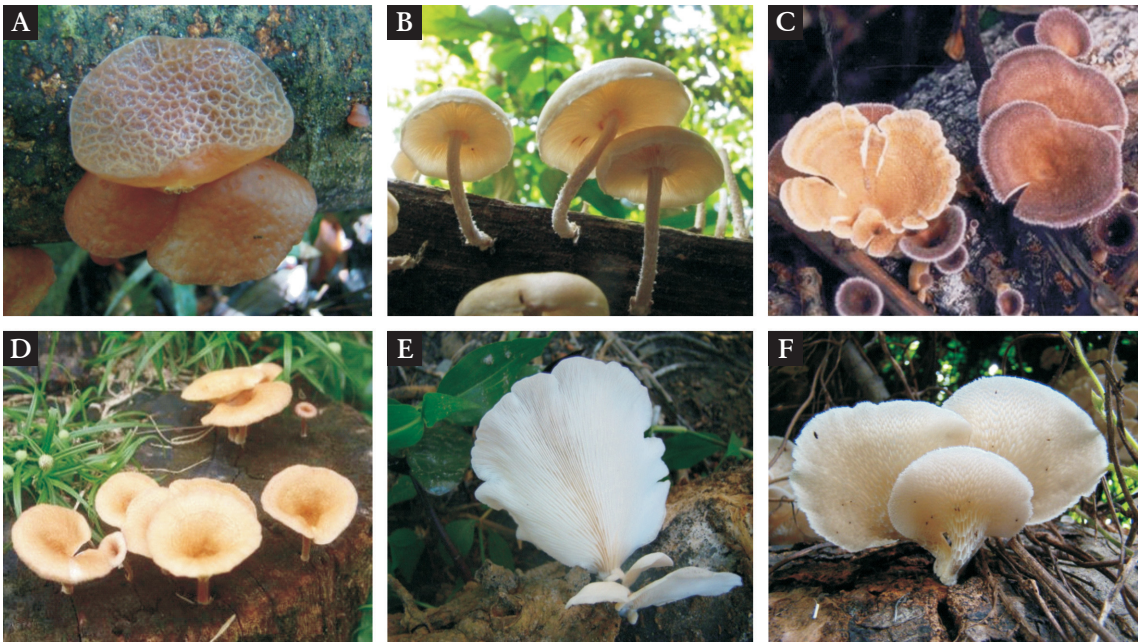


Figura 1: Macrofungos comestíveis de ocorrência na Amazônia. *Auricularia delicata* (A); *Lentinula raphanica* (B); *Panus lecomtei* (C); *Panus strigellus* (D); *Pleurotus* cf. *djmor* (E); *Favolus brasiliensis* (F).

Adaptação ao clima tropical

Os cogumelos da região tropical dificilmente frutificariam nas condições de cultivo protocoladas para espécies originárias de clima temperado, atualmente produzidas em grande escala. Vários fatores devem ser considerados, dentre os quais a correlação da espécie com seu habitat.

Exemplificando, a temperatura ótima de crescimento da maioria dos cogumelos cultivados fica entre 15 e 25°C. Entretanto, *P. strigellus* apresentou crescimento micelial entre 20 e 45°C com temperatura ótima de 35°C. Esta amplitude de temperatura leva a considerar este isolado como um fungo com características termófilas.¹⁵

A temperatura no local de coleta variou entre 35 e 45°C ao meio dia na época de frutificação. O cogumelo foi encontrado em troncos deteriorados, indicando seu potencial para o aproveitamento de resíduos lignocelulósicos para seu cultivo. Na região de Manaus, consideráveis quantidades de serragem são produzidas pelas indústrias madeireiras que sofrem pressões político-ambientais para buscar alternativas de uso para estes resíduos. Na expectativa de produzir cogumelos e ainda contribuir com a minimização dos resíduos agroflorestais, pesquisas com *P. strigellus* estão em andamento, usando substratos regionais nas condições cli-

¹⁵ VARGAS-ISLA, Ruby & ISHIKAWA, Noemia Kazue. *Op. cit.*

máticas tropicais. Os primeiros resultados experimentais mostraram que *P. strigellus* colonizou bem substratos elaborados com serragem de 11 espécies florestais da Amazônia Central. Da mesma forma, a suplementação da serragem com resíduos agroindustriais regionais, como tucumã (*Astrocaryum aculeatum* Meyer), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), maracujá (*Passiflora edulis* Sims) e andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), apresentaram resultados positivos, indicando alternativas de substituição do tradicional uso de farelo de arroz como suplemento de fonte de nitrogênio na maior parte dos cultivos de cogumelos em serragens.¹⁶ Atualmente, pesquisas de estratégias para a indução da frutificação e domínio do cultivo para produção em escala comercial estão em andamento.

Nas atuais condições climáticas, um problema comum aos fungicultores em escala mundial tem sido o aumento de custos de produção para a manutenção da temperatura ideal (entre 15 a 25°C) nos locais de cultivo de cogumelos, devido à necessidade de se utilizar diversos equipamentos de refrigeração abastecidos por energia elétrica.

Os resultados sobre temperatura ótima de crescimento de *P. strigellus* e outras espécies de fungos coletados na Amazônia, até o momento, indicam que tais fungos são favorecidos com as condições ambientais atuais. Diante dos cenários futuros de mudanças climáticas globais, que estimam o aumento da temperatura do planeta, acreditamos que, no futuro, as espécies tropicais terão maior potencialidade de produção, aumentando rentabilidade econômica da fungicultura.

Competição em prol da vida

A diversidade de espécies no mesmo habitat leva os fungos a buscarem estratégias de sobrevivência como a simbiose, o antagonismo, o parasitismo e a predação. Para tanto, uma espécie é capaz de produzir metabólitos que inibem ou matam outros organismos. O isolamento, a elucidação e a aplicação de diversos compostos fúngicos fazem deste grupo uma importante fonte de novos produtos naturais de interesse para a humanidade.

A bem conhecida observação da inibição da bactéria *Staphylococcus aureus* Rosenbach pelo fungo *Penicillium chrysogenum* Thom (= *P. notatum* Westling), em 1928, pelo médico escocês Alexander Fleming, em Londres, é o marco inicial das pesquisas sobre antibióticos. Seguiu-se então uma histórica corrida por descobertas de novos fármacos. As décadas de 40 e 50 do século passado, quando quase todos os

¹⁶ VARGAS-ISLA, Ruby; HANADA, Rogerio Eiji & ISHIKAWA, Noemia Kazue. Sawdust and fruit residues of Central Amazonian for *Panus strigellus* spawn's production. *Pesquisa Florestal Brasileira*. in press.

¹⁷ BÉRDY, János. Bioactive microbial metabolites. *Journal of Antibiotics*, vol. 58. n. 1, p. 1-26, 2005.

¹⁸ BÉRDY, János. *Op. cit.*

¹⁹ BORMANN, Alison M. & MORRISON, Vicki A. Review of the pharmacology and clinical studies of micafungin. *Drug Design, Development and Therapy*, vol. 3, p. 295-302, 2009.

²⁰ BORMANN, Alison M. & MORRISON, Vicki A. *Op. cit.*

²¹ KENDRICK, Bryce. *The fifth kingdom*. 3rd ed. Newburyport: Focus Publishing, 2000. 373 p.

²² KENDRICK, Bryce. *Op. cit.*

²³ BÉRDY, János. Bioactive microbial metabolites. *Journal of Antibiotics*, vol. 58. n. 1, p. 1-26, 2005.

²⁴ RUKACHAISIRIKUL, Vatcharin; TANSAKUL, Chittreeya; SAITHONG, Saowanit; PAKAWATCHAI, Chaveng; ISAKA, Masahiko & SUVANNAKAD, Rapheepat. Hirsutane sesquiterpenes from the fungus *Lentinus connatus* BCC 8996. *Journal of Natural Products*, vol. 68, p. 1.674-1.676, 2005.

²⁵ SOUZA-FAGUNDES, Elaine Maria; COTA, Betania Barros; ROSA, Luis Henrique; ROMANHA, Alvaro José; CORRÊA-OLIVEIRA, Rodrigo; ROSA, Carlos Au-

importantes grupos de antibióticos foram descobertos, chegaram a ser chamadas de “Era de Ouro”.¹⁷ Na década de 1990, a sociedade científica encontrava-se com inúmeras dificuldades em encontrar novos antibióticos produzidos por microrganismos e as pesquisas se voltavam para a síntese de novos antibióticos.¹⁸ No entanto, mais um novo antifúngico solúvel em água foi isolado do fungo *Coleophoma empetri* (Rostr.) Petr. por pesquisadores japoneses, em 1993.¹⁹ Deste composto derivou a micafungina, um produto semi-sintético comercializado no Brasil como mycamine pela Astellas Farma Brasil, desde 2009. Mycamine é um novo antifúngico utilizado para o tratamento da candidíase invasiva e prevenção de infecções em doentes submetidos a transplante de medula óssea.²⁰ Outro metabólito fúngico fundamental para o atual sucesso dos transplantes de órgãos foi o isolamento de ciclosporina a partir do fungo *Elaphocordyceps subsessilis* (Petch) G. H. Sung (= *Tolyposcladium inflatum* W. Gams), em 1971.²¹ No ano seguinte, o seu efeito imunossupressivo foi descoberto na Suíça. O uso efetivo de ciclosporina iniciou-se em 1983, sendo responsável por substancial aumento na sobrevivência de pacientes submetidos a transplantes cardíaco, renal, hepático, pancreático e pulmonar.²²

Esses exemplos promissores demonstram avanços e reforçam a expectativa de soluções para sérios problemas de saúde pública. Por outro lado, encabeçam a lista de desafios das próximas gerações os problemas de resistência dos microrganismos aos antibióticos, das doenças sem ou com poucas alternativas de tratamento, ou daquelas ainda negligenciadas. Cerca de 20 mil compostos secundários produzidos por microrganismos são conhecidos atualmente. Centenas de pesquisadores buscam aplicações aos compostos já conhecidos, enquanto outros trabalham na manutenção das culturas que os produzem e muitos químicos dedicam-se a processos de síntese ou semissíntese dos mais promissores. Há também os que continuam a busca de compostos com novas estruturas químicas nos mais diversos habitats.²³

A cultura micelial isolada do cogumelo de *P. strigellus* apresentou atividade antibacteriana contra *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn e *S. aureus*, assim como atividade antifúngica contra *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. O principal composto antimicrobiano, o sesquiterpeno hipnofilina, foi isolado e identificado pela primeira vez, em 1981, a partir do fungo *Pleurotellus hypnophilus* Pers. (Fayod.), atualmente classificado como *Crepidotus epibryus* (Fr.) Quél. Posteriormente, a hipnofilina foi isolada de outros macrofungos como *Lentinus crinitus* (L.) Fr., *Lentinus*

- gusto; ZANI, Carlos Leomar; TEIXEIRA-CARVALHO, A. & MARTINS-FILHO, Olindo Assis. In vitro activity of hypnophilin from *Lentinus strigosus*: a potential prototype for Chagas disease and leishmaniasis chemotherapy. *Brazilian Journal of Medical Biological Research*, vol. 43, n. 11, p. 1.054-1.061, 2010.
- ²⁶ BINDER, Manfred & BRESINSKY, Andreas. Derivation of a polymorphic lineage of Gasteromycetes from boletoid ancestors. *Mycologia*, vol. 94, p. 85-98, 2002.
- ²⁷ TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa & BASEIA, Iuri Goulart. A checklist of the Brazilian gasteroid fungi (Basidiomycota). *Mycotaxon*, vol. 108, p. 441-444, 2009.
- ²⁸ FAZOLINO, Eduardo P.; TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa; CALONGE, Francisco Diego & BASEIA, Iuri Goulart. First records of *Clathrus* (Phallaceae, Agaricomycetes) from the Northeast Region of Brazil. *Mycotaxon*, vol. 113, p. 195-202, 2010.
- SILVA, Bianca Denise Barbosa; SOUSA, Julieth Oliveira & BASEIA, Iuri Goulart. Discovery of *Gaestrum xerophilum* from the Neotropics. *Mycotaxon*, vol. 118, p. 355-359, 2011.
- CABRAL, Tiara S.; MARI-NHO, Paulo; GOTO, Bruno T. & BASEIA, Iuri G. *Abrachium*, a new genus in the Clathraceae, and *Itajahya* reassessed. *Mycotaxon*, vol. 119, p. 419-429, 2012.
- ²⁹ HENNINGS, P. Fungi amazonici a. cl. Ernesto Ule collecti: I. *Hedwigia*, vol. 43, p. 154-186, 1904.
- ³⁰ TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa; GOMES-SILVA, Allyne Cristina & BASEIA, Iuri Goulart. Notes on gasteroid fungi in the Brazilian Amazon rainforest. *Mycotaxon*, vol. 110, p. 73-80, 2009.
- TRIERVEILER-PEREIRA, Larissa; GOMES-SILVA, *connatus* Berk. e *P. lecomtei*. Além da atividade antimicrobiana, a hipnofilina apresentou atividade antiprotozoário contra *Plasmodium falciparum* Welch.²⁴ Recentemente, um grupo de pesquisadores do Centro de Pesquisas René Rachou (Fundação Oswaldo Cruz/Minas Gerais), em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais, verificou atividade biológica contra *Trypanosoma cruzi* Chagas e *Leishmania* Ross. (*Leishmania*) *amazonensis*.²⁵
- Considerando que o fungo que gerou a descoberta da penicilina foi um contaminante dos experimentos de Fleming na Inglaterra e que o fungo produtor da ciclosporina veio do solo da Noruega, as potencialidades de novos fármacos podem estar em qualquer lugar. Assim, esta equipe segue com os estudos sobre condições ideais de produção da hipnofilina por *P. strigellus*, assim como na busca de outros novos metabólitos antimicrobianos produzidos por macrofungos.

Acessando a micobiota amazônica

Atualmente, vários espécimes coletados por nossa equipe estão em fase de análise taxonômica, conforme a figura 2. A maior parte pertence ao filo Basidiomycota, enquanto outros pertencem ao filo Ascomycota. Os representantes desse último filo podem ser caracterizados por possuírem as estruturas de dispersão (esporos) contidas em um saco (asco), por isso denominadas ascósporos, que são ejetados para o ambiente. Vários ascomicetos produzem corpos de frutificação, onde são produzidos os ascos, e assim também podem ser considerados macrofungos. Os representantes do filo Basidiomycota, também conhecidos como basidiomicetos, abrangem os cogumelos, orelhas-de-pau, boletos, fungos “ninho de passarinho”, ferrugens, carvões, estrela da terra etc, e apresentam estruturas chamadas basídios, onde são produzidos os esporos (basidiósporos), responsáveis pela propagação do fungo. Os esporos podem ser liberados de forma ativa (pela força exercida por uma gotícula de água localizada na base do esporo), ou de forma passiva, como ocorre nos fungos gasteroides, onde a liberação depende de forças externas.

A identificação dos fungos com base em caracteres morfológicos e moleculares busca aumentar o conhecimento sobre sua diversidade na Amazônia. Os depósitos das sequências moleculares tropicais nos bancos de dados contribuirão para os estudos de filogenia de diversos grupos, uma vez que auxiliarão no entendimento dos fatores evolutivos que moldam a diversidade global de fungos.

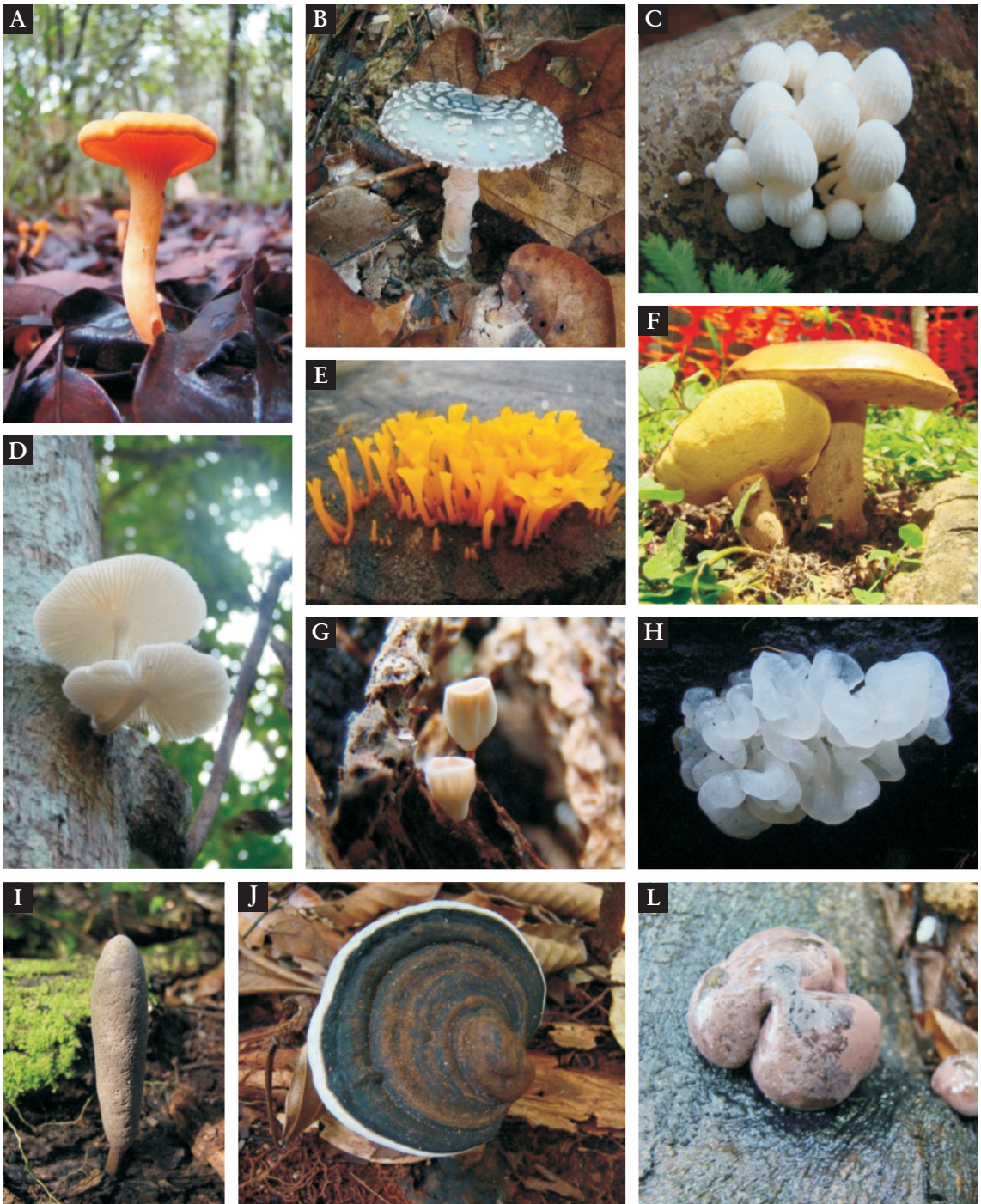


Figura 2: Gêneros de macrofungos de ocorrência na Amazônia. *Cantharellus* (A); *Amanita* (B); *Coprinus* (C); *Oudemansiella* (D); *Dacriopynax* (E); *Phlebopus* (F); *Caripia* (G); *Tremella* (H); *Xylaria* (I); *Ganoderma* (J); *Daldinia* (L).

Fungos gasteróides: um grupo negligenciado

Allyne Cristina & BASEIA, Iuri Goulart. Observations on gasteroid Agaricomycetes from the Brazilian Amazon rainforest. *Mycotaxon*, vol. 118, p. 273-282, 2011.
LEITE, Anileide G.; ASSIS, Hannah K.; SILVA, Bianca D. B.; SOTÃO, H. M. P. & BASEIA, Iuri G. Geastrum species from the Amazon Forest, Brazil. *Mycotaxon*, vol. 118, p. 383-392, 2011.
ALFREDO, Dônís S.; LEITE, Anileide G.; BRAGANETO, Ricardo & BASEIA, Iuri G. Two new Morganella species from the Brazilian Amazon rainforest. *Mycosphere*, Fevereiro, vol. 3, n. 1, p. 66-71, 2012.

Os fungos gasteróides (figura 3) constituem um grupo classificado na extinta classe Gasteromicetes, no filo Basidiomycota. Nesses fungos, os basidiósporos maturam dentro do corpo de frutificação, e sua liberação depende de forças externas, como insetos ou correntes de ar. Devido a essa característica, os gasteróides eram classificados na classe Gasteromicetes (“gaster” – estômago; “mycetes” – fungo), porém a palavra “gasteromicetes” passou a ser uma terminologia desprovida de significado taxonômico, por se tratar de um grupo polifilético; ou seja, os gasteromicetos evoluíram de maneira independente em diferentes clados dentro dos basidiomicetos.²⁶ Alguns gasteróides são conhecidos como “puffballs”, “earthstars”, “stinkhorns” e “bird’s nest fungi”, apresentando uma vasta diversidade morfológica. Na figura 3 estão representados os gêneros *Geastrum*, *Phallus*, *Stabeliomyces* e *Mutinus*.



Figura 3: Gêneros de fungos gasteróides de ocorrência na Amazônia. *Geastrum* (A-C); *Phallus* (D); *Stabeliomyces* (E); *Mutinus* (F).

Agradecimentos

Aos taxonomistas Marina Capelari, Adriana de Mello Gugliotta, Maria Alice Neves, Jaedergudson Pereira, Iuri Baseia, Takashi Shirouzu pela fundamental contribuição na identificação dos macrofungos. Ao Satoshi Miyanaga pelos valiosos comentários sobre os compostos bioativos isolados de fungos.

Noemia Kazue Ishikawa é bióloga, doutora em Recursos Naturais e pesquisadora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Brasil.
noemia.kazue@gmail.com

Ruby Vargas-Isla é agrônoma, mestre em Agricultura no Trópico Úmido e doutora em Botânica no INPA, Manaus, Brasil.
rubyvar9@gmail.com

Raquel Sousa Chaves é graduanda em Biologia e bolsista no INPA, Manaus, Brasil.
raquell.schaves@gmail.com

Tiara Sousa Cabral é bióloga, mestre em Ciências Biológicas e doutoranda em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva no INPA, Manaus, Brasil.
ttiara@gmail.com

Para o Brasil, até 2009 cerca de 40 espécies foram registradas²⁷, e novos registros de espécies e até de um novo gênero foram descritos recentemente²⁸. No entanto, esses estudos estão restritos basicamente às regiões Nordeste e Sul brasileiras, de forma que dados sobre a microbiota gasteroide de outras regiões que englobam ecossistemas diferentes carecem de fortalecimento, como é o caso da Região Amazônica. Um dos primeiros registros de gasteroides para a Amazônia brasileira data de 1904 e foi realizado por Hennings²⁹, que descreveu sete espécies dos gêneros *Lycoperdon*, *Geastrum* e *Sclerangium* (= *Scleroderma*). Acessando-se o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (INCT)/Herbário Virtual de Flora e Fungos, podem ser observados mais de 60 registros de fungos gasteroides no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA-Fungos e INPA-Herbário), porém a maioria está identificada segundo o gênero, e ainda é perceptível a escassez de publicações científicas sobre esses fungos.

Ultimamente, vários esforços tem sido dispendidos com o objetivo de acessar a biodiversidade desses fungos. Neste sentido, várias espécies descritas constituem em primeiros registros, tanto para a América do Sul (*Geastrum albonigrum* Calonge & M. Mata), quanto para a Região Amazônica. Ademais, novas espécies estão sendo descobertas, tais como *Cyathus amazonicus* Trierveiler-Pereira & Baseia, *Morganella allostipitata* Baseia & Alfredo e *Morganella rimosa* Baseia & Alfredo.³⁰

PATRIMÔNIO CULTURAL IMATERIAL E SISTEMA AGRÍCOLA NO MÉDIO RIO NEGRO – AMAZONAS

Laure Emperaire
Lúcia Hussak van Velthem
Ana Gita de Oliveira

Pesquisas realizadas no Rio Negro, Estado do Amazonas, no contexto de uma população ameríndia multiétnica, sublinharam a importância desta região como centro de diversidade de plantas cultivadas. No entanto, tal diversidade não pode ser avaliada unicamente por seu valor agrícola, pois ela se insere em vários domínios da vida produtiva e cultural, o que lhe outorga uma dimensão patrimonial. Isso requer uma análise mais abrangente de sistema agrícola que interliga manejo do espaço, das plantas, dos bens materiais associados e do sistema alimentar. Os conceitos que norteiam o registro dos bens culturais imateriais, conduzido pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), incidem sobre manifestações diversificadas e abrem perspectivas para o registro de elementos mais vastos do patrimônio cultural brasileiro, tais como os sistemas agrícolas, entre os quais o do Rio Negro, caracterizado por comportar múltiplos elementos interdependentes e não por um único objeto ou uma só manifestação representativa.

Introdução

Em julho de 2007, a Associação das Comunidades Indígenas do Médio Rio Negro, a ACIMRN, enviou ao IPHAN uma solicitação para o registro do sistema agrícola desta região, como Patrimônio Cultural Imaterial, conforme permite o Decreto nº 3.551/2000.¹ Essa demanda se articulava com uma pesquisa interdisciplinar sobre a diversidade agrícola, associando ciências biológicas e ciências humanas.² O fato de a iniciativa partir de Santa Isabel do Rio Negro, pequena cidade do médio Rio Negro, não implicou restringir, a priori, o reconhecimento patrimonial deste sistema a esse trecho do rio. Tratava-se da ancoragem inicial, institucional e espacial de uma reflexão sobre as dinâmicas que afetam hoje a agricultura indígena e ameaçam sua integridade, em termos de patrimônio cultural e biológico, e sobre os instrumentos legais suscetíveis de consolidá-la que levassem em conta suas diferentes dimensões.

Assim, entender “sistema agrícola” na perspectiva das políticas de preservação do patrimônio cultural significou considerar as dinâmicas de produção e reprodução dos vários domínios da vida social, incluindo também os múltiplos significados que se constituíram ao longo das vivências e experiências históricas, orientadoras dos processos de construção de identidades. Da mesma forma, importava considerar que os saberes constitutivos dos sistemas agrícolas e as atividades que os caracterizam resultam de processos que são constantemente reelaborados, sendo o tempo presente apenas um momento dessa trajetória.

A construção do dossiê de registro evidenciou a necessidade de uma melhor definição conceitual da abordagem sistêmica proposta e dos contornos temáticos e geográficos do sistema agrícola regional. Assim, entendeu-se por sistema agrícola o conjunto de saberes, práticas, produtos e outras manifestações associadas que envolvem os espaços manejados e as plantas cultivadas, as formas de transformação dos produtos agrícolas e os sistemas alimentares locais. Em suma, trata-se do complexo de saberes, práticas e relações sociais que atuam nas roças, ou mesmo na floresta, e que abrange a produção de alimentos e seus modos de consumo, nos diversos domínios da vida social.

O registro do sistema agrícola como patrimônio cultural brasileiro e seu reconhecimento pelo Estado colocam, entretanto, questões importantes no que se refere à implementação da política de salvaguarda desse patrimônio cultural. Entre estas, podemos mencionar aquela identificada nos

¹ IPHAN. *O registro do patrimônio imaterial*. Dossiê final das atividades da Comissão e do grupo de Trabalho Patrimônio Imaterial. Brasília: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Ministério da Cultura, 2000.

² Pesquisa realizada no âmbito de três programas em 1998-2000: *Manejo tradicional da mandioca na Amazônia brasileira*, convênio CNPq-ISA – IRD, nº 91.0211/1997-3, financiamento BRG, CNPq e IRD; 2005-2009 programa PACTA, *Populações locais, Agrobiodiversidade e Conhecimentos Tradicionais Associados na Amazônia*, convênio CNPq – Unicamp/IRD – UR 169, nº 492.693/2004-8; 2005-2009 programa PACTA, *Populações locais, Agrobiodiversidade e Conhecimentos Tradicionais Associados*, convênio CNPq – Unicamp/IRD – UMR 208, nº 490.826/2008-3, com a participação da Associação das Comunidades Indígenas do Médio Rio Negro (ACIMRN), financiamento IRD, CNPq, ANR-Biodivalloc e BRG. Autorização 139, (DOU 04/04/2006): *o acesso às informações disponibilizadas para as finalidades de bioprospecção e desenvolvimento tecnológico necessitam de obtenção de Anuência Prévia e de assinatura de Contrato de Utilização do Patrimônio Genético e de Repartição de Benefícios junto às comunidades envolvidas e de autorização específica do CGEN*. Participaram da pesquisa: Juventina Oliveira, Gentil Lucio Maria Oliveira, Jorgina da Silva, Alfredo Oliveira, Nilza Rosende Lúcio, Zerino Sabino, Edilene Lúcio, Maria Angélica Reis, Neuza da Silva Lúcio, Elidio Isidoro Coelho, Zulmira Oliveira, Isabel Silva da comunidade de Espírito Santo; Debania Dias, Conceição Carvalho, Eduarda Murilo, Cleomar Dias Costa da comuni-

dade de Tapereira; Angelina da Silva Gervásio, Moisés Gervásio, Angelina Sousa Dias, Conceição Dias, Hilda Teixeira, Jurema Carvalho, Lucrecia Avelino da cidade de Santa Isabel do Rio Negro.

pressupostos do Decreto nº 3.551/2000 que instituiu o registro do patrimônio cultural imaterial. No documento legal não aparece explicitada a noção de sistema, permitindo vincular o bem cultural a um conjunto mais complexo de relações e que o apresente como elemento organizador de contextos culturais específicos. Da mesma forma, as políticas de salvaguarda que incluem as chamadas ações de apoio e fomento, estão voltadas para bens específicos e não aos sistemas culturais dos quais são parte integrante.

Outra questão, de difícil trato, evidenciada durante o trabalho de pesquisa para instrução do processo de registro, dizia respeito à extensão territorial das atividades abrangidas pelo sistema agrícola no Rio Negro. De fato, sendo um patrimônio compartilhado por todas as etnias que habitam a calha deste rio, tratava-se de pensar ações de apoio e de fomento que fossem igualmente abrangentes para a área que inclui os municípios de Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro e São Gabriel da Cachoeira, este último fronteiro com a Colômbia e com a Venezuela. O vastíssimo território, cruzado por várias redes hidrográficas, e diverso interna e localmente, apresentava questões complexas quanto à construção e gestão de um plano de salvaguarda que integrasse todas as fragilidades do sistema agrícola, identificadas durante a pesquisa. Assim, e para garantir que as ações de salvaguarda tivessem eficácia, como se deveria mobilizar e articular todas as comunidades e associações indígenas existentes ao longo do Rio Negro e afluentes?

A expressão “sistema agrícola” é de uso restrito nos estudos sobre agricultura, os quais distinguem dois níveis principais de análise: o dos *sistemas de produção*, considerados em escala unitária produtiva, em geral uma unidade doméstica, e que abrangem diferentes subsistemas em função da atividade praticada, criação, agricultura, extrativismo; e o dos *sistemas agrários*, que constituem uma modelagem teórica construída em escala regional, baseada na combinação dos diversos sistemas de produção existentes.³ Assim, o uso da expressão sistema agrícola permite uma leitura múltipla do objeto em questão e se exime de um modelo de análise que esteja centrado nos aspectos de capacidade produtiva, embutidos nas outras expressões. Duas outras precisões terminológicas devem ser formuladas a respeito da noção de diversidade agrícola (ou agrobiodiversidade) e de plantas cultivadas. Apesar da existência de numerosas definições, compreendemos aqui a diversidade agrícola como sendo o conjunto das espécies ou variedades cultivadas em um lugar. Essa formulação nos conduz a enfatizar o que

³ ELOY, L. *Entre ville et forêt: le futur de l'agriculture amérindienne en question* - Transformations agraires en périphérie de São Gabriel da Cachoeira, Nord-ouest amazonien, Brésil. Doctorat de Géographie, Université de Paris 3, Paris. 2005.
FAO. *Guidelines for agrarian systems diagnosis*. Rome: FAO, 1999.
PRADO GARCIA FILHO, D. *Análise diagnóstico de sistemas agrários*. Roma: IN-CRA/FAO, s. d.

⁴ ELIAS, M.; RIVAL, L. & MCKEY, D. Perception and management of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) diversity among Makushi Amerindians of Guyana (South America). *Journal of Ethnobiology*, 20:239-265, 2000.

EMPERAIRE, L.; MÜHLEN, G. S.; FLEURY, M.; ROBERT, T.; MCKEY, D.; PUJOL, B. & ELIAS, M. Approche comparative de la diversité génétique et de la diversité morphologique des maniocs en Amazonie (Brésil et Guyanes). *Les Actes du BRG*, 4:247-267, 2003.

SILVA, G. M. Uso e conservação da agrobiodiversidade pelos índios Kaiabi do Xingu. In: BENSUSAN, N. (Ed.). *Seria melhor mandar ladrilhar? Biodiversidade como, para que, por quê*. São Paulo, Brasília: ISA-UnB, 2002. p. 175-188.

⁵ COELHO, V. P. A festa do pequi e o zunidor entre os índios Waurá. *Schweizerische Amerikanisten-Gesellschaft-Bull.*, 55-56, 1991-1992.

FIGUEROA, A. L. G. *Guerriers de l'écriture et commerçants du monde enchanté: histoire, identité et traitement du mal chez les Sateré-Mawé (Amazonie centrale, Brésil)*. Doctorat en Sciences Sociales, Ehes, Paris, 1997.

⁶ POSEY, D. A. Indigenous management of tropical forest ecosystems: The case of the Kayapó Indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, 3:139-158, 1985.

BALÉE, W. & GÉLY, A. Managed forest succession in Amazonie: the Ka'apor case. *Advances in Economic Botany*, 7:129-158, 1989.

BALÉE, W. *Footprints of the forest. Ka'apor Ethnobotany - the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people*. Columbia University Press, New York, 1994.

⁷ RAMAKRISHNAN, P. S. *Globally Important Ingenious Agricultural Heritage Systems*

entendemos por cultivo e, portanto, são consideradas cultivadas as plantas que, mobilizando um conjunto de saberes e práticas, resultam de uma intencionalidade de presença num lugar, sem omitir o fato de que essa noção de cultivo se insere num gradiente que vai do espontâneo ao cultivado.

Atualmente, a maioria das ações de salvaguarda da diversidade agrícola se integra a formas de conservação construídas no seio das ciências biológicas, genéticas ou agrônomicas e tendem a ser definidas em função de interesses supralocais. Trata-se da conservação *ex situ* (em bancos de germoplasma mantidos em instituições de pesquisa agrônômica), *in situ* (em condições que permitem a seleção natural e levam a um aumento da base genética da espécie considerada, em particular pela hibridação com espécies aparentadas, silvestres) e *on farm* (tal como é manejada pelos agricultores, em condições nas quais pressões de seleção não controladas e voluntárias se combinam). Sublinhamos que essas formas de conservação consideram, em geral, uma espécie e não a totalidade das espécies cultivadas por um grupo cultural.

A maioria dos estudos sobre relações entre populações humanas e plantas cultivadas na Amazônia ou em regiões periféricas, desenvolvidos nos últimos dez anos, focalizou a principal espécie cultivada, considerando a sua importância alimentar (mandioca, amendoim)⁴ ou cultural (pequi, guaraná)⁵, enquanto alguns estudos mais antigos propunham uma análise mais abrangente das formas de gestão da diversidade biológica⁶.

A FAO lançou em 2002 o programa Giah ou *Globally Important Agricultural Heritage Systems* (Sistemas Engenheiros de Patrimônio Agrícola Mundial), o que representou importante avanço no reconhecimento das dimensões culturais das agriculturas locais e da diversidade agrícola. O reconhecimento das formas locais de agricultura enquanto patrimônio se fundamenta em vários critérios: a existência de um forte componente intangível, religioso, artístico ou cultural; a inserção, única, em uma paisagem social, cultural e ambiental; as relações entre ambiente e sociedade, também marcadas por um caráter singular; um funcionamento baseado em um conjunto específico de conhecimentos tradicionais (os TEK, *traditional ecological knowledge*) e, por fim, a participação de instituições locais para promover a equidade social, em particular nas relações de gênero.⁷

Esses critérios poderiam ser discutidos de maneira mais aprofundada para cada caso, mas de antemão deve ser mencionado que eles forneceram o cenário para o reconhe-

(GIAHS): An Eco-Cultural Landscape Perspective [Online]. Available by FAO <http://www.fao.org> (verified 31/05/2006).

⁸ FAO. <http://www.fao.org/sd/giahs>

⁹ IPHAN. <http://www.iphan.gov.br>

¹⁰ CARNEIRO DA CUNHA, M. Introdução. *Revista do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, 32: 15-27, 2005.

¹¹ PAJEK <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/>

cimento de vários GiahS, considerados como projetos pilotos: Peru, Chile, Filipinas, Argélia, Marrocos e Tunísia (Magreb) e China. Em relação à Amazônia, duas demandas foram formuladas e ainda estão sendo analisadas. Uma delas provém do Brasil e se refere às terras pretas indígenas e a outra da França e diz respeito a agricultura wayana na Guiana Francesa.⁸

No Brasil, desde a publicação do Decreto nº 3.551, em 2000, foram reconhecidos 25 bens culturais reveladores da diversidade cultural do país.⁹ A abordagem sistêmica é subjacente às diferentes demandas, muito embora não seja explicitada como tal. Em face da multiplicidade de solicitações ainda não formalizadas, que se referem pontualmente ao reconhecimento como patrimônio cultural de, por exemplo, “pratos típicos” ou “receitas”, teve de ser contraposta uma abordagem sistêmica que enfocasse mais os processos do que os produtos, pois: “[...] o “imaterial” não consiste em objetos, mas sim na virtualidade de objetos, sua concepção, seu plano, o saber sobre eles. Conservar virtualidades, ou seja o imaterial, é conservar processos.”¹⁰ Essa perspectiva permite também enfatizar a permanente atualização do sistema agrícola pelas comunidades locais, o seu caráter coletivo e assim limitar uma atomização das demandas.

O objetivo principal consiste em demonstrar como a agricultura no médio Rio Negro, tendo como exemplo a percepção e o manejo das plantas cultivadas, constitui a expressão de uma identidade cultural e se integra na noção de patrimônio cultural imaterial. Considerando as lógicas culturais e técnicas que estão embutidas na gestão da diversidade agrícola, trabalhamos na escala das unidades domésticas e comunidades. O trabalho foi redigido em português e incluiu um léxico dos nomes de plantas, objetos, alimentos e processos em língua geral (*nbeengatu*). Foram levantados os espaços manejados em cada unidade doméstica e os destinados ao processamento da mandioca, às plantas cultivadas e à história de vida da cada uma (quem deu? de onde veio?), além da trajetória de cada família. Procedeu-se ao inventário dos artefatos produzidos e utilizados, as matérias-primas e técnicas empregadas, a valorização estética e funcional. Assim construímos o arcabouço dos fatos elementares, sociais e bioecológicos, que conduzem à existência de certa diversidade agrícola num lugar. Foram representadas¹¹ e analisadas as redes de troca de plantas e artefatos e identificados os espaços geográficos nos quais operam, mostrando suas dimensões regional, coletiva e patrimonial.

O médio Rio Negro

¹² CALBAZAR, A. & RICARDO, A. (Eds.). *Povos indígenas do alto e médio Rio Negro: uma introdução à diversidade cultural e ambiental do noroeste da Amazônia brasileira*. São Paulo/São Gabriel da Cachoeira: ISA/FOIRN, 2002.

¹³ HUGH-JONES, S. *The Palm and the Pleiades: Initiation and Cosmology in Northwest Amazonia*. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. RIBEIRO, B. G. *Os Índios das águas pretas*. São Paulo: EDUSP/Companhia das Letras, 1995.

LASMAR, C. *De volta à Lagoa do Leite: gênero e transformação em São Gabriel da Cachoeira (alto Rio Negro)*. São Paulo, Rio de Janeiro: UNESP, ISA, NUTI, 2005.

A região do Rio Negro forma uma grande área cultural, a do noroeste da Amazônia, sendo ocupada por 23 povos indígenas, pertencentes a três famílias linguísticas: tukano, arawak e maku.¹² Nessa região ocorrem intensos intercâmbios materiais, culturais e sociais entre os diversos povos que vivem às margens do Rio Negro e seus afluentes.¹³ No médio curso deste rio, a maior parte da população é indígena, principalmente Baré, Baniwa e Tukano. As regras gerais de troca e de casamento permanecem orientadas por regras fundamentadas, no caso dos Tukano, na exogamia linguística, na patrilinearidade e na virilocalidade. As línguas dominantes são o português e a língua geral.

Os estudos antropológicos sobre o médio Rio Negro (figura 1), entre Barcelos e São Gabriel, são menos numerosos que os do alto Rio Negro. No passado apontavam para uma significativa “aculturação e miscigenação” das populações indígenas.¹⁴ No entanto, estudos mais recentes

indicam a existência de uma reivindicação identitária indígena, anteriormente ocultada pelas relações socioeconômicas vigentes no período extrativista.¹⁵ No presente, se materializa no fortalecimento de associações indígenas, nas reivindicações pela demarcação de Terras Indígenas e por outras demandas como a inclusão do sistema agrícola no registro patrimônio imaterial.

A lógica do deslocamento das populações locais perdurou até os anos 1970-1980, e foi imposta pelos padrões do extrativismo que arregimentavam os índios para a exploração dos produtos florestais. Observa-se atualmente uma intensa mobilidade da população com vários fluxos: famílias indígenas que se deslocam do alto Rio Negro para reencontrar parentes instalados à jusante há vários anos; e no sentido contrário, as famílias de piaçabeiros que optam pela agricultura, abando-

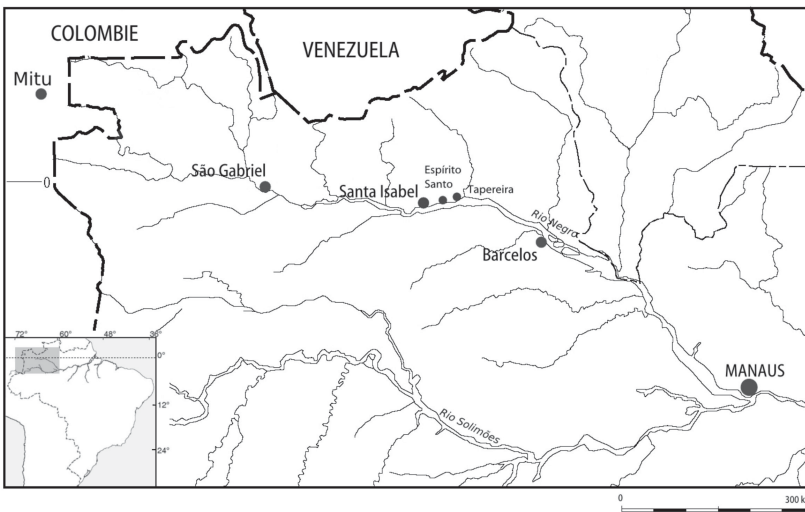


Figura 1: A região do Rio Negro com as localidades de estudo

¹⁴ GALVÃO, E. *Encontro de Sociedades: Índios e brancos no Brasil*. São Paulo: Paz e Terra, 1960.

OLIVEIRA, A. E. de. São João – povoado do Rio Negro, 1972. *Bol. Mus. E. Goeldi*, Nov. sér., Antrop., 58:1-56, 1975.

¹⁵ MEIRA, M. Índios e brancos nas águas pretas. In: FORLINE, L.; MURRIETA, R. & VIEIRA, I. (Orgs.). *Amazônia além dos 500 anos*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2006.

PEREIRA, R. N. R. *Comunidade Canafé: história indígena e etnogênese no médio Rio Negro*. Mestrado em Antropologia Social, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

¹⁶ Sobre multilocalidade no alto Rio Negro e agricultura, ver ELOY, L. *Op. cit.*

nam as áreas do extrativismo no Rio Preto e se instalam nas margens do Rio Negro, entre as cidades de Barcelos e Santa Isabel. Ocorrem, ainda, outros fluxos, com famílias que se deslocam das comunidades para os centros urbanos, visando ampliar a escolaridade dos filhos, e aquelas que optam por uma multilocalidade¹⁶, construída entre a cidade de Santa Isabel e os sítios.

A região é, portanto, marcada pela extrema mobilidade, os rios constituindo os eixos de comunicação regional, e também por uma forte pluriatividade que associa a agricultura de queima e pousio (centrada na mandioca), a pesca, a caça, a coleta de diversos produtos florestais e um extrativismo residual (principalmente de cipó-titica e piaçaba). A paisagem é de matriz florestal com pequenas comunidades de cinco a trinta casas e sítios, espalhados nas margens dos rios ou nas ilhas.

A população regional não indígena é de origem variada: descendentes de comerciantes vindos de Portugal ou da Espanha no século XIX e que visavam a exploração de produtos florestais, e também missionários e garimpeiros. São encontrados ainda indivíduos oriundos de diversas regiões do país que se instalaram no médio Rio Negro, em busca de melhores oportunidades.

A diversidade agrícola e seu manejo

Um riquíssimo acervo de diversidade agrícola, representado por 308 espécies cultivadas e 106 variedades de mandioca e 4 de macaxeira, foi levantado junto a 30 famílias nos três lugares de estudo, a saber, as comunidades de Tapeireira e Espírito Santo, localizadas às margens do Rio Negro e a cidade de Santa Isabel do Rio Negro. Cada família cultivava entre 17 e 97 espécies diferentes e de 6 a 20 variedades de mandioca. Na maior parte dos casos, uma alta diversidade resulta da antiguidade de ocupação do lugar. Além da diversidade associada à mandioca, ocorre alta variedade de pimentas, abacaxis, inhames e bananas, o que confirma a importância regional do Rio Negro para a conservação de uma diversidade agrícola. Os dados sobre as mandiocas, os abacaxis e as pimentas corroboram as referências de Clement¹⁷, que considera a região como um foco de diversificação agrícola.

Emerge deste primeiro dado não apenas a amplitude absoluta da diversidade, mas a importância da noção mesmo de diversidade, característica inerente ao sistema agrícola local e que se estende a outros domínios, tais como o da cultura material e dos alimentos. Possuir um amplo leque

¹⁷ CLEMENT C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and population decline. *Economic Botany*, 53: 188-202, 1999.

de variedades de mandioca e uma alta diversidade de outras plantas constitui motivo de orgulho para as agricultoras, principais detentoras dos conhecimentos sobre a diversidade agrícola.

A mandioca pode ser considerada como a espécie estruturante do sistema, no sentido de *cultural keystone species*¹⁸ e também à imagem da expressão “complexo da mandioca”¹⁹. A mandioca concentra a maior diversidade, ocupa a maior parte dos espaços cultivados, está na base da alimentação e da produção dos artefatos necessários para a sua detoxificação²⁰. Ademais, ocupa um espaço de destaque nos relatos míticos, e é objeto de interesse e de atenção constante por parte das agricultoras. Há muitos elementos, analisados em extensa bibliografia, que confirmam este papel. No entanto, se a espécie *Manihot esculenta* é central, é mediante conceitos subjacentes ao manejo da diversidade agrícola que se pode expressar essa centralidade. A noção de diversidade constitui o primeiro desses conceitos.

A diversidade pode ser igualmente constatada na produção dos artefatos e implementos necessários para o processamento da mandioca, pois foram observados 23 artefatos diretamente relacionados com essa atividade. A maioria é confeccionada pelos homens, sobretudo os de cestaria, tais como o cesto-coador (*kumatá*, figura 2), o abano (*tapekwa*), o cesto-cargueiro (*waturá*), o cesto-recipiente (*urutu*), a peneira (*urupema*), o paneiro (*panero*) e o tipiti (*tipiti*, figura 3). As mulheres produzem sobretudo implementos entalhados, tais como a espátula (*tarubá*), o batedor (*massaruka*), um tipo de recipiente (*kuia*), mas também outros, que são tecidos, como a vassourinha (*tapixá*). A variedade também se revela nas técnicas de produção de um artefato, pois o cesto cargueiro possui 19 técnicas de confecção e de arremate que são diferenciadas nominalmente e nas quais pode ser detectado um componente estético.²¹



Figura 2: A peneira *kumatá* instalada em seu suporte

¹⁸ GARIBALDI, A. & TURNER, N. J. Cultural keystone species: implications for ecological conservation and restoration. *Ecology and Society*, 93:1-18, 2004.

¹⁹ GALVÃO, E. *Op. cit.*

²⁰ Trata-se, na quase totalidade, de mandiocas amargas de elevado teor em precursores do ácido cianídrico. Há algumas variedades de macaxeira, porém essas parecem ser de introdução mais recente e não são consideradas como pertencendo à categoria das mandiocas bravas.

²¹ VELTHEM, L. H. van. Metodologia: cultura material; Transformar: a cultura material. Cultura material – anexo. 2010. In: EMPERAIRE L. (Org.). *Dossiê de registro do Sistema agrícola tradicional do Rio Negro como patrimônio imaterial do Brasil*. Brasília: Iphan/IRD, 2009. p. 25-28; 103-128; 186-211.



Figura 3: O lugar dos tipiti – Espírito Santo

²² Estes dois níveis de percepção da diversidade têm como espelho as duas etapas de aprendizagem do saber agrícola pelas meninas. Começam raspando mandiocas para o preparo da farinha e continuam sua aprendizagem na roça, ajudando a capinar junto à mãe e aprendendo sobre o mundo mais complexo das manivas.

²³ EMPERAIRE, L. A biodiversidade agrícola na Amazônia brasileira: recurso e patrimônio. *Revista do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, 32:23-35, 2005.

Outro elemento essencial aparece na lógica de denominação da diversidade e repousa no sentido de coleção. Esta dimensão é constitutiva da diversidade das mandiocas, porém é mais discreta no caso das outras espécies cultivadas, como as pimentas ou os abacaxis. No caso da mandioca, existem dois níveis de percepção da diversidade, um riquíssimo associado à parte aérea da mandioca, e outro relativamente pobre, ligado ao tubérculo escondido na terra, e que será valorizado somente no âmbito culinário. Trata-se respectivamente da maniva e da mandioca²², sendo que o primeiro elemento, a maniva, concentra a noção de diversidade.

O nome é um atributo intrínseco da variedade, pois reflete uma identidade, uma história e uma filiação. Através do nome se diferenciam variedades introduzidas e variedades consideradas como locais, ou patrimoniais.²³ As manivas introduzidas guardam suas identidades iniciais com seus nomes, os quais, com frequência, apelam para critérios descritivos (baixinhas, vermelhas, de seis meses, brancas...) ou

se referem a uma origem geográfica (do Solimões, do Pará, dos Brancos...). O papel do nome como forte marcador de uma filiação é demonstrado, ao contrário, pelo apelativo dado às manivas nascidas de sementes²⁴, não às de estaca (que dão, salvo mutação, pés filhos idênticos). O fenômeno é bem conhecido das agricultoras e as novas mandiocas, reconhecíveis por germinar na terra recém-queimada, logo após a passagem do fogo (figuras 4 e 5), são chamadas de “sem nome”, “sem pai”, “achada” ou ainda “semente”, ressaltando assim a ausência de filiação. Trata-se de uma denominação relativamente transitória, já que o novo pé poderá ser descartado se não convém à agricultora, ou então ser incorporado ou diluído no estoque de manivas já existente, recebendo o nome de uma variedade morfológicamente próxima ou, eventualmente, um novo nome.

²⁴ A espécie *Manihot esculenta*, apesar de ser multiplicada por estaca, não perdeu a capacidade de produzir flores e sementes. Essas caem na terra na maturidade e ficam em dormência vários anos na capoeira, até a queima do que será a nova roça.

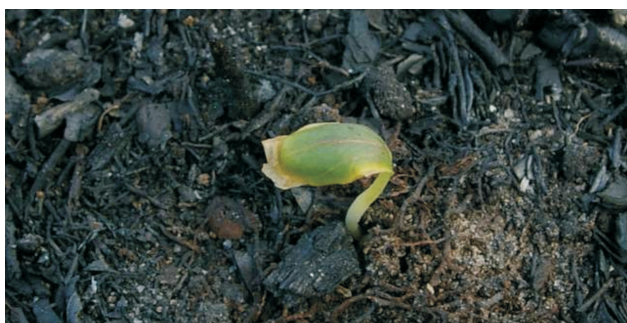


Figura 4: Germinação de mandioca numa roça recentemente queimada (Espírito Santo, Rio Negro, Amazonas, outubro 2007)



Figura 5: Pedacos de manivas em um cesto cargueiro, prontas para serem plantadas em uma nova roça (Espírito Santo, Rio Negro, Amazonas, outubro 2007)

As manivas consideradas locais são geralmente denominadas com nomes de palmeiras, de peixes, de outras plantas cultivadas ou de animais. Tais denominações são justificadas com base em argumentos morfológicos (mandioca pequena como a fruta do inajá, forma de tal peixe ou que aflora como o casco de jabuti...), mas, além destas analogias, emerge um segundo referencial: o de um conjunto de objetos biológicos de forte conotação

positiva. Há, assim, um universo de diversidade biológica, de certa forma virtual, que é recriado no espaço de trabalho da agricultora, a partir dos nomes de manivas. Além do instrumento mnemônico e técnico que esses apelativos criam, apontando para objetos bem delimitados, esta lógica de denominação também pode ser interpretada como a recriação, no espaço da roça, de um ambiente biodiverso onde a mulher expressa seu conhecimento acurado da diversidade vegetal que a rodeia. Constituiria, de certa forma, o paralelo do universo florestal que é mais familiar ao homem.

O sistema de denominação aponta para uma dimensão global da percepção da diversidade. A unidade reconhecida e manejada pelas agricultoras não é composta de variedades consideradas isoladamente, mas forma um conjunto portador de significado: a coleção.

Nas casas do forno (*iapunaruca*) das comunidades do médio Rio Negro é encontrada grande variedade de artefatos artesanais e também de objetos industriais. São essenciais para o processamento da mandioca, mas sua variedade formal, seu número, sua procedência diversificada permitem supor que representem coleções, por serem justamente elementos de memórias materiais, documentais, sociais que possuem uma temporalidade pró-

²⁵ FABIAN, J. Colecionando pensamentos: sobre os atos de colecionar. *Mana: Estudos de Antropologia Social*, 16(1): 59-73, 2010.

pria.²⁵ Como enfatizado a respeito das mandiocas cultivadas, existe no Rio Negro uma inclinação para a valorização da diversidade e das coleções. Essas, evidentemente, precisam ser expostas – as mandiocas nas roças –, mas no que se refere aos objetos materiais, a casa do forno constitui o local ideal. Neste espaço, cada artefato possui o seu lugar de acondicionamento e, ao mesmo tempo, de apresentação de suas qualidades formais, funcionais e relacionais.

Um terceiro elemento a ser destacado nesta breve análise da diversidade é a sociabilidade que permeia as relações existentes entre as plantas da roça, entre as plantas e a agricultora, e das agricultoras entre si, tendo as plantas como objetos de mediação. As plantas da roça constituem um conjunto não somente produtivo, mas também estruturado em termos sociais. A estrutura hierarquizada da sociedade tukano se reencontra de certa forma na sociedade das manivas, onde irmãos maiores e irmãos menores são diferenciados, os segundos devendo cuidar do bem-estar dos primeiros. Esta noção de bem-estar é um elemento significativo das relações entre a agricultora e as plantas. “As manivas não podem passar sede”, “devem estar alegres, bem penteadas”, “fazem festas” são algumas das expressões levantadas no discurso das agricultoras a respeito do trato que se deve dar às plantas cultivadas. Outro grupo de plantas, as “mães de roça”, colocadas em geral no centro deste espaço, acumulam vários papéis no âmbito da roça, tais como afastar presenças indesejáveis, cuidar da produção e da boa saúde das manivas ou “chamar as manivas para a festa”. A diversidade agrícola é considerada, assim, como um bem coletivo, cuja manutenção se insere em um *ethos* de relações com outros seres.

As práticas produtivas se refletem nessas normas. Uma vez os tubérculos arrancados, as manivas cujo papel é permitir a reprodução da roça, não podem ser queimadas ou abandonadas, devem ser fincadas na terra, encostadas num tronco queimado. Uma roça não pode ser abandonada sem os cuidados devidos ao seu capital produtivo (os tubérculos) ou reprodutivo (as manivas).

Nas comunidades do médio Rio Negro, o cesto cargueiro (*waturá*) é utilizado para o transporte de produtos da roça, dos frutos coletados e também para armazenar alimentos e objetos pessoais, quando recém-fabricado. A diversidade funcional deste cesto constitui uma de suas principais características e não encontra paralelo com outros artefatos. Muitos cuidados são tomados para a sua preservação e longevidade e, assim, na aldeia, o cesto cargueiro fica

pendurado em uma das vigas da casa, da cozinha ou emborcado no jirau da casa do forno, o que impede seu rápido apodrecimento.

Um quarto tema a destacar é o da circulação das plantas. Esta se realiza em escala local; seu funcionamento é então ligado à lógica da agricultura de queima e pousio que requer a transferência das mudas, estacas ou manivas, a cada abertura de uma nova roça. Opera também na escala regional com redes de intercâmbios cuja origem está nas histórias de vida das agricultoras e de suas famílias. Um elemento importante a destacar é que a memória dessas trocas permanece viva através de duas ou até três gerações de agricultoras.

A rede de circulação própria a cada agricultora se integra em um fluxo generalizado de recursos genéticos não apropriados individualmente, mas cuja circulação, além de se apoiar em um *ethos* coletivo de solidariedade e de conservação de um patrimônio, garante certa segurança alimentar e uma conservação localizada destes recursos. Cada agricultora mobiliza uma rede que possui desde uma dezena a mais de 50 doadores, principalmente mulheres, configurando assim um sistema cuja dimensão individual é marcada (figura 6). As redes mais extensas são as das moradoras mais antigas e uma diversidade importante pode ser interpretada como o marco de uma sociabilidade intensa. Essas trocas se fundamentam em laços de parentesco, na consanguinidade ou aliança, nas relações de vizinhança ou em outras relações (patrões, compadrio, comerciantes) e se constroem diferentemente segundo o grupo de plantas consideradas.

As plantas – seus nomes, suas características e sua história – circulam num espaço regional estruturado pelo rio com pontos extremos, ao oeste, Mitu na Colômbia, e ao leste, Manaus (figura 1). Algumas espécies levantadas em Santa Isabel são procedentes de São Paulo ou de Minas Gerais, mas constituem exceções. Do alto Rio Negro chegam variedades de mandioca ou plantas medicinais; mesmo que esses fluxos não sejam muito importantes em termos quantitativos (em torno de 3% do total), trazem plantas oriundas de nichos culturais bem específicos, ao passo que os fluxos vindos da região de Manaus carregam sobretudo plantas ornamentais ou curiosidades botânicas, como fruteiras exóticas. Porém, a maioria das trocas se realiza no âmbito dos lugarejos, dos sítios ou das comunidades próximas.

²⁶ EMPERAIRE, L. & OLIVEIRA J. C. de. Redes sociales y diversidad agrícola en la Amazonía brasileña: un sistema multicéntrico. In: POCCHETINO, M. L. et al. (Orgs.) *Tradiciones & Transformaciones en Etnobotánica*. Bariloche: Cytod-Risapred, 2009, p. 180-185.

O repertório de artefatos e objetos existentes nas comunidades indígenas do médio Rio Negro também circulam, e incluem aqueles que são produzidos localmente e aqueles que são obtidos através de troca, como os cestos cargueiros (*pii*) confeccionados pelos Maku, e que provêm das comunidades do alto curso deste rio. Outros artefatos são adquiridos por meio de compra, no comércio de Santa Isabel, como é o caso dos cestos (*tubo*) confeccionados pelos Yanomami do Rio Maraujá e os objetos industrializados que procedem da cidade de Manaus.

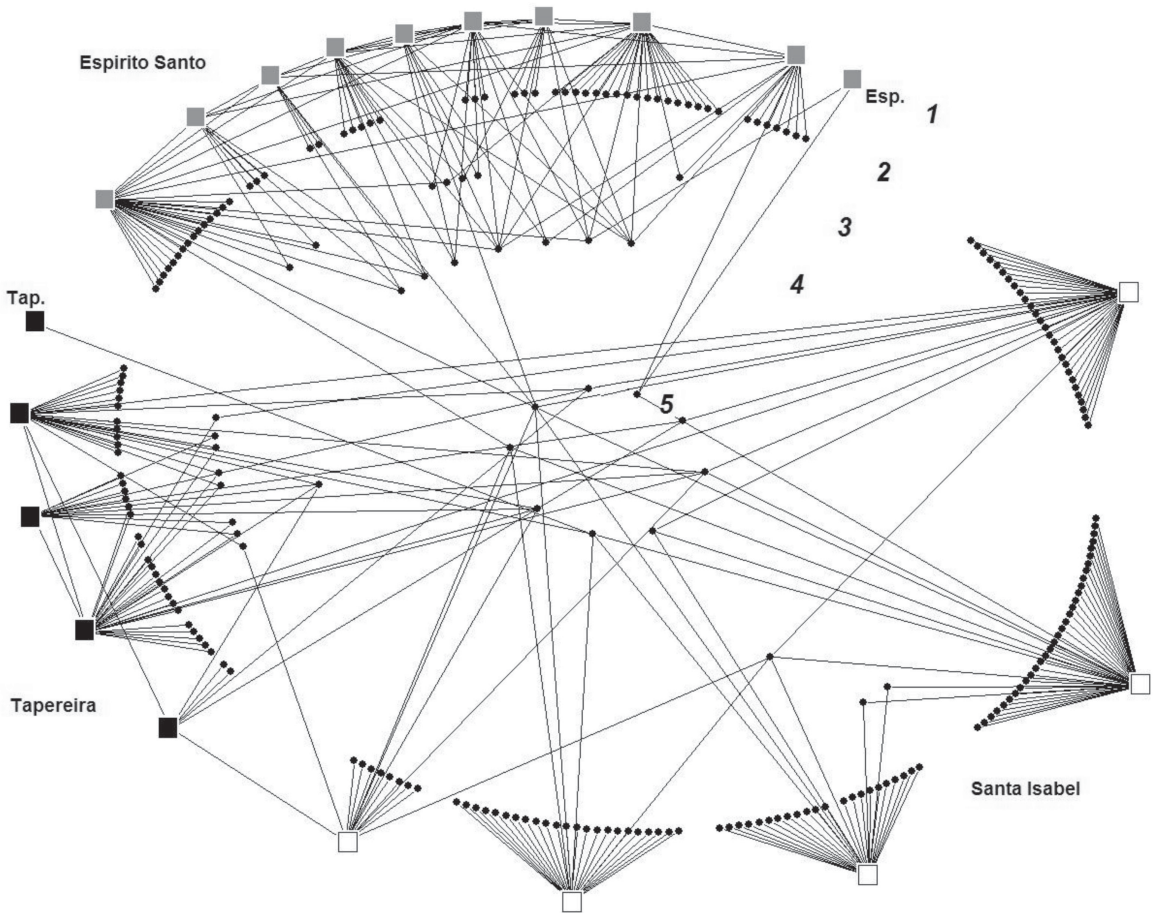


Figura 6: Redes de circulação de plantas das 18 agricultoras e origem das plantas próprias das comunidades de Tapereira (Tap.) e de Espírito Santo (Esp.). De fora para dentro: (1) Egos ou agricultoras informantes, (2) doadores próprios de cada agricultora, (3) doadores compartilhados por duas agricultoras de uma mesma localidade de estudo, (4) doadores compartilhados por mais de duas agricultoras de uma mesma localidade, (5) doadores compartilhados por agricultoras de localidades diferentes (em geral, padrões, assistência técnica agrícola, missão...) ²⁶

Em conclusão: a conservação de um patrimônio

O ponto inicial de nossa reflexão sobre o futuro do sistema agrícola regional consistiu em identificar instrumentos legais que garantissem a proteção das espécies e variedades manejadas pelas populações indígenas do Rio Negro contra apropriações indevidas, e que permitissem a valorização e o reconhecimento do papel destes agricultores. No decorrer desta pesquisa, ficou claro que a noção local de variedade não era compatível com a noção legal de variedade. Da mesma forma, instrumentos como as indicações geográficas eram inoperantes para produções ainda de pouca visibilidade no mercado nacional ou mesmo amazonense. Por outro lado, ficou patente que a diversidade agrícola local não podia ser reduzida a um conjunto de variedades, pois era portadora de um forte significado cultural estreitamente articulado com outros domínios da vida material e cultural local. Passamos, assim, de uma problemática de conservação aplicada a recursos biológicos a uma problemática de conservação de um patrimônio cultural. A abordagem através de conceitos, ainda incipiente, nos parece válida para evidenciar gradientes e focos e pensar as transformações destes sistemas em várias escalas, de local a regional, numa perspectiva quase topológica e não apenas em termos de limites, sejam temáticos ou geográficos.

Laure Emperaire é graduada em Biologia Vegetal, doutora em Botânica Tropical, pesquisadora colaboradora do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB) e pesquisadora do Institut de Recherche pour le Développement (IRD), França.

laure.emperaire@ird.fr

Lucia Hussak van Velthem é graduada em Museologia, doutora em Antropologia Social e pesquisadora titular do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília, DF.

lhussak@mct.gov.br

Ana Gita de Oliveira é graduada em Ciências Sociais, doutora em Antropologia Social e Cultural e pesquisadora do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Brasília, DF.

anagita@uol.com.br

“ROÇAS QUILOMBOLAS”

CONHECIMENTOS TRADICIONAIS E TERRITORIALIDADES ESPECÍFICAS NO MÉDIO/BAIXO RIO NEGRO

Emmanuel de Almeida Farias Júnior

O adjetivo quilombola deriva de quilombo – expressão que designa atualmente uma diversidade de situações sociais empiricamente observáveis. Tais situações rompem com a visão do quilombo como um lugar isolado. No norte do Brasil, podemos nos referir ao povoado quilombola do Tambor. As práticas agrícolas dessa comunidade revelaram-se como forma de resistência às políticas ambientais restritivas e excludentes implantadas no médio/baixo rio Negro, que objetivaram a criação do Parque Nacional do Jaú. Com a criação da referida unidade de conservação, uma série de comunidades passaram a ter suas “territorialidades específicas” desrepeitadas. Ribeirinhos e quilombolas passaram a ser vigiados e controlados de acordo com novas regras e determinações. Impuseram-se-lhes as normas de conduta e gestão da área delimitada enquanto parque. Tais normas criminalizaram as práticas tradicionais de utilização dos recursos naturais. A despeito da nova realidade, as comunidades, mesmo sujeitas a punições legais, continuaram a realizar o plantio das chamadas “roças”, especialmente os quilombolas do Tambor.

“Os pretos do Paunini”

A persistência dos sistemas tradicionais agrícolas pela comunidade quilombola do Tambor, rio Jaú, Novo Airão, Amazonas, é o objeto de análise desse texto. Há décadas, num contexto mais amplo, tais práticas têm sido descritas como “conhecimentos tradicionais”, assegurados por dispositivos legais, tais como a Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), de 1982, e o Decreto 6.040/2007 que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais.

Quanto às formas culturais, essas têm sido alvo de proteção da Proclamação das obras-primas do patrimônio oral e imaterial da humanidade/UNESCO. Em outubro de 2003, foi aprovada a Convenção Internacional para a salvaguarda do Patrimônio Imaterial, durante a 32ª sessão de sua Conferência Geral. Também seu registro no Banco de Dados dos Bens Culturais Registrados (BCR), do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – Iphan, pretende assegurar essa proteção.

O sentido do termo “persistência” está longe da ideia evolucionista de “sobrevivências”¹; acredito tratar-se de formas de resistência ou resistências. Uma das medidas imediatas quando da implantação do Parque Nacional do Jaú, foi inviabilizar as circuitos de trocas econômicas no mercado local. Foram impedidos de entrar todos os agentes sociais que não possuíam residência ao longo do rio Jaú e seus afluentes. Com isso, impediu-se a entrada do chamado “regatão”, considerado um “libertador”, como agente que finda por quebrar o monopólio da empresa extrativista.² O reconhecimento do território referente aos “pretos do Jaú” ocorre paralelamente ao crescimento da empresa extrativista. Mas sua consolidação acontece após o fim da empresa extrativista, como nos indica o Sr. João Bezerra, herdeiro da empresa extrativista Bezerra & Irmãos, registrada em 8 de março de 1907 na Junta Comercial do Amazonas, sob o nº 1.829. Essa firma durou até 1925, quando os sócios realizaram o “distrato” e firmaram outra empresa, denominada “Bezerra, Irmãos & Companhia”:

(...) a história desses pretos, que eu tenho conhecimento. Lá o preto, porque entrou muitos pretos lá dentro, tinha um que trabalhava ao lado da caixa, como é que é... trabalhava com meu tio lá, ele era embarcação dele lá chamavam pra ele Pedro Lauriano, e fora ele tinha outros pretos, tinha o seu Simão, o seu Isídio, vieram de lá eu não sei de onde, eu sei que apareceu o Seu Jacinto, esse Jacinto, em 1915 ele veio pra lá, assim contavam meus pais e as

¹ Taylor refere-se a “sobrevivências”, que seriam persistências culturais de sociedades primitivas que continuariam a existir em um novo momento da sociedade. Uma versão em português do texto pode ser encontrada na obra ‘Evolucionismo Cultural’: TAYLOR, Edward Burnett. A ciência da cultura. In: CASTRO, Celso. (Org.). *Evolucionismo cultural*. Textos de Morgan, Taylor e Fraser. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009. p. 67-100.

² Para maiores informações consultar: FARIAS JÚNIOR, Emmanuel de Almeida. “*Tambor urbano*”: deslocamento compulsório e a dinâmica social de construção da identidade quilombola, 2008. Dissertação (Mestrado em Sociedade e Cultura na Amazônia). Programa de Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia-PPGSCA, Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus, 2008. Esta dissertação está disponível no “Portal Domínio Público”: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp102630.pdf>

*peessoas que tinham mais velhos lá, eu não cheguei a conhecer, eu era menino, não cheguei a ver. Ele chegou lá e adotou umas três crianças, hoje tem um velho com 90 anos aqui, o compadre Manoel Brás, é filho de criação dele.*³

De acordo com o Sr. Jacinto José dos Santos, o reconhecimento ocorre ainda no período de domínio da empresa extrativista e também com a entrada dos “regatões”, ainda que por uma identidade estigmatizada. A estigmatização acabou por produzir um território étnico⁴,

*rio dos Pretos, porque lá só morava mais era preto né, aí chamavam Rio dos Pretos... o regatão que passava, esse aí é o Rio dos Pretos. Porque rio dos Pretos? Naquele tempo, querendo dizer rio dos Pretos, para ele estava desclassificando, desclassificando a gente que era preto, para não chamar moreno, que era uma coisa... chamava preto, não é que nem hoje em dia, porque antigamente, era uma desclassificação chamar Rio dos Pretos, hoje em dia não, hoje em dia é uma classificação, porque somos pretos mesmo, somos neguinho, é negro.*⁵

O referido território envolve tanto o “Rio dos Pretos”, designado nas bases cartográficas oficiais como rio Paunini – envolvendo à família do Sr. José Maria dos Santos e Dona Otília e a família do Sr. Isídio Caetano e Dona Severina – quanto às áreas estabelecidas no rio Jaú, as áreas de extrativismo e coleta de castanha e também a localidade conhecida como Tambor. Podemos somar ainda as localidades do Sr. Jacintho Luiz de Almeida e Dona Leopoldina, que chegaram ao Jaú por volta de 1907, segundo seus descendentes.

Os quilombolas do Tambor e o panoptismo ambiental

A comunidade quilombola do Tambor teve seu território cercado pelo Parque Nacional do Jaú, criado pelo Decreto nº. 85.200, de 24 de setembro de 1980. A criação e implementação dessa unidade de conservação de proteção integral integrou as “terras tradicionalmente ocupadas” e gerou uma série de situações sociais de conflitos. Optei pela designação “intrusão” por considerar que a ideia de “sobreposição” despolitiza a violência e o autoritarismo do cercamento dos quilombolas.

Em junho de 2005 foi fundada a Associação dos Moradores Remanescentes de Quilombo da Comunidade do Tambor, que passou a se autodefinir como “quilombo do Tambor”⁶, ou mesmo, “quilombolas do Tambor”, de acordo com o fascículo⁷ elaborado no âmbito do Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia – PNCSA/UFAM.

³ Entrevista concedida pelo Sr. João Bezerra, 81 anos, em 16 de fevereiro de 2008, Novo Airão.

⁴ Esse debate pode ser conferido em BOURDIEU, Pierre. A identidade e a representação. Elementos para uma reflexão crítica sobre a ideia de região. In: *O poder simbólico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. p. 107-132.

⁵ Entrevista concedida pelo Sr. Jacinto José dos Santos, 74 anos – 1º tesoureiro da Associação de Moradores Remanescentes de Quilombo da Comunidade do Tambor – 19 de fevereiro de 2008, Novo Airão.

⁶ Tal designação vai refletir o mapa do Relatório Técnico de Delimitação e Identificação elaborado pelo INCRA (SR-15) e assinado pelo antropólogo João Siqueira, funcionário da mesma instituição. Contudo, foram os agentes sociais que definiram o título do mapa, além de indicarem as áreas consideradas pertencentes aos quilombolas.

⁷ Os fascículos são publicações que visam tornar públicos processos de autodefinição de identidades coletivas, objetivadas em movimentos sociais. Tais mobilizações referem-se a processos étnicos e culturais que explicitam relações sociais, dentre as quais, conflitos, formas religiosas, formas de produção, aspectos culturais, uso dos recursos naturais e formas de apropriação territorial. Os fascículos são produzidos nas Oficinas de Mapas. O Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia já produziu mais de 120 fascículos referentes a povos e comunidades tradicionais em diversas regiões do Brasil. Tais fascículos estão disponíveis em www.novacartografiassocial.com

⁸ As Oficinas de Mapas constituem-se de reuniões organizadas pelos próprios agentes sociais com a finalidade de elaborar seus respectivos croquis. Durante essas reuniões são coletados depoimentos e construídos croquis, coletivamente. As informações contidas nos mapas são aquelas de interesse dos próprios agentes sociais e atendem a reivindicações do presente.

⁹ FARIAS JUNIOR, E. de A. et al. *Ribeirinhos e quilombolas ex-moradores do Parque Nacional do Jaú, Novo Airão, Amazonas*. n.º 15. Manaus: Projeto Nova Cartografia Social dos Povos e Comunidades Tradicionais do Brasil/EDUA, 2007.

¹⁰ FARIAS JUNIOR, E. de A.; SHIRAISHI NETO, J.; GUERRERO, A. F. H. & ALMEIDA, A. W. B. *Quilombolas do Tambor, Parque Nacional do Jaú, Novo Airão*. Série Movimentos Sociais, Identidades Coletivas e Conflitos, n.º 15. Manaus: Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia/EDUA, 2007. A Oficina de Mapas com os autodefinidos Quilombolas do Tambor foi realizada durante os dias 30 de junho a 1º de julho de 2007, na cidade de Novo Airão, Amazonas, depois de a equipe de pesquisa ter sido impedida de entrar no Parque Nacional do Jaú, embora tivesse tentado conseguir administrativamente as autorizações. Todas as tentativas foram em vão. O processo de solicitação de autorizações se deu de diversas maneiras: a) através do Sindicato de Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Novo Airão; b) através da Associação de Moradores Remanescentes de Quilombo da Comunidade do Tambor; c) através do Centro de Pesquisa Leônidas e Maria Deane/Fiocruz Amazônia; e d) através da Universidade Federal do Amazonas.

Em 2006, a Associação de Moradores Remanescentes de Quilombo da Comunidade do Tambor e o Sindicato de Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais de Novo Airão solicitaram aos integrantes do mencionado projeto a realização de uma Oficina de Mapas⁸, com agentes sociais autodefinidos ribeirinhos e quilombolas que haviam sido deslocados compulsoriamente de suas terras tradicionalmente ocupadas nos rios Jaú e Paunini⁹.

Em 2007, foi solicitada nova Oficina de Mapas, dessa vez, com a Comunidade Quilombola do Tambor¹⁰, que desejava dar visibilidade à grave situação de exclusão social e de cercamento de suas terras.

De acordo com os depoimentos registrados durante os trabalhos de campo realizados em Novo Airão, de outubro de 2006 a outubro de 2008, as iniciativas dessas comunidades provocaram reações. A mais agressiva foi o deslocamento compulsório de parte das famílias quilombolas do Tambor e do Rio dos Pretos. O deslocamento forçou novas configurações nas relações de parentesco e afinidade. Atualmente, a autodefinição quilombola diz respeito tanto às famílias que residem na cidade, quanto às famílias que residem na Comunidade do Tambor, no rio Jaú. É oportuno observar que, mesmo na cidade, as famílias quilombolas mantiveram seus sistemas agrícolas tradicionais e até mesmo as práticas extrativistas nos arredores do centro urbano. A segunda foi a rápida alteração dos modos de vida das unidades familiares cercadas pelo Parque Nacional do Jaú. O gestor deste parque passou a exercer um rígido controle das atividades econômicas praticadas, tanto as agrícolas como as extrativistas. As famílias passaram a depender da regulamentação externa. Suas práticas tradicionais configuram infrações, com punições previstas na lei.

O *modus operandi* da elaboração vertical das políticas ambientais implantadas no Brasil, durante e após o regime militar, fez com que se consolidassem práticas autoritárias de controle. Esse controle visava doutrinar o espaço, segundo a aplicação de normas estabelecidas em manuais, planos, instruções normativas, portarias. Políticas preservacionistas que objetivaram disciplinar espaços da “natureza intocada”, criando unidades de conservação de proteção integral¹¹, ocasionaram uma diversidade de conflitos sociais, desvelando distintos poderes. Isso porque a aludida “natureza intocada” era conhecida e também usada por diversos povos e comunidades tradicionais. Assim se estabelecia um espaço social de disputas.

¹¹ Conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Art. 7 – inciso 1º: “O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza [...]”.

¹² FOUCAULT, M. *Vigiar e punir: nascimento da prisão*. Petrópolis: Vozes, 1987. p. 166.

¹³ ALMEIDA, A. W. B. Conhecimentos tradicionais: uma nova agenda de temas e problemas. Conflitos entre o poder das normas e a força das mobilizações pelos direitos territoriais. In: ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de. *et al. Conhecimentos tradicionais na Pan-Amazônia*. Manaus: Uea Edições, 2010. p. 9-18. (Caderno de Debates Nova Cartografia Social, v. 1, n. 1.)

¹⁴ ALMEIDA, A. W. B. Conhecimentos tradicionais... *Op. cit.*

A estratégia adotada por técnicos e agentes políticos de instituições político-administrativas para solucionar tais questões, foi a utilização de recursos legais a fim de aprovar planos de manejo, leis, decretos e instruções normativas. As normas passaram a objetivar a disciplina dos chamados “moradores”. Vale lembrar que, segundo Foucault¹², a disciplina possui diversas técnicas: 1) a cerca; 2) a clausura (que não é constante); 3) a regra das localizações funcionais; e 4) os elementos intercambiáveis.

Sobre o plano de manejo, cabe referir as análises de Almeida¹³, ressaltando que agências multilaterais e fundos econômicos têm previsto ou exigido a aludida “participação comunitária”. Neste sentido, a agência ambiental brasileira tem proposto os chamados Planos de Manejo. Tratando-se de unidades de conservação de proteção integral, os agentes sociais locais, designados “moradores”, teriam sua participação de forma consultiva, “nutrindo uma ilusão de empoderamento”¹⁴.

Planos de manejo impõem cercas ou limites, linhas imaginárias traçadas arbitrariamente para a gestão de unidades de conservação. No entanto, é preciso disciplinar os corpos para que as cercas e limites sejam “preservados”. As normas que disciplinam o espaço passam a disciplinar tais corpos dentro desse espaço: a disposição das casas, da escola, do posto de saúde e a relação entre os corpos. No caso dos quilombolas do Tambor, tais disciplinas incidiram sobre o tamanho das roças e a proibição da utilização de determinadas áreas de uso comum.

A disciplina prevê também o controle das atividades: 1) o horário; 2) a elaboração temporal do ato; 3) donde o corpo e o gesto postos em correlações; 4) a articulação do corpo-objeto; 5) a utilização exaustiva. Como dito anteriormente, a clausura é relativa; assim também pode ser definida a clausura imposta pela criação de uma unidade de conservação de proteção integral. É permitido aos moradores que se movimentem, desde que haja o controle das atividades: a que horas saem? a que horas voltam? o que levam nas bolsas? As vistorias na saída, na entrada, tudo é realizado de modo exaustivo. Pune-se a indisciplina com sanções normativas, pois o castigo serve para reduzir os desvios.

Concretamente, no Parque Nacional do Jaú não existem cercas ou muros. Mas os corpos se sentem vigiados. É o efeito do Panóptico. Segundo Foucault, o efeito do Panóptico consiste em “induzir no detento um estado consciente e permanente de visibilidade que assegura o funcionamento automático do poder”¹⁵. O sentimento de estar

¹⁵ FOUCAULT, M. *Vigiar e punir... Op. cit.*

cometendo um “crime”, experimentado por aqueles moradores que vivem dentro de unidades de conservação de proteção integral, não é senão, o efeito eficaz da disciplina e do Panóptico. A sensação é de estarem sendo vigiados a todo instante. Não existem muros ou grades, as pessoas não sabem onde está o funcionário. Mas ele pode estar em qualquer lugar, escondido na floresta, patrulhando os rios, ou mesmo em um ponto de observação. A floresta, os rios, os acidentes geográficos, tudo se converte então em ponto de observação e controle.

A partir da leitura de *Vigiar e punir*, procedo à des-territorialização do conceito. Para Foucault, seria o mecanismo de vigilância em instituições totais (prisões, manicômios, escolas, hospitais), onde, para as pessoas, elas estariam – ou imaginam estar – sempre sob vigilância. Relativizando o tempo e o espaço, o conceito pode ser utilizado em um contexto mais amplo que uma instituição total, ciente dos limites. Diferente dos detentos atomizados, os agentes sociais autodefinidos quilombolas mobilizam-se etnicamente. O efeito de vigilância e autovigilância, no entanto, não deixa de se fazer notar. Contudo, mobilização e efeito são poderes distintos.

Tais sanções normativas encontram-se resguardadas nos referidos planos de manejo, instruções normativas, decretos, leis e portarias. Tem-se um leque de “dispositivos” que visam a gestão de unidades de conservação. “O paradigma da preservação ambiental, ao estabelecer comportamento-padrão que deve ser seguido, torna as condutas que dele se afastam como sujeitas à normalização”¹⁶. Neste caso, é a disciplina que garante o funcionamento e a instituição do “comportamento-padrão”.

Para Foucault, um dispositivo pode ser entendido como “um conjunto decididamente heterogêneo que engloba discursos, instituições, organizações arquitetônicas, decisões regulamentares, leis, medidas administrativas, enunciados científicos, proposições filosóficas, morais e filantrópicas”¹⁷. Para a implantação de uma unidade de conservação de proteção integral, é necessário um conjunto de dispositivos, tanto os ditos como os não ditos. A disciplina não é a instituição, trata-se de um tipo de poder, que “comporta um conjunto de instrumentos, de técnicas, de procedimentos, de níveis de aplicação, de alvos; ela é uma “física” ou uma “anatomia” do poder, uma tecnologia”¹⁸.

Os gestores das unidades de conservação reivindicam para si um conhecimento burocrático-administrativo, que

¹⁶ O'DWYER, E. C. (Org.). *Quilombos: Identidade Étnica e Territorialidade*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2002. p. 269.

¹⁷ FOUCAULT, M. *Sobre a história da sexualidade*. Microfísica do poder. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979. p. 244.

¹⁸ FOUCAULT, M. *Vigiar e Punir...* Op. cit. p. 177.

prevê diretrizes de planejamento, zoneamento e programas de manejo. Objetivam, contudo, apropriar-se do espaço e, para tanto, reivindicam a “delimitação legítima”. Segundo Bourdieu, a luta pela “delimitação legítima”, frequentemente utiliza a “autoridade científica para fundamentar na realidade e na razão a divisão arbitrária que querem impor”¹⁹.

Tais diretrizes de planejamento, zoneamento e programas de manejo são técnicas de disciplina – um conjunto de dispositivos aliados ao panoptismo ambiental: cada rio, cada árvore, cada falha geográfica, cada rocha, esconde o Panóptico. Infringir a norma é um risco, passível de sanções previstas penalmente. Nesse contexto, a infração é uma forma de resistência. É contra a disciplina e o Panóptico que os quilombolas resistem. E uma forma de resistência é a mobilização étnica.

As “roças” do quilombo

A despeito das normas restritivas, as “roças”²⁰ constituem a principal unidade produtiva dos “quilombolas” do Tambor, exploradas também como fonte de renda, ao lado da coleta da castanha e da extração do cipó títica e timbó açu. As unidades familiares que atualmente vivem no Tambor possuem roças e resistem pelas roças. Estas lhes facultam condições para o enfrentamento das políticas ambientais autoritárias e explicitam seu poder, ou seus diversos poderes em jogo.

As “roças”, segundo Almeida, estão relacionadas diretamente com os modos de vida, e envolvem mais do que relações ecológicas e econômicas; fixam um padrão cultural que compreende um repertório de práticas, em que a unidade de trabalho é familiar, fixada fora do processo de produção. “Trata-se de uma referência essencial que sedimenta as relações intrafamiliares e entre diferentes grupos familiares, além de assegurar um caráter sistêmico à interligação entre os povoados”²¹. Tal designação (roças), segundo o autor, compreende:

*uma representação particular do tempo [...] traduzida por intrincados calendários agrícolas e extrativos, e uma noção de espaço muito peculiar orientando o uso simultâneo, para uma unidade familiar, de diversas áreas de cultivo não necessariamente contínuas.*²²

As áreas de roças compreendem terras de uso comum, em que somente o produto da roça pertence à unidade familiar. Tais práticas foram alteradas com a implantação do Parque Nacional do Jaú. Antes da implantação da

¹⁹ BOURDIEU, P. *Op. cit.* p. 115.

²⁰ Os dados sobre as atividades agrícolas, como as chamadas “roças”, foram obtidos a partir do trabalho de campo realizado na Comunidade Quilombola do Tambor em setembro de 2007, por ocasião de uma viagem patrocinada pelo INCRA (SR-15) para a elaboração do Relatório Técnico de Delimitação e Identificação do território desse quilombo. Para tanto, o INCRA acionou o Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia-PPGSCA/UFAM. O autor deste artigo participou como pesquisador do Projeto, indicado pelo coordenador deste, o Prof. Alfredo Wagner Berno de Almeida.

²¹ ALMEIDA, A. W. B. *Os quilombos e a base de lançamento de foguetes de Alcântara: Laudo Antropológico*. Brasília: MMA, 2006. p. 51.

²² ALMEIDA, A. W. B. *Os quilombos e a base de lançamento de foguetes... Op. cit.*

referida unidade de conservação, a ocupação espacial podia ser descrita da seguinte forma:

*Morava lá mesmo, em qualquer canto, eu morava no Miriti, às vezes morava no Tambor, às vezes morava no Paunini, o Paunini é afluente do Jaú... naquele tempo não tinha nada de medida de terra, se saísse, o outro vinha e colocava do mesmo jeito, quem chegasse, achasse aquele lugar vazio, roçava, fazia tapiri e trabalhava, no verão, no inverno que fosse.*²³

²³ Entrevista concedida por Dona Maria Benedita (Dona Bibi), 84 anos, 20 de outubro de 2006, Novo Airão.

Almeida observa que essas terras de uso comum

*compreendem, pois, uma constelação de situações de apropriação de recursos naturais (solos, hídricos, florestais), utilizados segundo uma diversidade de formas e com inúmeras combinações diferenciadas entre uso e propriedade e entre caráter privado e comum, perpassadas por fatores étnicos, de parentesco e sucessão, por fatores históricos, por elementos identitários peculiares e por critérios político-organizacionais e econômicos, consoante práticas de representações próprias.*²⁴

²⁴ ALMEIDA, A. W. B. Os quilombos e as Novas Etnias. In: O'DWYER, Elaine Cantarino (Org.). *Quilombos: Identidade Étnica e Territorialidade*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2002. p. 43-81.

Nesse novo plano de organização do espaço, imposto pela política que cria o Parque Nacional do Jaú, os sistemas tradicionais agrícolas passaram a ser criminalizados. Cria-se uma oposição ilusória entre formas tradicionais de utilização dos recursos naturais e conservação da natureza.

²⁵ No dia 5 de novembro de 2010, foi registrado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan), no livro de Banco de Dados dos Bens Culturais Registrados (BCR), o Sistema Agrícola Tradicional do Rio Negro, sob o nº 01450.010779/2007-11. A solicitação foi feita pela Associação das Comunidades Indígenas do Rio Negro (ACIMRN).

Da mesma forma que podemos falar de um sistema de tradição agrícola referente a povos indígenas²⁵, podemos nos referir a sistemas agrícolas tradicionais quilombolas. O que está em jogo não é somente o fato do plantio da mandioca, mas sim as expressões e formas culturais que permeiam tal prática, como também as relações sociais que envolvem práticas de coesão social. Segundo Almeida, “este repertório privilegia não somente a preservação de recursos florestais e hídricos, mas também os conhecimentos tradicionalmente produzidos, notadamente a partir das formas de gestão comunitárias”²⁶. Este é um dos aspectos, segundo os quais podemos considerar as roças como conhecimento tradicional. Elas integram um complexo sistema comunitário. Seu uso pode ser familiar, no entanto, a terra e a manutenção da natureza são de interesse comum.

²⁶ ALMEIDA, A. W. B. Conhecimentos tradicionais... *Op. cit.* p. 10.

Esse repertório de temas é alvo de agências reguladoras. Agricultores, coletores e extrativistas familiares passaram a ser punidos legalmente, acarretando alterações drásticas em seu modo de vida. Famílias inteiras foram deslocadas compulsoriamente para a periferia da cidade de Novo Airão, ocasionando uma nova configuração: as famílias

quilombolas do povoado do Tambor e as famílias quilombolas residentes na cidade de Novo Airão.

Nessa correlação de forças, os gestores da unidade de conservação se apropriam dos instrumentos legais repressivos do Estado para fazer cumprir suas normas e leis. No entanto, eles não poderiam prever uma nova organização social e uma expressiva mobilização para fazer frente aos atos de violência e exclusão social, como se configuram os deslocamentos compulsórios.

As famílias quilombolas do Tambor e do rio dos Pretos (rio Paunini) trabalham há mais de um século com a agricultura, atividades de coleta e extrativismo. E, no entanto, na década de 1980, cria-se o Parque Nacional do Jaú, com a justificativa de que esta área tinha as características ideais para a implantação de uma unidade de conservação pelo seu ótimo estado de conservação. Inicialmente, os biólogos autoritários haviam planejado criar uma Reserva Biológica, mas devido a explícitos interesses turísticos na região, optou-se pela criação de um Parque Nacional, que permite a visitação turística. Recentemente, a coalizão de interesses turísticos na região do baixo rio Negro modificou a categoria da Estação Ecológica de Anavilhanas para a de Parque Nacional, a fim de legalizar a visitação turística e os interesses empresariais.²⁷

Para os quilombolas, os sistemas tradicionais agrícolas e as atividades de coleta e extrativismo compõem práticas sociais que se expressam como elementos constitutivos das “territorialidades específicas”²⁸ configurando, assim, um território étnico. A roça, por exemplo, caracteriza-se como um espaço social. Para além da satisfação puramente biológica, ela envolve relações e realizações sociais, tais como divisão sexual do trabalho, formas de ajuda mútua, crenças que envolvem tabus e regras, como também práticas de coesão social, tais como as festas. Esta situação é diferente da delimitação técnico-científica do Parque Nacional do Jaú, decidida burocraticamente.

No povoado do Tambor, rio Jaú, as áreas de coleta e extrativismo se distribuem do povoado do Tambor até o alto rio Jaú, onde é possível encontrar sítios históricos. Com relação às áreas de roças, após a implantação do Parque Nacional do Jaú, estas passaram a ser cultivadas próximo às residências. A referida unidade de conservação gerou conflitos sobre a escolha do lugar para o plantio, como demonstrou anteriormente o depoimento de Dona Bibi. Tais áreas de roças foram indicadas durante a Oficina de Mapas realizada em Novo Airão, nos dias 30 de junho e 1º de julho de 2007.

²⁷ Vale observar que no rio Trombetas, Estado do Pará, no final das décadas de 1970 e de 1980, foram criadas duas unidades de conservação para que se garantisse a utilização da área pela Mineração Rio no Norte, visando a extração de bauxita na Floresta Nacional do Saracá-Taquera. A medida inviabilizou a titulação dos territórios quilombolas. Atualmente, nessas unidades de conservação, estão previstas grandes áreas para a concessão florestal.

²⁸ ALMEIDA, A. W. B. *Terras de quilombo, terras indígenas, “babaçuais livres”, “castanhais do povo”, faxinais e fundos de pasto: terras tradicionalmente ocupadas*. Manaus: FUA, 2006.

O patrimônio genético referente às espécies cultivadas está distribuído por “sítios” e “roças”. Nos “sítios”, foram indicadas 27 espécies de plantas frutíferas e espécies arbóreas nativas. Os chamados “sítios” referem-se às áreas próximas das casas. Este espaço é o que apresenta a maior diversidade de espécies vegetais, evidenciando, assim, formas agrofloretais. Segundo os quilombolas, essa forma, ao mesclar uma diversidade relativamente alta de diversas espécies, constitui uma prática que abrange a maioria dos “sítios”.

Esse sistema agroflorestral, de certa forma, cerca a maior parte da vida das pessoas da comunidade, pois além das árvores frutíferas, existem árvores cujas cascas e folhas são utilizadas para remédios caseiros, resina para calafetar embarcações, entre outros usos, como a criação de pequenos animais, galinhas e patos.

A comunidade mantém o conhecimento sobre o patrimônio genético, especificamente sobre espécies de manivas, sejam elas efetivamente plantadas nas áreas dos chamados “roçados” ou não. De acordo com a espécie, marca-se o tempo cronológico de cada tipo de roça. Evidencia-se assim, o controle do espaço e do tempo.

Este tipo de conhecimento do patrimônio genético tem-se mostrado estratégico, tanto no plano econômico, quanto social da comunidade. No entanto, esse domínio vem sendo gradativamente abandonado, pois com o excesso de controle sobre as atividades agrícolas por parte do ICMBio (IBAMA, IBDF, retrospectivamente), as famílias têm optado por uma roça com resultados mais breves e inserida em circuitos locais através de redes de amizade e parentesco.

Temos observado uma situação idêntica na cidade, com o deslocamento compulsório de algumas famílias quilombolas para a periferia de Novo Airão. Essas famílias tiveram que se adequar à nova realidade, reconstruir suas bases de referência social e econômica. Na cidade, verifica-se que as famílias mantêm as chamadas roças em áreas periféricas, em muitos casos, o forno de farinha fica nos fundos do quintal. Verifica-se também que, no contexto urbano, a família perde o controle das espécies tradicionais, adotando as espécies modificadas distribuídas pelas agências de extensão rural.

Observando as “roças”, a plantação de mandioca e macaxeira é combinada com uma variedade de legumes, batatas e frutas. No universo dos produtos indicados pelos quilombolas, registramos os seguintes: abacaxi, banana, ba-

tata doce, cana, cará, jerimum, mangarataia, melancia, milho, pimenta. Usualmente, os produtos por eles indicados para a venda são: farinha, macaxeira, banana²⁹, cará e batata doce. No entanto, existem situações em que são plantadas árvores frutíferas junto à roça, que após utilização cede lugar ao pomar.

²⁹ Variedades de bananas encontradas no povoado do Tambor: baié, baianinha, caeté, costela, governo, maçã, naja, pacovã, prata, são tomé azul, são tomé roxa, miranha, três palmos.

Os quilombolas da cidade mantêm estreita relação com as famílias que foram deslocadas para a cidade, relações que extrapolam as de parentesco; muitos, por exemplo, são “compadres de fogueira”, ou então “filhos de pegação”³⁰. Daí que, os produtos da “roça”, além de vendidos, consumidos e utilizados em relações estabelecidas no rio Jaú, são enviados frequentemente para Novo Airão, integrando uma rede de trocas. Os produtos mais frequentes são: farinha, abacaxi, macaxeira, beiju, ananás, banana, farinha de tapioca e cará.

³⁰ “Filho de pegação” é uma relação que se estabelece, na hora do parto, entre a parteira e a criança, momento em que se compromete a manter, na idade adulta, uma relação de respeito (tomar benção etc.) para com a parteira ou “mãe velha”. Conforme Dona Evangelina, em entrevista concedida a 23 de fevereiro de 2008, em Novo Airão.

Diante de toda a repressão e autoritarismo da política ambiental que criou o Parque Nacional do Jaú, as famílias desenvolveram mecanismos de resistência para continuar as práticas agrícolas. As relações de solidariedade podem ser consideradas um desses mecanismos, a despeito da redução das roças e das atividades extrativas.

Desde a implantação do Parque Nacional do Jaú, as famílias têm sido obrigadas a sobreviver com o mínimo, ou seja, o menor tamanho possível de roça, a redução das atividades extrativistas, a proibição de melhorias nas casas e nas casas de farinha, o impedimento quanto à implantação de equipamentos, como postos de saúde, telefones públicos e outras estruturas.

Os sistemas agrícolas tradicionais designados como roças nada têm a ver com a atual situação de destruição da natureza, nem com termos como atraso, exotismo ou primitivismo. Não podem ser reduzidos a meras formas econômicas, fadadas à falência ou à decadência, como é o caso da monocultura, que oscila de acordo com a variação do mercado. São modos de vida que abrangem complexas e distintas relações sociais, de forma que persistem até mesmo nas situações mais adversas, como é o caso dos quilombolas nos centros urbanos. Esses sistemas tradicionais agrícolas também se relacionam com o mercado, mas dele não dependem exclusivamente. Desenvolvem-se em circuitos mais localizados; os produtos se inserem em relações de comércio e trocas, que incluem relações constituídas pelos agentes sociais. É o caso dos quilombolas do povoado do Tambor.

Por fim, tais circuitos locais necessitam da circulação de pessoas, que a política ambiental vigente tem impedido,

prejudicando os circuitos locais de venda e troca de produtos agrícolas e extrativos. As fiscalizações realizadas no posto do ICMBio, frequentemente, prejudicam a produção de farinha e de outros produtos. Com o intuito de fiscalizar, os sacos de farinha são perfurados com canos de ferro, extraviando-se assim o meio utilizado para transportar a produção. As embarcações são reviradas e abandonadas de qualquer forma.

Considerações finais

O acesso ao rio Jaú estava oficialmente “cercado” pelo Parque Nacional do Jaú. E todas as relações sociais externas dos moradores passaram a ser controladas. As visitas podem ou não ser liberadas por meio de autorizações expedidas pelo gestor do Parque. Tal como as visitas, as viagens, as relações de troca, tudo passou a ser supervisionado. As áreas destinadas às atividades agrícolas têm que obedecer a regras estabelecidas por técnicos, ecólogos, biólogos, geógrafos, botânicos. As regras locais parecem não valer mais para o desenvolvimento dos sistemas tradicionais agrícolas.

As áreas das chamadas “roças” são agora normatizadas pelos gestores do Parque Nacional do Jaú, que impõem uma série de regras, como não derrubar novas áreas de floresta, além do estabelecimento de um tamanho padrão do roçado. Aqui, gostaríamos de lembrar que a argumentação utilizada para a criação do Parque Nacional do Jaú no final da década de 1970, foi a preservação da extensa cobertura vegetal, mesmo sendo essa área de ocupação antiga de agricultores familiares e extrativistas. Tal fato evidencia que as práticas tradicionais coexistem com a preservação da natureza.

No primeiro momento, os gestores do Parque restringiram todas as atividades econômicas, objetivando pressionar as famílias a deixarem a área. Contudo, ao longo dos anos, foram pressionados a alterar essa postura. Diante da resistência das famílias em não deixar o território, passaram permitir algumas atividades econômicas, tais como a extração de castanha, do cipó titica e ambé açu, como também as chamadas “roças” para a produção de farinha destinada ao consumo e venda. A farinha produzida pelos quilombolas está desde o início do século XX inserida num circuito local de relações comerciais.

Os agentes sociais passam a se organizar para fazer frente ao Estado e encaminhar suas reivindicações. Mas esses movimentos organizam-se fora dos marcos tradicionais,

caracterizados pelos sindicatos de trabalhadores rurais. Ao contrário, evidenciam-se neste processo fatores étnicos.³¹

Segundo Almeida, “o sentido coletivo dessas autodefinições emergentes impôs uma definição de identidade à qual correspondem territorialidades específicas, cujas fronteiras estão sendo socialmente construídas e nem sempre coincidem com as áreas oficialmente construídas como reservas”³². Ainda segundo o autor, podemos usar a expressão “territorialidades específicas”

*para nomear as delimitações físicas de determinadas unidades sociais que compõem os meandros de territórios etnicamente configurados [...] que podem ser consideradas, portanto, como resultantes de diferentes processos sociais de territorialização e como delimitando dinamicamente terras de pertencimento coletivo que convergem para um território.*³³

Com a emergência de identidades étnicas e coletivas, rompe-se com o “biologismo” e o “geografismo” enquanto explicação do quadro natural. O ecossistema amazônico passa a ser pensado como um produto de relações sociais e antagonismos. O controle do patrimônio genético se transforma num campo de lutas. No Brasil, no âmbito da “preservação” ambiental, mostram-se então duas linhas bem definidas: de um lado, a política ambiental; de outro, diversas comunidades e povos tradicionais.

Como demonstração desse impasse, trava-se ainda hoje uma disputa entre quilombolas e o antigo gestor do Parque Nacional do Jaú, que, referindo-se aos quilombolas, dizia tratar-se de uma “comunidade ribeirinha”, chegando a questionar o procedimento³⁴ que deu origem à Portaria nº. 11, de 6 de junho de 2006. Tal documento certifica, conforme Declarações de Auto-reconhecimento, o povoado do Tambor, como “comunidade quilombola”.

Essa disputa encontra-se atualmente na Advocacia Geral da União, na Câmara de Conciliação. A criação de uma unidade de conservação é apenas, segundo uma releitura de Foucault³⁵, a forma terminal do poder. Podemos constatar a politização dos conflitos ambientais. Por outro lado, compreendo os agentes sociais como parte do processo de luta, de disputa, e não como simples vítimas do poder. Os quilombolas resistem aos efeitos de clausura, vigilância e disciplina de diversas formas. Podemos sucintamente apontar três formas: a) mobilizam-se etnicamente, o que provocou mudança nos padrões de sua relação com os gestores do Parque Nacional do Jaú; b) persistem com suas

³¹ ALMEIDA, A. W. B. Universalização e localismo: movimentos sociais e crise dos padrões tradicionais de relação política na Amazônia. *Debate*, Salvador, nº 3, Ano IV, p. 21-42, 1994.

³² ALMEIDA, A. W. B. Amazônia: a dimensão política dos “conhecimentos tradicionais”. In: ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de. *et al. Conhecimento tradicional e biodiversidade: normas vigentes e propostas*. Manaus: EDUA, 2008. p. 22.

³³ ALMEIDA, A. W. B. *Terras de quilombo, terras indígenas... Op. cit.* p. 25.

³⁴ De acordo com a sentença judicial nº 471/2007, que condenou em primeira instância a União Federal e o Instituto Chico Mendes, por danos extrapatrimoniais e patrimoniais causados às famílias moradoras e ex-moradoras do Parque Nacional do Jaú, Novo Airão e Barcelos, Amazonas.

³⁵ FOUCAULT, M. O dispositivo de sexualidade... *Op. cit.*

Emmanuel de Almeida Farias Júnior é cientista social, pesquisador do Projeto Novas Cartografias Antropológicas da Amazônia (CESTU/UEA) e do Projeto Nova Cartografia Social da Amazônia (PNCSA/PPGAS/UFAM) e doutorando no Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social da Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
emmanueljunior61@hotmail.com

práticas agrícolas e o conceito de área de uso comum; c) politizam os conflitos e organizam-se frente ao Estado a fim de solicitar o reconhecimento e a titulação de suas “territorialidades específicas” – o que culminou na abertura de processo administrativo junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

De qualquer forma, foi a própria Constituição Federal de 1988, através da aprovação do Art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, reconhecendo o direito à terra das comunidades remanescentes de quilombo, que criou condições para o surgimento de poderes emergentes.

A SUSTENTABILIDADE DO
ARTESANATO EM FIBRAS VEGETAIS
ESTUDOS DE CASO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Erika Matsuno Nakazono

Durante as últimas décadas, alternativas de uso das florestas tropicais com intuito de conservação do meio ambiente e da biodiversidade têm sido apoiadas através do incentivo ao uso de Produtos Florestais Não Madeiros (PFNMs). Os estudos analisados referem-se a iniciativas de artesanatos em fibras vegetais organizadas pela Associação dos Artesãos de Novo Airão (AANA), região do baixo Rio Negro, município de Novo Airão, Amazonas, e pelo grupo TucumArte, região do Rio Arapiuns, município de Santarém, Pará. O artesanato realizado a partir de práticas extrativistas viáveis mostrou-se bastante eficaz na composição da renda familiar. O principal impedimento ao desenvolvimento da atividade, no caso da AANA, é a proibição de extração do recurso natural em áreas definidas como unidades de conservação de uso indireto.

Contexto socioambiental

Desde a conferência sobre meio ambiente realizada em Estocolmo, em 1972¹, a questão ambiental passa a se configurar como tema central na discussão sobre desenvolvimento sustentável entre diferentes setores da esfera pública e privada. Em 1992, essa discussão é retomada durante a ECO-92², consolidando-se através da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB)³. A CDB considera como prioridades a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos, reconhecendo uma comunidade como “local” ou “tradicional” e contribuindo para as discussões em torno do conhecimento tradicional. Passados 20 anos da realização da ECO-92, a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável reuniu-se novamente no Rio de Janeiro, entre 13 e 22 de junho de 2012, na RIO+20, abordando como temas principais, a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza e a estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável.

Para Lopes⁴, a problemática do meio ambiente se refere aos processos de “ambientalização” dos conflitos, manifestada por contradições, limitações internas, assim como por reações, contra-ataques, recuperações, restaurações e adaptações. Ou seja, o processo da “ambientalização” reflete uma interiorização da questão pública do meio ambiente, que se relaciona a uma nova questão social e uma nova questão pública, e também global.

Nas últimas décadas, alguns projetos de conservação do meio ambiente na Amazônia têm buscado a chamada sustentabilidade, através do apoio a iniciativas de comercialização de Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs). PFNMs são recursos que abrangem uma ampla gama de produtos florestais, com exceção da madeira em tora, como fibras vegetais, óleos, resinas, frutos, látex, plantas medicinais, sementes e alimentos, que são utilizados para a subsistência e/ou comercialização. Paralelamente, têm contribuído ao estímulo dessas iniciativas, a demanda de mercados ditos “ecológicos” e a promoção de produtos certificados ambientalmente.⁵

Como perspectiva de uso alternativo das florestas e afirmando direitos de uso dos territórios ocupados por povos e comunidades tradicionais⁶, a prática extrativista de PFNMs se caracteriza por formas de uso comum dos recursos, os *commons*. Segundo Ostrom⁷, os *commons* constituem recursos e espaços naturais coletivos que são apro-

¹ Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, junho de 1972, Estocolmo, Suécia.

² Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada em 13 e 14 de junho de 1992, no Rio de Janeiro.

³ Decreto nº. 2.519/1998 promulga a Convenção sobre a Diversidade Biológica, aprovada no Rio de Janeiro, em 5 de junho de 1992.

⁴ LOPES, José, S. L. Sobre processos de “ambientalização” dos conflitos e sobre dilemas da participação. *Horizontes Antropológicos*, Porto Alegre, ano 12, n. 25, p. 31-64, jan/jun. 2006.

⁵ SHANLEY, Patricia; PIERCE, Alan R.; LAIRD, S. A. & GUILLÉN, A. (Eds.). *Tapping the green market: Certification and management of Non-Timber Forest Products*. London: Earthscan, 2002. 456 p.

⁶ Decreto nº. 6.040 de 7/02/2007, institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (PNPCT), Art. 3º. - I: “Povos e comunidades tradicionais: grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição”.

⁷ OSTROM, Elinor. Reformulating the commons. *Ambiente e Sociedade*, Ano V, n. 10, p. 1-21, 1º. Semestre, 2002.

priados e mantidos a partir de uma gestão comunitária regulada por normas e hábitos internos do grupo, expressando distintas e específicas formas de vida. Tais situações sociais podem assegurar a sustentabilidade de uma ampla gama de ecossistemas florestais e aquáticos.

A noção de uso comum pressupõe “recursos abertos”, em que não há uma pessoa beneficiária que mantenha o controle exclusivo do uso e da disposição dos recursos básicos para a comunidade.⁸

...uso comum significa liberdade ou espaços sociais livres das restrições e exigências impostas pelos atos de compra e venda, que concretizam a transformação da terra em mercadoria.⁹

A manifestação favorável dos membros das comunidades às regras de uso comum faz com que eles se mobilizem coletivamente para garantir a sua reprodução. O resultado consiste numa forma de manejo sustentável, porquanto articulada com um processo de produção permanente.¹⁰

As situações variam, sendo que alguns estudos têm enfatizado a importância de arranjos institucionais na regulação dos usos dos recursos e territórios. Em outras regiões florestais no mundo, como na Ásia e África, por exemplo, existem várias iniciativas locais configurando distintas situações de uso coletivo e manejo dos recursos naturais.¹¹

No caso da Amazônia, podemos destacar uma série de iniciativas sustentáveis empreendedoras por povos e comunidades tradicionais que apresentam reivindicações territoriais e lutas de afirmação identitária contra ações devastadoras do meio ambiente.¹² Os conceitos e percepções sobre a questão do meio ambiente variam enormemente entre os diferentes setores da esfera pública e privada, sendo observados diversos conflitos sociais entre povos e comunidades tradicionais e os grandes empreendimentos na Amazônia. Verifica-se, então, a emergência de identidades coletivas objetivadas em movimentos sociais que reivindicam o direito de uso dos territórios e dos recursos naturais¹³ através de processos de “ambientalização” distintos, que permitem analisar criticamente o quadro “natural” de cada contexto.

Resultados de pesquisas recentes já demonstram que a devastação de ecossistemas florestais associada à maior intensificação de queimadas e períodos de seca, causada pela expansão de atividades agrícolas e madeireiras, tem conduzido a mudanças no estoque de carbono e nos padrões regionais de precipitação e seus efeitos de alagamento, alterando os ciclos de energia e da água nas regiões do sudeste e leste da bacia Amazônica.¹⁴

⁸ ALMEIDA, Alfredo W. B. de. Povos e comunidades tradicionais atingidos por conflitos de terra e atos de violência. In: CPT, *Conflitos no Campo Brasil*. São Paulo: Expressão Popular, 2009. p. 64-71.

⁹ ALMEIDA, Alfredo W. B. de. *Op. cit.*, p. 67.

¹⁰ ALMEIDA, Alfredo W. B. de. *Op. cit.*, p. 68.

¹¹ GIBSON, Clark, C.; McKEAN, Margaret, A. & OSTROM, Elinor (Eds.). *People and forests: communities, institutions, and governance*. Massachusetts Institute of Technology, 2000. p. 274.

¹² ALMEIDA, Alfredo W. B. de & CARVALHO, Guilherme (Orgs.). *O plano IIRSA na visão da sociedade civil pan-amazônica*. Belém: Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional/FASE; Observatório Comoval, UFPA, 2009. 248 p. (ver fascículos no site: www.novacartografiasocial.com).

¹³ ALMEIDA, Alfredo W. B. de. *Terras de quilombo, terras indígenas, “babaquais livres”, “castanhais do povo”, faxinais e fundos de pasto: terras tradicionalmente ocupadas*. 2. ed. Manaus: PPGSCA-UFAM, 2008. 192 p.

¹⁴ DAVIDSON, E. A. *et al.* The Amazon basin in transition. *Nature*, v. 481, p. 321-328, 2012.

¹⁵ Os critérios para criação de UC basearam-se nas regiões fitogeográficas da Amazônia, partindo de levantamentos realizados, por exemplo, pelo Projeto Radam sobre geologia, geomorfologia, hidrologia, solos e vegetação. Existem cerca de 478 UC federais e estaduais de proteção integral (UC de uso indireto), que totalizam 37.019.697 hectares, e 436 áreas de uso sustentável em 74.592.691 hectares (RYLANDS, A. B. & BRANDON, K. Unidades de conservação brasileiras. *Megadiversidade*, n. 1. p. 27-35, 2005). As UC de proteção integral não permitem a presença de populações humanas residentes nos espaços delimitados pelas unidades. São eles: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural, Refúgio de Vida Silvestre.

¹⁶ FARIAS Jr., Emmanuel de A. *Do Rio dos Pretos ao quilombo do Tambor*. Manaus: UEA Edições, 2013. 192 p. NAKAZONO, Erika M. Artesãos de arumã no baixo Rio Negro: Iniciativa artesanal da Associação dos Artesãos de Novo Airão. In: ALMEIDA, Alfredo W. B. de & FARIAS Jr., Emmanuel de A. (Orgs.). *Mobilizações étnicas e transformações sociais no Rio Negro*. Manaus: UEA Edições, 2010. p. 50-95.

¹⁷ Conforme LOPES, José. *Op. cit.*

¹⁸ Conceito apresentado em 1983, no Relatório da Comissão Brundtland: *O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades.*

¹⁹ LASTRES, Helena M. M.; CASSIOLATO, José E. & MACIEL, Maria L. (Orgs.). *Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Rio de Janeiro: Relume Dumará/UFRJ, Instituto de Economia, 2003. p. 528.

Mesmo algumas estratégias de conservação através da implantação de Unidade de Conservação (UC)¹⁵, tem-se configurado em cenários de conflitos, como se constata em algumas situações vivenciadas por moradores ao longo do Rio Negro quanto à desconsideração das comunidades tradicionais que residem e residiam nas localidades transformadas, hoje, em UC de uso indireto.¹⁶

Da mesma maneira que o termo “ambientalização” deflagra um neologismo para designar novos fenômenos ou novas percepções¹⁷, o termo “desenvolvimento sustentável”¹⁸ se caracteriza por conceitos contraditórios com relação as novas acepções de “preservação” e conservação de “ambientes naturais”. Sob a perspectiva do processo de “ambientalização” dos conflitos, a contraposição desses grupos sociais aos grandes empreendimentos econômicos – implantação de sistemas agropecuários, de usinas hidrelétricas e sistemas hidroviários, atividades de mineradoras, abertura de rodovias, entre outras –, evidencia a nova configuração da natureza a partir da defesa dos ambientes naturais por esses agentes sociais organizados de forma coletiva.

Em consonância aos dispositivos jurídicos conquistados, são vários os grupos sociais e/ou comunidades que fazem uso do direito da autoidentificação, orientado pelas formas de uso dos recursos naturais, hábitos e fatores étnicos que dão estrutura a sua forma organizacional. Esse direito não se restringe, portanto, a uma limitação espacial e geográfica. Os grupos sociais organizados passam a se apropriar do direito coletivo para realização de empreendimentos “sustentáveis”. Sob a perspectiva econômica podem ser caracterizados como pequenos empreendimentos locais.¹⁹

Iniciativas estudadas

Relacionadas a um processo de “ambientalização”, as iniciativas de artesanatos em fibras vegetais envolvem o uso comum de recursos naturais e de territórios tradicionalmente ocupados como uma estratégia de reconhecimento sociocultural e de visibilidade das formas extrativistas sustentáveis.

A produção de artefatos amplamente utilizados nas atividades econômicas familiares – para colheita e preparo da mandioca, na produção de farinha, utensílios de pesca e de caça, materiais para construção das casas, entre outros –, é também destinada para práticas comerciais. Através de uma diversificada gama de tramas e desenhos elaborados contendo colorações distintas, a simbologia de uma cultura

e/ou etnia é evidenciada e tornada “pública” por meio da venda dos produtos para outras regiões, reforçando o caráter de uma determinada identidade coletiva.

Os grupos estudados neste trabalho podem ser caracterizados como comunidades ribeirinhas agroextrativistas, que, mais recentemente, passaram a incorporar a autodefinição como artesãos. Por habitarem locais próximos aos rios, a pesca se apresenta como uma das principais atividades exercidas para o autoconsumo²⁰, coadunadas ao plantio da mandioca e à produção de farinha. Ambas as iniciativas aqui representadas correspondem a comunidades tradicionais, não indígenas, que constituem formas cooperativas de organização para a gestão de produção e comercialização do artesanato com fibras vegetais. Essas comunidades executam a extração de recursos naturais segundo sistemas de manejo que foram implementados a partir de projetos que atendiam à demanda de práticas sustentáveis. Ambos os grupos foram formados por volta de 1996: a Associação dos Artesãos de Novo Airão (AANA), região do baixo Rio Negro, Amazonas, e o grupo TucumArte, que faz parte da Associação de Moradores, Produtores Rurais e Extrativistas da Comunidade de Urucureá (ASMOPREURA), Rio Arapiuns, Santarém, Pará.²¹ Resumidamente, existem variáveis comuns em ambos os processos: organização familiar e associativa, atividades extrativistas tradicionais, inserção de parceiros e instituições apoiadoras, mercado conquistado para os produtos artesanais, qualidade e aperfeiçoamento da produção, zelo pelo meio ambiente e reivindicações relativas aos direitos de propriedade e usufruto de recursos.

Os casos da AANA e do grupo TucumArte representam iniciativas que geram artesanatos em fibras vegetais, com principal destaque para as fibras de arumã e de tucumã, respectivamente. Ambas as iniciativas são compostas em sua maioria por mulheres, embora haja uma participação quase que exclusivamente masculina no caso da atividade de coleta de arumã. Para compreender melhor as formas de gestão dessas organizações extrativistas, tomei, como ponto de partida, a questão da viabilidade de um desenvolvimento comunitário baseado na produção e comercialização de artesanatos utilizando PFNMs manejados de forma sustentável.²²

Na promoção de projetos ditos “sustentáveis”, sustentende-se a emancipação dos grupos sociais organizados. Ou seja, tais projetos requerem desses novos “empreendedores locais” o controle sobre o uso dos produtos da floresta, considerando a necessidade de equilíbrio entre a demanda do mercado e a demanda ambiental.

²⁰ As atividades para o autoconsumo referem-se ao consumo da família, podendo o excedente ser comercializado. Geralmente, são sistemas produtivos bem adaptados à realidade das comunidades e à disponibilidade de recursos e de mão-de-obra. Assim, garantem-se condições regulares de alimentação, trabalho e, através de trocas ou comercialização, acesso restrito a bens de consumo.

²¹ Em 1996, formou-se um grupo de mulheres de Urucureá organizadas no “Núcleo Mulher Cabocla”. O nome TucumArte foi adotado recentemente, em 2005, como parte de uma estratégia para estimular a presença masculina e a consolidação de uma marca (NAKAZONO, Erika M. *O empreendimento local do artesanato em fibras vegetais, Amazônia Brasileira*. Belém, NAEA/UFPA, Tese (Doutorado), 2007. 312 p.).

²² NAKAZONO, E. M. *Op. cit.* As informações apresentadas neste trabalho foram obtidas nesta pesquisa de doutorado.

Vistos os aspectos históricos de controle político na Amazônia, baseados em formas econômicas desiguais através do controle do crédito e da imobilização da clientela pela dívida, é possível observar uma série de dificuldades enfrentadas pelos grupos quanto à capacidade organizativa e gestão dos empreendimentos locais. Verifica-se, em muitos casos, a incompatibilidade entre aspectos culturais de economias tradicionais e a economia de mercado.²³ Conforme Anderson & Clay²⁴, fatores como ausência de transporte e infra-estrutura adequada em regiões remotas e isoladas da Amazônia, pequena produção, sistema de crédito inapropriado, baixa capacidade administrativa e dependência de subsídios e interlocutores na gestão dos empreendimentos, ausência de subsídios e de políticas de desenvolvimento apropriadas aos produtos florestais da Amazônia, constituem os principais obstáculos socioeconômicos e ambientais para a comercialização de PFNMs.

Somado a isso, verifica-se que muitos dos projetos implantados sob o discurso do desenvolvimento sustentável, por diferentes instituições mediadoras e financeiras, acabam por reproduzir, porém com novos contextos, alguns padrões paternalistas nas formas de intervenção. Apesar da promoção gerada por diferentes instituições, torna-se evidente o emprego de termos apropriados pelos diferentes projetos para a arrecadação de recursos financeiros, tais como “sustentabilidade”, “comunidades locais”, “participação”, entre outros. A circulação destes termos por diferentes grupos de interesses, variando desde o discurso de povos e comunidades tradicionais até setores empresariais²⁵, dificulta o êxito de uma efetiva apropriação dos processos de capacitação e autonomia dos grupos sociais. Verificam-se, contudo, algumas formas cooperativas que obtiveram sucesso como, por exemplo, empreendimentos locais com óleo babaçu gerenciados pelas quebradeiras de coco babaçu.²⁶

A viabilidade do artesanato em fibras vegetais

A principal fibra utilizada pela AANA é obtida da tala de arumã (*Ischnosiphon polyphyllus*, família Marantaceae). Essa espécie é usada na confecção do tupé²⁷ e de jogos de mesa, os dois produtos mais comercializados pela Associação (cerca de 80% da produção da AANA, em análise de 2007). Destacam-se também *paneiros*, cestos, balaios, bolsas, chapéus e luminárias feitos de cipó-ambé, (*Philodendron* sp., família Araceae). E, ainda, os cestos e abanos de tucumã. Já tipitis, para retirar a água da macaxeira e peneiras são confeccionados com outra espécie de arumã (*Ischnosiphon* sp.).

²³ RIBEIRO, Fábio A. N. *Parcerias comunidade-empresa na Amazônia Brasileira*. USP, Dissertação (Monografia), 2004. p. 73. p. 40-42.

²⁴ ANDERSON, Anthony B. & CLAY, Jason (Eds.). *Esverdeando a Amazônia: Comunidades e empresas em busca de práticas para negócios sustentáveis*. São Paulo: Petrópolis; Brasília, DF: IIEB – Instituto Internacional de Educação do Brasil, 2002. p. 202.

²⁵ ALMEIDA, Alfredo W. B. de. Distinguir e mobilizar: duplo desafio face às políticas governamentais. *Revista Tipiti*, p. 6-7, 2003.

²⁶ ALMEIDA, Alfredo W. B. de.; SHIRAIISHI NETO, J. & MARTINS, C. C. *Guerra ecológica nos babaçuais: o processo de devastação das palmeiras, a elevação do preço de commodities e aquecimento do mercado de terras na Amazônia*. São Luis: Lithograf, 2005. p. 186. SHIRAIISHI NETO, Joaquim. *Leis do babaçu livre: práticas jurídicas das quebradeiras de coco babaçu e normas correlatas*. Manaus: PPGSCA-UFAM/Fundação Ford, 2006. p. 77.

²⁷ Tapete feito com tala de arumã trançada. Compõe-se de diversas tramas; nome dado aos desenhos de ascendência indígena, principalmente de etnias do Alto Rio Negro, região de Santa Isabel e São Gabriel da Cachoeira.

No trabalho das mulheres do TucumArte, a fibra mais utilizada provém da palha de tucumã (*Astrocaryum vulgare*, família Arecaceae). O artesanato em tucumã resulta em variados e criativos cestos, suporte para plantas, mandala, porta lápis, descanso de panela, jogo amazônico, dentre outras utilidades.

As duas iniciativas empregam estratégias de manejo que retiram, apenas e parcialmente, partes da planta, como folhas das palmeiras de tucumã, no caso do TucumArte; e talos (caules aéreos) das touceiras de arumã, no caso da AANA. Para ambos os casos, não foram observados impactos negativos sobre os estoques naturais dos recursos. No quadro apresentado em anexo, destacam-se alguns contrastes entre os dois grupos sociais estudados.

As situações analisadas evidenciam sistemas eficazes e com alto potencial econômico para as artesãs. A similaridade entre o modo de vida das famílias das artesãs, entre os grupos estudados, reforça-se pela importância do artesanato em fibras vegetais como fonte de renda complementar na economia familiar. Para as artesãs da AANA, cerca de 80% das famílias possuem renda acima ou igual ao salário mínimo. Já para as famílias do TucumArte, cerca de 50% possuem renda acima ou igual ao salário mínimo oficial do Brasil.

Ambos os empreendimentos se caracterizam como pequenos grupos, embora a estrutura gerencial entre os mesmos varie em grau de complexidade. A AANA, constituída legalmente como Associação, deve realizar a troca constante de sua diretoria interna a cada, pelo menos, dois anos. O caso do TucumArte se estrutura de forma mais simples. Sem a configuração de uma associação, as artesãs não precisam se encarregar de aspectos burocráticos, sobrando mais tempo para a atividade produtiva. A estrutura informal da diretoria não exige muitos esforços de seus membros, sendo que a principal função do grupo se concentra na comercialização dos produtos.

Em ecossistemas florestais distintos, os recursos arumã e tucumã apresentam diferenças biológicas e ecológicas, apesar de possuírem comportamentos de dispersão similares, principalmente no que se refere ao adensamento das plantas em ambientes de capoeira ou próximos de clareiras. A importância de ambientes perturbados, decorrentes da ação antrópica, é fundamental no desenvolvimento e adensamento das plantas estudadas (arumã e tucumã). Tais características são favoráveis ao manejo e atendem à produção de artesanato em pequenos empreendimentos. Porém, a

²⁸ Lei nº. 11.799, de 29 de outubro de 2008: Transforma a Estação Ecológica de Anavilhanas, criada pelo Decreto nº. 86.061, de 2 de junho de 1981, em Parque Nacional de Anavilhanas.

²⁹ SCABIN, Andressa B.; COSTA, Flávia C. & SCHONGART, Jochen. The distribution of illegal logging in the Anavilhanas archipelago (Central Amazonia) and logging impacts on species. *Environmental Conservation*, 39(1):1-11, 2012.

³⁰ FOREST STEWARDSHIP COUNCIL ou, em português, Conselho de Manejo Florestal. O FSC é uma entidade internacional que credencia organizações certificadoras de modo a garantir a autenticidade de suas declarações.

questão do direito de uso dos territórios, na região de Novo Airão, atravança os experimentos de formas inovadoras e eficientes para o uso de arumã. Em termos de gestão fundiária, o município de Novo Airão, está totalmente cercado por áreas de UCs, a saber: o “atual”²⁸ Parque Nacional de Anavilhanas, o Parque Nacional do Jaú, a (Área de Proteção Ambiental (APA) direita do Rio Negro e a Reserva Indígena Waimiri-Atroari. A impossibilidade de manejar os recursos naturais de forma sustentável, por povos e comunidades tradicionais, acarreta, muitas vezes, a exploração clandestina dos produtos florestais e aquáticos por pessoas que chegam de cidades próximas ou da cidade de Manaus (caça de animais silvestres, ação de madeireiros, tráfico de plantas medicinais e material genético). Vários problemas são evidenciados nas ilhas de Anavilhanas, principalmente pela ação devastadora da extração madeireira.²⁹

No caso da AANA, a recuperação da densidade inicial de arumã, para índices idênticos ao do primeiro corte é baixa e requer um tempo prolongado, inviabilizando a realização de ciclos de corte dos talos igual a três anos. Após sete anos de acompanhamento dos locais selecionados para o manejo de arumã, verificou-se que, para adequar a produção de artesanato à sustentabilidade extrativa de arumã, é necessário um número maior de locais de coleta, de modo a permitir a realização de um rodízio de igarapés que suporte ciclos rotativos de coletas mais longos. Além disso, fatores biofísicos, como a incidência de maior luminosidade solar e presença de água nos habitats dessa espécie, são fundamentais para o adensamento de talos nas touceiras de arumã. Ou seja, não é o impacto da atividade extrativista da planta que tem inviabilizado a produção de artesanato, mas sim, a interrupção ao acesso às áreas de extração pela atuação dos institutos ambientais.

Entre os casos analisados, AANA e TucumArte, verificam-se diferentes formas de apropriação de terras públicas. No ano de 2005, o território onde se localiza a comunidade de Urucureá tornou-se parte do Projeto de Assentamento Agroextrativista da Gleba Lago Grande, iniciando uma discussão sobre os Planos de Utilização Territorial entre as várias comunidades. As duas reservas de tucumã, do grupo TucumArte, estão delimitadas na comunidade de Urucureá e são devidamente autorizadas pelas famílias residentes. Essas áreas também são certificadas pelo FSC³⁰.

A impossibilidade de acessar os locais de coleta de arumã nas ilhas de Anavilhanas afeta a disponibilidade de

- ³¹ GIBSON, Clark, C.; McKEAN, Margaret, A. & OSTROM, Elinor (Eds.). *People and forests: communities, institutions, and governance*. Massachusetts Institute of Technology, 2000. p. 274.
- EMPERAIRE, Laure & LESCURE, Jean P. Uma abordagem ecológica comparativa. In: EMPERAIRE, L. (Ed.). *A floresta em jogo: O extrativismo na Amazônia Central*. São Paulo: Editora Unesp/Imprensa Oficial do Estado, 2000. p. 139-148.
- ³² BENATTI, José H.; McGRATH, David G. & OLIVEIRA, Ana C. M. de. Políticas públicas e manejo comunitário de recursos naturais na Amazônia. *Ambiente & Sociedade*, v. 6, n. 2, p. 137-154, 2003.
- ³³ SILVA, Adeilson L. *No rastro da roça: ecologia, extrativismo e manejo de Arumãs (Ischnosiphon spp., Marantaceae) nas capoeiras dos índios Baniwa do Rio Içana, alto Rio Negro, Manaus*. INPA/UFAM, Dissertação (Mestrado), 2004. p. 131.
- ³⁴ O Projeto Arte Baniwa tem sido uma iniciativa promissora com vistas a geração de renda para famílias indígenas. Através deste projeto, os Baniwa objetivam acumular experiências comerciais que poderão servir como referência para as outras 21 etnias que ocupam a vasta Terra Indígena do Alto Rio Negro. FOIRN/ISA; MEC/SEF. *Mapa Livro: Povos Indígenas do Alto e Médio Rio Negro*. Ministério da Educação – MEC e Secretaria de Ensino Fundamental – SEF, 2000. p. 73-123.

Erika Matsuno Nakazono é bióloga, mestre em Ecologia, doutora em Ciências Socioambientais e professora e pesquisadora do Centro de Estudos Superiores do Trópico Úmido (CESTU) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Projeto Novas Cartografias Antropológicas da Amazônia. arumanzal@yahoo.com.br

maiores estoques da matéria-prima, como também a qualidade desta para o processo de produção dos artesanatos de tupé. Para a produção anual de artesanatos do grupo TucumArte, os estoques naturais de tucumã indicam uma reserva considerável do recurso que atende a demanda do grupo, com possibilidade de dobrar a atual produção. O reconhecimento de um *status* fundiário estabilizado é indispensável para a viabilidade de sistemas de manejo³¹, do mesmo modo que requer, para a implantação dos mesmos, mudanças profundas na legislação e criação de novas instituições³².

Quando se impede o acesso aos territórios tradicionalmente ocupados, inviabiliza-se a implantação de sistemas inovadores de manejo que possam ser integrados a estratégias mais concretas de conservação. Para algumas etnias indígenas, com territórios legalmente demarcados e reconhecidos, sistemas de manejo podem ser empregados e testados. É o caso, por exemplo, dos indígenas da etnia Baniwa, na bacia do Rio Içana. Com base em algumas pesquisas realizadas a partir do uso do recurso arumã (*Ischnosiphon* spp.) para produção artesanal de cestarias, os Baniwa pretendem conciliar práticas tradicionais de uso às estratégias inovadoras de manejo e sistemas de plantio. Conforme Silva³³, a prática secular dos Baniwa, na agricultura de corte e queima, produz efeito positivo sobre as populações da planta e a disponibilidade desse recurso para uso no artesanato³⁴.

Para ambos os casos estudados, a coleta de PFNMs não conduz à depredação total dos recursos *in situ*, uma vez associada à extração de folhas e talos, o que reforça a importância de atividades extrativistas desse tipo de recurso para povos e comunidades tradicionais.

O artesanato em fibras vegetais corresponde a práticas sustentáveis por agregar valor sociocultural aos produtos e melhorar a qualidade de vida das famílias através da comercialização e incentivo à produção do artesanato. Entretanto, está-se diante de uma estrutura gerencial diferenciada entre associação – AANA – e grupo – TucumArte –, livrando este último de exigências burocráticas administrativas (estatutos, reuniões ordinárias, conselho fiscal), necessárias para a manutenção de uma associação. Tal distinção permite constatar que os casos estudados referem-se a diferentes formas organizativas apropriadas às condições específicas, que caracterizam cada uma das unidades sociais em pauta.

ANEXO

Fatores da atividade do artesanato em fibras vegetais contrastados entre AANA e grupo TucumArte

Iniciativa	AANA – Associação dos Artesãos de Novo Airão – pessoa jurídica própria	TucumArte – pessoa jurídica da Associação de Moradores, Produtores Rurais e Extrativistas da Comunidade de Urucureá (ASMOPREURA)
Coleta	Coletiva – “grupo de coletores” da AANA. Atividade exercida conforme plano de manejo para extração dos talos de arumã. Instrumento: terçado. Acesso restrito às áreas de ocorrência de arumã pelos institutos ambientais ¹ .	Individual – familiar. Manejo tradicional nas áreas demarcadas na comunidade para extração das “guias” – folhas jovens. Instrumento: terçado ou foice. Livre acesso aos locais de ocorrência do tucumã.
Áreas de Extração	Igarapés próximos ao município de Novo Airão: Dinheiro, Dinheirinho, Sucurijú e Água Branca. Os talos de arumã nos igarapés são mais finos e curtos do que nas ilhas das Anavilhanas.	Duas unidades de manejo do tucumã: Terra Preta e Boa Vista.
Beneficiamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deslocamento ao igarapé de Novo Airão – aquisição dos talos coletados pelo grupo. Armazenamento de talos dentro d’água – “afogar” talos. 2. Desafogo e lavagem dos talos (retirada de cauxi). 3. Transporte dos talos do igarapé até as casas ou sede da AANA. 4. Raspagem dos talos para facilitar pintura; 5. Pintura dos talos (goiaba-de-anta, urucum, fuligem de lamparina). 6. Destalagem – processo para obtenção das talas. 7. Talas pintadas ou não tecidas em diferentes tramas e padrões. 8. Preparação do cipó-ambé – padronização da espessura do fio do cipó para fazer o arremate do tupé. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirada dos espinhos das folhas no local de coleta e amarração em feixes para transporte. 2. Retirada das beiras das folhas e exposição no chão por 2 a 3 dias para secagem da palha. 3. Depois de seca, amarração em feixes para armazenamento das palhas. 4. Separação das palhas que serão pintadas com tinturas naturais produzidas pelas artesãs (várias cores).
Comercialização	Comercialização realizada na loja da sede da AANA em Novo Airão (10% para responsável pela venda) e através de encomendas que são enviadas para Manaus e outros Estados.	Comercialização realizada na loja do grupo na comunidade e através de encomendas que são enviadas para Santarém e outros Estados. 15% do valor vendido é destinado para um fundo social comunitário e 15% para a gerente de comercialização. Produtos certificados pelo FSC ²

¹ Planos de Manejo de Arumã protocolados: Processo nº 02005.003570/00-38 MMA/IBAMA – SUPES/AM, 13/ nov./2000; Processo nº 02005.002322/01-41 MMA/IBAMA – SUPES/AM, 1º/jun./2001. Licença de Operação do IPAAM – Diário Oficial 2 de setembro de 2003, Licença de Operação nº 226/03 do IPAAM / Of. nº 1013/ 2002-DIEF/IBAMA/AM.

² Forest Stewardship Council (FSC) é uma entidade internacional que credencia organizações certificadoras de modo a garantir a autenticidade de suas declarações.

O IMPACTO DA CONSOLIDAÇÃO
DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS
NAS CIDADES DO AMAZONAS
O CASO DE ITACOATIARA E PARINTINS

Tatiana Schor
Thiago Marinho
Moises Augusto Tavares Pinto

A Superintendência da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA – completou 25 anos dia 28 de fevereiro de 2012. O impacto de sua história de desenvolvimento na região norte é inquestionável. Nesse período, a cidade de Manaus tornou-se importante Polo Industrial, produzindo desde biocosméticos, celulares até motocicletas, não só para o mercado regional e nacional, como também sul-americano. Mas qual é o impacto deste modelo de desenvolvimento nas cidades do Amazonas e em escala regional? Como se pode analisar este modelo de desenvolvimento na perspectiva intraestadual? São perguntas dessa ordem que o artigo pretende responder. Para tanto, elege duas cidades no Amazonas – Itacoatiara e Parintins – e busca por meio delas compreender o impacto dessa concepção de desenvolvimento proposta pela SUFRAMA no interior do estado, além de tecer reflexões acerca das propostas atuais de desenvolvimento econômico e social para a Amazônia Brasileira.

Da Zona Franca ao Polo Industrial de Manaus: os impactos das atividades econômicas nas cidades do interior do estado do Amazonas

As desigualdades regionais no Brasil, fruto da herança colonial e sua perpetuação na forma de desenvolvimento das atividades econômicas, é tema recorrente das análises de economistas, sociólogos, geógrafos e demais teóricos que lidam com a realidade. A maneira pela qual as desigualdades regionais são abordadas depende das diversas leituras de dinâmica econômica. No texto clássico de David Ricardo, *Principles of Political Economy and Taxation* de 1817, a forma de resolver as desigualdades encontra uma solução: a ideia de que os países deveriam fazer uso de suas vantagens comparativas para melhorar seu desempenho no comércio internacional. Esta perspectiva ainda se perpetua na teoria econômica e na elaboração de políticas públicas com respeito ao desenvolvimento regional.

No Brasil, as discussões acerca das diversas formas de superação das desigualdades regionais fazem parte do discurso da política e da academia desde seus primórdios. A obra de Celso Furtado, *Formação Econômica do Brasil*, na qual os ciclos econômicos são analisados de forma a mostrar como no seu auge desenvolvem regiões e no seu declínio deixam as mesmas regiões no esquecimento, é ainda tema do debate teórico e empírico nas ciências sociais. Foi este o caso para a zona da mata pernambucana na produção do açúcar, das minas gerais e da Amazônia após o ciclo da borracha.

O auge da borracha estabeleceu as bases urbanas da cidade de Manaus e de algumas cidades do interior do estado do Amazonas, mas a crise manteve estas cidades na sombra do desenvolvimento do seu tempo. Com o reconhecimento da importância geopolítica da cidade de Manaus na manutenção do território na Amazônia Ocidental, o Governo Federal, em 1957, instituiu a Zona Franca de Manaus, que deveria naquele período funcionar como entreposto comercial.¹ Com o intuito de desenvolver a região, em 1967 a Zona Franca foi modificada e instituída a Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), com o objetivo de transformar a Zona Franca em um centro industrial.² Essa transformação gerou na região e em Manaus mudanças socioespaciais significativas que se perpetuam até hoje.

Manaus é o centro dinâmico da Amazônia Ocidental, com o maior contingente populacional e com o PIB municipal ultrapassando o das principais capitais do Brasil.³ A SUFRAMA atua no desenvolvimento econômico da região

¹ FONSECA, Vânia. Manaus: polo de desenvolvimento regional. *Geografia*, vol. 7, outubro 1982, n. 13-14.

² FONSECA, Vânia. *Op. cit.*

³ OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. *Urbanização na Amazônia: o local e o global*. Manaus: INPA/GEEA – Grupo de Estudos Estratégicos Amazônicos, 2010. p. 147-189. (Caderno de Debates, v. III)

OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. Manaus: transformações e permanências, do forte à metrópole regional. In: CASTRO, Edna (Org.). *Cidades na Floresta*. São Paulo: Annablume, 2009. p. 41-98.

OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. Das cidades da natureza à natureza das cidades. In: TRINDADE Jr., Saint-Clair C. da & TAVARES, Maria Goretti da Costa (Org.). *Cidades Ribeirinhas na Amazônia: mudanças e permanências*. Belém: EDUFPA, 2008. p. 15-26.

OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. Espacialidades urbanas como urbanização da sociedade: as cidades e os rios na Amazônia Brasileira. In: OLIVEIRA, Mácio Piñon de; COELHO, Maria Célia Nunes & CORRÊA, Aurea-nice de Mello. (Org.). *O Brasil, a América Latina e o Mundo: espacialidades contemporâneas*. v. II. Rio de Janeiro: Lamparina; FAPERJ e ANPEGE, 2008. p. 165-185.

OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, T. Manaus: transformações e permanências, do forte à metrópole regional. *Op. cit.*

desde 1967 e tem mostrado importante capacidade de se adaptar às mudanças no contexto econômico mundial. Esta capacidade consolida-se a partir do final dos anos 1990, intensificando-se a partir de 2000, nos projetos de novas áreas industriais que configuram o Polo Industrial de Manaus (PIM) e o projeto de Interiorização do Desenvolvimento da Amazônia (AMOC). Estes projetos estão amparados pela retórica do desenvolvimento das atividades vinculadas à bioindústria, organizados estrategicamente com o Centro de Biotecnologias da Amazônia (CBA) e com o Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM).⁴ A consolidação do PIM se manifesta, pelo menos em princípio, na criação e consolidação do Polo de Bioindústrias, que estaria lastreado em tecnologia de ponta e agregação de valor na cadeia produtiva de produtos extrativistas, viabilizando a inserção de diversas localidades e cidades no processo de crescimento econômico. Neste contexto, o Programa de Interiorização do Desenvolvimento da Amazônia, o AMOC, tem como objetivo apoiar a interiorização do desenvolvimento econômico e social da Amazônia Ocidental, tendo como fonte de financiamento os recursos gerados pelo PIM.

A partir da abertura política de mercado do Governo Federal na década de 1990, o modelo de desenvolvimento baseado na Zona Franca de Manaus ganhou nova dinâmica que podemos caracterizar como Polo Industrial de Manaus. Esta dinâmica se consolidou a partir de 2003, com a prorrogação dos incentivos fiscais até o ano de 2023. Neste contexto, a SUFRAMA estabeleceu novas linhas estratégicas, visando produzir impacto maior no desenvolvimento da região da Amazônia Ocidental, diferenciando o período da Zona Franca do atual Polo Industrial. Este fato pode ser objetivamente considerado a partir do Objetivo XIV do Planejamento Estratégico da SUFRAMA: “Aprimorar o processo de interiorização dos efeitos do modelo Zona Franca de Manaus”. Para tal pretende “fomentar a produção no interior da região, com agregação de valores através de indústrias vinculadas que aumente a produção, a atividade econômica e renda regional”.

Nessa perspectiva, considera-se uma mudança significativa entre o período anterior a 2003, que chamaremos de Zona Franca de Manaus, para o período posterior, que denominamos de período Polo Industrial de Manaus. O forte vínculo do discurso da sustentabilidade – econômica, ecológica e social – nas políticas que ordenam o PIM, permite a adoção da seguinte hipótese de análise: a consolidação do

⁴ LIMA, Susane Patricia Melo de. *Cadeia Produtiva dos biocosméticos no Amazonas: da terra ao laboratório, do laboratório à indústria e desta ao mercado*. Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas, Orientadora: Prof. Dra. Tatiana Schor, 19/12/2011.

Polo Industrial de Manaus, em especial do Programa de Interiorização do Desenvolvimento da Amazônia, afetará o crescimento urbano das cidades no Amazonas. Para analisar a hipótese é necessário tecer alguns comentários acerca das cidades e da rede urbana no Amazonas.

As cidades e a rede urbana no estado do Amazonas

O processo de urbanização da Amazônia gerou um conjunto de aglomerados humanos ou uma “floresta urbanizada”⁵. Os dados do IBGE apontam a rápida concentração populacional, principalmente ao longo dos principais rios. A divisão territorial em municípios elevou alguns desses aglomerados humanos à categoria de cidade. No estado do Amazonas, principalmente ao longo da calha Solimões-Amazonas, muitas dessas cidades detêm a forma desta categoria, porém não exercem plenamente suas funções, enquanto que aglomerados humanos denominados de povoados e vilas exercem funções de cidade sem sê-la na ordem jurídica. A maneira pela qual estas funções são exercidas difere de uma cidade a outra devido a um determinado conjunto de arranjos institucionais. Esta é uma realidade específica da região e por isso merece diagnóstico e reflexão que definam a forma e a função das cidades na Amazônia brasileira, os impactos dos projetos de desenvolvimento regional nas cidades e na rede e as políticas urbanas capazes de fortalecer a rede urbana existente.

Para poder realizar uma nova tipificação da rede urbana na Amazônia, capaz de relacionar políticas públicas urbanas e o perfil de urbanização e de criar instrumentos que possam acompanhar as transformações nas cidades, é necessário, em primeiro lugar, rediscutir a periodização da rede urbana da Amazônia, em especial a da calha Solimões-Amazonas na qual se situam as principais cidades do estado do Amazonas. Roberto Lobato Corrêa⁶ considera o estudo da periodização como uma sequência de combinações desiguais das diferentes instâncias da totalidade social (econômica, jurídico-política e ideológica) na qual cada instância detém uma temporalidade específica. A periodização, neste contexto, é interpretada como função da variedade e da intensidade dos processos aos quais uma determinada região foi submetida, sendo a rede urbana a materialização desses processos.

Considerando que o trabalho Rede Funcional Urbana do Amazonas, realizado em 1976, e o Estudo de Hierarquia Urbana: estado do Amazonas, de 1990, englobavam número grande de cidades, não se detendo às especificidades in-

⁵ BECKER, B. *Amazônia: geopolítica do III milênio*. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

⁶ CORRÊA, R. L. A periodização da rede urbana da Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 49(3):39-69, julho 1987.

traurbanas e interurbanas, o programa de pesquisa Rede Urbana na Calha do rio Solimões-Amazonas coordenado pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira (NEPECAB), que deu origem à reflexão aqui exposta, teve como objetivo rediscutir a realidade expressa há mais de 30 anos, propondo elaborar e aplicar uma metodologia de caracterização da rede urbana no estado do Amazonas que considere tais especificidades. Para tal, foram analisadas as cidades sedes de municípios localizados ao longo da calha do rio Solimões e Amazonas visando caracterizar o perfil urbano e a rede urbana da região delimitada.

Nesse contexto, analisar o dado demográfico de maneira abstrata pouco informa sobre o papel desempenhado na hierarquia da rede urbana do estado do Amazonas, principalmente quando se considera a brutal diferença entre os dados de Manaus, com uma população de 1 milhão e 700 mil habitantes, e os da segunda maior cidade do estado, Parintins, com 102 mil habitantes.⁷ Ao abstrair Manaus da comparação, percebe-se ao longo da calha dos rios Solimões e Amazonas dois grupos distintos de cidades: o das que estão com população acima dos 50 mil e o das que estão abaixo deste número. Mesmo considerando esta diferenciação, seria demasiado simplista classificar as cidades com mais de 50 mil habitantes como cidades médias e as demais como cidades de pequeno porte, pois em uma análise mais detalhada do perfil urbano de cada cidade e de sua inserção na rede urbana, percebe-se que a tipologia e a classificação em média ou pequena não é quantitativa em termos demográficos, mas sim relacional em termos de atuação na estruturação da rede urbana da região.

Em estudos anteriores⁸ propusemos uma tipologia que incorporasse parâmetros relacionais, pois consideramos que é necessário compreender o papel de cada cidade na estruturação da rede urbana para se elaborar políticas públicas urbanas específicas para a região, sem as quais a possibilidade de desenvolvimento – aqui entendido como liberdade das pessoas que habitam estas localidades e a sustentabilidade da vida –, fica reduzida a padrões homogêneos que não modificam as estruturas sociais.

Para construir a tipologia proposta à rede urbana do estado do Amazonas, delimitaram-se alguns arranjos institucionais que poderiam, se analisados em conjunto, estabelecer uma hierarquia urbana para essas cidades – tais arranjos são: variáveis históricas, relações intra e interurbana, serviços e comércio, arrecadação de impostos, insumos para a cesta básica regionalizada, índice da construção civil, produtos extrativistas, infraestrutura urbana e fluxos de transporte.⁹

⁷ IBGE. Censo 2010.

⁸ SCHOR, Tatiana; COSTA, Danielle Pereira da & OLIVEIRA, José Aldemir de. *Urban network and territorial management: a new perspective for the Amazon Basin*. IV Congreso Internacional de Ordenamiento Territorial, San Luis Potosí, México, nov. 2007.

SCHOR, Tatiana & MORAES, A. O. O papel dos núcleos urbanos na manutenção da vida. In: CRUZ, Gustavo & ANDRADE, Saulo. *Rio Negro, Manaus e as Mudanças no Clima*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008. p. 47-52.

⁹ SCHOR, Tatiana & COSTA, D. P. Rede urbana na Amazônia dos grandes rios: uma tipologia para as cidades na calha do rio Solimões – AM. In: PEREIRA, Elson & DIAS, Leila Christina. *As cidades e a urbanização no Brasil: passado, presente e futuro*. v. 1, Florianópolis: Insular, 2011. p. 129-146.

OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. *Urbanização na Amazônia: o local e o global*. Op. cit.

Os arranjos institucionais permitiram a construção de uma tipologia própria para a rede urbana analisada a partir da infraestrutura existente, buscando compreender as dinâmicas internas e externas de cada cidade. Como resultado dos arranjos institucionais, identificaram-se na calha do rio Solimões-Amazonas/AM dois grupos distintos de cidades (médias e pequenas) e deles subgrupos (responsabilidade territorial, dinâmica econômica externa e dependente) no que se refere à construção de uma tipologia e hierarquização urbana. Tem-se, então: Cidades Médias de Responsabilidade Territorial (Tabatinga, Tefé e Parintins); Cidades Médias com Dinâmica Econômica Externa (Coari); Cidades Médias com Função Intermediária (Manacapuru e Itacoatiara); Cidades Pequenas de Responsabilidade Territorial (Benjamin Constant, Santo Antônio do Iça e Fonte Boa); Cidades Pequenas com Dinâmica Econômica Externa (Codajás, Iranduba e Carreiro da Várzea); Cidades Especiais (São Paulo de Olivença, Amaturá, Tocantins, Jutai, Uarini, Alvarães, Anori, Anamá, Silves, Uricurituba e Uruará). Com isso, foi possível elaborar tipos de cidades que são classificadas pelo seu papel na dinâmica da rede urbana.¹⁰

¹⁰ OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. *Urbanização na Amazônia: o local e o global*. *Op. cit.*

A análise dos aspectos fixos permite compreender o perfil urbano de cada uma das cidades, e a análise das medidas de fluxo revela a sua interação na rede urbana que se estabelece ao longo da calha do rio Solimões-Amazonas, o que, por sua vez, permite propor uma tipologia para as cidades da região. Porém esta análise não permitiu, em um primeiro momento, identificar as variáveis relacionais de fluxo, em especial a influência oriunda de Manaus, devido ao impacto das atividades do PIM e da consolidação do AMOC na região.

Associada aos critérios demográficos tradicionais, a distribuição espacial de variáveis como infraestrutura de serviços, disponibilidade de equipamentos de saúde, segurança e do setor financeiro, tornou evidente as diferenças entre a microrregião do Alto rio Solimões e Baixo rio Amazonas, sendo as cidades situadas na calha do Amazonas e aquelas do Solimões próximas a Manaus (Iranduba; Manacapuru; Itacoatiara) as que apresentaram maior quantidade e diversidade de serviços; vale ressaltar que estas cidades constituem a Região Metropolitana de Manaus, desde 2008.

Claramente as cidades ao longo do rio Amazonas dispõem de um maior número de serviços e de infraestrutura quando comparadas com as localizadas no rio Solimões. A principal razão para esta diferença é o fato de que a rede urbana ao longo do Amazonas está conectada tanto com

Santarém quanto com Belém, recebendo influência direta destas, além de estarem localizadas no trajeto do fluxo de mercadorias e pessoas entre as duas metrópoles regionais, Belém e Manaus. Afora esta conexão, existe também a rede de transporte de mercadorias e pessoas que vêm de Porto Velho pelo rio Madeira, desembocando em Itacoatiara. A repavimentação da BR 319 deverá modificar ainda mais este quadro, fortalecendo determinados aspectos da rede urbana na calha do Amazonas no estado do Amazonas.

Outro resultado obtido nas análises dos arranjos institucionais está relacionado à dinâmica da rede urbana na calha do rio Solimões. Existe uma concentração das funções urbanas em dois pontos da rede – no alto Solimões, as cidades de Tabatinga e Benjamin Constant, e no médio Solimões, as cidades de Tefé e Coari. Estas cidades não só detêm a maioria dos serviços, mas, mais radical, só elas detêm determinados serviços se considerada a ausência de alguns elementos essenciais para a função urbana, tal qual o sistema financeiro.¹¹

A análise do conjunto dos arranjos institucionais que permitiu definir a tipologia de cidades de responsabilidade territorial é interessante, na medida em que possibilita compreender as articulações específicas entre estas e as demais cidades da calha. A tipologia adotada é importante no estudo das cidades no Amazonas, e conseqüentemente na Amazônia, pois permite resgatar a relevância do urbano em cidades que, se julgadas pelos critérios correntes e em uma escala inadequada, não se perceberia sua importância e desapareceria do mapa, como no caso de diversos mapas utilizados para representar as cidades no Brasil – veja os mapas do IBGE e também do ReCiMe¹². O argumento que aqui se estabelece é que, devido à localidade e ao posicionamento na rede urbana do estado do Amazonas, as cidades de Itacoatiara e Parintins deverão sofrer transformações físicas e econômicas decorrentes da consolidação do Polo Industrial de Manaus. Para isso, consideraremos alguns aspectos históricos, demográficos, econômicos e culturais em ambas as cidades, visando identificar quais seriam os possíveis impactos do PIM sobre as mesmas e, por conseguinte, na rede urbana no Amazonas.

Periodizando a rede urbana de Itacoatiara e Parintins

Parintins possui 102.033 habitantes, sendo assim, é a segunda cidade mais populosa do Amazonas, e Itacoatiara, a terceira com 86.839 habitantes¹³. A agropecuária (14,96%) e os serviços (74,50%) possuem participação expressiva

¹¹ SCHOR, Tatiana; COSTA, Danielle Pereira da & OLIVEIRA, José Aldemir de. *Op. cit.*
OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. *Urbanização na Amazônia: o local e o global. Op. cit.*

¹² BRANCO, M. L. G. C. Algumas considerações sobre a identificação de cidades médias. In: SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (Org.). *Cidades médias: espaços em transição*. São Paulo: Expressão Popular, 2007. p. 89-112.

¹³ IBGE. Censo 2010.

no PIB municipal de Parintins e a mesma configuração se repete em Itacoatiara. Os principais repasses municipais de Itacoatiara e Parintins são, respectivamente, FUNDEB (41,93% e 46,12%), ICMS (35,39% e 26,83%) e FPM com 20,79% e 25,84% do total de transferências. Estes dados demonstram a fragilidade da economia urbana em ambas as cidades, baseada principalmente em serviços.

Para se compreender a dinâmica socioeconômica nas duas cidades, é necessário compreender a dinâmica da rede urbana da qual ambas participam. Segundo Corrêa¹⁴, a periodização da rede urbana reconstrói o tempo espacial, ou seja, coloca em evidência momentos diferenciados que caracterizam o processo de elaboração da organização espacial. Assim, propõe-se analisar a representatividade das cidades de Itacoatiara e Parintins a partir da periodização da rede urbana do Amazonas.

As cidades de Itacoatiara e Parintins surgem como consequência do processo de intensificação da ocupação Luso-Brasileira na Amazônia a partir do século XVII. Os luso-brasileiros, a fim de adquirir posição vantajosa, controlando a circulação de um vale, localizaram as aldeias e fortins, principalmente, às margens do rio Amazonas e, em muitos casos, na confluência de um afluente. Como exemplos, têm-se a Aldeia dos Tapajós (Santarém), Óbidos e Tefé, além de outras aldeias missionárias como

Surubiú (Alenquer), Jamundás (Faro), Gurupatiba (Monte Alegre), Maturu (Porto de Moz), Vila Bela da Imperatriz (Parintins), Saracá (Silves), Vila de Serpa (Itacoatiara), Alvelos (Coari) e Mariuá (Barcelos). Nesse mesmo período, foi fundado o Forte de São José do rio Negro, em 1669, onde se desenvolveu a aldeia missionária de Manaus. Essas aldeias, segundo Corrêa¹⁵, constituíram-se o princípio da formação da rede urbana comandada por Belém, que era o centro de exportação para Lisboa dos produtos colhidos.

¹⁴ CORRÊA, R. L. A periodização da rede urbana da Amazônia. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, 49(3):39-69, julho 1987.

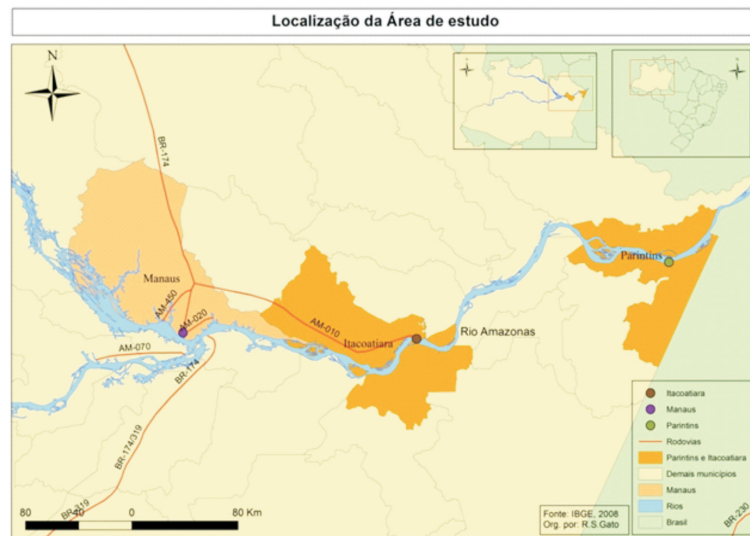


Figura 1: Mapa de Localização dos municípios e das cidades de Itacoatiara e Parintins, Amazonas

¹⁵ CORRÊA, R. L. A periodização da rede urbana da Amazônia. *Op. cit.*

A implantação da Companhia Geral do Grão-Pará e Maranhão (1755) trouxe relativo desenvolvimento à rede urbana amazônica, até então embrionária, decorrente não da incorporação de novas áreas à economia colonial e o consequente aparecimento de novos núcleos dotados de funções urbanas, mas sim da expansão das atividades produtivas nas áreas já incorporadas economicamente.

A política do Marquês de Pombal (1750-1780) de inserir, de modo mais expressivo, a economia amazônica no mercado mundial, afetando a rede urbana, seguiu esses acontecimentos: 1) transferência, já em 1751, da capital do estado de Grão-Pará e Maranhão, de São Luiz para Belém, ocorrendo em 1772 a separação dos dois estados; 2) imposição do fim do poder eclesiástico e concessão de liberdade aos índios; 3) doação de sesmarias para colonos e soldados para que cultivassem a terra; 4) introdução, a partir de 1756, de escravos africanos para os cultivos comerciais que são incentivados pela empresa monopolista; 5) expansão dos cultivos de cacau, café, fumo e outros produtos, bem como a intensificação do extrativismo vegetal e da pecuária; 6) ampliação das importações de produtos manufaturados europeus; 7) criação e reativação de numerosos fortes visando à proteção da Amazônia contra interesses externos; 8) elevação, entre 1755 e 1760, de 46 aldeias missionárias à categoria de vila (entre essas, Tefé, Itacoatiara e Parintins); 9) criação em 1755 da Capitania de São José do Rio Negro, base atual no estado do Amazonas, com capital em Barcelos.

As implicações decorrentes das ações da Companhia especializaram-se de forma desigual, criando diferenciação entre os núcleos de povoamento. Surge a hierarquia político-administrativa (em cada uma das duas capitanias passa a existir uma capital, várias vilas e numerosos povoados) em cujo topo situa-se Belém.

Contudo, a estagnação econômica e regional, entre o final do século XVII e a primeira metade do século XIX, afetou a rede urbana amazônica. Dois eventos se apresentam como os principais responsáveis: a extinção em 1778 da Companhia Geral do Grão-Pará e Maranhão e o fato de o panorama mundial não favorecer mais os produtos tropicais em geral.

Entre 1850-1920 a rede urbana amazônica ganha nova dimensão, tanto econômica quanto social, decorrente do *boom* do extrativismo da borracha revigorando a economia e o processo de urbanização. O aumento da produção da borracha baseada no extrativismo amplia a área ocupada, gerando a necessidade de novos núcleos urbanos; os já exis-

tentes são revigorados, em consequência, também, da revalorização econômica de suas respectivas hinterlândias. Esse processo intensifica as relações entre os núcleos de povoamento resultante da circulação mais intensa de mercadorias que circulavam pela densa rede fluvial amazônica. A acumulação de excedente do sistema de “aviamento”, mecanismo básico da circulação de mercadorias nesse período, e a consequente concentração de poder político, refletiram no investimento nas cidades de Manaus e Belém, tanto por parte do Estado como de capitais privados, em obras de melhoramentos urbanos.

Nesse período, a Vila de Serpa (Itacoatiara) e a Vila Bela de Imperatriz (Parintins) são elevadas a categoria de cidades, tornando-se Itacoatiara e Parintins, respectivamente. As duas cidades se modernizam graças aos investimentos propiciados pelo desenvolvimento da economia do látex, destacando-se pelo crescimento populacional e por suas economias. Em Itacoatiara, um dos fatores dessa modernização é a implantação de sua alfândega em 1872, criada para reforçar a política de autonomia empregada pelo Amazonas, a fim de sair da dependência do Pará, tornando esta um dos centros exportadores de borracha do estado, produto vindo dos mais distantes seringais, especialmente do rio Madeira e região.

Outra interessante contribuição para a periodização da rede urbana da Amazônia e no Amazonas foi realizada por Samuel Benchimol em seus estudos sobre a comunidade judaica na região. Tanto Parintins quanto Itacoatiara tiveram importantes comunidades judaicas que se formaram no período do auge da borracha e se mantiveram até a década de 1950. Benchimol, ao estudar o êxodo judaico, em especial de judeus marroquinos, que chegam à Amazônia no auge da exploração da borracha, considera cinco períodos que exemplificam bem os ciclos econômicos da região: 1) Os pioneiros (1810-1820) que, aviados por prósperos comerciantes e firmas de propriedade de judeus de Belém e Manaus, foram para o interior subindo o rio Amazonas e Solimões até Iquitos; 2) a interiorização (1820-1850), a partir dos pioneiros, os judeus subiram os rios Madeira, Purus e Tapajós trabalhando nas casas comerciais nos seringais e, de acordo com Benchimol, foram os primeiros donos regatões; 3) o *boom* do ciclo da borracha (1850-1910), quando, com mais recursos, diversas casas comerciais foram formadas e a comunidade trouxe das judarias de Marrocos novas levas de imigrantes; 4) o êxodo do interior para Manaus e Belém (1920-1950) e, por fim; 5) o tempo dos doutores (1950-1970), a diáspora carioca e paulista. Em

ambas as cidades analisadas, percebe-se o impacto principalmente dos ciclos de interiorização das comunidades judaicas e o seu êxodo com a crise econômica que abala as cidades com o fim do ciclo da borracha.

No estado do Amazonas, a cidade de Parintins teve a maior comunidade judaica, não considerando Manaus, seguida por Itacoatiara. Ambas têm até hoje cemitérios judaicos, o de Parintins com 65 lápides (de 1886 a 1980) e Itacoatiara com 44 lápides (de 1876 a 1980), ficando atrás somente de Manaus, com dois cemitérios, e seguidas de Tefé, com 25 lápides (de 1888 a 1956).

Em ambas as cidades, os descendentes de judeus marcaram a política. No caso de Itacoatiara, a principal avenida (Avenida Parque), urbanizada com árvores européias (os benjaminzeiros), foi idealizada e construída por Issac José Perez, prefeito entre 1926 e 1930. Na cultura, Parintins conta ainda hoje com a família Assayag, cujos membros são importantes compositores de músicas de boi (“toadas”) no Festival Folclórico. Nas duas cidades, o número de casas comerciais de propriedades de famílias judaicas é significativo. Mas, com a estagnação econômica, a comunidade judaica se dispersa indo a Manaus, Rio de Janeiro, São Paulo e exterior. Essa periodização étnico-religiosa exemplifica a dinâmica migratória e econômica que aconteceu na região e nos fornece elementos para entender a dinâmica da rede urbana em toda a sua complexidade.

A segunda estagnação econômica da Amazônia é resultante da decadência da borracha na região. Com a retirada de sementes e mudas de seringueiras na década de 1880, a serem distribuídas em toda Ásia, quente e úmida, a borracha brasileira ganha concorrência no mercado mundial, sendo no período de 1911-1920 ultrapassada pela produção asiática.



Figura 2: Cemitérios Israelitas em Itacoatiara (acima) e Parintins (abaixo). Fonte: Acervo NEPECAB, 2011.

A estagnação resulta na diminuição do afluxo migratório para a Amazônia, assim como a existência de certo refluxo para as áreas de origem. Uma das consequências desse processo é a diminuição absoluta da população das pequenas cidades. No entanto, nesse período, alguns dos pequenos núcleos urbanos apresentaram crescimento importante, que, por fatores presentes em sua área de influência, resultaram em certo dinamismo.

Um dos exemplos que merece destaque são as cidades do médio Amazonas “revalorizadas a partir de 1935, aproximadamente, pela introdução e difusão, pelos japoneses, da cultura da juta praticada nas várzeas do Amazonas no trecho entre Manaus e Santarém”¹⁶. O ciclo econômico da juta¹⁷ tem seu início no município de Parintins, ampliando o cultivo posteriormente para outros municípios do Amazonas e do Pará. A cidade de Itacoatiara também participará de maneira significativa nesse ciclo, que se estende de 1932 à primeira metade da década de 1980.

A história da juta em Parintins inicia com a chegada de uma missão chefiada pelo deputado Dr. Tsukasa Uetsuka, vindo do Japão, com a finalidade de escolher no município um local destinado à instalação do núcleo de Kotakuseis (como eram chamados os alunos diplomados pela Escola Superior de Colonização do Japão).

Em 1930, o agora Ministro da Agricultura do Japão, Dr. Uetsuka, cria o Instituto Amazônia, o qual recebe permissão do Governo Federal para fundar em Parintins o Instituto de Estudos Agrícolas para Imigração Japonesa, localizado onde hoje é a Vila Amazônia.

O instituto tinha como objetivo desenvolver a cultura da juta na região, mas devido à fibra não ser nativa, com sementes vindas da Índia, as primeiras experiências tiveram resultado negativo. Mas, nos anos de 1934/35, o colono e técnico agrícola Ryota Oyama conseguiu, por meio de uma série de testes, produzir pés de juta adaptados à região e semelhantes aos indianos. A partir daí, o cultivo da juta ganhou interesse não somente dos colonos japoneses, mas também dos ribeirinhos, e se tornaria a principal atividade econômica no médio Amazonas nesse período.

Na década de 1930, a cidade de Parintins contava com duas unidades prensadoras instaladas, a Brasmentol Caçapava e a Companhia Têxtil do Castanhal, que trabalhavam no processo de enfardamento da fibra da juta apertando-a em feixes a amarrando-as em fardos de 50kg. Parte da produção era exportada para as indústrias de Manaus ou para o exterior e outra parte vendida para a indústria local. A Compa-

¹⁶ CORRÊA, R. L. A periodização da rede urbana da Amazônia. *Op. cit.* p. 55.

¹⁷ A juta é uma fibra têxtil vegetal que cresce em climas úmidos e tropicais. Tem sua origem na Índia, mas preferre-se atribuir a origem da *Corchorus capsularis* à região Indo-Burmânica, no sudeste da Ásia, enquanto outra espécie, a *Corchorus olitorius* é originária do Kordofan, no Sudão Anglo-Egípcio. Entretanto, a juta encontrou região privilegiada na Bacia do rio Ganges, na Índia, onde foi cultivada originalmente no ano de 1837. No Brasil, em especial no Amazonas, ela foi a matéria prima para a produção de sacarias para o café antes do surgimento do polipropileno (sacarias de plástico), uma das causas principais para o declínio desse ciclo econômico.

nhia Fabriljuta de Parintins, fundada em 1932, era a indústria de beneficiamento da cidade que produzia sacarias, telas, fios de aniagem, tapetes e outros. No ano de 1964, Parintins movimentava nos seus portos cerca de 1/3 a 1/4 da produção estadual de fibra de juta.

Em Itacoatiara, o cultivo da juta se inicia em 1950. Uma década após, as fábricas I. B. Sabbá & Cia, Chibly Abraham & Cia, Cooperativa Mista de Itacoatiara e Companhia Brasileira de Fiação e Tecelagem de Juta (Brasiljuta) passaram a funcionar, trabalhando tanto no processo de enfiamento da fibra em feixes, quanto no seu beneficiamento em sacarias. Assim como em Parintins, em Itacoatiara a juta representou o fortalecimento de sua economia pós-declínio da economia da borracha. Desse modo, as fábricas das duas cidades captavam a maior parte da produção de juta dos municípios circunvizinhos e o produto beneficiado era revendido para Manaus e Centro-Sul do país. Para a rede urbana desse período, o ciclo da juta consolidou a representatividade econômica das duas cidades em relação às demais de sua rede e dinamizou o intercâmbio comercial com a capital do estado.

A parceria entre o Estado, com os incentivos fiscais disponibilizados de Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), e o capital privado, promove a instalação das unidades industriais madeireiras, sendo Itacoatiara eleita, posteriormente, pelo Estado, como novo polo madeireiro na Amazônia. Nessa década, a cidade tem o maior crescimento demográfico de sua história, ocorrendo no início da década de 1980 a inversão populacional, ou seja, com uma maior concentração de habitantes no meio urbano que no campo. Contudo, no final da década de 1980 e início de 1990, as atividades industriais madeireiras começaram a experimentar um período de crise. Três fatores contribuíram para esse processo: 1) a discussão acerca da Constituição de 1988, que ameaçava a manutenção da SUFRAMA; 2) a recessão da economia brasileira; 3) as mudanças sofridas que permitiam a abertura do mercado nacional à concorrência externa no início da década de 1990.

Como reflexo da crise, grandes empresas foram vendidas ou fecharam, como a Carolina Indústria e Comércio de Madeiras Tropicais S/A e a Gethal Amazonas S/A. Em 1997, o município esboça sinal de mudança, com a criação do Polo Moveleiro, mas sem grande resposta, o ano de 2000 marca o fim dessa alternativa econômica.

Em 1995, com a parceria entre o governo do estado e grupo mato-grossense André Maggi, criou-se o Terminal Por-

tuário Privativo Misto de Itacoatiara (TPPMI). O terminal visava reduzir os custos de transporte da soja do Mato Grosso, até então feito pelos portos de Paranaguá, Paraná ou Santos, São Paulo. A soja sai da região da Chapada dos Parecís até o Terminal Graneleiro de Porto Velho, Rondônia, daí é embarcada em balsas que fazem o percurso até Itacoatiara pela hidrovia Madeira/Amazonas. A posição estratégica do terminal em Itacoatiara possibilita maior facilidade de escoamento da produção da soja para os Estados Unidos e reduz o percurso para a África e Europa.

Para o município de Itacoatiara, o terminal trouxe desenvolvimento em diversos setores, a saber: 1) incentivos no agronegócio pelo Grupo André Maggi, por meio da empresa Agropecuária Jesuíta Ltda, mediante o arrendamento de terras em suas três fazendas no município, para o cultivo rotativo de arroz e soja; o beneficiamento é feito pela própria empresa e comercializado em Itacoatiara e Manaus; 2) os empregos diretos e indiretos gerados pelas empresas que compõem o *holding* do Grupo André Maggi; 3) o alto volume de exportação, tendo as empresas Amaggi Exportação Importação Ltda, Bunge Alimentos S/A e Agrícola e Pecuária Morro Azul Ltda exportado, entre 1997 e 2005 mais de um bilhão e seiscentos milhões de dólares pelo terminal; 4) a terceira posição de maior PIB do Amazonas, decorrente das receitas das exportações do terminal.

Em Parintins, o ano de 1975 marca a chegada do município ao topo no ranking do efetivo de rebanho bovino no estado do Amazonas; após esse ano, até 2008, o município oscila entre a primeira e a terceira posição.¹⁸ A agropecuária cresceu de modo bastante significativo em Parintins, sendo essa uma de suas principais atividades econômicas.

A década de 1980 marca o declínio da economia da juta em Parintins, com a falência, em 1984, da principal fábrica desse setor na cidade, a Companhia Fabriljuta de Parintins. Nas indústrias do Amazonas, os custos de produção cresciam, enquanto a capacidade de absorção do mercado consumidor se reduzia. Três fatores foram responsáveis por isso:

¹⁸ IBGE. Censo Agropecuário 1974-2008.



Figura 3: Porto da Hermasa e balsa de carregamento de soja, Itacoatiara. Fonte: Acervo Nepecab, fevereiro 2011

1) trabalho em regime de expressiva capacidade ociosa e dificuldades no capital de giro das fábricas; 2) surgimento do concorrente polipropileno na produção de sacarias em plástico; 3) queda das vendas de sacas para o café, devido à diminuição da exportação deste produto.

Em decorrência desse fato, ocorre a inversão populacional no município; a cidade, pela primeira vez, concentra mais habitantes que o campo. Desde então, esta realidade se mantém: o esvaziamento da área rural do município e o crescimento populacional da cidade. Contudo, nessa mesma década, surge uma nova atividade econômica a revigorar o município pós-declínio da economia da juta. O Festival Folclórico do Boi-Bumbá de Parintins ganha fôlego nesse período, posicionando-se como a principal atividade econômica da cidade, tornando-a conhecida nacional e internacionalmente.

A periodização da rede urbana das cidades de Itacoatiara e Parintins vem fortalecer a representatividade e a importância desses dois centros urbanos para o Amazonas desde o século XVII. No período atual, o setor de serviços, em especial o ensino superior, apresenta-se como o dínamo a redefinir o papel nas cidades médias brasileiras, e para as duas cidades não é diferente.

As cidades médias, desde meados do século XIX, tinham papéis definidos, em grande parte, pela situação geográfica que ocupavam e/ou papéis político-administrativos que desempenhavam. Assim, a relevância da cidade média tinha, e ainda tem, relação direta com a área sobre a qual exercia influência. Se antes a área de influência era determinada pela distância que as pessoas estavam dispostas a percorrer para adquirir bens e serviços de uma cidade média, essa área de influência, atualmente, é caracterizada, sobretudo, por articulações espaciais que não dependem mais da continuidade territorial.¹⁹

Apesar de tradicionalmente as atividades econômicas do setor primário e secundário serem consideradas como os principais agentes do desenvolvimento, tem-se uma mudança radical na Amazônia a partir da década de 1990 e a crescente importância do setor terciário, de serviços. Sem dúvida, em muitas cidades, a principal economia é a do “colarinho branco” ou, como se costuma dizer no Amazonas, “do contra-cheque” dos funcionários públicos (de todas as esferas) e dos militares. Neste contexto, ao se analisar o espaço intra e interurbano de Itacoatiara e Parintins, pode-se perceber um novo e importante elemento na dinâmica econômica e populacional relacionada ao setor de serviços: a educação superior.

¹⁹ SPOSITO, M. E. B.; ELIAS, D.; MAIA, D. S. & GOMES, E. T. A. O estudo das cidades médias brasileiras: uma proposta metodológica. In: SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (Org.). *Cidades médias...* Op. cit. p. 35-68.

Em trabalho anterior, referente à segregação socioespacial na cidade de Parintins, identificaram-se as possíveis causas de migração dos chefes de domicílio dos bairros que correspondiam à área de expansão da cidade (bairros de Itaúna I, II e Paulo Corrêa) e observou-se que a busca por educação era maior do que a busca por emprego. A busca por educação estava direcionada para os filhos já numa expectativa do ingresso desses no ensino superior disponibilizado na cidade, redefinindo o papel do ensino na constituição da rede urbana no Amazonas.

Leituras do impacto do PIM e da Zona Franca Verde: a educação superior e os mototáxis

A dinâmica econômica das cidades de Itacoatiara e Parintins apresenta grande importância, tanto no âmbito municipal, como cidades-sede dos municípios, como em termos microrregionais, haja vista o fato das atividades desenvolvidas nas cidades, principalmente com relação à saúde e educação superior, atenderem a população residente em outros municípios, tanto no estado do Amazonas, quanto no Pará.

Considerando o setor industrial, verificou-se em ambas as cidades que este é praticamente inexistente. Embora exista legalmente em Parintins a disponibilidade de uma área da cidade para implantação de um parque industrial, não existe ali nenhuma atividade produtiva que possa ser classificada como indústria. As atividades existentes envolvem movelarias com uso de baixa tecnologia, olaria, uma fábrica de asfalto, o campus da Universidade do Estado do Amazonas e a lixeira pública da cidade. A inexistência de equipamentos industriais implica inexistência de distritos industriais propriamente ditos. O único distrito industrial do estado é o de Manaus.

De acordo com o presidente da Associação de Indústria e Comércio Local (ACIPAR), Parintins não recebe nenhuma forma de incentivo (fiscal, subsídio etc.) por parte dos governos federal, estadual e municipal. O que, na visão do entrevistado, prejudica o desenvolvimento do setor. Para o presidente, outra causa para a deficiência, está associada à divulgação “equivocada” pela mídia sobre o fornecimento de energia que seria instável e de custo elevado. Segundo ele, o gargalo no fornecimento de energia refere-se à necessidade de ampliar o número de transformadores e não à capacidade de energia gerada. Este também é o caso de Itacoatiara, que no passado recente tinha um conjunto de manufaturas ligadas às madeireiras; na atualidade, em ter-

mos “industriais”, pode-se considerar somente o porto da Hermasa e a fábrica de óleo de soja, que exporta para fora da região e do país todo o óleo produzido.

De fato, durante os meses de agosto a outubro de 2010, período de seca recorde – pior seca registrada pelo Serviço Geológico do Brasil desde que os registros começaram, em 1963 –, houve falta de energia elétrica, quase diária, em todas as cidades do Amazonas, incluindo Parintins, Itacoatiara e Manaus. É importante ressaltar que o abastecimento de energia se dá em Itacoatiara e Parintins, como nas demais cidades, por termoelétrica (diesel). O combustível para Parintins é transportado por balsas próprias de Itacoatiara, talvez a única ligação entre ambas, e no período da seca o transporte do mesmo fica debilitado. Essa realidade, sem dúvida, limita a possibilidade de desenvolvimento de um setor industrial em ambas as cidades e nas demais do interior. A questão do fornecimento de energia, constância e qualidade, é um gargalo no setor industrial do Amazonas. O modelo em vigor, centrado na geração de energia por termoelétrica, além de instável, é ecologicamente contestável.

A Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) já teve um posto de atendimento na cidade de Parintins, com sede própria, onde hoje se encontra instalada a Câmara dos Vereadores. De acordo com o presidente da ACIPAR, reativar esse posto, assim como implantar uma unidade da AFEAM (Agência de Fomento do Amazonas), são fundamentais para que o desenvolvimento industrial deslanche, o que se constitui numa das metas estabelecidas pelo planejamento estratégico da gestão atual.

O Programa Zona Franca Verde (ZFV), criado pelo governo do estado do Amazonas, via SUFRAMA, assume como missão promover o desenvolvimento sustentável do estado do Amazonas, a partir de sistemas de produção florestal, pesqueira e agropecuária ecologicamente sustentáveis, socialmente justos e economicamente viáveis, tudo aliado à proteção ambiental e ao manejo de unidades de conservação e terras indígenas.

Uma das relações que os municípios de Itacoatiara e Parintins estabelecem com a Zona Franca Verde ocorre através do PROMOVE (Programa de Regionalização de Móveis Escolares da Rede Estadual de Ensino). Esse Programa, criado no ano de 2005, dentro do Programa Zona Franca Verde, respondia: (1) a uma preocupação do Estado de regionalizar a produção das carteiras escolares; e (2) às demandas relatadas e trazidas por alunos da rede pública estadual de ensino em relação às antigas carteiras escolares.

O Programa de Regionalização de Móveis Escolares é uma das mais importantes ações do Programa Zona Franca Verde para o desenvolvimento do polo moveleiro do estado, tendo como matéria-prima a madeira oriunda dos Planos de Manejo Florestal Sustentável e, além da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS), Secretaria de Produção do Estado do Amazonas (SEPROR), Secretaria Estadual de Trabalho e Cidadania (SETRACI), extinta Agência de Florestas – AFLORAM e ADS, envolve instituições como Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica (FUCAPI), Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Hoje são 14 fornecedores de carteiras escolares distribuídos em 13 municípios oficiais que participam deste Programa.

Percebe-se claramente que a proposta de “interiorização do desenvolvimento”, presente no plano estratégico da SUFRAMA, não tem conseguido sair do papel. A infraestrutura para a consolidação de um Polo Industrial em Itacoatiara e em Parintins é uma das principais razões, mas não a única, pois os processos de desenvolvimento geográfico desiguais na região tendem a concentrar a grande e esmagadora maioria das atividades econômicas e os novos agentes na cidade de Manaus, mantendo com isso sua primazia na rede urbana e as desigualdades territoriais.

O que se percebe nestas cidades, e que pode estar relacionado às políticas de interiorização do desenvolvimento, é o aumento significativo da oferta de cursos do ensino superior público, principalmente da Universidade do Estado do Amazonas, além do aumento significativo do consumo de motos produzidas no distrito industrial no Polo de Duas Rodas.

O impacto do ensino público superior nas cidades

As instituições de ensino superior contribuem em muito na conformação do perfil urbano das cidades no estado do Amazonas. A cidade de Manaus, até bem pouco tempo, concentrou grande parte das atividades de ensino superior, em especial as instituições públicas. Com a criação, ampliação e consolidação dessas no interior do estado, cria-se uma nova rede de instituições atuando em mais de um local e de forma permanente. Em muitas cidades esse processo implicou posteriormente a instalação de universidades particulares e cursos de pós-graduação, em especial *as lato sensu*, motivadas pela abertura desse novo serviço.

Para se compreender em pormenores a dinâmica migratória implícita na interiorização das instituições públicas do ensino superior, foi aplicada uma série de questionários com os alunos da UFAM e UEA de Itacoatiara e Parintins (disponível em www.wix.com/nepecab) que passaram a morar em uma das duas cidades, caracterizando uma migração motivada pela busca do ensino superior.

O universo de análise foi constituído por 186 alunos em Itacoatiara – 112 na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e 74 na Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – e 221 alunos em Parintins – 80 na UFAM e 141 na UEA. Devido aos mais diversos motivos, nem todos os cursos oferecidos pelas universidades foram contemplados na pesquisa, assim como estima-se que os questionários foram aplicados a 70% do total alunos migrantes.

Os questionários tinham como intuito buscar possíveis respostas para os seguintes questionamentos: – quais os municípios atendidos pela instalação das duas universidades naquelas cidades e qual a intensidade do fluxo de alunos de cada município por universidade e por cidade? – quais os municípios com alunos que realizam migração pendular²⁰ para as duas cidades? – qual o destino escolhido pelo aluno ao se formar: retornar para a sua cidade, ir para Manaus, ficar em Itacoatiara ou Parintins, ou ir para outros municípios e quais seriam esses? – o fluxo varia por curso, por universidade ou por cidade (Itacoatiara e Parintins)?

O Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas de Itacoatiara disponibiliza os cursos de Sistema de Informação, Ciências Farmacêuticas, Matemática-Física, Biologia-Química, Engenharia de Produção e Química Industrial. Atende a 18 municípios do Amazonas com presença também de alunos de 4 municípios de outros estados (Belém/Pará, Porto Velho/Rondônia, São Luiz/Maranhão e Alcobaça/Bahia). O município de Manaus é o que possui o maior número de alunos migrantes, seguido de Parintins e Itapiranga (figura 4).

O Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara da Universidade do Estado do Amazonas disponibiliza os cursos de Engenharia Florestal, Licenciatura em Informática, Normal Superior, Matemática, Educação Física e Letras. Atende a 24 municípios com presença também de alunos do estado do Pará (Itaituba). O município de Manaus é o que possui o maior número de alunos migrantes, seguido de Itapiranga e Parintins (figura 5).

Os municípios de Itapiranga, Manaus, Nova Olinda do Norte, Silves e Uricurituba possuem alunos que reali-

²⁰ A migração pendular aqui descrita refere-se somente aos deslocamentos semanais de alunos que retornam com frequência nos finais de semana para suas casas em municípios próximos a Itacoatiara e Parintins, via malha viária e/ou fluvial.

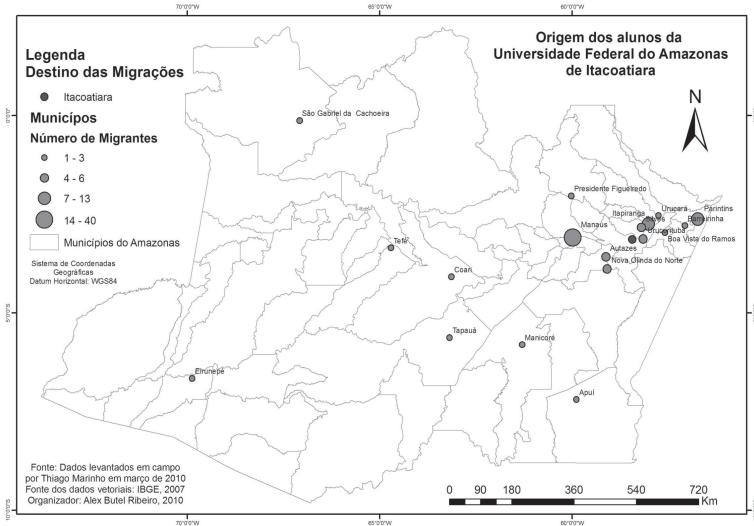


Figura 4: Origem dos alunos da Universidade Federal do Amazonas de Itacoatiara. Fonte: Dados levantados em campo por Thiago Marinho em março de 2010

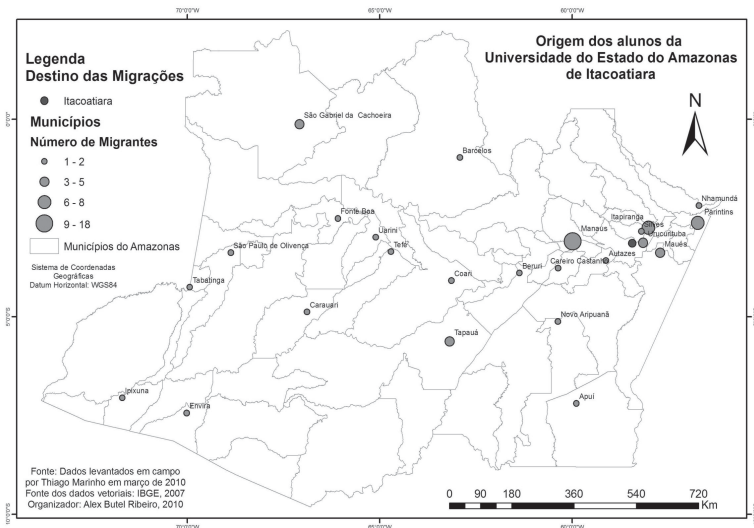


Figura 5: Origem dos alunos da Universidade do Estado do Amazonas de Itacoatiara. Fonte: Dados levantados em campo por Thiago Marinho em março de 2010

zam migração pendular para a cidade de Itacoatiara. Quando comparados migração pendular e permanente com desejo de destino futuro dos alunos da UFAM e UEA, percebe-se que o desejo de retornar ao seu município reduz significativamente da primeira para a segunda. Para os que estão morando de forma permanente na cidade, aumenta o desejo de ir para Manaus ou outro município; no caso, quase todos optaram por Itacoatiara.

Quando analisadas as perspectivas de destino futuro por curso nas duas universidades, percebe-se nas licenciaturas, que demandam número maior de profissionais no interior do estado, como o curso de Matemática e Física e Informática, o desejo de retornar ao município é maior. Por outro lado, em cursos como Química Industrial, por não terem mercado no interior do estado, a maioria dos graduados opta pela capital Manaus e/ou outras cidades fora do Amazonas.

O Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas de Parintins disponibiliza os cursos de Serviço Social, Administração, Comunicação Social, Pedagogia, Educação Física e Zootecnia. Atende a 12 municípios do estado do Amazonas e do Pará, com presença também de alunos de outros estados próximos (São Luiz do Anauá/Roraima). O município de Nhamundá é o que pos-

sui o maior número de alunos migrantes, seguido de Barreirinha e Manaus (figura 6).

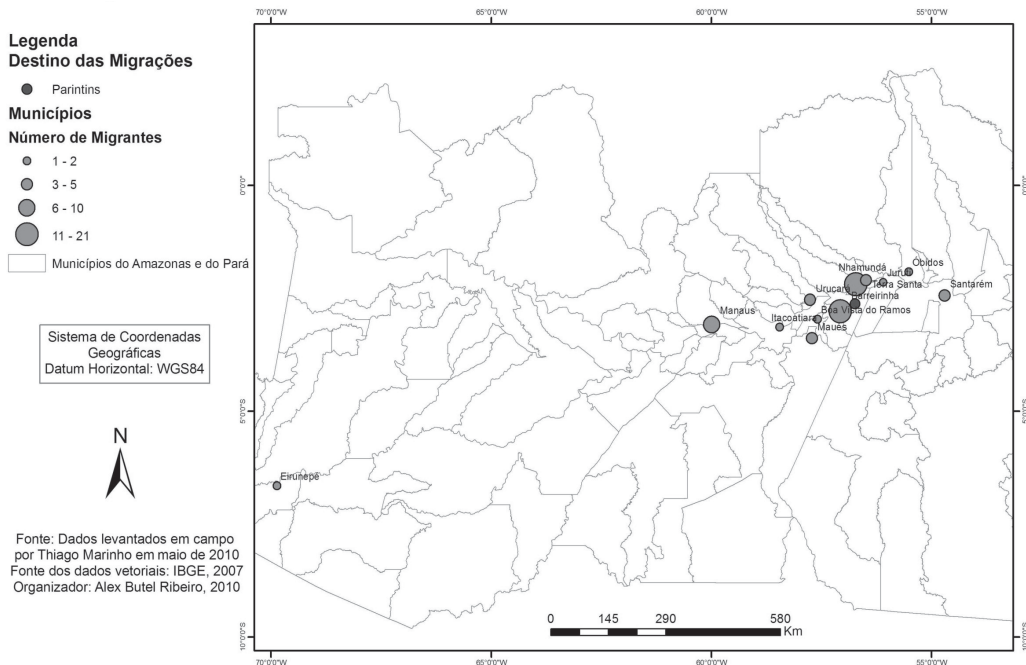


Figura 6: Origem dos alunos da Universidade Federal do Amazonas de Parintins. Fonte: Dados levantados em campo por Thiago Marinho em maio de 2010

O Centro de Estudos Superiores de Parintins da Universidade do Estado do Amazonas, por sua vez, disponibiliza os cursos de Ciências Econômicas, Direito, Pedagogia, Letras, Química, Matemática, Geografia, História, Física, Biologia e cursos tecnológicos em Gestão de Turismo e de Agroecologia. Atende a 23 municípios do estado do Amazonas e do Pará. O município de Barreirinha é o que possui o maior número de alunos migrantes, seguido de Nhamundá, Boa Vista do Ramos e Manaus (figura 7).

Os municípios de Urucará, Barreirinha, Nhamundá e Terra Santa/Pará possuem alunos que realizam migração pendular para a cidade de Parintins. Quando comparados migração pendular e permanente com desejo de destino futuro dos alunos da UFAM e UEA, os resultados se apresentam semelhantes aos que se viram em Itacoatiara, com uma redução do desejo de retorno ao município de origem para os alunos que estão morando de forma permanente na cidade. Contudo, apesar de nas duas cidades o desejo de voltar ao seu município ser a principal opção, em Parintins, tanto na

migração pendular quanto na permanente, mais da metade opta por esse destino futuro, resultado que não se apresenta em Itacoatiara. Além disso, a cidade de Parintins se apresenta como a principal opção para a fixação dos futuros graduados.

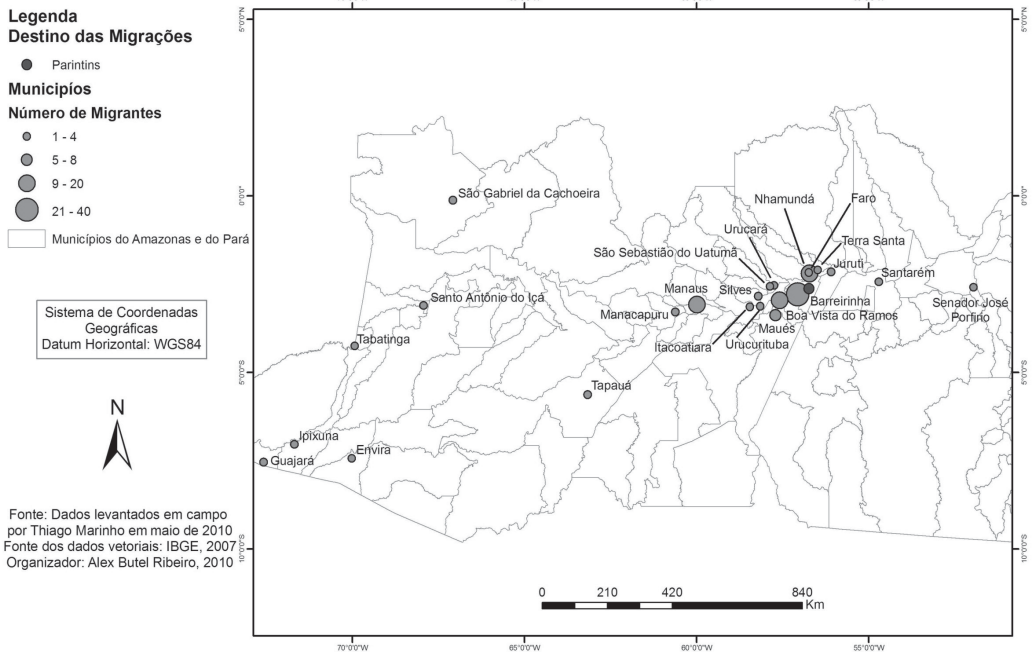


Figura 7: Origem dos alunos da Universidade do Estado do Amazonas de Parintins. Fonte: Dados levantados em campo por Thiago Marinho em maio de 2010

Quando analisados por curso os desejos de destino futuro nas duas universidades, os resultados voltam a se assemelhar com os de Itacoatiara. Cursos como Pedagogia e Letras (Língua Portuguesa), em que há demanda maior por profissionais no interior do município, aumentam o desejo dos alunos em retornar ao seu município. Contudo, em cursos como Administração e Comunicação Social, por terem mercado reduzido no interior do estado, a opção por Manaus e/ou outras cidades fora do Amazonas é a principal alternativa.

Quando consideradas as duas universidades em cada cidade, pode-se inferir que na UFAM e na UEA de Itacoatiara foram encontrados alunos de 36 municípios, sendo 31 do Amazonas e 5 de outros estados como Pará, Rondônia, Maranhão e Bahia. Em Parintins foram registrados alunos de 26 municípios, sendo 19 do Amazonas, 6 do Pará e 1 de Roraima.

Há diferenças entre a UFAM e a UEA presentes nas duas cidades. As políticas de auxílio moradia e alimentação, além das cotas territoriais com forte incentivo a candidatos do interior do estado, podem ser a explicação do motivo da configuração diferente das redes promovidas por essas universidades, mais concentrada nos municípios circunvizinhos, no caso da UFAM, e mais espalhada no caso da UEA.

Os municípios com maior número de alunos migrantes também variam para as duas cidades. Em Itacoatiara, a cidade de Manaus (que possui ligação viária) destaca-se com um grande número de alunos, seguida por Parintins, Itapiranga e Uricurituba. Em Parintins, a cidade que se destaca é Barreirinha, seguida por Nhamundá, Manaus, Boa Vista do Ramos e Maués.

Quando comparados os campus da UFAM e UEA de Itacoatiara com os de Parintins, as duas cidades apresentam características próprias. Em Itacoatiara, há um número maior de municípios atendidos e de forma mais distribuída em todo estado do Amazonas, tanto do ponto de vista espacial quanto em número de alunos migrantes por município (excedendo a regra, apenas nos municípios de Manaus, Itapiranga e Parintins o número de alunos migrantes se sobressai em relação ao dos outros municípios).

A cidade de Parintins, por sua vez, atende a um número menor de municípios, e os alunos migrantes, na sua maioria, são de municípios localizados ao redor da cidade, incluindo os do estado do Pará. Além disso, os municípios de Barreirinha e Nhamundá concentram a maioria dos alunos migrantes. Contudo, em Parintins, o índice de alunos migrantes (tanto pendular quanto permanente) que pretendem voltar para os seus municípios é maior do que em Itacoatiara, reduzindo-se em relação a esta o desejo de estabelecer-se na capital Manaus.

Na cidade de Itacoatiara, a proximidade com Manaus e a ligação entre as duas por estrada, assim como o maior número de bacharelados, propicia à capital do estado maior destaque, tanto no que se refere à maior migração de alunos, quanto à opção de destino futuro. A rede urbana de Parintins promovida pelo ensino superior acaba concentrando-se mais ao redor da cidade e do município, o que confirma a importância e a maior dinâmica desta cidade em relação às demais de sua rede.

De fato, as cidades de Itacoatiara e Parintins, com a implantação e consolidação da UFAM e UEA, tornam-se polos de referência de serviços e equipamentos especializados, antes presentes somente nas capitais Manaus e Belém.

Transporte intraurbano: as mototáxis

A frota de veículos em 2010 era composta por 73,66% de motocicletas e motonetas em Itacoatiara, e por 87,81% em Parintins. Nestas cidades, a motocicleta é utilizada de forma popularizada, como meio de trabalho, lazer e transporte. Parintins e Itacoatiara se destacam não apenas pela maior frota de motocicletas do interior do Amazonas, mas também pelo acentuado crescimento da frota em termos percentuais.

As mudanças na legislação, que incentivaram a substituição da madeira por estruturas reaproveitáveis de alumínio na indústria, foram alguns dos fatores que corroboraram com a redução na demanda por produtos madeiros – Itacoatiara possuía a única madeireira certificada do estado. A crise na indústria moveleira ocasionou uma precária situação social, com muitos trabalhadores sem ocupação tendo de tirar seu sustento na informalidade. Constatou-se que a decadência da indústria moveleira na cidade coincide com o aumento do uso das motocicletas e o aumento do número de mototaxistas. No caso de Itacoatiara, o polo madeireiro era uma esperança que acabou não se concretizando após as grandes empresas do setor, como a Gerthal, serem desativadas. Apesar da existência do porto da Hermasa, que intermedia a exportação de grãos do centro-oeste e mobiliza o público do Festival da Canção, não existe nenhuma outra atividade econômica significativa na cidade, a não ser serviços e comércio varejista e funcionalismo público. Assim, a mototáxi torna-se uma opção de atividade geradora de renda para boa parte dos jovens.

Parintins é uma cidade média com dinâmica econômica externa relacionada ao Festival Folclórico dos Bois-Bumbás, atividade que pouco agrega valor regionalmente.²¹ O comércio tem grande participação na economia local, além de contribuição significativa da indústria, agropecuária e do turismo, principalmente devido ao Festival Folclórico conhecido internacionalmente. Destaca-se também a pecuária, com 143.090 cabeças de gado (IBGE, 2009), carente entretanto de uma infraestrutura de beneficiamento. Quanto ao setor secundário, o município é constituído de microempresas voltadas para o aproveitamento de produtos regionais (indústrias madeiras, alimentícias, oleiras, confecções, naval e metalúrgica). A mão-de-obra formal é constituída praticamente pelos funcionários públicos e empregados no comércio local. Mesmo com a projeção internacional do festival folclórico, a cidade de Parintins não possui

²¹ OLIVEIRA, J. A. & SCHOR, Tatiana. *Urbanização na Amazônia: o local e o global*. *Op. cit.*

um padrão que venha a suprir a grande demanda, e os preços durante os festivais atingem níveis exorbitantes. O município apresenta um baixo nível de emprego com elevado número de pessoas no mercado informal.

O desemprego em ambas as cidades foi apontado pelos entrevistados como o principal motivo para o surgimento dos mototaxistas (principalmente em Itacoatiara). A taxa de desemprego para o ano 2000 foi de 16,41% e 15,65% para Itacoatiara e Parintins, respectivamente. O desemprego não é fenômeno apenas nas cidades amazônicas, é um fenômeno nacional desde os anos 1990, tendo o Brasil atingido, em 2002, a quarta posição no ranking do desemprego mundial. Entre a alternativa de desemprego ou viajar em busca do “eldorado” no polo industrial de Manaus, muitos optam pelo trabalho como mototaxistas.

A frota de motocicletas em Itacoatiara aumentou de 2 para 4 e em Parintins de 8 para 12 motocicletas para cada 100 habitantes, em apenas nove anos (figura 8).

A análise dos resultados obtidos por meio dos formulários aplicados em ambas as cidades comprovou que o serviço de mototaxista é uma atividade com preponderante participação masculina, com os números girando em torno de 92% (Itacoatiara) e 95% (Parintins) do total. Entretanto, os maiores faturamentos são encontrados entre as mulheres. Durante os trabalhos de

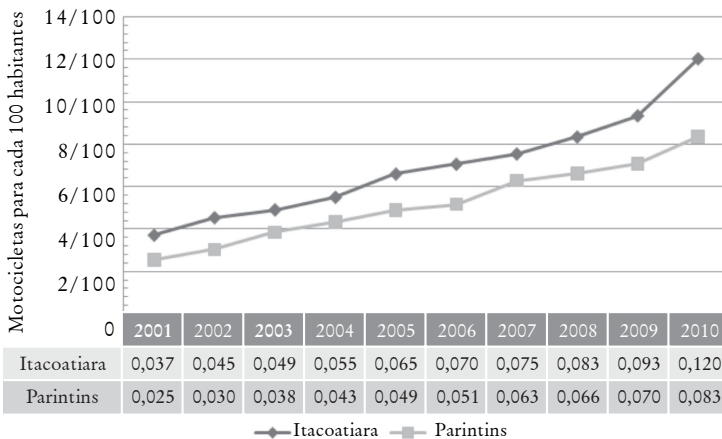


Figura 8: Frota de motocicletas e motonetas *per capita* em Itacoatiara e Parintins. FONTE: Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), IBGE e Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico do Amazonas (SEPLAN Amazonas). Organizado por Moises Augusto Tavares Pinto

campo, constatou-se que as mulheres “transmitem mais segurança” ao usuário do serviço e, portanto, tem a preferência da clientela. Em Parintins, encontramos os mototaxistas que trabalham há mais tempo (92% acima de cinco anos), sendo que em Itacoatiara 30% trabalham há menos de cinco anos. Os dados indicam, portanto, que o serviço está consolidado em Parintins.

Quando perguntado ao entrevistado sobre sua ocupação anterior ao serviço de mototaxista, a resposta foi: emprego no comércio (28% para Parintins e 24% para Itacoa-

tiara); na indústria (8% e 5% em Manaus); e em serviços gerais (13% para Parintins e 24% para Itacoatiara). Os mototaxistas que trabalhavam nas indústrias de madeira em Itacoatiara constituíram 22% e os desempregados 11%, enquanto em Parintins os que não possuíam emprego somaram 13% dos entrevistados.

No que tange ao faturamento, foi levantado o valor bruto, sem descontar nenhum gasto e considerando apenas a renda obtida por meio da mototáxi. As respostas eram dadas por faturamento diário ou semanal (o que o entrevistado pudesse afirmar com maior precisão) e posteriormente convertido para mensal, considerando, para fins de padronização, o mês de trabalho igual a 30 dias. Constatou-se que Itacoatiara possui o menor faturamento bruto – 47,97% dos mototaxistas entrevistados com faturamento bruto abaixo de R\$ 575,00 reais – em contraste com Parintins, onde 43,90% dos entrevistados possuíam faturamento bruto acima de R\$ 950,00. Em Itacoatiara, aproximadamente 30% dos mototaxistas obtinham faturamento inferior a R\$ 450,00/mês, valor menor que o salário mínimo no período.

O principal motivo dessa assimetria no faturamento deve-se ao excesso de oferta do serviço na cidade de Itacoatiara. A relação população total/mototaxista, em 2011, foi de 261/1, em Parintins, e de 86/1 em Itacoatiara, considerando apenas os regularizados. Neste caso, a regulamentação da profissão – padronização no uso de coletes com identificação, obrigatoriedade do uso do capacete para motorista e passageiro, a constante fiscalização do serviço (realizada inclusive pelos próprios mototaxistas) – foi um fator

importante para o aumento do faturamento em Parintins. Além disso, foi criado um limite de permissionários na cidade, reduzindo a oferta do serviço.

O acesso às motos dá-se principalmente pelo financiamento realizado por intermédio dos bancos, agências financeiras e pelo financiamento da própria concessionária (Banco Honda, por exemplo). Em Itacoatiara, o financiamento é utilizado por 79% dos entrevistados, que pre-

Quadro 1: Faturamento Bruto dos mototaxistas em Itacoatiara e Parintins. Fonte: dados coletados em pesquisa de campo por Moises Augusto Tavares Pinto, 2010 e 2011

Faturamento Bruto como mototaxista	Itacoatiara	Parintins
R\$ 200,00 ---- R\$ 325,00	14,29%	0,00%
R\$ 325,00 ---- R\$ 450,00	13,27%	2,44%
R\$ 450,00 ---- R\$ 575,00	20,41%	9,76%
R\$ 575,00 ---- R\$ 700,00	19,39%	14,63%
R\$ 700,00 ---- R\$ 825,00	22,45%	21,95%
R\$ 825,00 ---- R\$ 950,00	9,18%	7,32%
Acima de R\$ 950,00	1,02%	43,90%
TOTAL	100%	100%

ferem as motocicletas chinesas (por exemplo Garrini); em Parintins encontramos o inverso, ou seja, uma forte predominância da Honda que coibiu a tentativa de abrir uma concessionária da Garrini.

Os mototaxistas que se consideram endividados em Itacoatiara e Parintins constituem 74% e 26% dos entrevistados. No caso de Itacoatiara, este alto percentual reflete a participação do financiamento do veículo no faturamento bruto e também pelo fato de não se possuir outra atividade remunerada, pois em Itacoatiara 63% dos mototaxistas não têm outra atividade.

Outro dado que chama a atenção é o percentual de acidentes envolvendo motocicletas nas cidades pesquisadas. Considerando os acidentes absolutos entre o mototaxista e os outros modais, temos uma grande participação das motocicletas, o que nos levou a fazer uma ponderação pela frota de cada veículo citado na pesquisa. Em Itacoatiara, 54,55% dos acidentes foram causados por motocicletas; em Parintins esta porcentagem aumenta ainda mais, chegando a 68%.

No que tange ao nível de escolaridade, a maior parte dos mototaxistas possui ensino fundamental incompleto ou médio completo. O ensino superior é mais presente em Parintins (2,56% dos entrevistados tinham ensino superior completo e 12,82% estavam cursando a universidade), porém 38,4% dos entrevistados tinham o ensino fundamental incompleto. Já em Itacoatiara, 1% tinha ensino superior incompleto, nenhum ensino superior completo e 32,69% ensino fundamental incompleto.

Quando perguntados se possuíam outra profissão/atividade remunerada além da que exerciam como mototaxistas, 59% em Parintins e 63% em Itacoatiara, respectivamente, responderam que não. Portanto, ser mototaxista é a atividade principal para a maioria. Os que possuem outra atividade recorrem aos “bicos” ou são funcionários públicos ou prestadores de serviço que fazem do trabalho de taxista um complemento da renda.

Diante desse quadro, constata-se, nas cidades analisadas, sua frágil dinâmica econômica. No caso de Itacoatiara, muitos mototaxistas encontram-se em situação de vulnerabilidade econômica diante da relação entre o faturamento obtido e a dívida contratada para o financiamento da moto. Além disso, como a profissão é pouco regulada, o número extraordinário de mototaxistas implica menor rendimento para eles. Não é o caso de Parintins, onde a organização do sindicato e a regulação da prefeitura municipal explicam o alto faturamento dos mototaxistas.

Entretanto, o rendimento dessa atividade não está, no caso das cidades analisadas, ligado diretamente com a dinâmica econômica, mas sim ao número de mototaxistas que estão atuando na praça.

Considerações finais

O estudo da rede urbana do rio Amazonas no estado do Amazonas, com o foco no impacto do Polo Industrial de Manaus sobre as cidades de Itacoatiara e Parintins, ressalta a necessidade de uma análise multiescalar – intra e interurbana – para se compreender mais profundamente a questão. Com efeito, a consolidação do Polo Industrial de Manaus, em especial do Programa de Interiorização do Desenvolvimento da Amazônia, não está afetando o crescimento urbano das cidades amazonenses, pois os resultados mostram o baixíssimo impacto do PIM nestas cidades. Em Itacoatiara e Parintins identificamos somente dois impactos do PIM: um relacionado ao consumo de motocicletas produzidas no PIM e outro com relação à interiorização do ensino público superior, tanto pela UFAM, com recursos federais, quanto pela UEA, que recebe benefícios do PIM/SUFRAMA.

Existem algumas barreiras de infraestrutura com relação à interiorização do desenvolvimento nestas cidades. A fragilidade do sistema de abastecimento de energia é uma das principais. A dinâmica econômica em ambas as cidades está concentrada nos serviços (não especializados) e no funcionalismo público (em todas as esferas). Há poucas manufaturas e quase que a totalidade do abastecimento de gêneros alimentícios, vestuário, mobiliário, material para construção civil etc. vem de Manaus ou de outras regiões do país.

A localização geográfica, ainda importante na escala da Amazônia, não é definidora da rede urbana. A complexidade do urbano nessa região revela dinâmicas urbanas que superam sua localidade, tal como é o caso das cidades de Itacoatiara e Parintins, ambas localizadas ao longo da mesma calha de rio, porém em redes urbanas distintas. Ademais, devido às dimensões de seu território (gigantesco) e de suas cidades (diminutas quando comparadas aos rios e floresta), a escala nacional não dá conta de entender o regional e a escala local não permite voltar à discussão do nacional. Por isso, é importante navegar por uma proposta multiescalar, neste caso o da rede urbana, que ponha em diálogo o local com o nacional sem perder de vista a imensidão da floresta e dos rios, pois só assim propostas de desenvolvimento regional e urbano podem encontrar estratégias adequadas.

Tatiana Schor é graduada em Economia, doutora em Ciência Ambiental, professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus, e pesquisadora do Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira.

tschor@ufam.edu.br

Thiago Marinho é geógrafo e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFAM, Manaus.

thp.marinho@gmail.com

Moises Augusto Tavares Pinto é economista e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e da Sustentabilidade da Amazônia da UFAM, Manaus.

moisesaugusto.ufam@gmail.com



Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola

Áreas de concentração

Engenharia de água e solo
Mecanização agrícola
Engenharia agroambiental

Linhas de pesquisa

Tecnologia e manejo de sistemas de irrigação e drenagem
Água no sistema solo-planta-atmosfera
Manejo e conservação da água e do solo em sistemas agrícolas
Projeto e utilização de máquinas agrícolas
Relação solo-máquina-planta
Fatores humanos em sistemas agrícolas
Tecnologia e gestão da aplicação de insumos na agricultura
Modelagem aplicada à agricultura
Engenharia ambiental de agroecossistemas
Bioprocessos e bioprodutos aplicados à agricultura
Biodiversidade e agricultura

ppgea@ufsm.br - www.ufsm.br/ppgea - 55 3220 8158
Prédio 42 - Sala 3325 - Campus Universitário
Camobi - Santa Maria

