

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.

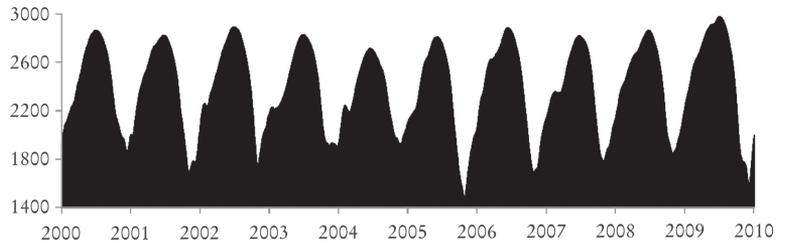


Figura 1: Nível de água do Rio Negro no porto de Manaus (Superintendência Estadual de Navegação, Portos e Hidrovias - SNPH).

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 Amazônica. (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.

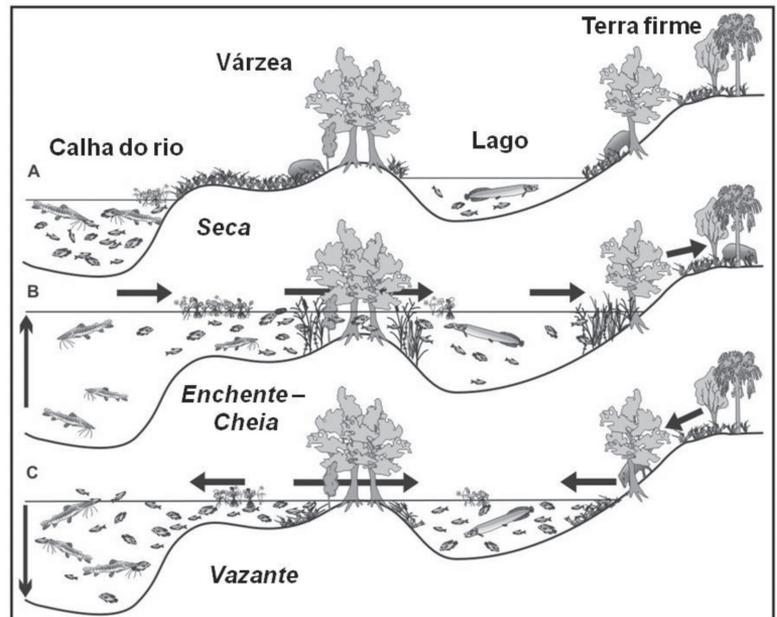


Figura 2: Migração de peixes e mamíferos terrestres entre a calha do rio, lagos de várzea, área alagável e terra firme, respectivamente, em diferentes períodos do ciclo hidrológico.³¹

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 on the Central Amazon 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/m²/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

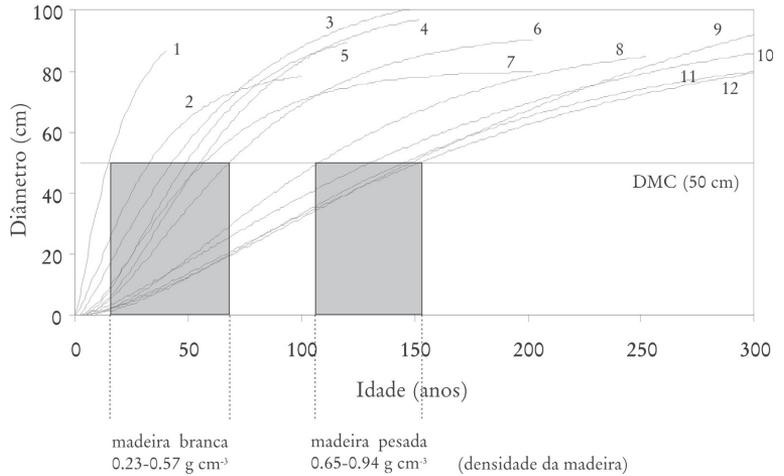


Figura 3: Curvas cumulativas de crescimento em diâmetro de espécies de madeira branca e pesada em florestas de várzea: 1 - *Ficus insipida* 2 - *Pseudobombax munguba* 3 - *Luebea cymulosa* 4 - *Ilex inundata* 5 - *Macrolobium acaciifolium* 6 - *Albizia subdimidiata* 7 - *Sloanea terniflora* 8 - *Pouteria 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.