

Água, cooperação e desenvolvimento

A perspectiva do projeto AguaSociAL

Organizadores

Martina Iorio

Gilberto de Miranda Rocha

Salvatore Monni



Água, cooperação e desenvolvimento

A perspectiva do projeto AguaSociAL

Organizadores

Martina Iorio

Gilberto de Miranda Rocha

Salvatore Monni



Água, cooperação e desenvolvimento: a perspectiva do projeto AguaSocial
 © 2021 – Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Reitor: Emmanuel Zagury Tourinho
 Vice-Reitor: Gilmar Pereira da Silva
 Pró-Reitor de Administração: Raimundo da Costa Almeida
 Pró-Reitora de Ensino de Graduação: Marília de Nazaré de Oliveira Ferreira
 Pró-Reitor de Extensão: Nelson José de Souza Júnior
 Pró-Reitor de Desenvolvimento e Gestão de Pessoal: Ícaro Duarte Pastana
 Pró-Reitor de Relações Internacionais: Edmar Tavares da Costa
 Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação: Maria Iracilda da Cunha Sampaio
 Pró-Reitora de Planejamento e Desenvolvimento Institucional: Cristina Kazumi Nakata Yoshino

NÚCLEO DE MEIO AMBIENTE

Diretor Geral: Gilberto de Miranda Rocha
 Diretora Adjunta e Coordenadora Acadêmica: Maria do Socorro Almeida Flores
 Coordenador do Programa de Formação Interdisciplinar em Meio Ambiente: André Luís Assunção de Farias
 Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia: Christian Nunes da Silva
 Coordenadora de Informação Ambiental: Olizete Nunes Pereira
 Coordenador de Planejamento, Gestão e Avaliação: Daniel Aparecido da Silva

COMISSÃO EDITORIAL NUMA/UFPA

Robert Walker - University of Florida, USA
 Pierre Teisserenc - Université Paris 13, França
 Carlos Walter Porto Gonçalves - Universidade Federal Fluminense, Brasil
 Ana Maria Vasconcellos - Universidade da Amazônia, Brasil
 Gilberto de Miranda Rocha - Universidade Federal do Pará, Brasil
 Olizete Nunes Pereira - Universidade Federal do Pará, Brasil

CAPA

Mariacarla Norall

EDITORIAÇÃO

Igor Barata

REVISÃO

Ercília Wanzeler

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca do Núcleo de Meio Ambiente/UFPA - Belém – PA

A282a
 Água, cooperação e desenvolvimento [recurso eletrônico]: a perspectiva do projeto Agua-Social / Organizadores, Martina Iorio, Gilberto de Miranda Rocha, Salvatore Monni. — Dados eletrônicos. — Belém: NUMA/UFPA, 2021.
 il. color.
 Inclui referências
 Sistemas requeridos: leitor de PDF (Adobe Reader, Foxit Reader, etc.)
 ISBN 978-65-88151-08-2.

1. Desenvolvimento de recursos hídricos - Cooperação internacional - Amazônia. 2. Água - Purificação - Cooperação internacional - Amazônia. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Iorio, Martina, Org. II. Rocha, Gilberto de Miranda, Org. III. Monni, Salvatore, Org.

CDD: 23. ed.: 333.91009811

Elaborado por Olizete Nunes Pereira - CRB-2 1057

Sumario

Prefácio.....	12
Introdução	15
Agradecimento	19
PARTE I.....	20
Água e pobreza no estado do Pará	21
Introdução	21
Pobreza: Abordagens e concepções	22
Metodologia de análise da pobreza.....	24
Um quadro geral da pobreza no estado do Pará a partir do ICV	27
Água e saneamento: Fatores críticos da pobreza no estado do Pará	32
Considerações finais.....	37
Referências bibliograficas.....	39
A estatística e a universalização do acesso à água potável - estudo de caso da área rural do município de Bragança	40
Introdução	40
Política nacional de saneamento: Universalização.....	41
Evolução da população no Brasil, região Norte, Pará e Bragança, e distribuição recente da população em Bragança.....	42
Demanda por água no Brasil, região Norte, Pará e em Bragança	44
Abastecimento de água, saúde pública e educação ambiental e sanitária	46
A informação e o acesso universal à água potável na área rural de Bragança.....	49
Conclusão	50
Referencias bibliográficas.....	51
Amazônia Brasileira: maldição dos recursos naturais ou renovado	

colonialismo?	53
Introdução	53
Maldição dos recursos naturais ou renovado colonialismo?	53
Programas nacionais: entre crescimento econômico e desenvolvimento humano	55
O caminho do desenvolvimento.....	61
Conclusões.....	63
Referências bibliográficas.....	64
O desafio da energia hidrelétrica como alternativa de desenvolvimento sustentável: benefícios e efeitos controversos na Amazônia Brasileira	67
Introdução	67
A estratégia brasileira de energia sustentável.....	68
Conflitos no uso da água bem comum	69
O caso do Pará	71
Análise de custo-benefício	75
Variáveis	77
Resultados.....	81
Conclusões.....	82
Referências bibliográficas.....	88
Crescimento nacional e (sub)desenvolvimento regional no Brasil: o caso do Pará na Amazônia Brasileira	94
Introdução	94
Pará como Usina da Amazônia	95
O papel dos recursos hídricos no Brasil	99
O impacto inevitável de uma barragem	102
Consequências dos grandes projetos na Amazônia	105
Conclusões.....	107
Referencias bibliograficas.....	109

PARTE II113

Outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado do Amazonas	114
Introdução	114
Referencial teórico.....	115
Captação superficial.....	116
Captação subterrânea	117
Lançamento de efluentes com fim de diluição.....	117
Aproveitamento para potencial hidrelétrico.....	118
Outros usos que alterem o regime em qualidade e quantidade	118
Procedimentos metodológicos.....	119
Resultados e discussão	120
Considerações finais.....	126
Referências bibliográficas.....	126
Governança territorial em áreas de influência de grandes projetos hidrelétricos, Amazônia brasileira	128
Introdução	128
Grandes projetos hidrelétricos na Amazônia	129
Governança como estratégia de desenvolvimento territorial.....	130
A experiência de governança na área de influência da UHE Tucuruí	132
A experiência de governança na área de influência da UHE Belo Monte	133
Considerações finais.....	135
Referências bibliográficas.....	136
A Gestão dos Recursos Hídricos e os Grandes Empreendimentos na Amazônia Paraense	139
Introdução	139
Grandes empreendimentos exploradores de recursos hídricos na amazônia paraense	139
Resumo da gestão dos recursos hídricos no estado do Pará.....	144
Considerações finais.....	146
Referências bibliográficas.....	148

Plano de desenvolvimento sustentável do xingu e a governança territorial na área de influência da uhe belo monte.....	150
Introdução	150
A tênue relação da governança territorial e a gestão social.....	152
A governança territorial como estratégia de inserção regional no Xingu.....	154
A governança territorial sob a ótica dos atores envolvidos	158
Nova governança territorial.....	161
Conclusão	162
Referências bibliograficas.....	164
Cooperativas na Amazônia: o terceiro ator no setor da energia	166
Introdução	166
A história do cooperativismo no Brasil	167
Estado da arte	169
Cooperativas na Amazônia	173
O sistema energético Brasileiro	174
A derrota da eletrificação rural	177
O desafio enfrentado pelas cooperativas.....	179
Estudos de caso.....	182
CAMTA.....	183
Ceara	184
COOPER	185
Conclusões.....	186
Referências bibliográficas.....	187
PARTE III	191
Segurança da água: um resumo dos principais resultados da investigação sobre ilhas de rio no Brasil.....	192
Introdução	192
Metodologia	193
Resumo das principais conclusões e discussões	193
Vida na ilha e as marés subindo e descendo da baía de Marajó	193

Distribuição da infraestrutura hídrica.....	194
Fatores sazonais.....	196
Conclusões e margem para novas pesquisas	197
Referências bibliográficas.....	198
Estudo dos principais stakeholders e das questões associadas à utilização de sistemas de água de chuva na Amazônia.....	200
Introdução	200
Os problemas de abastecimento de água na região amazônica ...	201
Captação de água de chuva	201
Captação de água de chuva na amazônia: um estudo de caso no município de Belém	202
Metodologia	204
Resultados e análises.....	206
Discussão.....	209
Conclusões.....	211
Referências bibliográficas.....	212
Vegetação Ripária e sua importância no Ciclo Hidrológico nos Ecossistemas Amazônicos.....	215
Introdução	215
Áreas de preservação permanente - apps e sua importância	217
O que a lei diz sobre áreas de preservação permanente (apps)? ...	218
Fragilidade e ameaças à integridade das apps	221
O que está sendo feito para mitigar a perda de cobertura vegetal na Amazônia?	221
Conclusão	223
Referências bibliográficas.....	224
Potencial biotécnico de espécies autóctones da Amazônia para uso em restauração de florestas ripárias	227
Introdução	227
Objetivos	232
Material e métodos	233
Localização e descrição da área de estudo	233

Espécies.....	234
Descrição das espécies.....	234
Descrição do experimento	237
Coleta de dados.....	240
Análise estatística	242
Resultados e discussão	242
Taxa de sobrevivência	243
Influência do diâmetro das estacas sobre as variáveis de crescimento	245
Variáveis de crescimento.....	251
Conclusões.....	255
Referências bibliográficas.....	257
Impactos da fragmentação florestal sobre os aspectos biofísicos do ciclo hidrológico	261
Introdução	261
A participação das florestas no ciclo hidrológico.....	262
A evapotranspiração como fonte significativa da umidade atmosférica.....	263
Os efeitos das florestas sobre a condensação e a circulação atmosférica.....	266
Implicações da fragmentação florestal para o ciclo da água	267
Considerações finais.....	269
Referências bibliográficas.....	270
Organizadores.....	275
Autores	276

PREFÁCIO

Elisa Natola

**CONFAP – Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa
Ponto de Contato Nacional - Ações Marie Sklodovska Curie - H2020 MSCA
Assessora para Cooperação Internacional Brasil – Europa**

AguaSociAL é um projeto especial. A história desse projeto começa no ano 2012. Grupos de pesquisa europeus e brasileiros se juntaram para participar numa convocatória europeia, dentro do sétimo programa quadro da União Europeia de apoio a Pesquisa e Inovação – SSH - FP7. Desde esses tempos, a Europa e o Brasil têm identificado prioridades comuns, se unindo em ações conjuntas de pesquisa e inovação focadas na Amazônia, recursos hídricos, inovação social e populações vulneráveis. Nessa primeira tentativa de participar no edital europeu, o projeto não conseguiu fomento, mas continuou se aprimorando e adaptando, até ser aprovado logo em seguida como projeto de pesquisa, inovação e mobilidade, desta vez apoiado pelo programa Marie Curie Actions, sempre apoiado pela Comissão Europeia – FP7 - MCA.

Esse programa da Comissão Europeia não fomenta projetos de pesquisa ou de inovação em si, mas projetos de pesquisa e inovação que se concretizam por meio da mobilidade, o intercâmbio de pessoal, a troca de conhecimentos e estabelecimento de parcerias transnacionais e multidisciplinares. O projeto AguaSociAL, adaptado e rerepresentado no ano seguinte na chamada MCA, foi aprovado, com quatro anos de duração, reunindo instituições de pesquisa do Brasil e da União Europeia, em volta de temas multidisciplinares ligados à água e sua vida, sua natureza, suas populações, suas soluções tecnológicas e sociais, contando com a ciência e a tecnologia como aliadas e com base na parceria da Europa com o Brasil.

O projeto, implementado desde 2014 até 2017, foi coordenado pela Universidade Roma Tre (IT), junto com a Universidade Autônoma de Barcelona (ES), a Leeds Beckett University (UK) - na Europa, e a Universidade Federal do Pará – UFPA e Universidade Estadual do Amazonas – UEA, com parceria do INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (BR).

O Projeto implementou intercâmbios, treinamentos, eventos, trocas e produção de conhecimentos, envolvendo equipes de pesquisadores e pessoal técnico, assim criando um grupo multidisciplinar e multinacional, promotor de soluções e orientações voltadas à sociedade, à pesquisa, à inovação e ao apoio às políticas públicas.

Seguindo o caminho dessa cooperação focada em recursos hídricos, com atenção em temas de alto relevo global quais o desenvolvimento sustentável, as mudanças climáticas, a energia, a inovação tecnológica e social, entre outros, mútuos desafios foram se fortalecendo nos diálogos políticos entre a União Europeia e o Brasil, ao longo dos últimos anos.

A identificação de prioridades comuns e globais tem gerado cooperações institucionais, envolvendo a Comissão Europeia (CE), junto com o CONFAP, o Conselho das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa e suas Fundações (FAPs), o Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI), o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), todos partes de diálogos e acordos com a CE.

Essa cooperação, especialmente com o CONFAP nos temas ligados à recursos hídricos, tem resultado na implementação de ações concretas e chamadas multilaterais, desde 2017, junto com a rede europeia de agências que apoiam Pesquisa & Inovação em recursos hídricos Water JPI e a Comissão Europeia, lançando chamadas anuais, com ampla participação de entidades brasileiras, apoiadas pelas Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs).

Esse esforço tem reunido países da União Europeia, junto com o Brasil e parceiros internacionais, agregando numerosos países, agências de fomento e consideráveis recursos, com foco nas prioridades mais essenciais para vida: a água, a sociedade, a pesquisa e a inovação, elementos imprescindíveis para auxiliar as políticas públicas mais fundamentadas.

Eu tive a honra e o carinho de fazer parte desse projeto especial. Desde sua inspiração, a sua ideia, até sua implementação, trabalhando junto com a coordenação do projeto na Universidade Roma Tre, próxima aos queridos parceiros do projeto.

Também tive a honra e oportunidade de cuidar dos assuntos estratégicos ligados à cooperação em recursos hídricos em momentos posteriores, no meu trabalho com a Comissão Europeia, com o CONFAP e com a Water JPI, também na minha função Ponto de Contato Nacional do Brasil para as Ações

Marie Skłodowska Curie e nos Diálogos Setoriais União Europeia-Brasil, tendo assim mais oportunidades de fortalecer uma prioridade de cooperação tão fundamental: a cooperação em recursos hídricos e desenvolvimento sustentável, com atenção para sociedade, suas vulnerabilidades e suas inovações.

Hoje, o conceito do AguaSociAL fica ainda mais forte e necessário, podendo trazer insumos para pesquisa, inovação e governança, potencializando capacidades de excelência, com humanidade, ampliando parcerias estratégicas, com foco e desafios compartilhados e comuns.

INTRODUÇÃO

Martina Iorio
Gilberto de Miranda Rocha
Salvatore Monni
Organizadores

Este volume coleta todos os resultados do projeto AguaSocialL – Water Related Science, apoiado internamente pelo Sétimo Programa Quadro da UE – FP7PEOPLE e financiado, entre 2013 e 2017, pelo esquema internacional Research Staff Exchange – IRSES Marie Curie Actions. O projeto destinou-se a consolidar a cooperação entre o Brasil e a União Europeia, a fim de promover o conhecimento das questões relacionadas com a água. Envolveu várias universidades europeias, tais como a coordenadora Roma Três, a Universidade Metropolitana de Leeds (UK), a Universidade Autônoma de Barcelona (ES); e mais duas universidades brasileiras, a Universidade Federal do Pará – UFPA (BR) e a Universidade do Estado do Amazonas – UEA (BR). Também contou com a colaboração e o apoio científico de organismos nacionais brasileiros como o INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e a FAPESPA – Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas.

A inovação social é o aspecto central do projeto, que quis fomentar a aplicação prática da investigação científica, apoiando a criação de novos paradigmas relacionados com a gestão dos recursos hídricos. O objetivo foi investigar e apoiar técnicas e tecnologias de acesso e tratamento da água, concebidas por equipes acadêmicas em colaboração com as comunidades locais, a fim de melhorar a atividade de P&D na região amazônica brasileira. Concentrou-se, também, no aprofundamento de técnicas de gestão e metodologias de avaliação.

O projeto ofereceu a oportunidade de intercâmbio aos atores envolvidos, permitindo aos pesquisadores europeus conduzirem investigações no Brasil e aos pesquisadores brasileiros formarem-se na Europa. Os estados do Pará e Amazonas (Brasil) destacaram-se como casos de estudo particularmente interessantes devido à abundância de recursos e, também, devido aos desafios tanto em termos de tratamento da água como de acesso à água como bem comum.

A abordagem do projeto visava reforçar a ligação entre o conhecimento científico e as tradições locais (compartilhamento do conhecimento), ao mesmo tempo que apoiava a aprendizagem do desenvolvimento sustentável. O objetivo era desenvolver estratégias para responder às necessidades básicas – ainda não satisfeitas – das comunidades mais vulneráveis em áreas-chave, desenvolvendo orientações gerais que pudessem ser implementadas por sistemas de governança.

Particularmente importante é a natureza interdisciplinar do conhecimento, tanto que os pesquisadores que contribuíram com este volume são, entre outros, economistas, geógrafos, biólogos, sociólogos e engenheiros florestais. De fato, programas multidisciplinares de formação e investigação deste tipo visam promover inovações socialmente aceitáveis (aceitação da tecnologia) ao ponto de o conceito de sustentabilidade não ser apenas declinado em termos ambientais, mas, sobretudo, em termos econômicos e sociais.

A maioria dos resultados do projeto, embora digam respeito à Amazônia brasileira e em particular aos estados do Pará e do Amazonas, foram produzidos exclusivamente em inglês. Portanto, este volume foi justamente criado com o objetivo de “falar” não só aos anglófonos, mas também a todos os brasileiros potencialmente interessados nos resultados, ou seja, aos decisores políticos, aos estudantes, aos pesquisadores, aos cidadãos e, finalmente, às associações amazônicas que “lutam” na linha de frente para a defesa do território. A escolha de um e-book, que se pode baixar de graça, também vai nesta direção. O nosso desejo é, portanto, que os resultados da nossa investigação não fiquem fechados em gavetas de Bruxelas ou em revistas acadêmicas que não são acessíveis a todos, mas que sejam para o bem público, também e, sobretudo, para os cidadãos brasileiros, que são os principais destinatários da nossa investigação.

O volume é organizado em três partes, cada uma contém vários capítulos. A primeira parte, “Acesso aos recursos, desenvolvimento e pobreza na Amazônia”, fotografa o paradoxo da coexistência entre a abundância de recursos, especialmente água, e a pobreza na Amazônia. A segunda parte, “Recursos hídricos, hidreletricidade e governança territorial”, trata da análise de estratégias para a gestão dos recursos hídricos como fonte de produção de energia. A terceira e última parte, “Inovações sociais no tratamento das águas a preservação do meio ambiente” aborda o tema do tratamento da água e do acesso aos recursos hídricos como bens primários.

O capítulo 1, editado por Mário Vasconcellos Sobrinho, Gilberto de Miranda Rocha, Ana Maria de Albuquerque Vasconcellos e Sérgio Castro Gomes, destaca como o recurso hídrico, em termos de acesso à água potável, é um veículo direto para a redução da pobreza. Do mesmo jeito, o capítulo 2, de José Tarcísio Alves Ribeiro e Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, fala das etapas da universalização do acesso à água potável no contexto rural específico da cidade de Bragança/PA.

O terceiro capítulo, escrito por Martina Iorio, Salvatore Monni e Barbara Brollo, através de uma seleção de indicadores, remonta as fases de crescimento e desenvolvimento econômico de algumas das áreas amazônicas, no Estado do Pará, mais afetadas pela exploração intensiva dos recursos. A este respeito, o quarto capítulo de Nicola Caravaggio, Valeria Costantini, Martina Iorio, Salvatore Monni e Elena Paglialunga, ilustra os resultados de uma análise de custo e benefício, realizada para algumas das maiores intervenções de exploração de recursos naturais já implementadas no Estado do Pará e na Amazônia em geral: as usinas hidrelétricas de Tucuruí e de Belo Monte.

O quinto capítulo, finalmente, escrito por Martina Iorio e Salvatore Monni, discute os fatos históricos e econômicos que afastaram a trajetória do desenvolvimento amazônico da trajetória do Brasil enquanto país.

O sexto capítulo, de Jéssica Muniz, Maria Astrid Rocha Liberato, Ingo Wahnfried, Gil Vieira e Maria da Glória Gonçalves de Melo, é o primeiro da segunda seção “RECURSOS HÍDRICOS, HIDRELETRICIDADE E GOVERNANÇA TERRITORIAL” e oferece uma visão geral da evolução da legislação brasileira sobre os direitos de utilização dos recursos hídricos para a produção de energia hidrelétrica.

O sétimo capítulo, de Gilberto de Miranda Rocha e Marjorie Barros Neves, deixando parcialmente de lado a questão legislativa, centra-se na importância das escolhas estratégicas de gestão que, para ter um retorno em termos de desenvolvimento do território, devem sempre, pelo menos em parte, adotar uma abordagem participativa. Em apoio a esta tese, os autores propõem a observação da microrregião de Tucuruí/PA.

O oitavo capítulo, editado por Márcio Teixeira Bittencourt, Gilberto de Miranda Rocha e Peter Mam de Toledo, continua a discussão do capítulo anterior, concentrando-se novamente na situação no Pará. O capítulo salienta como a ausência de boas práticas de governança pode exacerbar as

desigualdades na distribuição tanto dos recursos quanto da riqueza, travando o desenvolvimento apesar da exploração dos próprios recursos locais.

O nono capítulo, editado por Marjorie Neves e Gilberto de Miranda Rocha, também aborda a questão da governança territorial, apresentando um novo estudo de caso sobre a região afetada pela usina hidrelétrica de Belo Monte.

Finalmente, no décimo capítulo, editado por Martina Iorio, Flavia Marucci e Sabrina Alesiani, as autoras avaliam a empresa cooperativa como uma ferramenta eficaz para a implementação da governança participativa do território e dos seus recursos, apresentando alguns exemplos virtuosos ativos no território amazônico.

A terceira parte, “INOVAÇÕES SOCIAIS NO TRATAMENTO DAS ÁGUAS E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE” abre-se com o capítulo 11, de Anne Schiffer e Andrew Swan, que apresenta uma pesquisa de campo e a coleta de dados associada para descrever como os fatores sazonais afetam o acesso, o tratamento e o consumo final de água em áreas remotas, como pequenas ilhas perto de Belém/PA.

O capítulo 12, escrito por Pedro Pablo Cardoso, Andrew Swan e Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes, trata também do abastecimento da água, centrando-se na implementação de sistemas de captação da água de chuva, até em áreas urbanas, como o município de Belém/PA.

No capítulo 13, editado por Maria da Glória Gonçalves de Melo, Raquel da Silva Medeiros, Paulo de Tarso Barbosa Sampaio e Gil Vieira, os autores salientam o papel protetivo da flora em áreas onde os ecossistemas vegetais são adversamente afetados pela exploração dos recursos naturais. O capítulo 14, escrito por Robson Disarz, Fabrício Jacques Sutili e Gil Vieira, é também dedicado à questão da cobertura vegetal de áreas expostas à intervenção antrópica. Ilustra métodos de reposição de plantas em áreas amazônicas degradadas, utilizando espécies vegetais nativas, com base na capacidade de adaptação delas.

A terceira parte conclui-se com o último capítulo, escrito por Jamerson Souza da Costa, Maria da Glória Gonçalves de Melo e Maria Astrid Rocha Liberato, dedicado à descrição do papel da floresta no ciclo hidrológico, confirmando que, através do ciclo da água, as vidas dos seres humanos e a natureza estão ligadas com laço indissolúvel.

Agradecimentos

Primeiramente, agradecemos à Elisa Natola e Leonardo Piccinetti, que estimularam o próprio nascimento do projeto AguaSociAL. Logo em seguida, agradecemos à Comissão Europeia pela oportunidade de financiamento oferecida ao projeto e também somos gratos a todos os seus funcionários que nos apoiaram nas várias etapas do projeto.

Graças então aos reitores, assim como ao pessoal de todas as Universidades que participaram do projeto. Em particular, agradecemos à Barbara Cafini, Alessandro Albino Frezza e Paola Sentinelli, pela Universidade de Roma Tre, e à Lindalva Canaan Jorge Moraes, pela UFPA de Belém.

Em seguida, gostaríamos de agradecer a todos aqueles que participaram na mobilidade e que permitiram o intercâmbio de experiências técnicas e científicas, sendo este o principal objetivo do projeto: Elisa Natola, Oriel Kenny, Anthony Smith, Paulo de Tarso Barbosa Sampaio, Flavio Bruno Mauro, Jair Max Fortunato Maia, Rejane Gomes Ferreira, Maria de Gloria Gonçalves Melo, Cleto Leal Maia, Rosa Maria Nascimento, Daniel Silva, Gil Vieira, Ronaldo Mendes, Regina Almeida Do Amaral, José Tarcisio Ribeiro, Ana Luiza Araujo Silva, Louise Barbalho Pontes, Glorgia Barbosa de Lima de Farias, Lindalva Canaan Jorge Moraes, Juan Dias Barros, Laura Diva Forte Vierira, Ronaldo Lopez Rodriguez Mendes, Antonio Noronha, Hilton Pereira, Robson Raposo Macedo, Maicon Silva Farias, Claudio Fabian Szlafstein, Marcio Texeira Bittencourt, Mario Vasconcellos Sobrinho, Ana Luiza Violato Espada, Olga de Oliva, Pedro Cardoso Castro, Iris Henriquez, Montserrat Resina, Félix Sacristán, Michela Fusaschi, Francesco Pompeo e Margherita Scarlato.

Somos gratos a todos os estudantes de faculdade, mestrado e doutorado que tenham inspirado o próprio trabalho de tese no projeto: Andrea Cardelli, Maria Alessia del Vescovo, Federica Cappelli, Olimpia Rinaldi Colonna, Cecile Gelle Giovanna Berranger, Adelaide Palma, Cristina Baccelli, Sveva Vitellozzi, José Tarcisio Ribeiro, Martina Iorio, Nicola Caravaggio, Gianmarco di Iorio, Martina Stivani, Ilaria Doimo e Francesco Tacconi. Há também muitas pessoas que participaram nos seminários e reuniões do AguaSocial: mesmo que seja com uma intervenção ou sugestão, eles também deram uma contribuição para o sucesso do projeto.

Nós gostaríamos de expressar nossa gratidão aos colaboradores do volume que aceitaram generosamente nossa proposta e a quem nos ajudou a traduzir em português as várias contribuições escritas em inglês.

Somos finalmente gratos a nossos colegas que deram uma olhada em nossos rascunhos e deram sugestões.

PARTE I

ACESSO AOS RECURSOS, DESENVOLVIMENTO E POBREZA NA AMAZÔNIA

Água e pobreza no estado do Pará

Mário Vasconcellos Sobrinho
Gilberto de Miranda Rocha
Ana Maria de Albuquerque Vasconcellos
Sérgio Castro Gomes

Introdução

A discussão sobre a relação entre água e pobreza não é nova e perpassa por várias abordagens. Dentre essas estão os debates sobre os efeitos que o baixo acesso à água e saneamento provoca à saúde humana, educação, inclusão social, consumo e geração de renda. De fato, água, saneamento e pobreza estão intrinsecamente relacionadas. O objetivo deste artigo é apresentar um quadro do relacionamento entre água, saneamento e pobreza no estado do Pará, um estado abundante em água e provedor desse recurso para uma série de atividades econômicas, inclusive para geração de energia em face sua estrutura física e geológica. A título de exemplo, dentre as 10 maiores hidrelétricas do Brasil, o estado do Pará é aquele que abriga 4 das maiores usinas nacionais: Belo Monte, São Luiz do Tapajós, Tucuruí e Jatobá. Em face ao volume de água superficial existente no estado, pode-se partir do entendimento que problemas de acesso à água para o atendimento das necessidades sociais não está na escassez desse recurso, mas sim na sua gestão e priorização.

O Pará é um estado de tamanho continental que apresenta uma diversidade muito grande entre as regiões e os municípios que o compõem. Há regiões e municípios com grandes densidades populacionais e riquezas naturais já exploradas, assim como municípios de pequeno porte cujas bases econômicas e sociais ainda estão alicerçadas no extrativismo e produção agrícola em pequena escala. Essas diferenciações se expressam na riqueza ou pobreza dos municípios e sociedades e, conseqüentemente, com os gastos nos serviços públicos necessários ao bem-estar das populações.

O presente artigo é um recorte de uma pesquisa mais ampla desenvolvida pelos autores sobre o mapeamento da pobreza no estado do Pará. Esta pesquisa objetivou identificar quais são os municípios mais pobres do estado a fim de subsidiar políticas públicas para melhoria das condições de vida

de suas populações. A pesquisa envolveu uma série de variáveis que foram agrupadas em um indicador denominado ICV (Índice de Condições de Vida). Para este artigo fez-se um recorte temático apenas para acesso as redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário e sua relação com a pobreza medida pelo ICV.

O artigo está estruturado em apenas 4 seções, além desta introdução e considerações finais. Na primeira seção objetiva-se apresentar as abordagens e concepções de pobreza, buscando mostrar que o acesso à água não é apenas o atendimento a uma necessidade básica, mas é, também, uma forma de evitar privações humanas e garantir expressão de direito à cidadania. A segunda seção, por sua vez, demonstra a metodologia adotada pela pesquisa para realizar a análise da pobreza no estado do Pará a partir dos dados dispostos. Apesar dos dados serem de 2010 e 2014, os mesmos são os dados oficiais mais atuais que existem para as variáveis selecionadas. A terceira seção apresenta um quadro geral dos resultados da pesquisa sobre a pobreza de forma a destacar quais os municípios com melhores e piores indicadores de pobreza. A quarta seção, por fim, adentra na relação entre água e saneamento como dois dos fatores críticos da pobreza no estado do Pará. Busca-se nesta seção realizar uma relação causal entre esses indicadores e variáveis.

Pobreza: Abordagens e concepções

Ao longo do tempo, o conceito de pobreza assume diversas abordagens que o fazem ter inúmeras concepções. De forma mais sumarizada, pode-se interpretar que o conceito de pobreza tem a proeminência de três grandes abordagens. Primeiro, àquela que entende a pobreza como um estado em que os indivíduos e/ou famílias não possuem as condições materiais mínimas de sobrevivência, tais como alimentação, vestuário e habitação. Sob essa perspectiva, predominante até os anos 50 do século passado, as políticas públicas devem se direcionar para suprir essas condições mínimas de sobrevivência dos indivíduos e famílias por via da assistência social. Entende-se que a renda dos mais pobres não é suficiente para a manutenção física dos indivíduos, mas que pode ser superada a partir do crescimento econômico das sociedades em regime de economia liberal. Esta abordagem, entretanto, mostra-se limitada por apenas manter os indivíduos em um nível de sobrevivência tornando-se um custo para o sistema econômico.

Segundo, a interpretação da pobreza como um estado de incapacidade dos indivíduos e/ou famílias de atenderem suas necessidades básicas para a sobrevivência que vão além da alimentação, vestuário e habitação. Na abordagem de necessidades básicas, além dos elementos listados na aceção de sobrevivência, incluem-se como variáveis importantes para a superação da pobreza o acesso à água potável, saneamento básico, saúde, educação e cultura, elementos fundamentais, inclusive, para inserção dos indivíduos na sociedade e no mercado de trabalho. Esta aceção está vinculada ao entendimento de que a política pública deve se direcionar para o bem-estar social dos indivíduos e/ou famílias de modo a combater suas vulnerabilidades para participar da vida social dentro de suas normas. Este conceito, entretanto, limita-se a entender a pobreza como um estado de privação das pessoas de condições básicas de sobrevivência e que o seu oferecimento pelo estado de bem-estar social faz com que saiam da condição de vulnerabilidade social. Esta aceção, entretanto, desconsidera aspectos mais abrangentes da vida psicológica e social dos indivíduos como a capacidade de se sentirem e/ou estarem aptos a participar de todas as esferas da vida em sociedade.

No presente, o conceito dominante e mais comumente adotado de pobreza é aquele que conjuga as abordagens de sobrevivência e necessidades básicas, ou seja, pobreza é a ausência ou insuficiência de recursos financeiros para assegurar as condições mínimas de subsistência e de bem-estar de indivíduos e/ou famílias dentro de um padrão de sociedade. Trata-se de um conceito alicerçado nas condições materiais de vida. Sob essa concepção dominante, a ausência ou insuficiência de recursos financeiros se reflete em uma série de privações e condições inadequadas de vida dos indivíduos e/ou famílias na sociedade que influenciam, inclusive, no sistema econômico e social, tais como alimentação, vestuário, habitação, condições sanitárias, trabalho, dentre outros já listados acima.

Apesar do conceito de pobreza alicerçado nas condições materiais ser dominante e universalmente aceito, existe a terceira abordagem, mais ampla, que vai além dos indicadores monetários de renda e consumo. Trata-se a abordagem que traz o entendimento de pobreza como uma privação relativa. Sen (2000) define pobreza como a falta de capacidades humanas básicas expressas pela má nutrição, baixa expectativa de vida, alta mortalidade infantil, analfabetismo, falta de acesso a serviços e infraestruturas básicas

de suporte a vida na sociedade, tais como água potável e saneamento básico, que fazem com que as pessoas sofram privações em diversas esferas da vida e impedem o exercício dos direitos mínimos de cidadania. Nesta acepção, a pobreza é um estado de privação e de vulnerabilidade humana e material que impedem os indivíduos de serem livres para escolhas e tomada de decisões para os rumos de suas vidas. Ser pobre não implica apenas em privação material, mas em privação de capacidades, esta entendida como combinações alternativas para que os indivíduos tenham condições de escolha para ter estilos de vida diversos. Em outros termos, capacidade de ter (consumir), de poder (de fazer escolhas, tomar decisões) e de ser (cidadania). Estas capacidades, segundo Sen (2000), é que exprimem a liberdade humana. As privações sofridas pelas pessoas em função do sistema político, econômico e social inibem a liberdade substantiva dos indivíduos e determinam seus posicionamentos enquanto cidadãos em várias esferas da sociedade. Destaque-se, porém, que esta abordagem sobre o significado de pobreza não despreza a renda como um elemento fundamental para sua interpretação, pois uma renda baixa e/ou insuficiente pode ser a razão primeira da privação das capacidades de uma pessoa.

A relação entre renda e capacidade das pessoas é afetada por uma série de variáveis, tais como a idade, a área em que vivem, as condições de saúde e epidemiológicas, os papéis sociais, dentre outras. O que a abordagem da capacidade faz na interpretação da pobreza é melhorar o entendimento da natureza e das causas que a fazem perdurar.

Metodologia de análise da pobreza

As metodologias para análise da pobreza dependem fundamentalmente das abordagens e concepções assumidas para seu entendimento. Todavia, dependem também da disponibilidade de dados que facilitem sua análise. O indicador mais utilizado para a medição da pobreza e de suas possibilidades comparativas entre países, estados e municípios é o do IDH – Índice de Desenvolvimento Humano desenvolvido pelo PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento). Este indicador leva em consideração o PIB (Produto Interno Bruto) per capita, Educação e Longevidade, sendo o primeiro uma proxy do poder de compra das pessoas; o segundo avaliado a partir da taxa de analfabetismo e de matrícula das pessoas em suas respectivas idades escolar em todos os níveis de ensino; e o terceiro utiliza-se

dos números de expectativa de vidas das pessoas ao nascer. Apesar das críticas que este indicador suscita, o mesmo permite uma definição um pouco mais ampliada de pobreza daquela tradicionalmente medida unicamente pelo PIB per capita e que predominou até meados dos anos 80 do século passado a interpretação de pobreza para construção das políticas públicas no Brasil.

Com intuito de aperfeiçoar a metodologia do IDH para a realidade brasileira, o IPEA (Instituto de Pesquisas em Economia Aplicada) e a Fundação João Pinheiro agregaram novos elementos no cálculo de indicadores de pobreza, além dos já sugeridos pelo indicador do PNUD. Estes institutos de pesquisa propuseram o ICV – Índice de Condições de Vida, indicador esse que se baseou nas variáveis de renda per capita, educação e longevidade, infância e habitação para, então, preparar o Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil. Inicialmente, este atlas se concentrou na análise das condições de vida das capitais e das regiões metropolitanas do Brasil. Este indicador se caracteriza pela substituição do indicador PIB per capita pela variável renda per capita e pela inclusão das variáveis infância e habitação. A substituição do uso do PIB per capita pela Renda per capita se justifica pela estrutura da sociedade brasileira em que há uma elevada concentração dos resultados auferidos do PIB em todos os níveis territoriais. A renda per capita expressa melhor o efetivo poder de consumo das famílias.

Dentro dos dados disponíveis no Brasil para uma análise histórica das condições de vida nas cidades brasileiras, o ICV se apresenta como o indicador que mais agrega elementos comparativos para análise da pobreza no país. Algumas variáveis utilizadas para o cálculo do ICV, entretanto, são coletadas somente pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), levantamento este que não tem disponibilizado os dados desagregados para o conjunto dos municípios brasileiros. No momento, os dados desagregados da PNAD que estão disponíveis são os das capitais, regiões metropolitanas e grandes regiões (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste), o que tem dificultado o seu uso para o conjunto dos municípios brasileiros e, em especial, àqueles com predominância de características de território rural.

Assim, a mensuração da pobreza no caso específico deste artigo está vinculada aos dados disponíveis para exame e uma apropriação do ICV como índice para análise. O ICV adotado neste estudo é uma conjugação das 03 dimensões do IDH do PNUD (longevidade, educação e PIB per capita) mais

àquelas propostas pelo IPEA e Fundação João Pinheiro: infância e habitação.

Dimensões	Indicadores	Pesos		
		Na dimensão	No índice	No ICV
Longevidade	Esperança de vida ao nascer	1	1	1/5
	Mortalidade infantil	0		
	Mortalidade até 5 anos de idade	0		
	Probabilidade de sobrevivência até 40 anos	0		
	Probabilidade de sobrevivência até 60 anos	0		
Educação	Taxa de analfabetismo - 15 anos ou mais	0,2	0,04	1/5
	% de 6 a 17 anos no básico sem atraso	0,2	0,04	
	% de 5 a 6 anos na escola	0,2	0,04	
	% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental ou com fundamental completo	0,1	0,02	
	% de 15 a 17 anos com fundamental completo	0,1	0,02	
	% de 18 anos ou mais com fundamental completo	0,1	0,02	
	% de 18 a 20 anos com médio completo	0,1	0,02	
Renda	% de extremamente pobres	0,2	0,04	1/5
	% de vulneráveis à pobreza	0,2	0,04	
	Renda per capita	0,5	0,1	
	Índice de Theil – L	0,1	0,02	

Infância	Taxa de atividade - 10 a 14 anos	0,2	0,04	1/5
	% de crianças de 4 a 5 anos fora da escola	0,3	0,06	
	% de crianças de 6 a 14 fora da escola	0,3	0,06	
	% de mulheres de 10 a 14 anos que tiveram filhos	0,1	0,02	
	% de mulheres de 15 a 17 anos que tiveram filhos	0,1	0,02	
Habitação	% da população em domicílios com banheiro e água encanada	0,25	0,05	1/5
	% da população em domicílios com densidade > 2	0,25	0,05	
	% da população em domicílios com coleta de lixo	0,25	0,05	
	% da população em domicílios com energia elétrica	0,25	0,05	

Quadro 1 - Dimensões, Indicadores e Pesos utilizados para a construção do ICV. Elaboração dos autores.

Um quadro geral da pobreza no estado do Pará a partir do ICV

O quadro social e de capacidade de gerar recursos para gestão dos municípios do estado do Pará é diretamente derivado da estrutura demográfica e econômica dos projetos de desenvolvimento implantados na região e no estado. Por sua vez, o quadro de pobreza das populações municipais está vinculado à estrutura social, econômica e institucional de reverter a situação de precariedade que predomina muitos municípios paraenses.

Os municípios que possuem os maiores ICV no estado do Pará não apresentam necessariamente similaridades tão fortes no que se refere àqueles que mais contribuem com o PIB industrial do estado. Se por um lado, municípios como o de Belém (RI metropolitana), Parauapebas, Marabá e Canaã do Carajás (RI Carajás) que apresentam grandes contribuições para o

PIB estadual possuem os mais elevados ICV; por outro lado, municípios como o de Almerim, Santarém, Belterra (RI Baixo Amazonas), Novo Progresso (RI Tapajós), Altamira (RI Xingu) e Conceição do Araguaia (RI Araguaia), cujas bases produtivas são assentadas no setor primário e terciário da economia, também apresentam os melhores indicadores de ICV do Pará. Isto indica que o nível de ICV de um município não está necessariamente vinculado ao modelo industrial de produção, mas sim ao desempenho de suas principais bases produtivas e a capacidade político-institucional dos municípios em transformarem esses resultados em melhores condições de vida para a população.

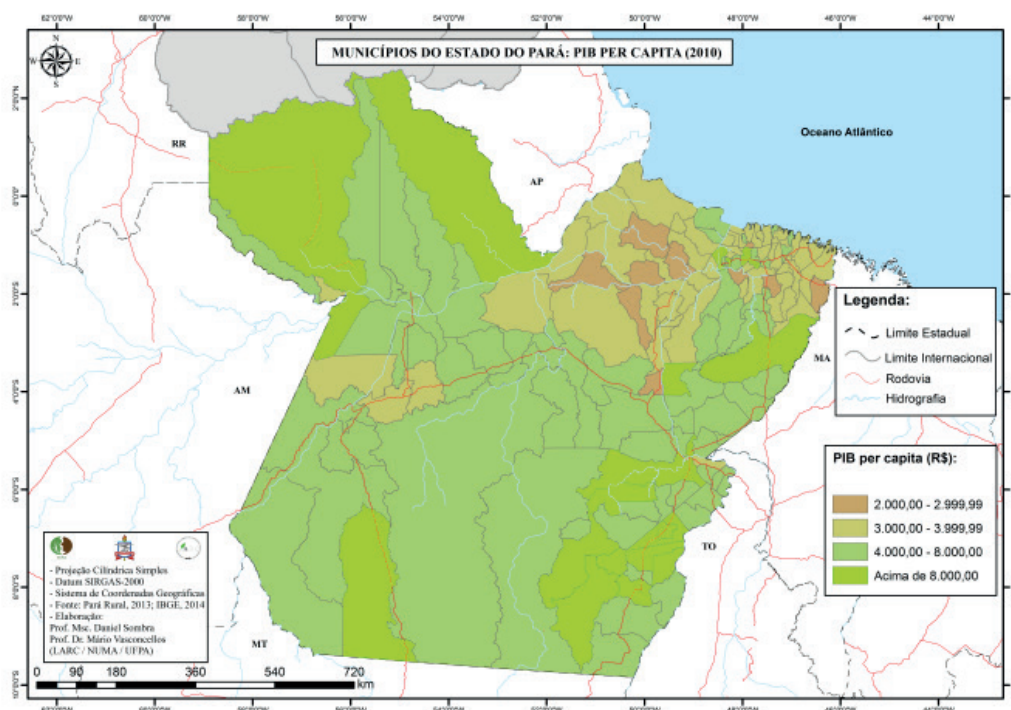


Figura 1 – PIB per capita, municípios Pará – 2010

Dentre os cinco municípios com maior ICV em 2010, dois deles (Ulianópolis e Novo Progresso) tiveram significativas mudanças, pois os mesmos estavam ranqueados em 24º e 10º lugares no estado, respectivamente. Belém manteve-se com o município com melhor ICV e Parauapebas assumiu a segunda posição, quando em 2000 ocupava a quarta posição. De fato, o ICV de Parauapebas se elevou de 0,514 para 0,549. Ananindeua, por sua vez, caiu da terceira para a quinta posição apesar de seu ICV ter se modificado de 0,516 para 0,536. A despeito dessas mudanças e variações entre os municípios no ranking do estado, os dados do ICV 1991 – 2000 – 2010 demonstram melhoria das condições de vida, ainda que em pequenos movimentos, de todos

os municípios do estado. Isto indica melhorias nas variáveis incorporadas ao processo de cálculo do ICV e que resultam, em grande medida, dos investimentos privados e públicos realizados em infraestrutura física, social, sanitária e de saúde.

Municípios	1991		2000		2010	
	ICV	Posição	ICV	Posição	ICV	Posição
Belém	0.501	1º	0.551	1º	0.566	1º
Parauapebas	0.455	3º	0.514	4º	0.549	2º
Ulianópolis	0.396	21º	0.473	24º	0.541	3º
Novo Progresso	0.368	46º	0.495	10º	0.540	4º
Ananindeua	0.441	4º	0.516	3º	0.536	5º
Santarém	0.396	23º	0.494	11º	0.534	6º
Redenção	0.404	18º	0.496	8º	0.531	7º
Paragominas	0.408	14º	0.496	9º	0.530	8º
Tucuruí	0.431	5º	0.503	6º	0.530	9º
Marabá	0.416	11º	0.491	14º	0.528	10º
Castanhal	0.424	8º	0.499	7º	0.526	11º
Altamira	0.428	6º	0.518	5º	0.525	12º
Xinguara	0.418	10º	0.480	18º	0.523	13º
Almerim	0.458	2º	0.516	2º	0.520	16º
Barcarena	0.428	7º	0.492	13º	0.519	17º
Santa Isabel	0.421	9º	0.471	26º	0,510	25º

Tabela 1 - Movimento do ICV dos 10 municípios com índices mais elevados - 1991, 2000, 2010. Fonte: IBGE (2010); IDESP (2013). Elaboração dos autores.

Assume-se que a variação no valor do ICV para determinados municípios na primeira década de 2000 é resultante, em grande medida, das alterações ocorridas nas variáveis incorporadas na elaboração do indicador que, por sua vez, sintetiza a informação sobre aspectos relativos à renda, habitação, educação, infância e longevidade. De tal forma que a conjugação de fatores como melhorias no nível de renda, a redução do número de crianças fora da escola, ampliação do número de domicílios com banheiro interno e acesso a água encanada e a maior expectativa de vida tendem a estar correlacionados com elevados níveis de ICV. Esta análise deve ser realizada, também, em sentido inverso: a minimização das vulnerabilidades de renda e melhor acesso a serviços básicos provocam um movimento positivo do ICV (SEN, 2000; NARAYAN, 2000; THOMAS, 2000).

Ainda que o ICV de todos os municípios do estado tenha melhorado, Curuá e Faro se mantiveram durante os últimos 20 anos entre os 10 municípios que possuem os menores indicadores. Dos 10 municípios com menores ICV em 2010, dois pertencem a Região de Integração Marajó, Cachoeira do Arari e Melgaço.

Na realidade, com os dados de 2010, apenas 35 municípios do estado apresentam ICV acima de 0,5, um indicador médio de qualidade de vida. Isto significa que 75,5% dos municípios do estado possuem um baixo indicador de condições de vida, o que demanda um conjunto de políticas públicas de longo prazo para um conjunto elevado de municípios localizados em todas as regiões de integração. Isto demonstra que as políticas de desenvolvimento traçadas a partir da lógica de pólos de desenvolvimento possuem muitas limitações nos seus escopos e resultados. Coloca-se como exceção na apropriação de resultados econômicos da lógica de desenvolvimento baseada no crescimento econômico por via da exploração mineral, os municípios de Juruti e Canaã do Carajás que apresentaram significativa mudança positiva em seus indicadores e conseqüentemente em sua posição no ranking do estado. Entretanto, por serem municípios que passaram a se alicerçarem em economia de enclave, se vislumbra poucas possibilidades de espraiamento de seus resultados positivos para os municípios do entorno e da região de integração que pertencem.

Municípios	1991		2000		2010	
	ICV	Posição	ICV	Posição	ICV	Posição
Cachoeira do Arari	0.328	121°	0.382	138°	0.422	143°
Acará	0.358	64°	0.404	117°	0.434	142°
Garrafão do Norte	0.329	119°	0.405	116°	0.434	141°
Prainha	0.331	116°	0.387	132°	0.436	140°
Viseu	0.320	131°	0.381	139°	0.439	139°
Curuá	0.307	142°	0.358	143°	0.440	138°
Faro	0.313	139°	0.384	135°	0.440	137°
Aveiro	0.344	92°	0.381	140°	0.444	136°
São João do Araguaia	0.341	96°	0.372	142°	0.445	135°
Melgaço	0.346	84°	0.399	122°	0.445	134°
Bonito	0.330	117°	0.377	141°	0.453	127°
Juruti	0.334	118°	0.383	137°	0.486	56°
Magalhães Barata	0.326	123°	0.384	136°	0.471	93°

Nova Esperança do Piriá	0.294	143°	0.385	134°	0.449	129°
Piçarra	0.311	141°	0.418	91°	0.468	101°
Floresta do Araguaia	0.312	140°	0.421	87°	0.473	80°
Palestina do Pará	0.315	138°	0.420	89°	0.453	126°
Brejo Grande	0.315	137°	0.426	80°	0.466	105°
Augusto Correa	0.316	136°	0.417	96°	0.451	121°
São João da Ponta	0.316	135°	0.420	88°	0.477	71°
Canaã do Carajás	0.319	134°	0.459	35°	0.522	14°

Tabela 2 – Movimento do ICV dos 10 municípios com índices mais baixos – 1991, 2000, 2010. Fonte: IBGE (2010); IDESP (2013). Elaboração dos autores.

Tomando por base o valor das amplitudes do ICV de todas as Regiões de Integração entre 2000 e 2010 enquanto uma medida simples de dispersão ou homogeneização, também se observa melhorias no ICV e, por conseguinte, redução dos níveis de pobreza e de vulnerabilidade em relação à renda, saúde, educação, habitação, mobilidade e acessibilidade aos bens e serviços ofertados em nível local. De toda ordem, o conjunto de dados demonstra baixo movimento do ICV em todo o estado entre 2000 e 2010. Os mapas que seguem demonstram muito pouca mudança no quadro de pobreza do estado se tomados como referência o ICV.

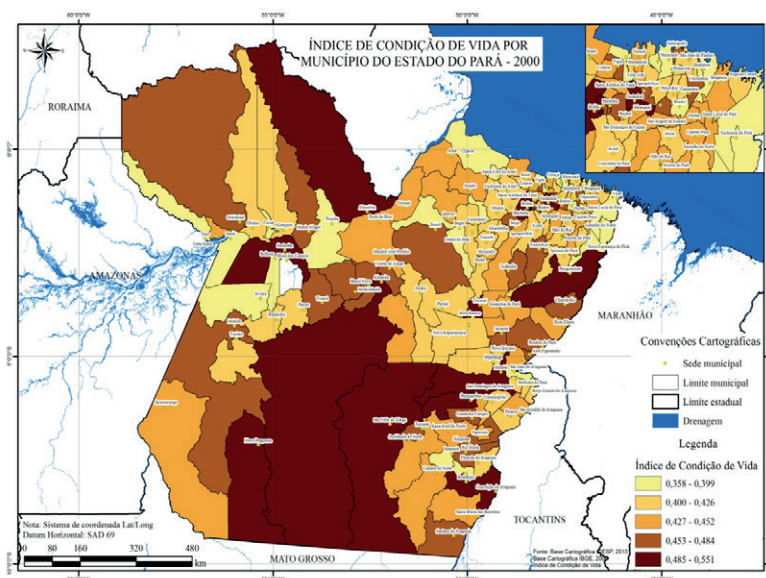


Figura 2 – ICV por município, Pará – 2000

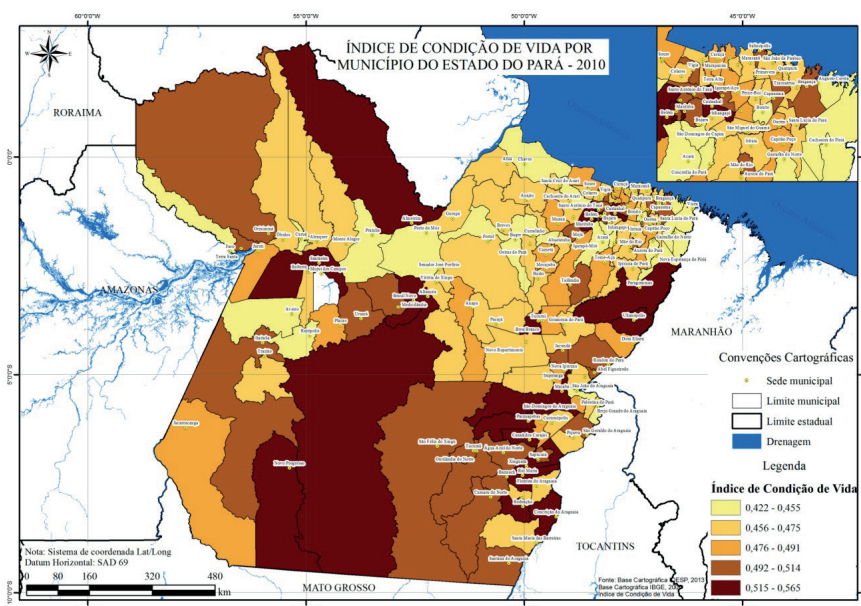


Figura 3 - ICV por município, Pará - 2010

Água e saneamento: Fatores críticos da pobreza no estado do Pará

Os benefícios advindos do acesso à água e saneamento estão fortemente relacionados à prevenção a doenças, melhoria nas condições de saúde humana e combate à pobreza por via de atendimento a necessidades básicas, construção de capacidades e cidadania. De fato, o acesso à água é tão importante que muitos indicadores ligados aos sistemas de abastecimento de água relacionam diretamente com os índices de pobreza. Eis o motivo que a provisão de serviços de água e saneamento é parte integrante e fundamental da agenda internacional nas questões relacionadas ao meio ambiente e desenvolvimento social. Sob uma perspectiva global, a ONU (Organização das Nações Unidas) e os objetivos de desenvolvimento do milênio (ODM) e os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) apontam o acesso à água como um direito humano que aborda, em um primeiro momento, a necessidade do avanço ao acesso físico ao recurso e, em uma segunda etapa, a necessidade de reduzir a desigualdade de acesso e promover sua democratização. Aleixo *et al.* (2016), ao interpretarem as categorias de acesso à água potável do ODM, desdobram o significado de 'acesso à água' em (a) água canalizada da fonte até o ponto de consumo, (b) água proveniente de fontes melhoradas e (c) água proveniente de fontes não melhoradas e (d) água de superfície.

A despeito de entender que o acesso à rede pública de água canalizada da fonte até o ponto de consumo não é condição suficiente para garantia de exercício ao direito de acesso à água, uma vez que existem muitas variáveis que influenciam nesse exercício, tais como a renda familiar e a baixa qualidade de oferecimento do líquido, esta é uma forma de entender, ainda que simplificada, o nível de pobreza de uma população e/ou sociedade.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS), em diagnóstico realizado em 2014, o índice total de atendimento com rede de água na região Norte é de 54,5% da população. Considerando somente o meio urbano, este índice sobe para 67,8%. No que se refere à coleta de esgotos, os índices são mais críticos correspondendo a 7,9% e 9,9% para área total e urbana, respectivamente. Sabe-se da importância de relacionar água e esgoto uma vez que a qualidade da primeira é fortemente influenciada pela forma como o esgoto é tratado e é, ou não, fonte de contaminação dos mananciais de abastecimento, sobretudo de áreas urbanas. Em geral, dependendo do nível de coleta de esgoto, o abastecimento de água acaba sendo vinculado a fontes não melhoradas de abastecimento.

Segundo o mesmo relatório, os índices de atendimento total e urbano de água da região Norte cresceram 2,1% e 5,4% em relação ao ano de 2013, crescimento esse que teria sido causado pelo aumento da população atendida das companhias regionais Agência Tocantinense de Saneamento (ATS/TO) e Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA/PA). De toda ordem, os indicadores da região Norte são os menores dentre todas as regiões do Brasil (Tabela 3).

Região	Índice de Atendimento com Rede (%)			
	Água		Coleta de Esgotos	
	Total	Urbano	Total	Urbano
Norte	54,5	67,8	7,9	9,9
Nordeste	72,9	89,5	23,8	31,1
Sudeste	91,7	96,8	78,3	83,3
Sul	88,2	97,3	38,1	44,4
Centro-Oeste	88,9	96,7	46,9	51,7
BRASIL	83,0	93,2	49,8	57,6

Tabela 3 - Níveis de atendimento com rede de água e coleta de esgotos dos municípios brasileiros por região – 2014. Fonte: BRASIL, 2016.

Se considerarmos o índice médio de atendimento urbano por rede de água dos estados e municípios que fazem parte do SNIS, o estado do Pará, juntamente com Acre e Rondônia, está situado na penúltima faixa de atendimento, precisamente entre 40% e 60%. Destaque-se, porém, que é o estado com o maior número de municípios com atendimento menor de 40%. Situação pior ainda está o acesso a esgoto sanitário que se encontra com índice na faixa de 10% ou menos, juntamente com os estados do Amazonas, Rondônia e Amapá, todos da região norte do país.

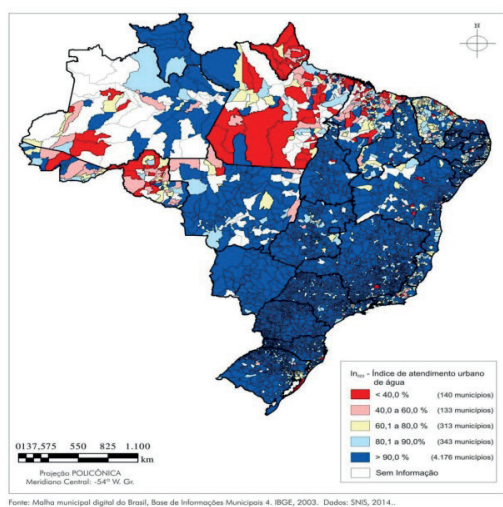


Figura 4 – ICV por município, Pará – 2010

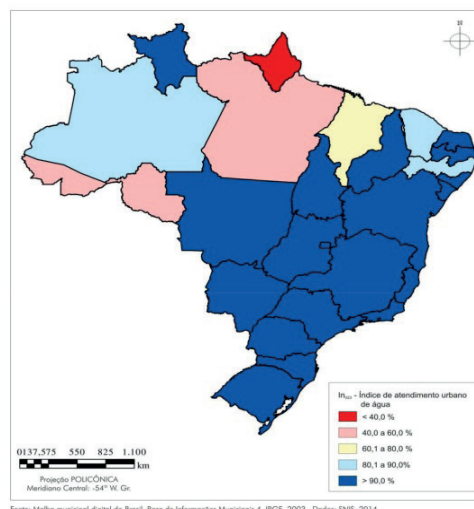


Figura 5 – CV por município, Pará – 2010

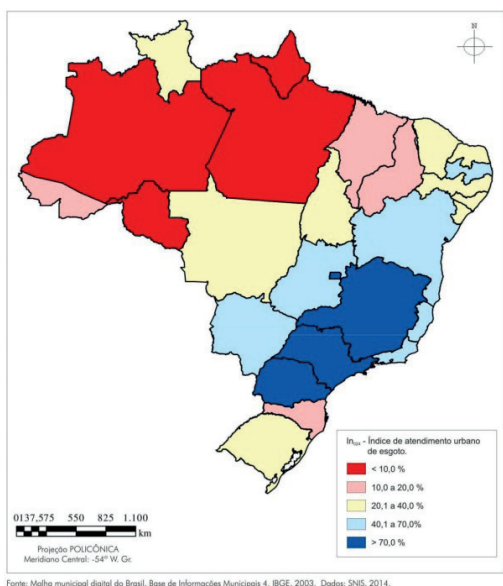


Figura 6 – Atendimento Urbano

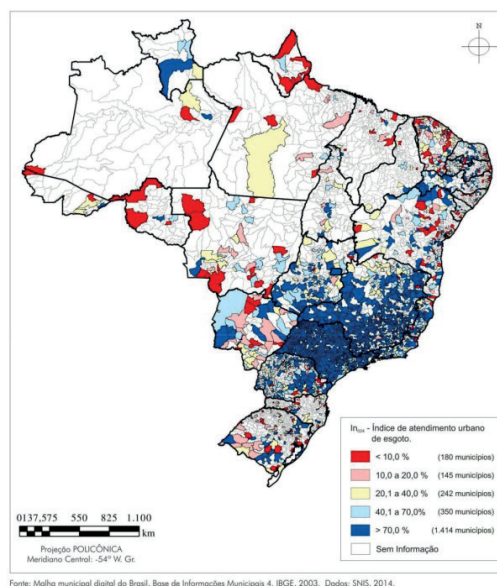


Figura 7 – Atendimento Urbano, Coletora de Esgoto – 2014 Coletora de Esgoto – 2014

Com todos os fatores críticos de oferta de água tratada e serviço de saneamento, o relatório do SNIS aponta, ainda, que o estado do Pará possui um alto índice de perdas de água na distribuição. Ainda que as perdas sejam questões presentes em todos os sistemas de abastecimento no Brasil, o que indica baixo nível de gestão em todo o país, no estado do Pará esta representa 42,8% na distribuição dos prestadores de serviços participantes do SNIS que, no caso, são a COSANPA e a SAAEB. A contabilização de perdas se dá sob a perspectiva aparente e real, sendo a primeira representada pelas falhas de gerenciamento do volume de água ofertada e consumida, e a segunda representada pelo vazamento nas adutoras, redes, ramais, conexões, reservatórios e outras unidades operacionais do sistema.

Tomando como referência os 10 municípios com menores ICV em 2010 e as áreas urbanas dos mesmos, pode-se inferir que a relação entre acesso à água e o nível de pobreza é direta. Na RI Baixo Amazonas, os municípios de Prainha, Curuá e Faro são os que apresentam menores ICV e, também, aqueles cuja medição de acesso a água é sequer contabilizada dentro do sistema SNIS. Prainha, por exemplo, segundo o IBGE (2010), somente 4,5% de domicílios possui acesso a esgotamento sanitário adequado. Isso se reflete no alto índice de internações de pessoas com diarreia (4,3 a cada 1.000 habitantes), doença relacionada com o uso de água inadequada para consumo humano. Ainda que não se possa relacionar diretamente a esse indicador, Prainha possui uma taxa de mortalidade infantil média de 12,87 para cada 1.000 indivíduos nascidos vivos. O município de Faro apresenta uma situação ainda pior: apenas 1,6% dos domicílios possui acesso a esgotamento sanitário, o que leva a internações de pessoas com diarreia na taxa de 9,2 a cada 1.000 habitantes e uma mortalidade infantil de 26,14 para cada 1.000 nascidos vivos. O município de Curuá, por sua vez, possui um quadro semelhante com 1,1% dos domicílios com acesso a esgotamento sanitário adequado.

A RI Marajó já é conhecida nacionalmente como uma das regiões que possui municípios entre os mais pobres do Brasil. Na pesquisa que calculou o ICV dos municípios do estado do Pará, identificou-se os municípios de Melgaço e Cachoeira do Arari nas posições 143º e 134º, respectivamente, do conjunto de 144 municípios que compõem o estado. Tomando como referência o IDH calculado pelo IBGE (2010), o município de Melgaço é o que possui menor indicador no estado, o que corrobora, parcialmente, os cálculos realizados para o ICV. A situação de pobreza de ambos os municípios está

expressa, também, ao acesso a água e esgotamento sanitário. Em Melgaço, apenas 3,3% dos domicílios possui acesso a esgotamento sanitário adequado e 11,09% de domicílios com acesso a rede geral de distribuição de água, o que se reflete, embora não isoladamente, a uma taxa de 8,9 internações de pessoas com diarreia a cada 1.000 habitantes e uma taxa de mortalidade de 17,79 para cada 1.000 nascidos vivos.

Nos municípios das demais regiões de integração cujos indicadores apontam para os piores ICV do estado do Pará, o acesso a rede geral de água e esgotamento sanitário também são bastante precários, com exceção dos municípios de Curuá e Faro que apresentam índices de atendimento de 70,88% e 74,62%, respectivamente, para acesso a rede geral de água. Em compensação, em termos de coleta de esgotos, os mesmos municípios atendem apenas 1,1% e 1,6% dos domicílios, o que os leva a baixos índices de condições de vida. O quadro a seguir apresenta um panorama geral da relação entre pobreza, calculado pelo ICV, e acesso à água e esgotamento sanitário.

Municípios	Região de Integração	ICV	Posição em nível de Pobreza entre 143 municípios	Índice de Atendimento com Rede (%) - 2010	
				Água	Coleta de Esgotos
Cachoeira do Arari	Marajó	0.422	143°	29,93	4,5
Acará	Tocantins	0.434	142°	31,63	6,2
Garrafão do Norte	Rio Capim	0.434	141°	25,84	1,0
Prainha	Baixo Amazonas	0.436	140°	47,53	1,6
Viseu	Rio Caeté	0.439	139°	34,76	18,2
Curuá	Baixo Amazonas	0.440	138°	70,88	1,1

Faro	Baixo Amazonas	0.440	137°	74,62	1,6
Aveiro	Tapajós	0.444	136°	29,51	7,5
São João do Araguaia	Carajás	0.445	135°	49,33	15,1
Melgaço	Marajó	0.445	134°	11,9	3,3

Tabela 4 - Percentual de atendimento com rede de água e coleta de esgotos dos municípios de menor ICV no estado do Pará – 2010. Fonte: IBGE, 2010

A partir da perspectiva formulada por Sen (2000), em que pobreza é um estado de privação e de vulnerabilidade humana e material que impedem os indivíduos de serem livres para escolhas e tomada de decisões, o baixo acesso à água por redes de abastecimento de água própria para o consumo humano, da fonte à porta do consumidor, pelo conjunto dos municípios do estado do Pará, ainda o colocam como um dos estados mais pobres do país. Na análise dos municípios com menores ICV identificou-se elementos de pobreza que se vinculam diretamente ao acesso à água e esgotamento sanitário, tais como alta mortalidade infantil e os elevados índices de doenças de vinculação hídrica, como a diarreia.

Por outro lado, os municípios com melhores ICV, como Belém e Parauapebas, por exemplo, que também são os municípios que possuem os maiores PIB do estado, possuem ICV de apenas 0,551 e 0,514, respectivamente. As taxas de domicílios com acesso a rede geral de água ainda estão em 75,49% (Belém) e 73,08% (Parauapebas) e o acesso a rede de esgotamento sanitário 81,3% e 45,7%, respectivamente. Portanto, a falta de acesso a serviços e infraestruturas básicas de suporte a vida na sociedade, tais como água potável e saneamento básico, fazem com que os habitantes dos municípios do estado do Pará sofram privações de importantes elementos das esferas da vida que impedem o exercício dos direitos mínimos de cidadania.

Considerações finais

O artigo objetivou demonstrar a relação entre água, saneamento e pobreza no estado do Pará a partir da análise do Índice de Condições de Vida (ICV) dos municípios que o compõem. O Pará é um estado abundante em água e provedor desse recurso para uma série de atividades econômicas

não só em nível estadual, mas para todo o restante do país. Dentre as formas de provisão está a existência das 4 maiores hidrelétricas do país que geram energia para atividades industriais de grande porte, dentre as quais a indústria mineral.

A despeito da existência abundante de água, a pesquisa demonstra que mesmo os municípios do estado com o maior PIB e melhor infraestrutura ainda há um significativo déficit no atendimento das famílias. Os municípios de Belém e Parauapebas, os mais ricos do estado, possuem defasagens de 24,51% e 26,92%, respectivamente. Há uma série de fatores que levam a esse quadro dentre os quais o baixo atendimento às áreas rurais e periurbanas nos municípios, assim como o permanente crescimento das cidades que espraiam as populações para áreas de menor infraestrutura urbana. Há, ainda, o entendimento dos baixos planejamentos de expansão da cidade e a ausência de políticas públicas para oferecimento de alternativas de abastecimento de água própria para consumo humano. Situação pior ainda se encontra o acesso a esgotamento sanitário, uma vez que mesmo os municípios mais ricos possuem significativas defasagens no atendimento das famílias. Novamente, tomando como exemplo Belém, que é a capital do estado, e Parauapebas, o município mineral que contribui com um dos maiores percentuais do PIB do Pará, a defasagem é de 18,7% e 54,3%, respectivamente.

A situação é extremamente crítica nos municípios que possuem os menores ICV do estado, em que Melgaço (Região de Integração Marajó), Garrafão do Norte (Região de Integração Rio Capim) e Cachoeira do Arari (Região de Integração Marajó), por exemplo, não atendem 88,1%, 74,16% e 70,07% das famílias residentes à rede de água para consumo humano. Em termos de esgotamento sanitário, entre os 10 municípios com menor ICV, 4 atendem um pouco mais de 1% das famílias residentes, ou seja, aproximadamente 90% da população não é atendida: Garrafão do Norte (1%), Curuá (1,1%), Prainha (1,6%) e Faro (1,6%). Isso demonstra o grau de vulnerabilidade social existente nesses municípios.

Dado o exposto, pode-se afirmar que o estado do Pará está longe de ser um estado sustentável para água. As ausências de acesso à rede de água de boa qualidade para consumo humano e de esgotamento sanitário acabam por excluir camadas populacionais do exercício de direito à cidadania plena, colocando-as em estado permanente de pobreza e de difícil superação em curto espaço de tempo.

Referências bibliográficas

- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos* – 2014. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016.
- ALEIXO, B.; REZENDE, S.; PENA, J.L.; ZAPATA, G. HELLER, L. Direito humano em perspectiva: desigualdades no acesso à água em uma comunidade rural do Nordeste brasileiro. *Ambiente e Sociedade*. São Paulo, v. 19, n. 1, p. 63– 84, mar. 2016.
- IBGE. *Censo Demográfico*. IBGE, Rio de Janeiro, 1980.
- IBGE. *Censo Demográfico*. IBGE, Rio de Janeiro, 1991.
- IBGE. *Censo Demográfico*. IBGE, Rio de Janeiro, 2000.
- IBGE. *Censo Demográfico*. IBGE, Rio de Janeiro, 2010.
- IDESP. *Estatísticas municipais*. Belém: IDESP, 2013.
- NARAYAN, D. *Moving out of poverty*. Washington: World Bank, 2010
- PARÁ-RURAL. *Identificação e Mapeamento da Pobreza Rural no Estado do Pará*. Belém: Pará-rural, 2013.
- SEIR. *Atlas de integração regional do estado do Pará*. Belém: SEIR, 2010.
- SEN, A. *Development as freedom*. Oxford: University of Oxford, 2000
- THOMAS, A. *Poverty and Development*. Oxford: University of Oxford, 2000
- VASCONCELLOS SOBRINHO, Mário. *Notas Introdutórias sobre Desenvolvimento e Desenvolvimento Territorial*. In: MITSCHERIN, T.; ROCHA, G. de M.; VASCONCELLOS SOBRINHO, M. *Desenvolvimento Local e o Direito à Cidade na Floresta Amazônica*. Belém: NUMA/UFPA, 2013.
- VELOSO, N. S. L. *Política Pública de Abastecimento Pluvial: Água da Chuva na Amazônia, e por que não?* Belém: UFPA, NAEA, 2019 [tese de doutorado].

A estatística e a universalização do acesso à água potável - estudo de caso da área rural do município de Bragança

**José Tarcísio Alves Ribeiro,
Ronaldo Lopes e Rodrigues Mendes**

Introdução

A Política Federal de Saneamento Básico, estabelecida na Lei no 11.445, determina a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

O acesso à água potável, objeto deste estudo, é traduzido nos censos demográficos por domicílios ligados à rede geral de abastecimento e, nas outras formas de abastecimento, que não garantem a potabilidade da água, temos: poço ou nascente dentro e fora da propriedade; rio, açude, lago ou igarapé; e outra forma.

O censo de 2010 identificou que no Brasil, 92% dos domicílios urbanos tinham acesso à rede geral, enquanto na área rural era 28%; na região Norte, 54,5% na área urbana, 17,7% na área rural; no Pará, 48%, e 23%; e em Bragança, 37,5 % com acesso à rede, e 11,9% na área rural.

As informações de 2010 são as mais recentes disponíveis no Brasil para o planejamento municipal, isto é, são detalhadas para as áreas urbana, rural, bairros e localidades de todos os municípios do Brasil, que torna essa operação dispendiosa e volumosa, porém, viabiliza a comparação entre municípios, estados e regiões do Brasil. Vale ressaltar que o novo censo demográfico realizar-se-á em 2020, trazendo luz à este estudo.

A principal diferença do abastecimento por rede geral é o tratamento da água para o consumo humano adequado, que reduz o risco de doenças relacionadas com a água e sintomas como a diarreia, que é um dos principais indicadores usados para medir o impacto do saneamento básico sobre a saúde. (QUEIROZ, 2006)

A população não sabe, ou não dá importância às consequências da falta de acesso à água potável. Neste sentido, a educação ambiental pode contribuir para mobilizar os cidadãos, proporcionar condições para a participação na elaboração da política de saneamento, contribuir para qualificar o gasto público em saneamento, monitorar as políticas do setor e acelerar a universalização do acesso. (MORAES et al; 2014)

A informação estatística propicia que se viabilize o acesso universal à água potável, através do tamanho e distribuição da população; os registros administrativos permitem verificar as doenças relacionadas com a água através da quantidade e valor das internações; e a quantidade e distribuição de alunos e professores no ensino básico, como estratégia para implementar a educação ambiental de amplo alcance.

Neste artigo, investigamos o acesso à rede geral de abastecimento de água na área rural de Bragança, através do uso de informações estatísticas e registros administrativos, a partir da investigação da incidência das doenças relacionadas com a água no município e a distribuição dos alunos na educação fundamental no município, como estratégia para intensificar a educação ambiental.

Política nacional de saneamento: Universalização

A Política Nacional de Saneamento Básico é viabilizada por um conjunto de instrumentos legais que garantem a produção e o uso de informações relacionadas e relevantes ao saneamento, e que podem propiciar a universalização do acesso ao abastecimento de água potável, um dos princípios desta política nacional.

Os censos demográficos e de educação e os registros administrativos de saúde são garantidos respectivamente pela Lei nº 5.534/1968, que “dispõe sobre a obrigatoriedade da prestação de informações estatísticas”; pelo Decreto Nº 6.425 /2008, que dispõe sobre o censo anual de educação; e pela Lei Nº 8008/1990, que dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde e define a organização e a coordenação do sistema de informação sobre saúde.

A Lei Nº 11.445/2007, Lei Federal do Saneamento Básico determina em seus princípios fundamentais, a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento; estabelece que os contratos de prestação de

serviços em saneamento no município, só ocorram mediante Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), que é detalhado no Decreto N° 7.217 / 2010; e na Resolução Recomendada N° 75/2009 do Ministério das Cidades, que estabelece o conteúdo mínimo dos PMSB.

A Portaria do Ministério da Saúde (MS) N° 2.914 /2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; e o Decreto Lei N° 5.440/2005 institui mecanismos e instrumentos para divulgar informações sobre a qualidade da água para consumo humano.

A Lei N° 12.527/2011, conhecida como Lei de Transparência das Informações Públicas, obriga os órgãos e entidades públicas a divulgar suas informações; e o Decreto 6.666/2007, obriga os órgãos da esfera federal a compartilhar informações espaciais.

As informações são produzidas, amparadas por leis, com a função de informar a sociedade sobre as condições de saneamento da população e as atividades desenvolvidas em cada órgão das três esferas de governo. Porém, apesar de todo este arcabouço, a produção e uso das informações não aparecem como prioridade na gestão municipal.

Evolução da população no Brasil, região Norte, Pará e Bragança, e distribuição recente da população em Bragança

No Brasil, de 93 milhões de habitantes em 1970, chegamos a 190 milhões em 2010, porém, na área rural, a população se reduziu de 41 milhões de habitantes em 1970, para 30 milhões em 2010, enquanto que, na área urbana, cresceu, no mesmo período, de 52 para 161 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

Na região Norte, a população avançou de 3,6 milhões em 1970 para 15,9 milhões em 2010, na área rural, avançou de 2 milhões de habitantes em 1970, para 4,2 milhões, em 2010, e, na área urbana, de 1,6 milhão para 11,7 milhões (IBGE, 2010).

No Pará, em 1970, havia 2,2 milhões de habitantes, enquanto que, em 2010, a população avançou para 7,6 milhões. Em situação rural era 1,1 milhão em 1970, e 2,4 milhões em 2010 e, na área urbana, o crescimento, no mesmo período, foi de 1 milhão de habitantes para 5,2 milhões (IBGE, 2010).

O primeiro censo do Brasil, em 1872, no Brasil Império, realizado pela Diretoria Geral de Estatística do Brasil, depois IBGE, conferia à Bragança, uma

população de 9.235 habitantes. Depois de 140 anos e realizados 13 Censos Demográficos (1890, 1900, 1910, 1920, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, e 2010), a população de Bragança era um pouco superior a 113 mil habitantes, em 2010 (IBGE; 2011). No período entre 1970 e 2010, nos quatro recortes espaciais observados a população cresceu muito mais na área urbana do que na área rural, conforme o gráfico 1. No Brasil, a população rural reduziu-se a 72,7% do total de 1970, e em Bragança, permaneceu quase a mesma, porém reduziu-se a 97,1% de 1970, na região Norte e, no Pará cresceu um pouco, com relação a 1970.

Crescimento da População Urbana e Rural nos Espaços Geográficos, entre 1970 e 2010.

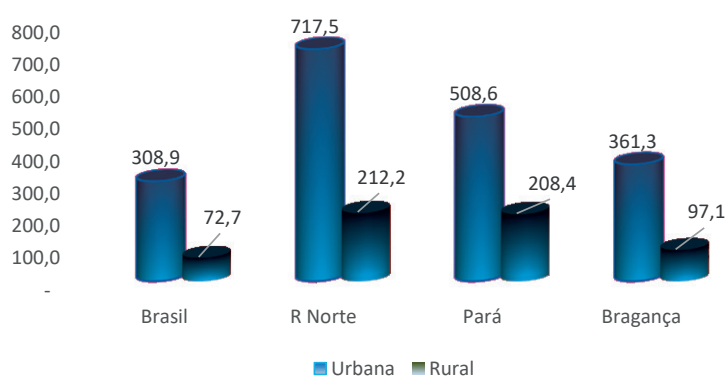


Gráfico 1 - Crescimento da população urbana e rural nos espaços geográficos entre 1970 e 2010. Fonte: IBGE (2010)

Bragança, um dos mais antigos municípios do Pará, tornou-se uma região de produção agropecuária. Na segunda metade do século XIX, foram iniciados o planejamento e as obras da estrada de ferro Belém – Bragança, junto com a implantação de colônias agrícolas na região. Em 1940, no primeiro censo com divisão urbana e rural e, em 1950, a população rural de Bragança era a maior entre os municípios do Pará; em 1960, a segunda maior; em 1970, a terceira; e, em 2010, a décima (Gráfico 2) (IBGE, 2011).

Em 1940, a população rural era seis vezes maior que a urbana, esta proporção diminuiu sistematicamente, até que, em 1991, inverteu-se, a população urbana tornou-se maior que a rural, e, em 2010, tornou-se próxima ao dobro da rural. A população urbana cresceu mais de 10 vezes em 70 anos, a rural manteve-se em torno de 40 mil habitantes.

O conceito estabelecido pelo IBGE para urbano e rural revela que situação rural é complementar ao conceito de situação urbana, ou seja, o que não é urbano é rural. Este conceito de urbano e rural não é amplamente aceito pela comunidade acadêmica, em alguns casos, é duramente criticado (2001) (VEIGA, 2001, p 101).

Bragança possui seis distritos, 77% da população morava, em 2010, no distrito de sede; 7%, no Tijoca; 6%, Caratateua; 4%, Vila do Treme; 4%, Nova Mocajuba; e 2%, Almoço. Havia, em 2010, 54 setores censitários urbanos e 54 rurais. No território rural, encontram-se dois tipos de aglomerações, com 21 setores denominados “Aglomerados Rurais Isolados – Povoados”, e 33 setores de “Zona Rural”. (IBGE 2011)

A população dos “Povoados” é de 11,8 mil habitantes, enquanto que da “Zona Rural” é de 28,7 mil habitantes. A área dos setores censitários Povoados é bem menor do que as Zona Rural, o que implica em maior densidade demográfica nos Povoados, determinante para o planejamento dos sistemas de abastecimento de água.

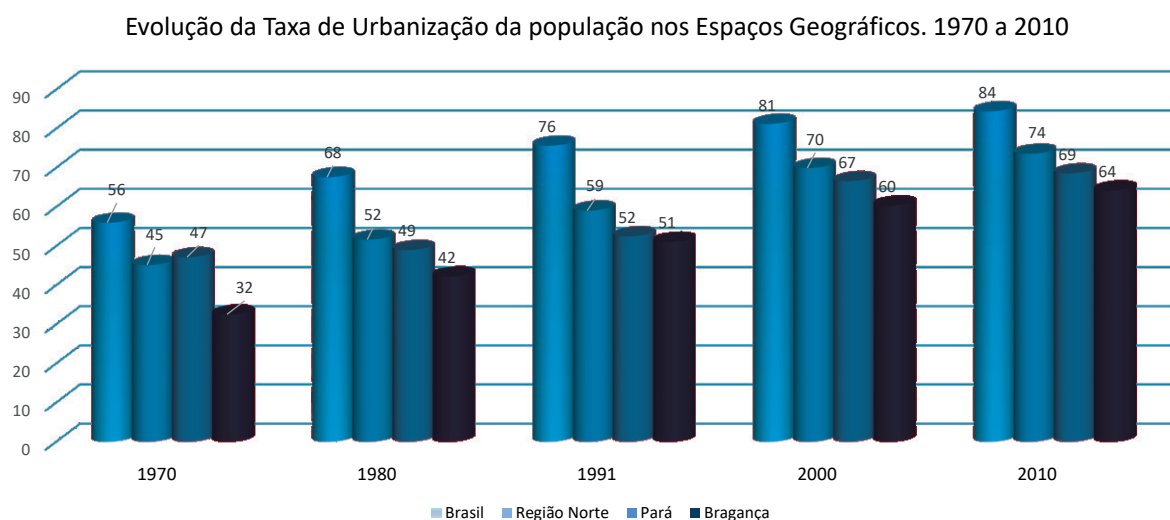


Gráfico 2 – Evolução da taxa de urbanização da população nos espaços geográficos (1970 a 2010). Fonte: IBGE (2011).

A população rural de Bragança distribui-se por dois tipos de aglomeração, a zona rural, onde a distribuição é mais dispersa, e os povoados, aglomeração onde a população se agrupa de modo mais compacto. Porém, a forma de aglomeração populacional interfere no tipo de abastecimento de água.

Demanda por água no Brasil, região Norte, Pará e em Bragança

As demandas por abastecimento de água potável crescem na mesma proporção da população. Elemento básico na infraestrutura social, os sistemas de abastecimento são vistos, ainda, no Brasil, como gastos e não como investimentos ambientais, sociais e econômicos.

Passadas duas décadas da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei No 9.433, de 1997), e uma década da Política Nacional de Saneamento Básico (Lei No 11.445, de 2007), o país ainda discute a abrangência do atendimento de água nas áreas rurais e urbanas. Programas federais como o “Água Para Todos”, que “tem a missão de promover a universalização do acesso à água em áreas rurais para consumo humano e para a produção agrícola e alimentar...” (MI 2014, p. 4) demonstram algum esforço do governo federal, mas a universalização dos serviços ainda é uma meta muito distante.

Em termos do consumo doméstico, o ciclo da água refere-se ao seu transcurso desde o manancial de onde é extraída, até o seu retorno à natureza em forma de esgoto, depois de ter sido utilizada. Neste ínterim, a água é tratada, reservada, distribuída e consumida, de modo que pode ter sua quantidade e qualidade alteradas em diferentes intensidades. A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – sugere que de cada 10 litros retirados do manancial, 8 são devolvidos à natureza através dos esgotos (MENDES, 2010, p. 32).

Havia 57 milhões de domicílios no Brasil, em 2010, dos quais 47 milhões eram ligados a rede geral de abastecimento de água, isto é, 83%, porém na área rural do país esta participação era reduzida à 28%. Na região Norte, em 2010, havia 4 milhões de domicílios, dos quais 2,2 milhões (54%) eram abastecidos por “Rede Geral”, na área rural da região, o abastecimento por “Rede Geral” era 18% (Gráfico 3).

A região Norte, inserida integralmente na Amazônia Brasileira, é a região com maior área do Brasil, 3,9 milhões km², 45% do território nacional. Esta região é associada à abundância de águas pela presença da maior bacia hidrográfica do planeta, que detém 12% da água doce mundial. Porém esta informação oculta as diversidades sociais e ambientais no acesso à água potável pelas populações urbana e rural (MOURA, 2007).

No Pará, 48% dos domicílios tinha acesso à Rede Geral de Abastecimento em 2010, porém, no território rural do Estado, 23% dos domicílios tinha esse tipo de acesso. Em Bragança, 37 % dos domicílios eram abastecidos por rede geral; 36%, por “Poço ou Nascente na Propriedade” e 26% de outra forma. No território rural de Bragança, 8 mil domicílios (87 %) eram abastecidos por “Poço ou Nascente na Propriedade” (52%) ou “Outra Forma” (35%).

Nos “Povoados”, dos 2.260 domicílios, 659 eram abastecidos através de “Rede Geral”, 25%, na “Zona Rural”, dos 6.360 domicílios, 389 eram abastecidos por “Rede Geral”, 6%. (IBGE, 2010).

Domicílios Ligados à Rede Geral de Abastecimento de Água em 2010

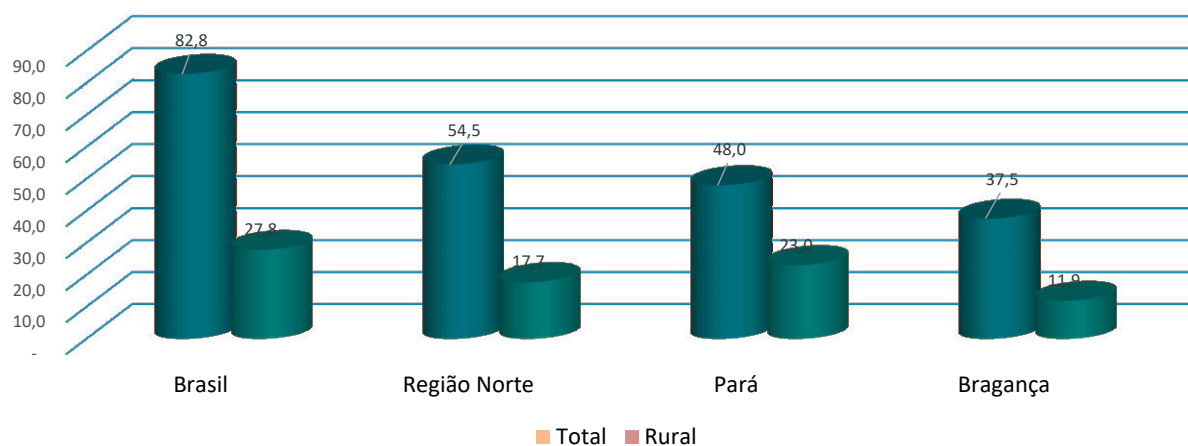


Gráfico 3 – Domicílios ligados a rede geral de abastecimento de água em 2010.
Fonte: IBGE (2010).

O acesso à rede geral de abastecimento de água tem uma diminuição acentuada (de 82,7% para 37,5%). Nestes quatro recortes espaciais, o acesso na área rural é menor do que na totalidade da área, com destaque ao acesso de 11,9% na área rural de Bragança. Observa-se ainda que ocorre uma significativa variação no abastecimento da área rural de 25% (povoados) para 6% (zona rural), indicando uma interferência da distribuição populacional na forma de abastecimento de água.

Abastecimento de água, saúde pública e educação ambiental e sanitária

Em 2000, a ONU estabeleceu 18 metas de monitoramento para os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio – ODM, a serem alcançados até 2015. O saneamento básico é destacado nas metas: “Reduzir pela metade a proporção da população sem acesso permanente e sustentável à água potável e esgotamento sanitário”, e “reduzir em 2/3 a mortalidade de crianças com menos de cinco anos de idade”, relacionado ao fornecimento de água potável (IPEA, 2007). Notadamente, o não alcance das metas fez com que a ONU, em 2015, reformulasse sua estratégia e criasse os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), que renova a agenda para 2030. Nesta nova iniciativa, vários itens estão relacionados ao abastecimento doméstico

de água, mas especialmente o ODS 6, “Água Potável e Saneamento”, o qual estabelece “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”.

Gastos em saneamento são investimentos que reduzem a ocorrência de doenças relacionadas à água e despesas com internação, medicamentos, etc. A Organização Mundial de Saúde considera que o gasto de um dólar em saneamento é uma economia de quatro dólares em saúde pública (FUNASA, 2006). O governo brasileiro vai além e afirma que “cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde” (FUNASA 2018).

As “doenças relacionadas à água” são classificadas em três grupos: “doenças de veiculação hídrica”, quando o agente patogênico está presente na água (cólera, febre tifoide, salmonelose, amebíase, giardíase, hepatite A, e leptospirose); “doenças baseadas na água”, em que o agente patogênico se desenvolve em parte na água, (esquistossomose, e helmintoses); e as “doenças transmitidas por insetos”, em que o ciclo do inseto, hospedeiro do agente patogênico, depende da água, pois é onde ele procria e se alimenta (febre amarela, dengue, malária, e filariose) (DESENVOLVIMENTO, 2006). A diarreia é um dos principais indicadores epidemiológicos utilizados para medir o impacto das ações de saneamento sobre a saúde. (QUEIROZ, 2006)

No ano de 2014, a proporção de ocorrências de internações em Bragança por doenças relacionadas com a água foi de 1.418 internações por 100 mil habitantes. Esta proporção é mais que dobro do Pará (588 internações por 100 mil habitantes) e quase 19 vezes maior que a proporção da região Sudeste do Estado (75,87 internações por 100 mil habitantes). As 1.418 internações por 100 mil habitantes, em Bragança, custaram R\$ 640 mil, e as 75,87 internações por 100 mil habitantes, da região Sudeste, custariam R\$ 34 mil (no caso da proporção de internações do Sudeste ocorressem em Bragança). Uma economia anual de R\$ 606 mil, para Bragança. (DATASUS, 2014)

No Brasil, em 2010, a taxa de mortalidade infantil era 16 óbitos infantis por mil nascidos vivos; na região Norte, era 21; no Pará, 21,5; em Bragança, 16. Observa-se que quanto maior for o acesso à água potável, menor é a mortalidade infantil (IPEA, 2007). A Organização das Nações Unidas – ONU e a Organização Mundial de Saúde – OMS, relacionam os temas diarreia, mortalidade infantil e abastecimento de água, em todo do planeta, e afirmam “globalmente, cerca de 88% das mortes por diarreia são atribuídas à má qualidade da água, saneamento inadequado e falta de higiene” (UNICEF,

2009). A mortalidade infantil é um importante indicador epidemiológico para analisar o impacto das intervenções do saneamento sobre a saúde humana (COSTA; HELER, 2005).

Os sistemas de abastecimento de água não chegam aos lugares mais afastados, sobretudo nos territórios rurais. A educação sanitária e ambiental pode ser um instrumento de apoio a estas populações, tanto na conscientização para o tratamento de água, como para subsidiar a mobilização para organização e gestão do abastecimento de água.

Em um estudo sobre educação ambiental e atenção primária à saúde, um grupo de autores (Moraes, Poliana Soares; Lima, José Heriston de Moraes; Abreu, Bruno Soares; Abreu, Irineide Gomes; Abreu, Priscila Soares) compreende a educação ambiental e, em saúde, como um instrumento que propicia a mobilização dos cidadãos para o controle social e contribui para que este participe do planejamento e monitoramento das políticas do setor, possibilitando o exercício do controle a fim de que as aplicações de recursos sejam mais eficientes e beneficiem a população local. (MORAES, 2014).

Helena Ribeiro e Wanda Maria Günther constatam que as ações de saneamento e promoção da saúde não se sustentam como atividades fins, necessitando fundamentalmente da participação comunitária e institucional na condução das ações (RIBEIRO; GUNTHER, 2002). Edila Moura relaciona orientações e ações educativas da Pastoral da Criança como uma das ações importantes para a redução da mortalidade infantil de 86/1000, em 1994, para 27/1000, em 2005, na várzea de Mamirauá, no estado do Amazonas (MOURA, 2005).

O consumo de água potável impede que a população contraia doenças relacionadas à água, ou, pelo menos, reduz essa possibilidade, que implica em saúde à população, ao meio ambiente e a otimização de gastos públicos. Porém, a educação sanitária e ambiental propicia o acesso a estas informações, e a sensibilização/conscientização, no que diz respeito à importância do acesso à água potável na redução de danos à saúde pública. A educação sanitária e ambiental é um elo essencial entre a saúde pública e acesso universal à água potável.

A informação e o acesso universal à água potável na área rural de Bragança

Sem as informações não seria possível falar de acesso universal à água potável. As informações aqui consideradas são aquelas disponibilizadas por obrigatoriedade de leis que regulam a produção sobre demografia, educação e saúde; impõem o compartilhamento público e regulam a utilização nos planos municipais de saneamento básico. Este conjunto de leis deveria ser suficiente para garantir a produção, a disseminação e o uso da informação, pela gestão pública municipal e a sociedade.

O grande volume de informações necessárias ao conhecimento do saneamento básico requer gestão, isto é, organização para a aquisição, produção, armazenamento e utilização. O levantamento para verificar a universalização do acesso à água potável em Bragança requereu um conjunto razoável de informações para conhecimento do setor.

As informações censitárias são intramunicipais, submetidas a mesma metodologia em todo o país; as demais informações são espacializadas dentro do município, porém não são de fácil localização e manipulação, e nem sempre a gestão municipal está atenta a este fato. A organização das informações, em nível intramunicipal, é de responsabilidade do município, tanto pela Lei de Transparência, como pela Lei que estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico. O plano municipal de saneamento básico prevê, ainda, a implantação de um sistema municipal de informações em saneamento básico.

Os municípios do Pará apresentam dificuldades em sua gestão e as principais deficiências constatadas foram o planejamento insuficiente; baixa qualificação de gestores e corpo técnico; e baixa capacidade administrativa e de gestão. (IPEA, 2011).

As ações integradas entre as Secretarias de Educação, Saúde, Meio Ambiente, Infraestrutura e Planejamento parecem ser um caminho para superar as limitações impostas pela escassez de recursos financeiros no sentido de ampliar ao acesso à água potável na área rural do município.

Conclusão

As condições de saneamento da população podem ser monitoradas por governo e sociedade através de leis, informações, estatísticas e registros administrativos. Apesar de todo este arcabouço, a produção de informações não é prioridade no município.

O acesso à rede geral de abastecimento de água tem uma diminuição sistemática, Brasil 82,7%; Região Norte, 54,5%; Pará, 48%; Bragança, 37,5%. Na área rural, o acesso é mais inferior: Brasil, 27,8%; Região Norte, 17,7%; Pará, 23%; e Bragança, 11,9%.

O foco deste estudo, a população rural de Bragança, distribui-se em zona rural e povoados. A forma de aglomeração populacional interfere no tipo de abastecimento de água, visto que nos povoados 25% dos domicílios tem acesso à rede geral de abastecimento e na zona rural essa participação é de 6%, segundo o IBGE, em 2010.

A universalização do acesso à água potável melhora a saúde da população, o meio ambiente e o gasto público. Porém, a educação sanitária propicia o acesso a estas informações e a conscientização sobre a redução de danos à saúde pública. A educação sanitária é um elo essencial entre a saúde pública e acesso universal à água potável. No caso do município de Bragança ter o mesmo número de internações por doenças relacionadas com a água que a região Sudeste, seria possível uma economia anual de R\$ 600.000,00, que poderia ser investido em ações nesse sentido.

Sem as informações, não seria possível falar de acesso universal à água potável. As informações são disponibilizadas por obrigatoriedade de leis, que regulam os censos demografia e de educação e os registros administrativos de saúde. Este conjunto de leis deveria ser suficiente para garantir a produção, a disseminação e o uso da informação pela gestão pública municipal e a sociedade, porém apenas uma pequena fração da sociedade tem esse interesse.

Referencias bibliográficas

BRASIL. Decreto Lei no 7.217; de 21 de junho de 2012. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm. Acesso em: 25 mai. 2015.

BRASIL. Decreto Lei no 5.440, de 4 de maio de 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm. Acesso em: 5 jun. 2015.

BRASIL. Decreto Lei no 6.666, de 27 de novembro de 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm. Acesso em 20 jun. 2015.

BRASIL. Decreto no 6.425, de 4 de abril de 2008. Dispõe. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/Decreto/D6425.htm. Acesso em 01 de mai. 2015.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9433.htm. Acesso em 12 de dez. de 2014.

BRASIL. Lei nº 5.534, de 14 de novembro de 1968. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L5534.htm. Acesso em 20 de mai. de 2015.

BRASIL. Lei nº 8.184, de 10 de maio de 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8184.htm. Acesso em 2 de fev. de 2015.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm. Acesso em 2 de mai. De 2015.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em 20 de jul. de 2014.

BRASIL. Portaria MS nº 2.914; de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Visualizado em 02 de set. de 2014

BRASIL. Resolução MC no 75, de 2 de julho de 2009. Disponível em: https://www.nossasaopaulo.org.br/portal/arquivos/Resolucao_ConCidades_75.pdf. Acesso em 01 de set. de 2014.

BRASIL. Resolução CONAMA no 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 01 de set. de 2014

COSTA, Silvano Silvério; HELLER, Leo. Indicadores Epidemiológicos Aplicáveis a Estudos sobre a Associação entre Saneamento e Saúde de Base Municipal. Recebido: 05/08/04 Aceito: 14/02/05. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. 2005

DESENVOLVIMENTO, de indicadores para um sistema de gerenciamento de informações sobre saneamento, água e agravos à saúde relacionados. Fundação Oswaldo Cruz. 2006

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento. 3 ed. Ver. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

FUNASA 2018. “Cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde”, disse ministro da Saúde. Disponível em http://www.funasa.gov.br/web/i-ciesa/home/-/asset_publisher/0HnZ2A8CEA4V/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministro-da-saude?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.funasa.gov.br%2Fweb%2Fi-ciesa%2Fhome%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_0HnZ2A8CEA4V%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D3. Acesso em 20/3/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Documentos para disseminação. Evolução da divisão territorial do Brasil. IBGE. 2011. Rio de Janeiro.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Objetivos de desenvolvimento do milênio: relatório nacional de acompanhamento / coordenação: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos; supervisão: Grupo Técnico para o acompanhamento dos ODM. – Brasília: Ipea : MP, SPI, 2007.

MENDES, Ronaldo Lopes Rodrigues. Indicadores de sustentabilidade do uso doméstico da água. 187 f. (Tese em Ciências do Desenvolvimento Sócio Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, 2005;

MI. Ministério da Integração. Programa Água para Todos. Manual operacional dos objetos padronizados do programa. Brasília, dezembro de 2013. Disponível em:

MORAIS *et al.* Educação ambiental como estratégia na atenção primária em saúde; Recebido em: 12/03/2014/ Aceito em: 04/06/2014 / | ©2012 - Polêm!ca - LABORE 2014.

MOURA, Edila Arnoud Ferreira. Água de beber, água de cozinhar, água de tomar banho: diversidade socioambiental no consumo da água pelos moradores da várzea de Mamirauá, estado do Amazonas, 2005). artigo

QUEIROZ, Josiane Teresinha Matos. Água de consumo humano distribuída à população e ocorrência de diarreia: um estudo ecológico no município de Vitória/ES. Dissertação (Mestrado em Saneamento) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006.

RIBEIRO, Helena; GUNTHER, Wanda Maria Risso. A integração entre a educação ambiental e o saneamento ambiental como estratégia para a promoção da saúde e do meio ambiente sustentado. 2002.

UNICEF. Diarrhoea :Why children are still dying and what can be done. The United Nations Children’s Fund (UNICEF)/World Health Organization (WHO), 2009.

VEIGA, José Eli da. O Brasil rural ainda não encontrou seu eixo de desenvolvimento. Estudos Avançados 15 (43), 2001, publicação digital da Universidade de São Paulo. 2001; p 101 – 119.

Amazônia Brasileira: maldição dos recursos naturais ou renovado colonialismo?

Martina Iorio, Salvatore Monni e
Barbara Brollo

Introdução

Não obstante as várias mudanças políticas ocorridas depois do *impeachment* de 2015, o Brasil está ainda tentando emergir da sua crise econômica. Fatores como corrupção e políticas sociais assistencialistas parecem ter contribuído, no passado, ao fortalecimento de uma dinâmica dependente a vários níveis, em vez de produzir mudanças estruturais e melhorar o bem-estar. Como consequência, as ferramentas políticas propostas pelos governos que seguiram aos 12 anos de domínio do PT, visam reduzir os gastos públicos e estimular o crescimento. Isso se alinha com as tendências das políticas econômicas latino-americanas de abandonar a aplicação heterodoxa a favor de intervenções neoliberalistas¹ (WYLDE, 2016). De fato, seja qual for a linha de política econômica, para que ocorra crescimento econômico, a produção de energia e seu acesso são de importância crucial, mesmo apesar da ameaça que a exploração de recursos representa para o território e a população (KILEBER&PARENTE, 2015). Neste artigo, a seção dois descreve o efeito da dotação de recursos (*endowment*) na estratégia energética brasileira: destaca-se o papel da Amazônia Legal na exploração dos recursos, levando em consideração a alocação incorreta dos benefícios (FEARNSIDE, 2016). A seção três mostra dados relevantes para ressaltar que a realização de grandes projetos, especialmente hidrelétricos, melhorou o desenvolvimento econômico no estado do Pará. Finalmente, a seção quatro destaca a brecha que abriu-se nessa área entre desenvolvimento humano e renda per capita (PNUD, IPEA&FJP 2017).

Maldição dos recursos naturais ou renovado colonialismo?

O Brasil é um país de renda média com abundância de recursos naturais.

¹ No entanto, deve-se notar que os protestos de rua espalhados ao longo do segundo semestre de 2019 pela América Latina denunciam um evidente descontentamento generalizado com a renovada classe política.

Essas características o expõem ao fenômeno da maldição de recursos (resource curse) o qual pode-se apresentar também no cenário específico do setor energético (KILEBER & PARENTE, 2015; COSTANTINI & MONNI, 2008 a e b; AUTY, 2001). Então, dada a sua matriz energética 60% feita de hidrelétrico, e independentemente de seu potencial futuro, o Brasil parece ter quebrado a armadilha de energia, apesar do processo de diversificação energética não estar acompanhando os critérios da *energy ladder*² (BURKE, 2012). À medida que a porcentagem de outras fontes renováveis aumenta, o setor hidrelétrico está diminuindo apenas em termos relativos. Enquanto isso, o uso ainda grande de combustível fóssil afasta o país daqueles objetivos de proteção ambiental que realmente representam uma parte fundamental do bem-estar (BRAND-CORREA & STEINBERGER, 2017).

Um tópico crucial relacionado à exploração de recursos naturais por meio de projetos setoriais (nacionais) no Brasil é o da água destinada ao uso da produção de energia, uma vez que isso permite ao Brasil obter maior independência energética do resto do mundo. Embora destinado a fins nobres, esse uso da água gera impactos notáveis: primeiro, as instituições não facilitam suficientemente o fornecimento equitativo e confiável de água; segundo, sua poluição e distribuição desigual afetam a vida social e a saúde pública, uma vez que os setores privados e as grandes empresas públicas (investidores) estão mais interessados em se concentrar nos lucros esperados do setor de energia do que em fornecer serviços básicos (CORI & MONNI, 2015). A apropriação da água por empresas públicas e privadas para produzir energia pode ameaçar o processo de universalização do seu acesso. Além disso, pode danificar as economias locais (por exemplo, através da interrupção dos fluxos de água), com enormes impactos negativos sofridos principalmente pelas comunidades locais (transporte e comércio).

A Amazônia, assim como o alcance de seus recursos minerais e da sua água, sofreu então uma ocupação impensada e acelerada, tanto que a construção de “polos extrativos” foi implementada desde os anos setenta como uma maneira completa de ocupar a área em nome do interesse nacional (BECKER, 2005). A estratégia nacional revelou-se excludente, tornando o processo de desenvolvimento extremamente desequilibrado e adverso à própria Amazônia. Projetos baseados no setor energético geralmente

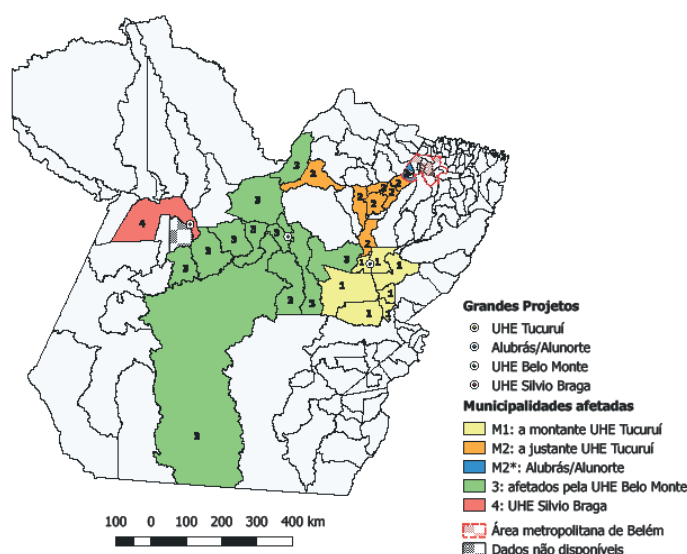
²O conceito de *energy ladder* (escada de energia) diz que um país procura tecnologias energéticas mais sofisticadas assim que a sua renda aumenta. Por exemplo, países de renda alta deveriam fomentar o desenvolvimento de tecnologias, para a produção de energia, geralmente mais limpas e mais modernas.

beneficiam atores externos (vazamento de lucros e devolução de impostos para empreendimentos estrangeiros), enquanto a população local sofre custos ambientais e sociais (FERNANDES *et al.* 2017). Além disso, a exploração e ocupação da terra – e da floresta! – põem em risco a conservação e a salvaguarda do território com sua população e sua cultura, tornando a questão econômica da Amazônia uma questão sociopolítica (MAGALHÃES FILHO, 1987; FEARNSSIDE, 2017).

Programas nacionais: entre crescimento econômico e desenvolvimento humano

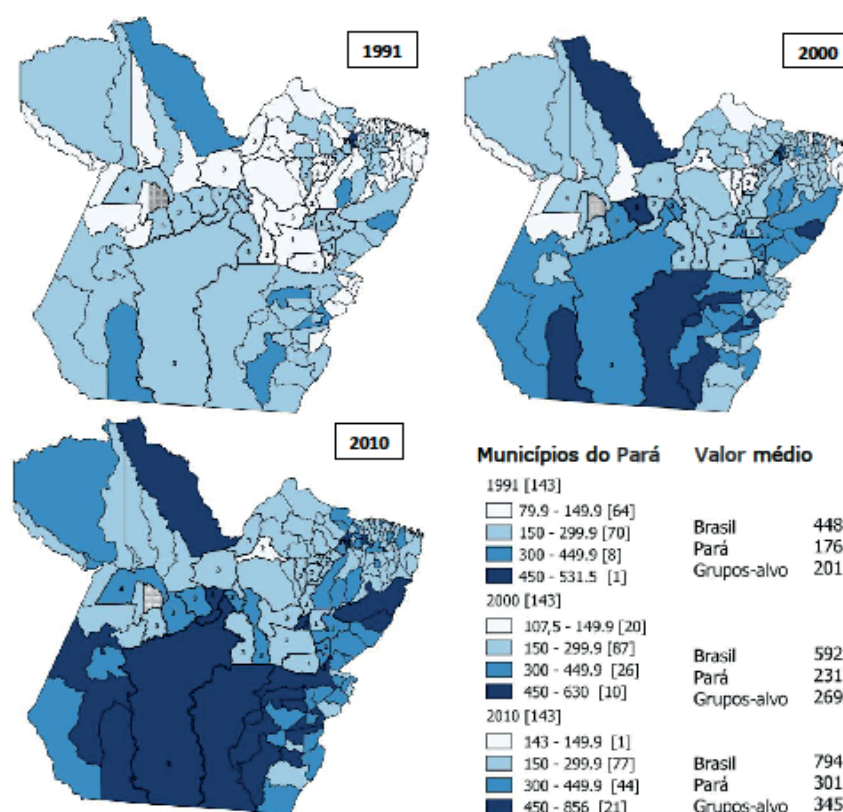
Desde a era do Grande Brasil³, a Amazônia está sujeita a programas setoriais destinados a melhorar o desenvolvimento nacional, bem como a projetos regionais destinados a melhorar o desenvolvimento regional, embora estes últimos não tenham sido bem-sucedidos em alcançar as metas de desenvolvimento esperadas (Magalhães 1987). De fato, os projetos de interesse regional geralmente absorvem recursos limitados em comparação aos nacionais, que são altamente financiados pelo capital nacional e internacional. No entanto, embora as últimas estratégias devam idealmente ser concebidas como inclusivas, elas tendem a implicar um limitado número de preocupações locais (Buarque, 1987). Por exemplo, enquanto a Região Norte (afetada desde os anos 70 por programas setoriais devido à disponibilidade de recursos) mantém níveis insatisfatórios de desenvolvimento, o estado do Pará tem o menor IDHM de toda a região (PNUD, IPEA&FJP, 2017). De fato, em 1991, nenhum de seus municípios pertencia às dez principais cidades do Estado. De 1991 a 2010, três de seus municípios permaneceram entre os dez últimos, porém Melgaço registra o pior IDHM (0,418) em 2010, tanto da região norte quanto do Brasil (PNUD, IPEA&FJP, 2017).

³ Refere-se à 5ª República, ou seja, o período da ditadura (Motta, 2007).



Mapa 1 – municípios afetados por projetos setoriais no Pará. Fonte: Elaboração pessoal.

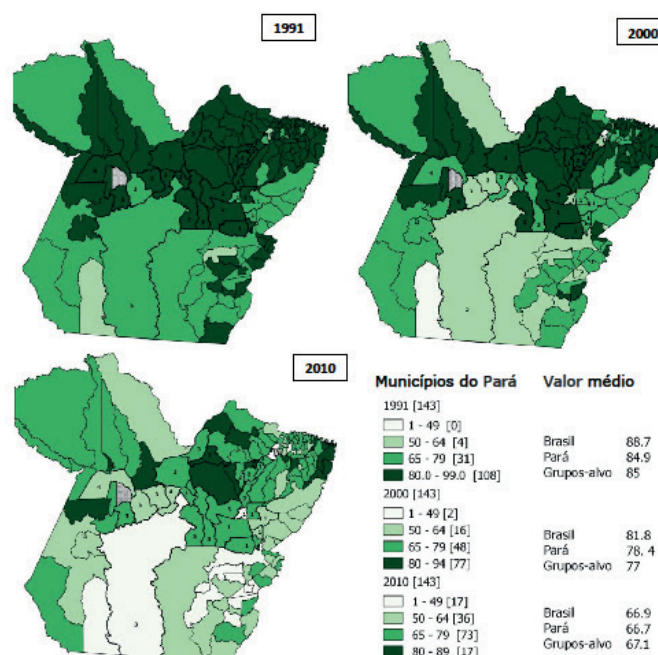
O Pará mantém níveis insatisfatórios de desenvolvimento mesmo apesar da realização do Grande Carajás, um dos principais programas setoriais brasileiros (PNUD, IPEA&FJP, 2017). Por isso, nosso objetivo é focar neste estado, com a finalidade de destacar o desempenho de 27 municípios direta ou indiretamente afetados por projetos setoriais. A análise é baseada em dados georreferenciados (Lelo, 2011) do último censo do IBGE (1991, 2000 e 2010) e leva em consideração três indicadores: renda per capita, porcentagem da população vulnerável à pobreza e desigualdade (Sen, 2005; Ehrhart, 2009; Azeem *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017; Menshikov *et al.*, 2017). Os municípios selecionados são reunidos em cinco grupos, dependendo da relação geográfica com os projetos: M1 (municípios a montante afetados pela UHE Tucuruí); M2 (municípios a jusante afetados pela UHE Tucuruí); M2* (Barcarena, sede da Hydro Alunorte); M3 (municípios afetados por Belo Monte UHE); M4 (Santarém, sede da Silvío Braga UHE) (Mapa 1).



Mapa 2 - Renda per capita (BR\$). Fonte: Elaboração Pessoal do PNUD, IPEA&FJP, 2013.

Quanto mais recente o ano, maior a renda per capita em todos os grupos: os dados mostram melhores resultados em termos de aumento de renda do que em termos de diminuição da vulnerabilidade à pobreza. De fato, como o índice de Gini é o único indicador para o qual todos os grupos-alvo tiveram desempenho cada vez pior ao longo dos anos, pode-se afirmar que a cada ano o aumento substancial da renda ocorre à presença de desigualdade constante (PNUD, IPEA&FJP, 2017).

A taxa de crescimento da renda per capita é, em média, positiva para todas as unidades entre 1991 e 2000. O Brasil tem uma taxa anual de crescimento de + 3%, assim como Pará e M4, com apenas M3 e M2 apresentando melhor desempenho (+5 % e + 4%, respectivamente). O pior desempenho é por M2 * e M1 (+ 2%). Na década de 2000-2010, o Brasil mantém uma taxa de crescimento da renda per capita de 3%, enquanto no Pará ocorrem menores taxas de crescimento nos municípios com um estado de desenvolvimento econômico mais avançado (Mapa 2).



Mapa 3 - % da população afetada pela vulnerabilidade à pobreza. Fonte: Elaboração pessoal do PNUD, IPEA&FJP, 2013. Os dados referem-se à proporção de indivíduos que vivem em domicílios particulares permanentes com renda domiciliar per capita igual ou inferior a 255 BR\$ por mês em 1º de agosto de 2010, equivalente a 1/2 salário mínimo na época.

Embora não seja possível identificar uma tendência devido à falta de dados (apenas dados do censo) e ao fato de o comportamento das cidades selecionadas ser amplamente heterogêneo, pode-se dizer que de 1991 a 2010, em cada, houve uma certa redução na porcentagem da população vulnerável à pobreza (Mapa 3). Em 1991, altos níveis de vulnerabilidade à pobreza foram registrados em todas as unidades territoriais, mas uma redução razoável foi registrada a partir de 2000. O melhor resultado foi alcançado entre 2000 e 2010 ao nível federal, já que o Brasil reduziu sua taxa de vulnerabilidade de 15%. Para Tucuruí (municipalidade principal em M2) e Altamira (municipalidade principal em M3), as duas décadas mostram que a mudança na população vulnerável à pobreza (-41% e -35%, respectivamente) é menos que proporcional ao aumento da renda per capita (+78% e +107%) (PNUD, 2017). Pelo contrário, a redução na porcentagem da população vulnerável à pobreza em M2* (-78%) é mais que proporcional ao aumento de renda per capita (+51%) durante o mesmo período. Em 2010, Santarém (M4) registrou uma taxa de vulnerabilidade de 55%, ou seja, mais de 10 pontos abaixo da média do Brasil, do Pará e dos municípios-alvo⁴ (66,9%, 66,7% e 67,1%, respectivamente) (PNUD, IPEA&FJP, 2013).

⁴ M1, M2, M2*, M3, M4 e M5.

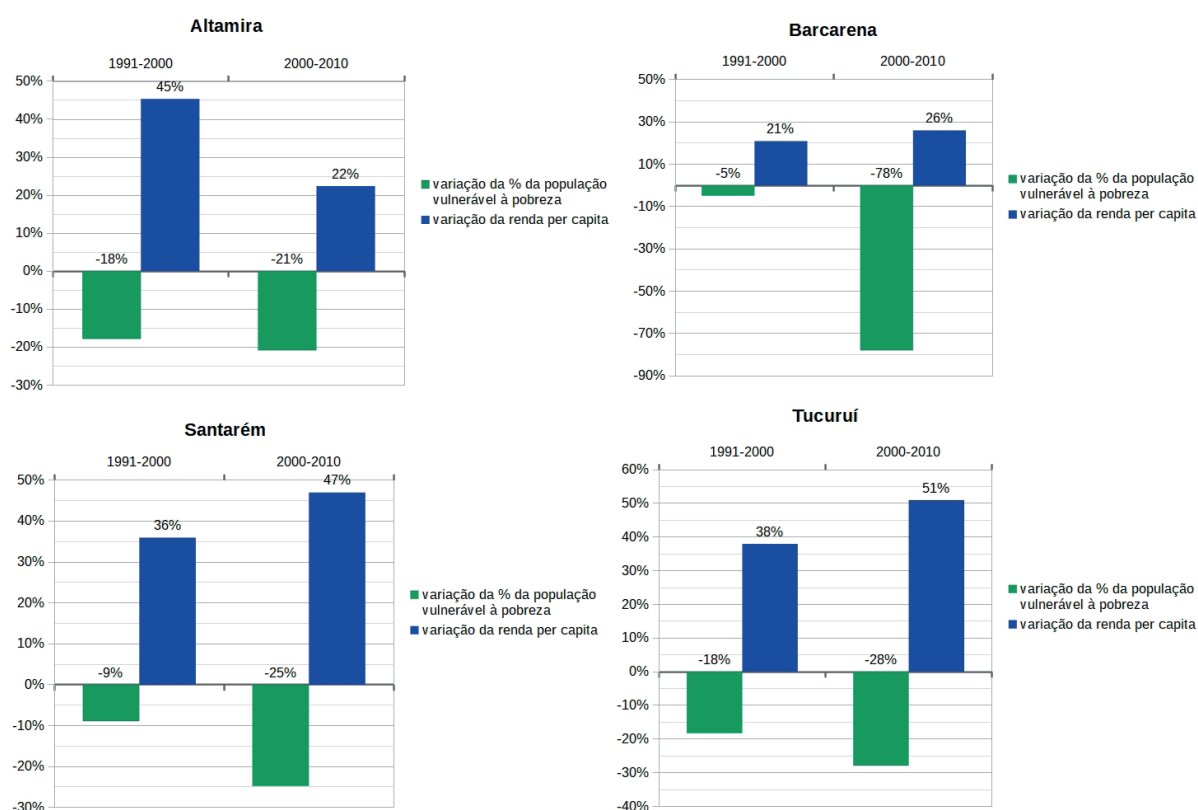
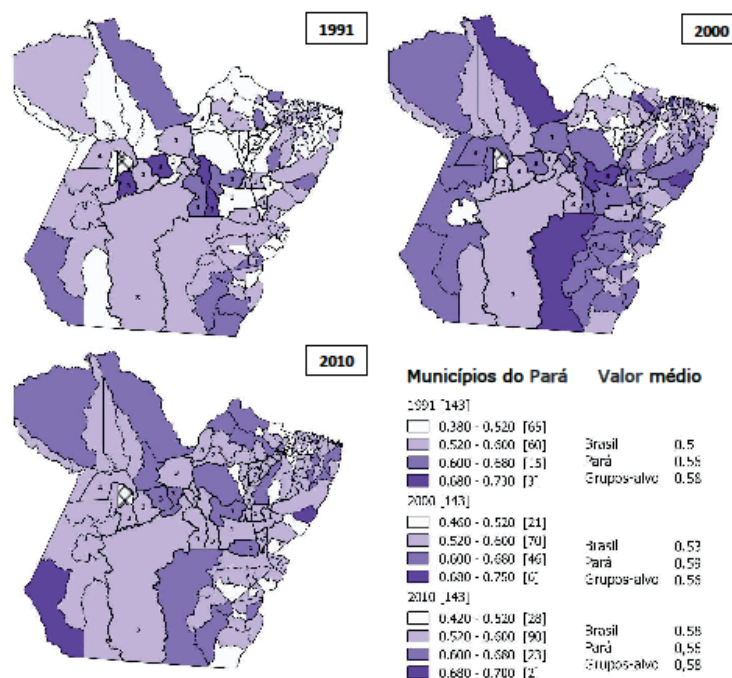


Figura 8 – Vulnerabilidade à pobreza. O gráfico compara a variação da taxa de crescimento da renda per capita com a diminuição do percentual da população vulnerável à pobreza entre 1991 e 2000, e também entre 2000 e 2010. Fonte: Elaboração pessoal do PNUD,IPEA&FJP (2013).

Na segunda década, todos os municípios selecionados apresentam melhores resultados em termos de aumento de renda do que em termos de redução da vulnerabilidade à pobreza (PNUD,IPEA&FJP, 2013) (Figura 1). A diminuição da pobreza não é suficiente para alcançar o desenvolvimento, sendo que o índice de Gini apresenta resultados decepcionantes. De fato, o aumento substancial da renda ocorre na presença de ampla desigualdade, cuja tendência está estruturada em duas fases. Na primeira fase, entre 1991 e 2000, a desigualdade sofreu uma piora absoluta, porém, na segunda, entre 2000 e 2010, mostrou uma diminuição relativa. Em 2010, comparado a 1991, o Brasil alcançou uma distribuição de renda até pior, como pode ser observado pelo aumento de +0,08 pontos no índice de Gini. O Pará e os municípios-alvo mostram um aumento menor da desigualdade, totalizando +0,03 pontos em média (Mapa 4).



Mapa 4 - Desigualdade (Índice de Gini). Os dados medem o grau de desigualdade na distribuição dos indivíduos de acordo com a renda familiar per capita. Seu valor varia de zero, quando não há desigualdade (a renda familiar per capita de todos os indivíduos tem o mesmo valor) a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo possui toda a renda). A população de indivíduos é limitada àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes. Fonte: Elaboração pessoal do PNUD, IPEA&FJP (2013).

Todos os municípios-alvo obtiveram piores resultados comparados ao Brasil e ao Pará. Por um lado, M2* (Barcarena, município líder do grupo M1) registrou o maior valor em 1991 e também em 2010, enquanto os resultados do M1 são particularmente preocupantes devido ao seu constante aumento no índice. Neste cenário, Tucuruí (o principal município de M2) não sofre alterações no índice de Gini, apesar do aumento da renda (isso também explicaria parcialmente a lenta redução da vulnerabilidade à pobreza). Apesar de sua grande usina e da sua atratividade energética, a cidade reduziu a porcentagem de vulnerabilidade à pobreza a uma taxa mais lenta do aumento da renda per capita (não obstante esta última seja ainda “intermediária”) e mantendo um índice de Gini “potencialmente insustentável” (Fapespa, 2016). Por outro lado, embora ainda não estivesse hospedando a usina de Belo Monte, Altamira (o principal município do grupo M3) reduziu a desigualdade de -2% na primeira década e de -3% na segunda, registrando um Índice de Gini potencialmente insustentável (PNUD, IPEA&FJP, 2013) (Figura 2).



Figura 9 - Figura 2 - Índice de desigualdade. O gráfico compara a renda per capita (expressa em BR\$ em 1 de agosto de 2010) com o índice de Gini para quatro cidades principais do estado do Pará em 1991, 2000 e 2010. Fonte: Elaboração pessoal do PNUD, IPEA&FJP (2013).

Apesar do caminho comum de desenvolvimento, as quatro principais cidades em que foca-se a análise exibem inclinações e territórios heterogêneos. No entanto, é importante reconhecer que, no momento da análise, cada cidade era afetada por grandes projetos setoriais ainda em operação (CBDB, 2011; Fapespa, 2015).

O caminho do desenvolvimento

Com base na dependência lógica entre a renda per capita e o desenvolvimento humano, pode-se supor que variações da renda per capita induziram mudanças substanciais no índice de desenvolvimento humano. Nesse caso, pode ser definido como “lógico” porque o cálculo do IDHM é baseado em educação, saúde e renda (UNHDR, 1990).

Por esse motivo, nosso foco não foi tanto descobrir uma regra científica quanto mais evidenciar a associação entre a renda per capita e o desenvolvimento humano (medido como Índice Municipal de Desenvolvimento Humano) por meio do índice de correlação de Spearman. O ρ (rho) de Spearman é um índice de co-graduação aplicado a valores ordenados⁵ aqui usado para destacar o papel da renda per capita na explicação do IDHM⁶ (Hauke&Kossowsky, 2011). O gráfico indica claramente que, mesmo quando muito baixa, a associação é sempre positiva ($0 < \rho < 1$). Essa correlação positiva aumenta a cada ano para cada grupo. M1 apresenta a menor associação, enquanto M2 e M3 apresentam correlação altamente positiva já em 1991, com variações semelhantes ao longo dos anos. A associação mencionada acima diminui se considerarmos a amostra total ($n = 27$) (Figura 3).

Conclui-se que o índice de co-graduação em 2010 é alto e quase homogêneo para todos os subgrupos, com $\rho > 0,80$ em todos os casos. Isso indica que a renda per capita, embora não seja a única determinante do desenvolvimento, está ganhando um papel cada vez mais decisivo. O papel desenvolvido pela variação positiva da renda per capita continua, porém, limitado na área à jusante da UHE Tucuruí (Figura 3). De fato, o grupo M1 é o com a pior distribuição de renda e, segundo muitos autores, o mais exposto aos efeitos negativos da intervenção nacional na exploração dos recursos naturais locais (efeito à jusante) (Rocha, 2008; 2016).

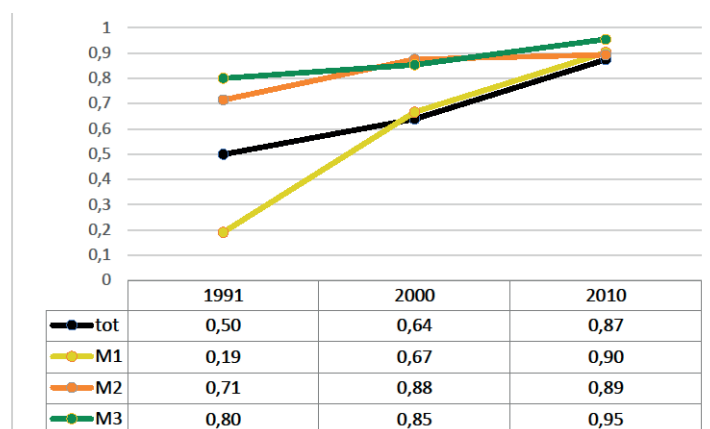


Figura 10 - Índice de co-graduação de Spearman ρ (rho). Fonte: Elaboração pessoal do PNUD, IPEA&FJP (2013).

⁵ Primeiro, devemos ordenar os valores de todos os municípios-alvo em uma escala de 1 a 27 ($n = 27$) para calcular o índice total de Spearman. Em seguida, recalculamos as classificações dentro de cada grupo, com base em diferentes escalas (ou seja, $n = 8$ para M1, $n = 7$ para M2 e $n = 11$ para M3), para calcular os índices de Spearman de cada grupo-alvo (o índice Total de Spearman não muda).

⁶ Ou seja, quanto o erro de previsão na classificação de um município em relação ao IDHM pode ser reduzido se considerarmos a classificação da mesma unidade em relação à renda per capita. O índice tem um valor entre 1 e -1: $\rho = 1$ as unidades têm a mesma classificação nas duas classificações; $\rho = 0$ os dois rankings não têm associação; $\rho = -1$ unidades nunca têm a mesma classificação em ambas as classificações.

Conclusões

Um *trade-off* entre crescimento nacional e desenvolvimento humano existe e é particularmente evidente para países emergentes como o Brasil. Estes são percebidos no contexto internacional como detentores do maior potencial poluente e, ao mesmo tempo, da maior probabilidade de mudar o paradigma de desenvolvimento de sujo para limpo. As energias renováveis aumentam à medida que se tornam progressivamente consideradas a melhor solução para combinar as necessidades de desenvolvimento e preservar os serviços do ecossistema.

No caso do Brasil, embora a Amazônia tenha um grande potencial hídrico e mineral, a distribuição desigual de benefícios e custos de sua exploração, devida à estratégia energética nacional, afeta o desenvolvimento da região. De fato, o retorno do investimento representa uma verdadeira medida da contribuição de um projeto para o bem-estar local somente se for avaliado pelo seu custo de oportunidade socioambiental (Costantini *et al.*, 2016).

Portanto, a avaliação geral dos indicadores mencionados acima descreve o real progresso realizado em contextos locais, especialmente nos casos de implementação de programas nacionais de interesse setorial. Este é um ponto de partida importante ao lidar com a implementação de novas estratégias: se as lições de experiências passadas forem aprendidas com êxito, a avaliação de futuras propostas de desenvolvimento poderá ser bastante aprimorada para permitir que os formuladores de políticas sejam mais informados em suas decisões de investimento.

De fato, o índice de Gini é o único indicador em que todos os grupos-alvo registram resultados piores do que o país e o estado. Isso é altamente indicativo do modelo de desenvolvimento de projetos setoriais: embora eles garantam um grande influxo de capital, a falta de políticas estruturais adequadas significa que eles apenas contribuem para o crescimento econômico nacional, enquanto negligenciam o desenvolvimento humano nas áreas afetadas (Caravaggio&lorio, 2015).

Com este trabalho, então, tentou-se começar a reorganizar o conhecimento empírico para fomentar a revisão da agenda de desenvolvimento do país. Paralelamente ao processo integrado de crescimento nacional, e ao longo da luta combinada contra a pobreza e a desigualdade como instrumentos para um desenvolvimento equilibrado, propõe-se acompanhar o objetivo de

médio/longo prazo de superar a atual categorização da Amazônia como “quintal do Brasil” (Pinto, 2017) a favor de uma estratégia de desenvolvimento dual baseada na exploração-conservação de recursos e território, de modo a garantir um crescimento nacional sustentável e integração regional (Magalhães, 1987).

Referências bibliográficas

Auty, R.M. 2001. The political economy of resource-driven growth, *European Economic Review* 45, 839–846. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:eecrev:v:45:y:2001:i:4-6:p:839-846>

Azeem M. M.; Muger A.W.; Schilizzi S. 2017. Vulnerability to Multi-Dimensional Poverty: an empirical comparison of alternative measurement approaches, *The Journal of Development Studies*, 1-25. DOI: <https://doi.org/10.1080/00220388.2017.134464>

Becker B.K. 2005. Geopolítica da Amazônia, *Estudos Avançados* 19 (53), 71–86. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000100005>

Brand-Correa L.I.; Steinberger J.K. 2017. A framework for decoupling human need satisfaction from energy use, *Ecological Economics* 141, 43–52. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.05.019>

Buarque, C. 1987. Notas para uma metodologia de avaliação aos grandes projetos da Amazônia, in Costa J.M.M. da (coord.), *Os grandes projetos da Amazônia: Impactos e Perspectivas*, Belém: Cadernos NAEA 9, 104–127.

Burke, P.J. 2010. Income, resources, and electricity mix, *Energy Economics* 32, 616–626. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.01.012>

Caravaggio, N; Costantini, V.; Iorio, M.; Monni, S.; Pagliarunga, E. 2016. The challenge of hydropower as a sustainable development alternative. Benefits and controversial effects in the case of the Brazilian Amazon, in Fadda, S. and Tridico, P. (Ed.). *Inequality and Uneven Development in the Post-Crisis World*. Oxon, OX: Routledge, 213–237.

Caravaggio, N.; Iorio, M. 2016. Management of water resources in the Amazon region. 2015 Conference on International Sustainable Ecological Engineering Design for Society (SEEDS): Paper prepared for presentation at the “SEEDS First International Conference”. February 17th–18th Leeds, UK. Available on the Internet: <http://eprints.leedsbeckett.ac.uk/1845/1/SEEDS%20Conference%202015%20-%20Papers.pdf#page=320>

Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB) 2011. A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI, in Minguez, F.M. de (coord.) and Piasentin, C. (ed.). *Cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens*. Rio de Janeiro, Brasil.

Cori, A.; Monni, S. 2015. Neo-extractivism and the Resource Curse Hypothesis: Evidence from Ecuador, *Development* 58 (4): 594–607.

Costantini, V.; Monni, S. 2008. Environment, Human Development and Economic Growth, in *Ecological Economics* 4: 867–880. [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921-8009\(07\)00328-X](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921-8009(07)00328-X)

Costantini, V.; Monni, S. 2008, Sustainability and Human Development, in *Economia Politica - Journal of Analytical and Institutional Economics*, 25 (1): 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.05.011>

Ehrhart C. 2009, The Effects of Inequality on Growth: A Survey of the Theoretical and Empirical Literature, ECINEQ Working Paper No. 107/09, Available on the Internet: <http://www.ecineq.org/milano/WP/ECINEQ2009-107.pdf>.

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA) 2015, Barcarena: Estatística Municipal, Belém, BR. Available on the Internet: www.fapespa.pa.gov.br

Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA) 2016, Barômetro da Sustentabilidade da Amazônia /Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais, Belém, BR. Available on the Internet:

<http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/1126.pdf?id=1520360627>

Fearnside, P.M. 2016, Environmental policy in Brazilian Amazonia: lessons from recent history: a política ambiental na Amazônia brasileira: lições da história recente, *Novos Cadernos NAEA* 19 (1): 27-46. Available on the Internet: http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/Preprints/2014/Fearnside-Lessons%20of%20history-Environ_Policy_Preprint.pdf

Fearnside, P.M. 2017, Hidrelétricas na Amazônia: Impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. Preparatório da Engenharia e Agronomia para 8º Fórum Mundial da Água: Seminar prepared for presentation at Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Amazonas (CREA-AM), Tropical Hotel. May 11th Manaus, AM, Brazil. Available on the Internet:

<http://mundialagua.confed.org.br/wp-content/uploads/2017/03/Palestra-Philip-M.-Fearnside.pdf>

Fernandes V.B.; Reydon B.P.; Passos D.S., Bueno A.P., 2017. Land governance, land policy and indigenous people. Land use and access rights in the Brazilian Amazon and Matopiba after the constitution of 1988. Annual World Bank conference on Land and Poverty: Paper prepared for presentation at the “2017 World Bank conference on Land and Poverty”. March 20th-24th Washington DC, United States. Available on the Internet: http://governancadetererras.com.br/2017/wp-content/uploads/2017/10/Fernandes_819.pdf

Hauke, J; Kossowski, T 2011. Comparison of values of Pearson’s and Spearman’s correlation coefficients on the same sets of data, *Quaestiones Geograficae* 30 (2): 87-93. <https://doi.org/10.2478/v10117-011-0021-1>

Kileber S.; Parente V. 2015. Diversifying the Brazilian electricity mix: Income level, the endowment effect, and governance capacity, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 49: 1180–1189. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115003792>

Lelo K. 2011. Sistemi informativi geografici, in Munafo M. (ed.) “Rappresentare il territorio e l’ambiente”, Roma, Bonanno, 265-274.

Magalhães A.R. 1987. Impacto de grandes projetos na Amazônia, in Costa J.M.M. da (coord.), *Os grandes projetos da Amazônia: Impactos e Perspectivas*, Belém: Cadernos NAEA 9, 27-38.

Magalhães Filho F. 1987, Grandes projetos ou grande projeto?, in Costa J.M.M. da (coord.), *Os grandes projetos da Amazônia: Impactos e Perspectivas*, Belém:

Cadernos NAEA 9,17-26.

Martin, R.; Sunlay, P 2006. Path Dependence and Regional Economic Evolution, *Journal of economic geography*, 6(4), 395-437.

Menshikov, V.; Volkova, O.; Stukalo, N.; Simakhova, A. 2017. Social economy as a tool to ensure national security, *Journal of Security and Sustainability Issues* 7(2): 211-231. [https://doi.org/10.9770/jssi.2017.7.2\(4\)](https://doi.org/10.9770/jssi.2017.7.2(4))

Monni, S.; Realini, A. 2017, *AguaSocial: Water as Freedom*, Mimeo.

Motta, R.P.S.2007, A figura caricatural do gorila nos discursos da esquerda, *ArtCultura* 9 (15), 195-212..

OECD - Organization for Economic Co-operation and Development (2015), 2015 OECD economic survey of Brazil - Reigniting inclusive growth [available at: <http://www.oecd.org/brazil/economic-survey-brazil.htm>

Pinto, L.F. 2017, Internacionalizar para não internacionalizar a Amazônia. Projeto Descolonizar #Amazonia: Seminar prepared for the presentation at Centro Cultural SESC Boulevard. June 27th 2017. Belém, PA, Brazil. Available on the Internet: <https://descolonizar.tumblr.com/amazonia>

PNUD; IPEA; FJP 2016, *Desenvolvimento humano nas macrorregiões brasileiras*, Brasília: Published by PNUD Brasil.

PNUD-IPEA-FJP 2017, *Atlas do desenvolvimento humano no Brasil*, Available on internet: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/>

Rocha, G.M.de 2008, *Todos convergem para o lago! Hidrelétrica Tucuruí. Municípios e Territórios na Amazônia*. Belém: Published by NUMA/UFPA.

Rocha, G.M.de 2016, *Usina Hidrelétrica, dinâmica populacional e mudança espacial na região de integração Lago Tucuruí (1970-2010)*, in Rocha, G.M. de; Teisserec, P.; Sobrinho, M.V. (org.), *Aprendizagem Territorial. Dinâmicas Territoriais, Participação Social e Ação Local na Amazônia*, Belém, Pará: NUMA, 77-102.

Santos M.E.; Dabus C.; Delbianco F. 2017, Growth and Poverty Revisited from a Multidimensional Perspective, *The Journal of Development Studies*, 1-18. DOI: <https://doi.org/10.1080/00220388.2017.1393520>.

Sen A. 2005. Human rights and capabilities, *Journal of human development* 6 (2), 151-166. <https://doi.org/10.1080/14649880500120491>

Traspadini, R. 2014, *A Teoria da (inter)dependência de Fernando Henrique Cardoso*. São Paulo: Published by OUTRAS EXPRESSÕES.

Wylde, C. 2016, *The return of the right in Latin America*, Institute of Latin American Studies - School of American Studies University of London: <https://latinamericandiaries.blogs.sas.ac.uk/2016/11/16/the-return-of-the-right-in-latin-america>

O desafio da energia hidrelétrica como alternativa de desenvolvimento sustentável: benefícios e efeitos controversos na Amazônia Brasileira

**Nicola Caravaggio, Valeria Costantini,
Martina Iorio, Salvatore Monni e
Elena Paglialonga**

Introdução

A mudança climática é um alerta para a implementação de ações coletivas para mitigar os efeitos negativos associados à exploração de recursos naturais globais como emissões de gases efeito estufa, poluição da água, desmatamento e perda de biodiversidade. Nesse contexto, as metas de sustentabilidade (SDGs) são questões-chave a serem abordadas especialmente pelas economias emergentes como o Brasil, as quais têm o maior potencial poluente junto com a maior possibilidade de passar de um paradigma de desenvolvimento sujo para um limpo.

As energias renováveis são, então, as primeiras soluções para realizar o desenvolvimento preservando o ecossistema. No contexto brasileiro, onde o setor elétrico necessita constante expansão, os recursos hídricos da Amazônia representam uma alternativa competitiva aos combustíveis fósseis, apesar dos problemas estruturais que estes implicam. O norte do país, cujo potencial hídrico está bem acima da capacidade instalada atual, será transformado em uma importante fronteira energética, conforme proposto pelo Ministério de Minas e Energia (MME) (ANEEL, 2008; EPE, 2015a; 2015b).

De fato, a Amazônia brasileira é um caso peculiar para refletir sobre benefícios potenciais e questões controversas que surgem quando está planejada uma grande implantação de energia hidrelétrica. O objetivo deste capítulo é revelar benefícios e custos relacionados à exploração de recursos hídricos para a produção de energia através de uma Análise de Custo-Benefício (ACB). Na próxima seção, é apresentada uma visão geral do sistema energético brasileiro, com foco nas hidrelétricas. A seção três apresentará o *trade-off* entre desenvolvimento e sustentabilidade no caso específico da exploração de água para fins hidrelétricos. No parágrafo

quatro, focaremos no estudo de caso do Pará e das duas usinas hidrelétricas de Tucuruí e Belo Monte. Na seção cinco, serão apresentados os resultados da ACB. As conclusões estarão na parte seis.

A estratégia brasileira de energia sustentável

A segurança energética é um importante indicador de crescimento de um país enquanto o acesso à eletricidade desempenha um papel fundamental em termos de desenvolvimento. Conseqüentemente, a possibilidade de se beneficiar de formas modernas e eficientes de energia é importante para melhorar as condições de vida das populações (GOLDEMBERG & JOHANSSON, 2002).

Em uma primeira fase de desenvolvimento de uma própria estratégia energética, com objetivo de tornar-se independente dos mercados internacionais, o Brasil providenciou para si uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo (OCDE, 2016), a qual já foi até mais limpa: nos anos 90, a energia hidrelétrica representava cerca de 90% da capacidade instalada. De fato, a inconsistência das condições hidrológicas, como as secas ocorridas em 2001 e 2002, levou à necessidade de recorrer mais amplamente à energia termoelétrica e nuclear, mesmo continuando a aumentar o uso das renováveis (KELMAN, 2001; BAGHER, 2015; EPE, 2015a). A partir de 1990 (após o fim da ditadura e o lançamento do Plano Real), a parcela de energia não renovável começou a aumentar, até alcançar 61% em 2001. Esse valor caiu para 26% em 2008 e voltou a aumentar para 38% em 2014 (EPE, 2015a).

Subseqüentemente, então, o país teve que reduzir a dependência do setor elétrico dos instáveis recursos hídricos amazônicos: em 2011-2013 aumentaram os investimentos em biocombustíveis, biomassa e gás natural. Porém, de acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2024, a água continua desempenhando um papel importante (EPE, 2015b; CORRÊA DA SILVA *et al.*, 2016)⁷. No estado do Pará, existem dois grandes complexos hidrelétricos: Tucuruí e Belo Monte, junto com a planta menor de Curuá-Uma e mais 8 projetos em andamento.

Em terceiro lugar, deve-se considerar a divisão geográfica do Brasil em cinco áreas com características totalmente diferentes, o que gera diferentes níveis de acesso à energia entre as cidades, mas também entre o setor industrial

⁷ Em 2014, na Região Amazônica, o número total de barragens existentes e planejadas era de 137: 100 em operação e 137 planejadas, enquanto apenas existiam 74 barragens em operação e 94 planejadas na Amazônia Legal (TUNDISI *et al.*, 2014).

e o consumo doméstico. De fato, o tamanho das áreas não totalmente atendidas pela rede elétrica aumenta nas regiões pobres – especialmente na região Norte – e nos domicílios permanentes das áreas rurais de cada região (PNUD *et al.*, 2013). Além disso, em 2003, o plano de expansão da rede elétrica nacional chamado Luz Para Todos foi lançado com o objetivo de atingir milhões de residências sem acesso à eletricidade⁸. De fato, comparando os resultados em termos de desenvolvimento, a divergência regional reproduz o padrão de acesso à eletricidade, confirmando que esses dois aspectos são estritamente relacionados.

Por último, o Sistema Interligado Nacional (SIN) é a principal infraestrutura do mercado elétrico brasileiro, com cerca de 101.000 km de redes. Estão ligados ao SIN também 64 sistemas menores e isolados, concentrados principalmente na região amazônica, já que seu desenvolvimento futuro está estritamente relacionado à expansão hidrelétrica (GSE, 2014; ONS, 2016). Além disso, neste caso, ocorrem disparidades consideráveis entre Norte e Sul do Brasil. Estima-se que o Subsistema Norte registre o maior crescimento na demanda de eletricidade de 2014 a 2024 (5,7%), enquanto os outros subsistemas apresentam menor crescimento médio anual: Nordeste 4,4%, Sudeste / CO 3,6 %, Sul 3,5% (EPE, 2015b).

Em conclusão, a principal estratégia governamental é promover o desenvolvimento de grandes usinas hidrelétricas (UHEs) na Região Norte, devido à grande disponibilidade de água, deixando os projetos de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) espalhados no sul, sudeste e Centro-Oeste (FERREIRA *et al.*, 2016). A Amazônia Legal enfrentará a maior expansão do setor hidrelétrico de toda a Federação, porém, para que isso seja garantia de convergência, a expansão da produção deverá ser acompanhada por uma expansão simultânea do SIN⁹ e do acesso a fim de satisfazer também o aumento da demanda local.

Conflitos no uso da água bem comum

Nas últimas décadas, ampliou-se o debate sobre os impactos das hidrelétricas, tanto que a política ambiental do Brasil cada vez mais tentou criar diretrizes para fiscalizar as etapas da construção de projetos de energia

⁸ Em 2015, mais de 15,5 milhões de habitantes foram atendido, e o projeto foi estendido (PORTAL BRASIL, 2015).

⁹ O SIN deverá aumentar sua participação de 14% no início de 2015 para 23% em 2024, uma expansão de aproximadamente 27 GW de capacidade (EPE, 2015b).

como as usinas hidrelétricas (DA COSTA, 2014; EEMI, 2013; SANTOS *et al.*, 2012; MANYARI & DE CARVALHO Jr., 2007). De fato, a água é um bem público não excluível e não rival (global) e a sua exploração, envolvendo externalidades, leva a equilíbrios de sub-ótimo. Enquanto o explorador pode ganhar com o uso gratuito da água (mais quantidade de energia a um preço mais barato), as comunidades locais podem arcar com os custos não pagos (por exemplo, preço mais alto da energia ou danos ambientais) (BAKKER, 2007). Nesse cenário, tanto a definição de direitos de propriedade quanto a participação da comunidade local representam ferramentas operadas pelo Estado para eliminar este tipo de falha de mercado no processo de tomada de decisão. As comunidades têm o poder de estimular as instituições a uma melhor estratégia de comunicação, com o objetivo de evitar a chamada “tragédia dos bens comuns”, ou seja, a situação em que há um único ator que explora os recursos, deixando os custos externos como um fardo indesejado para todos os outros (KAUL *et al.* 1999).

Atroca entre proteção ambiental e desenvolvimento econômico é inegável: olhando para o setor da hidroeletricidade em expansão, não é realista esperar que a Amazônia permaneça sem contaminação para sempre. De fato, além de ser valorizada por sua fabulosa biodiversidade, a Amazônia é a maior bacia hidrográfica do mundo e a maior parte do potencial hídrico inexplorado do Brasil está localizada nessa região (DA SILVA SOITO & VASCONCELOS FREITAS, 2011). Com tamanho potencial, a inevitável exploração futura de água levará a um efeito enormemente benéfico para a região, mas também poderá ter grandes impactos negativos. Como aconteceria com qualquer outro bem público, a distribuição desigual de benefícios e custos afetará tanto a estratégia energética quanto o desenvolvimento local (BAKKER, 2007). Embora a hidrelétrica seja uma fonte livre de carbono, os impactos negativos sobre a biodiversidade, o desmatamento, a qualidade e distribuição da água e a desigualdade social, especialmente para as populações indígenas, devem ser necessariamente considerados dentro de um plano eficaz de desenvolvimento orientado para a sustentabilidade, de acordo com os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Os planos de construção de vários outros reservatórios na Amazônia Legal introduzirão uma mudança em larga escala no ciclo hidrológico, nos serviços ecossistêmicos e na conectividade entre os ecossistemas terrestres e aquáticos. Apesar dos custos de produção de eletricidade a partir de fontes

hídricas serem mínimos, os custos de construção são muito altos e o período de retorno é muito longo. A fase inicial de construção de uma planta é cara, como a construção da barragem e a preparação do reservatório, tanto no estágio inicial quanto durante todo o período operacional da usina (BARROS *et al.*, 2011; FEARNSIDE & PUEYO, 2012). Levando em consideração tudo quanto dito, número e tamanho¹⁰ das novas barragens a serem instaladas são decisões estratégicas não apenas para o orçamento da União, mas também para o desenvolvimento dos Estados que compartilham essa bacia e devem ser planejadas com uma abordagem de longo prazo.

Então, vista a contribuição da Amazônia, em termos de serviços ambientais, para o Brasil assim como para todo o planeta, estas são questões fundamentais para a defesa do meio ambiente e a proteção dos processos evolutivos e sociais da área.

O caso do Pará

A usina de Tucuruí foi um projeto pioneiro para a Amazônia, que carecia completamente de qualquer tipo de infraestrutura. A construção teve início em 1975, no Araguaia-Tocantins e, em 2006, a usina alcançou um potencial de 8.370 MW, com uma área total inundada de 3.007 km². Tucuruí mostrou desde os estágios iniciais uma variedade de efeitos controversos, como a diferença entre os benefícios potenciais e seus impactos reais. É um exemplo crítico e constitui um estudo de caso relevante quando o objetivo é realizar novos projetos hidrelétricos (FEARNSIDE, 2001; 2001). Por outro lado, a usina de Belo Monte, no rio Xingu, é um projeto mais moderno, localizado próximo à cidade de Altamira. Embora o projeto original remete a 1975, ele foi revisitado várias vezes desde a aprovação de 2011. Esta usina hidrelétrica - composta por duas grandes barragens - possui um reservatório total de 516 km², com capacidade instalada de 11.233 MW, o que a torna a quarta maior hidrelétrica do mundo (ELETROBRAS, 2009; NORTE ENERGIA, 2016). O projeto final de Belo Monte tem sido seguido por uma enorme quantidade de debates e protestos desde o seu início, apresentando, assim como em Tucuruí, vários tipos de riscos associados à barragem e reservatório.

Nesse artigo, três unidades de análise serão apresentadas para ressaltar os riscos ou efeitos controversos da implementação de uma usina hidrelétrica de grande porte.

¹⁰ Nesse contexto, surgiu a ideia de que uma redução na escala da tecnologia hidrelétrica poderia ser capaz de reduzir (ou mesmo eliminar) o impacto gerado pelas usinas de grande porte, preservando as vantagens de um recurso potencialmente interminável e limpo como a água (FERREIRA *et al.*, 2016).

Ecologia. Do ponto de vista ecológico, destacam-se o desmatamento e as inundações artificiais. Por um lado, é necessário o desmatamento prévio para construir o reservatório; desmatamento também aumenta devido ao reassentamento de pessoas e à construção de novas infraestruturas, como estradas. Por outro lado, inundações artificiais resultam em baixa qualidade da água, provocando perdas nos ecossistemas aquáticos. Por exemplo, o reservatório de Tucuruí alcançou uma área inundada real que excedia em muito as estimativas do estudo de viabilidade, e a qualidade da água do reservatório é ainda um dos principais problemas (FEARNSIDE, 2000; LA ROVERE & MENDES, 2000). No caso de Belo Monte, a drástica mudança do meio ambiente em Volta Grande está comprometendo sua grande riqueza de peixes, levando até a risco de extinção de espécies (MEDERIOS, 2009; MOLINA, 2009; CUNHA&FERREIRA, 2012). Diferentemente da experiência de Tucuruí, com Belo Monte, várias ações de compensação ambiental foram planejadas. Por exemplo, o projeto realizou uma escada de peixe com o objetivo de ajudar os peixes a retornar a montante, apesar da presença de barragens, coisa ausente em Tucuruí (NORTE ENERGIA, 2016). Mesmo assim, ainda são muitas as dúvidas e as ameaças colocadas e denunciadas por vários autores como PINTO (2012) e FEARNSIDE (2001; 2006) em relação à realização desse grande projeto.

Emissões de gases de efeito estufa (GEE). Embora a energia hidrelétrica seja promovida em todo o mundo como uma fonte “limpa” de energia, em contraste com os combustíveis fósseis, há uma crescente conscientização, devido ao debate científico em andamento, de que os empreendimentos hidrelétricos não são neutros. Pelo contrário, desenvolvem um papel no ciclo global de emissões de carbono (TEODORU *et al.*, 2010; BARROS *et al.*, 2011; RAADAL *et al.*, 2011; STEINHURST *et al.*, 2012). De fato, as usinas hidrelétricas emitem GEE através de diferentes processos: do decaimento de matéria orgânica submersa pela água, da superfície do reservatório, das turbinas, do vertedouro e, indiretamente, da perda de sumidouros de carbono na floresta (FEARNSIDE, 2000; 2016). A geração de energia hidrelétrica produz grandes quantidades de CO₂ e CH₄ nos primeiros anos após o enchimento do reservatório¹¹, seguidos por menores emissões sustentadas indefinidamente (COMMERFORD, 2011; STEINHURST *et al.*, 2012). As emissões tendem a diminuir exponencialmente nos estágios iniciais e a taxas mais lentas nos

¹¹ O metano é um gás com impacto no aquecimento global 25 vezes maior que o dióxido de carbono (FEARNSIDE, 2009; IPCC, 2014).

anos seguintes, mais rapidamente nos ambientes de água fria do que nos quentes (TEODORU *et al.*, 2010; STEINHURST *et al.*, 2012). Portanto, nas áreas tropicais, as emissões de GEE por megawatt de eletricidade produzida a partir da água podem ser tão altas quanto as das usinas de combustível fóssil (BARROS *et al.*, 2011). Isso fornece um lembrete da quantidade potencial de emissões dos doze reservatórios planejados para construção na Amazônia até 2014. Não surpreende que avaliar esse impacto em termos de emissão de carbono não seja muito simples e não haja consenso sobre o impacto real e sua contribuição para o ciclo global do carbono.

Porém, no começo século XXI, Tucuruí produzia um sexto das emissões de GEE de todo o Brasil, com um impacto sobre o aquecimento global maior do que o dos combustíveis fósseis queimados na cidade de São Paulo em 1990 (FEARNSIDE, 2001). Por outro lado, embora Belo Monte tenha sido apresentado como um projeto sem emissões (ELTROBRAS, 2009; NORTE ENERGIA, 2016), ao longo da sua construção foram destacados, por vários estudos, altos riscos de emissões (DE SOUSA JÚNIOR & REID, 2010; FEARNSIDE, 2016).

Impactos sociais. É inegável que o Brasil está indo para uma crescente autonomia energética e para um aumento do acesso à eletricidade. Nesse sentido, como o consumo de eletricidade per capita pode ser considerado uma proxy do bem-estar, isso resultará em uma grande melhoria na qualidade de vida (GIANNINI & PEREIRA *et al.*, 2010). Além de fornecer às comunidades locais subsídios destinados a compensar a exploração de recursos hídricos, os projetos hidrelétricos na região amazônica promoveram o desenvolvimento local e.g. urbanização e infraestruturas. Essa estratégia gerou custos sociais relacionados ao deslocamento de comunidades indígenas e reassentamento de cidadãos, disseminação de malária e outras doenças, compensações monetárias inadequadas, impactos subestimados a jusante, altos custos financeiros com impacto mínimo no emprego e distorções econômicas (FEARNSIDE, 2011).

Antes da usina, a cidade de Tucuruí era isolada e completamente rural: atualmente é um centro urbanizado com mais de 80.000 cidadãos. Porém, a barragem despejou vários povos indígenas e o programa de reassentamento para residentes na área de submersão criou graves problemas sociais devido a erros grosseiros no mapa topográfico da área a ser inundada (ou seja, áreas inundadas inesperadamente e áreas inesperadamente deixadas acima da linha de água). Vários segmentos da população afetada foram

excluídos das estimativas da Eletronorte sobre a população a ser deslocada e, conseqüentemente, dos programas de reassentamento. Eventualmente, a Eletronorte limitou sua assistência a pagamentos em dinheiro e as quantias de dinheiro evaporaram rapidamente em ausência de capital humano (falta de experiência das comunidades com dinheiro) sem conceder bem-estar duradouro (FEARNSIDE, 1999). Além disso, apesar da pesca ser uma das principais atividades de sustento, após o fechamento da barragem, a quantidade total de peixes capturados no baixo Tocantins caiu em 60% (SURVIVAL INTERNATIONAL, 2010). Portanto, a grande perda ocorrida para os pescadores não pode ser subestimada, pois deve ser considerada uma barreira ao desenvolvimento (LA ROVERE & MENDES, 2000). Quanto ao impacto no emprego, embora quase dois terços da energia gerada pela barragem de Tucuruí seja fornecida a taxas fortemente subsidiadas à indústria do alumínio em Barcarena e São Luís, o número de empregos gerados pelo processamento de alumínio é mínimo, considerando a aglomeração urbana em Barcarena e São Luís (SCHERER, 2013). Assim, o projeto Tucuruí poderia ter feito mais para melhorar a qualidade de vida das pessoas que vivem na área, as quais ainda vivem com enormes linhas de tensão passando acima das habitações iluminadas apenas pelo tremor das lâmpadas de querosene (FEARNSIDE, 1999).

À luz da experiência de Tucuruí, externalidades positivas sobre desenvolvimento local e urbanização são quase certas para Belo Monte. No entanto, existem algumas ameaças socioambientais imprevisíveis devido a informações incorretas contidas nos documentos EIA / RIMA de Belo Monte (MAGALHÃNES *et al.*, 2009). As implicações nos efeitos a jusante e a montante também permanecem incertas, e perdas nas atividades econômicas podem ocorrer após o enchimento do reservatório, porque ele é parcialmente coberto por pastagens (ELETROBRÁS, 2009; MAGALHÃNES *et al.*, 2009; MOLINA, 2009). Diferentes ações destinadas a salvaguardar cidadãos e povos indígenas (por exemplo, sobre deslocamentos e perdas nas atividades econômicas) foram realizadas e o projeto promoveu o emprego, mesmo momentâneo, pois relacionado apenas à fase inicial da construção. Além disso, como no caso de Tucuruí, embora os habitantes do Estado do Pará se beneficiam da melhoria do SIN (EPE, 2015b), apenas 3,22% de toda a produção de energia de Belo Monte permanecerá no Estado do Pará. De fato, a maior quantidade de energia produzida fluirá para o Nordeste (Bahia, 13,85%) e Sudeste (Minas Gerais, 14,56% e São Paulo, 29,22%) (NORTE ENERGIA, 2014; 2015). O grande

debate em torno do recente empreendimento de Belo Monte refere-se também à falta de participação individual das pessoas afetadas durante o processo de tomada de decisão. No caso de Tucuruí, a participação não foi considerada devido à ditadura, mas com a Constituição Brasileira de 1989 a participação das partes interessadas para a realização dos grandes projetos tornou-se obrigatória. Embora a empresa proprietária de Belo Monte tenha afirmado que audiências públicas foram realizadas com a participação de cerca de 5.000 pessoas, o presente debate público destaca ainda muitas falhas (FEARNSIDE, 2009; NORTE ENERGIA, 2016).

Análise de custo-benefício

A abordagem proposta quer avaliar a mudança de bem-estar devido a uma decisão de investimento como, neste caso, a realização de uma grande usina hidrelétrica. A lógica da análise de custo-benefício (ACB) reside na observação de que as decisões de investimento tomadas apenas com base em motivações de lucro e mecanismos de preços podem levar a resultados socialmente indesejáveis. Pelo contrário, se insumos e produtos (incluindo os intangíveis) e as externalidades de um empreendimento são avaliados pelo custo de oportunidade social, o retorno calculado é uma medida adequada da contribuição do projeto para o bem-estar social. A ACB é baseada na avaliação de todos os custos, inclusive os custos de oportunidade, ou seja, os custos definidos como os ganhos potenciais da melhor alternativa escolhida entre alternativas mutuamente excludentes (por exemplo, usinas hidrelétricas e termelétricas). Para executá-la, é necessária a monetização de todos os efeitos tangíveis e intangíveis; portanto, é necessário escolher o período de referência e a taxa de desconto. O principal resultado da análise é uma medida da rentabilidade do projeto, expressada pelo Valor Atual Líquido Econômico (VALE).

De acordo com as necessidades e a viabilidade dos dados, a análise que estamos propondo é uma versão simplificada da ACB, a qual acompanha as diretrizes da Comissão Europeia (SARTORI *et al.*, 2014). De acordo com a literatura revisada, incluem-se informações relevadas por outros autores em trabalhos anteriores, e também novos dados rastreados para buscar intuições mais qualitativas. Vários estudos de ACB realizados no setor hidrelétrico foram consultados e apresentados abaixo. No caso específico de Belo Monte, a principal referência adotada é a ACB realizada por DE SOUSA JÚNIOR & REID

(2010). Em relação a Tucuruí, a principal referência é a avaliação realizada por LA ROVERE & MENDES (2000) para a Comissão Mundial de Barragens. Além disso, foi considerada a análise realizada por COMMETFORD (2011), com foco na usina hidrelétrica chinesa da Barragem das Três Gargantas, analisando-a tanto na chave ecológica quanto na social. Além disso, CHUTUBTIM (2001) propôs um guia interessante para a realização de ACB estendidas a projetos de barragens na Tailândia (Kwae Nai Dam). Por fim, consultamos também o Estudo de Impacto Ambiental da usina hidrelétrica colombiana de Guaicaramo realizado pelo INGETEC (2014) e o guia de metodologia para avaliação ambiental de usinas hidrelétricas realizado pela EPE (2012). Uma versão preliminar desta ACB já foi proposta em IORIO & CARAVAGGIO (2016) e o modelo aqui proposto é uma versão revisitada e aprimorada. Portanto, os principais elementos da nossa ACB são apresentados abaixo.

Período de referência. Segundo SARTORI *et al.* (2014), o período de referência da análise para grandes projetos energéticos varia de 15 a 25 anos. No caso de Tucuruí, consideramos 1984 o ano zero, quando a usina hidrelétrica se tornou totalmente operacional. Além disso, para considerar também a segunda fase de Tucuruí, iniciada em 1998, estendemos o período de referência até 2014, por um total de 35 anos. No caso de Belo Monte, iniciamos nosso período de referência em 2011, ou seja, no início das obras, até 2036, por um total de 25 anos.

Taxa de actualização social (TAS). Segundo STERN (2006), esse valor deve ser, em geral, positivo. No caso do Brasil, LOPEZ (2008) sugere uma TAS entre 5,1% e 9,5%, enquanto SARTORI *et al.* (2014) sugerem que uma taxa de desconto de 5% é a taxa apropriada para grandes projetos nos países da UE. No entanto, o TAS sugerido por CHUTUBTIM (2001) é de 10%, enquanto o INGETEC (2014) e DE SOUSA JÚNIOR & REID (2010) escolhem 12%. Para esta análise, escolhemos um TAS de 5%. Além disso, realizamos uma análise de sensibilidade variando a taxa de actualização.

Taxa de câmbio. Custos e benefícios monetizados são transformados de reais (BR\$) para dólar (US\$) usando dados do BANCO MUNDIAL (2016). Utilizamos uma taxa de câmbio deflacionada de 0,26 US \$ / BR \$ para Belo Monte¹² e 0,73 US \$ / BR \$ para Tucuruí¹³.

¹² O valor é obtido comparando o PIB brasileiro (BR\$ atual) em 2011 ($4,37 \cdot 10^{12}$) e o PIB brasileiro (US\$ constante) em 2005 ($1,15 \cdot 10^{12}$).

¹³ O valor é obtido comparando o PIB brasileiro (R \$ atual) em 1998 ($7,38 \cdot 10^{11}$) e o PIB brasileiro (US \$ constante) em 2005 ($1,01 \cdot 10^{12}$).

Valor Atual Líquido Econômico (VALE) e razão de benefício / custo. A avaliação de ambos os projetos e da relativa rentabilidade social foi realizada por meio do VALE, que representa a diferença entre benefícios (B) e custos (C) descontada pela taxa de actualização social (i):

$$VALE = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

$$razão B / C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

Também a razão benefício / custo (razão B / C) foi calculada como a relação entre benefícios (B) e custos (C) econômicos descontados (i):

B_t e C_t representam os benefícios e os custos no tempo t , i é a TAS e n é o número de anos considerados.

Variáveis

As variáveis usadas nesta ACB não são muito numerosas, mas são bem definidas, significativas e capazes de capturar aspectos ambientais e sociais relevantes. Nos dois casos (Tucuruí e Belo Monte), tentamos usar as mesmas variáveis, adequando a disponibilidade dos dados para ter dois modelos comparáveis. É importante ressaltar que a monetização econômica dessas variáveis socioeconômicas não é capaz de representar exaustivamente os custos-benefícios reais e, por esse motivo, algumas questões relevantes foram mantidas fora da análise.

Custos de realização. Os custos relacionados à construção da planta de Tucuruí são divididos em duas partes. Os custos da fase I pertencem ao período 1984-1998 (US \$ 9.238.744.445), enquanto os custos da fase II são referentes ao intervalo de 1999 a 2013 (US \$ 5.840.620.635). Os custos de operação e manutenção (O&M) são incluídos nos de realização (LA ROVERE & MENDES, 2000). O investimento total para o complexo hidrelétrico de Belo Monte totalizou 25.885 bilhões BR \$ (abril de 2010): como esse valor também inclui ações de compensação, consideramos apenas os custos elegíveis, que são iguais a US \$ 5.711.455.247 (apenas 21.692 bilhões BR \$) (ANEEL, 2009; NORTE ENERGIA, 2016). Os custos de O&M foram considerados separadamente (CABRAL DA COSTA, 2014; NORTE ENERGIA, 2014; 2015). Além disso, consideramos como um custo a taxa de US \$ 9.294.411,31 aplicada ao proprietário de Belo Monte em 2016 (IBAMA, 2016).

Realocação da população. A inundação do reservatório implicou em ambos os casos a necessidade de realocar as famílias deslocadas. No caso de Tucuruí, vários erros foram cometidos (FEARNSIDE, 1999). O custo total estimado para o reassentamento totalizou US \$ 84.194.000 em 1998, segundo a Comissão Mundial de Barragens (LA ROVERE & MENDES, 2000). Referindo-se a Belo Monte, para quantificar essa variável, utilizamos a fórmula de COMMERFORD (2011). Neste caso, o número de famílias deslocadas é de 5.186, com 3,7 indivíduos por cada núcleo (ELETROBRAS, 2009). Novamente, no caso de Belo Monte utilizamos a fórmula de COMMERFORD (2011). Quantificamos o custo do deslocamento usando o Índice Nacional de Infraestrutura Civil para o Estado do Pará em janeiro de 2011 para uma casa de 50m² (21.451,5 BR \$ por família), o custo histórico de realocação considerando Tucuruí como proxy (25.441,2 BR \$ por família) e o PIB per capita (2011) dos dois municípios interessados: Altamira (8.841,19 BR \$) e Vitória do Xingu (7.100,62 BR \$). Portanto, obtivemos um custo inicial de 75.724.892,82 US \$, seguido de um custo anual de 11.694.681,63 US\$ (LA ROVERE & MENDES, 2000; IBGE, 2011; 2015).

Perda nas atividades econômicas. A realização do reservatório inevitavelmente leva a uma perda em algumas atividades econômicas, por exemplo, pecuária, agricultura, mineração, pesca e transporte fluvial (MERONA *et al.* 2010). No caso de Tucuruí, conseguimos considerar apenas as perdas devidas à madeira. De fato, as inundações resultaram na submersão de 2,5 milhões de m³ de madeira com possibilidades comerciais (LA ROVERE & MENDES, 2000), com um valor médio de produtos derivados da silvicultura (como uso de madeira da terra) de cerca de 0,42 BR \$ / m³. A perda econômica estimada resultou em 766.500 US \$ por ano (SIDRA, 2014). Em relação a Belo Monte, considerando a área alagada, calculamos perdas em pecuária (142.714,94 US \$ por ano) e agricultura (394.170,67 US \$ por ano) (ELETROBRAS, 2009; IBGE, 2009; DA SILVA BARBOSA & DA TRINDADE Jr, 2014).

Emissões de GEE e desmatamento. Foram considerados dois tipos diferentes de emissões de GEE: por um lado, o desmatamento como emissões de CO₂ não capturadas, por outro as emissões específicas relacionadas à planta. Nos dois casos, usamos um custo de 25 US \$ por tonelada de CO₂E¹⁴ (COMMERFORD, 2011; SARTORI *et al.*, 2014). Levantamentos de satélites (INPE, 2016) mostram um aumento notável do desmatamento em torno da área

¹⁴ CO₂E significa “CO₂ ou equivalente”.

de Belo Monte¹⁵ nos anos da construção e o mesmo pode ser observado em torno da barragem de Tucuruí. Para avaliar essa perda, consideramos a área alagada dos dois projetos como uma proxy do desmatamento “induzido” e as emissões estimadas (não capturadas) de CO₂ na região amazônica devido ao desmatamento (48.766 t CO₂E / Km²) (AGUIAR *et al.*, 2009; INPE, 2014). No que diz respeito às emissões hidrelétricas específicas de GEE, COMMERFORD (2011) avalia as emissões considerando apenas a área inundada. Por outro lado, STEINHURST *et al.* (2011) propuseram uma relação entre produção de eletricidade e emissões considerando outros estudos anteriores (por exemplo, TEODORU *et al.*, 2010; BASTIEN *et al.*, 2011). Nos dois casos, focamos na segunda metodologia. Consideramos altos níveis de emissões nos primeiros anos (1.308 CO₂E / MWh) seguidos por reduções notáveis nos anos posteriores, até a estabilização (0,147 t CO₂E / MWh). Para o projeto de Belo Monte, calculamos a produção hipotética de eletricidade considerando os dados de Tucuruí de sua primeira fase (LA ROVERE & MENDES, 2000; NORTE ENERGIA, 2016).

GEE não emitidas. Decidimos aqui levar em consideração a quantidade de emissão de GEE não emitida devido a produção hidrelétrica em alternativa a outras fontes não renováveis. Para obter essa avaliação, consideramos a emissão de GEE da principal fonte brasileira não renovável, ou seja, o gás natural (450 t CO₂E / KWh) e multiplicamos este valor pela produção anual de eletricidade das duas usinas de Tucuruí e Belo Monte (LA ROVERE & MENDES, 2000). Obtivemos assim a quantidade de emissões evitadas, produzindo com hidrelétricas em vez de gás natural.

Geração de eletricidade. É a variável escolhida para representar a principal fonte de bem-estar e desenvolvimento de tais projetos hidrelétricos. Para quantificar essa variável, consideramos o custo de oportunidade para gerar eletricidade através de usinas hidrelétricas em vez de gás natural. Portanto, consideramos a diferença tarifária entre hidrelétrica (65,03 BR \$ / MWh) e gás natural (143 BR \$ / MWh) e trabalhamos da mesma forma com que fizemos com as emissões de GEE (DE CASTRO *ET AL.*, 2011; NORTE ENERGIA, 2016).

Transferências e compensações. No caso de Tucuruí, a quantidade de dados referentes às ações de compensação é fragmentada. Cientes disso,

¹⁵ Segundo ELETROBRAS (2009), a área total desmatada coberta pelo reservatório de Belo Monte é igual a 241,72 Km². NORTE ENERGIA (2016) afirmou que a área teria sido desmatada antes do procedimento de inundação. Sem considerar o desmatamento “induzido” devido a Belo Monte, a experiência amazônica anterior mostra com que frequência o reservatório foi inundado sem uma ação anterior de desmatamento e como a altura máxima declarada para o reservatório foi ultrapassada (FEARNSIDE, 1995, 2001).

calculamos uma quantidade total de compensações sociais e ambientais iguais a 493.089.908,67 US \$. Além disso, desde 1991, a lei brasileira exige o pagamento de royalties, portanto, calculamos isso como benefício (17.109.872 US\$/ano desde 1991 e 47.546.687 US\$/ano desde 2002) (LAROVERE & MENDES, 2000). No caso de Belo Monte, o valor total a ser pago pela Norte Energia em termos de remuneração foi estabelecido em 974.201.752,56 US \$ (BR \$ 3,7 bilhões). Isso é considerado um benefício, pois as ações de compensação devem impulsionar o desenvolvimento social da área afetada (ELETROBRAS, 2009; NORTE ENERGIA, 2015, 2016). Em relação às transferências, existem de dois tipos: pelo uso de propriedade pública e pelo uso dos recursos hídricos. As primeiras totalizam 4.375.327,80 US \$ por ano e as segundas 46.036.620,25 US \$ por ano, com referência à inteira outorga (em 2019) (NORTE ENERGIA, 2015; 2016).

Emprego. Em relação à criação de emprego, foram considerados empregos diretos e indiretos. Embora seja razoável pensar que grande parte dos novos empregos se referem apenas à fase de construção, assumimos um ciclo virtuoso - não necessariamente diretamente conectado à usina hidrelétrica - durante todo o período considerado. Tucuruí impulsionou a criação de empregos, principalmente na indústria do alumínio. Calculamos o valor da criação de empregos diretos (108) e indiretos (145), multiplicando o número de trabalhadores pelos salários mínimos da Eletronorte e da indústria do alumínio, respectivamente (SCHERER *et al.*, 2003; ELETROBRAS / ELETRONORTE, 2011). Em relação a Belo Monte, o número de empregos diretos (9.163) e indiretos (23.000) criados para o Estado do Pará é multiplicado pelo salário mínimo pago pela Eletronorte no primeiro caso e, no segundo caso, pelo salário mínimo brasileiro (CABRAL DA COSTA, 2014; ELETROBRAS / ELETRONORTE, 2011; 2016; NORTE ENERGIA, 2016).

Benefícios e custos omitidos. Devido à falta de dados - especialmente no caso de Tucuruí - e à dificuldade, às vezes impossibilidade, de quantificar e monetizar algumas variáveis, as variáveis omitidas de custo e benefício estão listadas abaixo. As principais variáveis de custo excluídas são: impactos sociais e culturais (e.g. povos indígenas afetados e falta de participação), perda de biodiversidade, perda de atividades econômicas (além das perdas devidas à madeira e agropecuária), perda de infraestrutura local (fluvial) e alteração da paisagem, risco de falha de barragem, alagamento e salinidade. Pelos benefícios, as principais variáveis excluídas são: benefícios da biodiversidade,

água para irrigação, oportunidade em atividades econômicas, abastecimento municipal e industrial de água, redução de perdas de inundação (LA ROVERE & MENDES, 2000; CHUTUBTIM, 2001; DE SOUSA Jr & REID, 2010; EPE, 2012; INGETEC, 2014).

Resultados

No caso de Tucuruí (**Tabela 1**), o VALE (1) é positivo e igual a 972.571.608.392,43 US \$, enquanto a razão B / C (2) é de 23,26. Por outro lado, o projeto de Belo Monte (**Tabela 2**) parece ser rentável, com um VALE de 1.729.886.584,24 US \$ e uma razão B / C de 1,66, diferentemente do resultado negativo apresentado por DE SOUSA JÚNIOR & REID (2010): isso significa que, para cada dólar pago pelo projeto, ele potencialmente gera 1,66 US \$ em benefícios (23,26 US\$ no caso de Tucuruí).

Em ambos os casos, além da metodologia principal de STEINHURST *et al.* (2011), utilizamos também a de COMMERFORD (2011) para avaliar as emissões relacionadas ao reservatório e viabilizar assim uma comparação metodológica. De fato, no segundo caso, o valor dos custos é menor do que em STEINHURST *et al.* (2011): isso ocorre porque em COMMERFORD (2011) as emissões são contabilizadas apenas no primeiro ano e somente relacionadas ao tamanho do reservatório.

Além disso, para testar a robustez da nossa ACB, desenvolvemos uma análise de sensibilidade variando a TAS. No caso de Tucuruí, mesmo atingindo uma TAS de 50%, o projeto permanece consideravelmente interessante. De fato, devido a um resultado extremamente positivo, o projeto não se torna desvantajoso, mesmo quando a TAS atinge o valor de 100%. Esperávamos resultados menos otimistas: então, destacamos como a exclusão de muitos elementos de custo possa ter contribuído a esse resultado, levando em conta também o papel do longo período de referência considerado, onde os benefícios podem superar os custos. Quanto a Belo Monte, a sua rentabilidade parece ser muito mais “frágil” e quando a TAS ultrapassa o valor da Taxa Interna de Retorno Econômico (TIRE) de 7,02% o VALE se torna negativo. Portanto, mesmo que o nosso resultado (com TAS=5%) seja positivo, a rentabilidade pode torna-se negativa com diferentes TAS, destacando o quanto delicado e arriscado o projeto possa ser.

Conclusões

As principais lições que devem ser aprendidas a partir da experiência da Amazônia com a energia hidrelétrica estão relacionadas aos seus custos de oportunidade. Antes de tudo, é necessária uma abordagem holística e sistêmica, a qual, integrando novas tecnologias, atratividade econômica e salvaguarda socioambiental, leve em consideração as características específicas das bacias como ciclo hidráulico, condições climáticas, geomorfologia, biodiversidade e também economias locais e regionais. A evolução científica e da engenharia pode otimizar a produção de hidroeletricidade e ao mesmo tempo contribuir para a conservação da Bacia Amazônica: perdas e ganhos precisam ser considerados, equilibrando produção de energia, desenvolvimento econômico e conservação ambiental (TUNDISI *ET AL.*, 2014; ALMEIDA PRADO Jr. *et al.*, 2016). Alguns casos empíricos reforçam a posição segundo a qual novas abordagens de construção de reservatórios e conservação de ecossistemas devem ser introduzidas. Por exemplo, no rio Tocantins, uma sequência de cinco reservatórios foi interrompida para deixar um trecho de 200 km livre de barragens a fim de permitir a recuperação ecossistêmica. No rio Tapajós, estudos iniciais de viabilidade levaram em consideração uma estratégia de construção com um baixo tempo de retenção, uma menor área de inundação e a criação da “escada de peixe” (TUNDISI *et al.*, 2014). Também, pequenas usinas hidrelétricas, em vez de grandes projetos, representariam uma alternativa útil, resultando em maior custo econômico inicial e menores custos ambientais e sociais de longo prazo (FERREIRA *et al.*, 2016).

Em segundo lugar, é útil perguntar: a quem pertencem os benefícios (de todo o projeto hidrelétrico)? Geralmente, a resposta parece incerta. A questão da individualização de verdadeiros beneficiários leva a uma reflexão sobre o processo de tomada de decisão. Nesse tipo de projeto, de clara utilidade pública, o governo central deveria tomar decisões sem pressões externas de empresas privadas, mesmo que estejam financiando o projeto, mesmo que sejam os principais investidores (LA ROVERE & MENDES, 2000). Portanto, a publicidade das informações sobre projetos de interesse público tem um papel fundamental na discussão pública porque gera mais conscientização dentro da população. Isso permite a participação ativa e consciente às decisões públicas das pessoas direta e indiretamente afetadas para influenciá-las com mais sucesso (MAB, 2004). A participação social e as necessidades públicas

desempenharam um pequeno papel na fase inicial da barragem de Tucuruí, e os impactos resultantes foram vistos pela população como o resultado da ação deliberada do governo nacional, e não como acontecimentos devidos a um desastre natural. Além disso, a sensibilidade ao papel do governo central tem suas raízes na história da região amazônica, que há séculos é explorada, beneficiando atores geograficamente distantes¹⁶ (FEARNSIDE, 1999).

Infelizmente, os requisitos de avaliação de impacto para barragens e outros empreendimentos no Brasil são ainda vagos em relação ao grau em que deveriam ser avaliados e as empresas geralmente se aproveitam para incluir apenas requisitos mínimos. O governo, então, deveria garantir a neutralidade do relacionamento entre as empresas que realizam o projeto hidrelétrico e o órgão de supervisão designado para monitorar as atividades e gerar informações claras e justas (FEARNSIDE, 1999).

Em conclusão, estão disponíveis novas ferramentas para melhorar a avaliação de projetos e este é um ponto de partida importante para evitar a subestimação sistemática de custos, geralmente combinada com a superestimação de benefícios (por exemplo, em Tucuruí). Os desafios futuros implicarão uma maior consideração das reivindicações dos povos indígenas, das comunidades locais e da comunidade internacional. A avaliação de projetos futuros pode ser bastante aprimorada se forem aprendidas as lições de experiências passadas. Além disso, a individuação de beneficiários reais é um aspecto relevante, especialmente no desenvolvimento dos países emergentes. A história da usina hidrelétrica de Belo Monte, construída para fornecer eletricidade de baixo custo, tornando-se a terceira maior hidrelétrica do mundo, é caracterizada pelas mesmas mudanças de direção do projeto de Tucuruí. Grande inundação, devastação da floresta tropical e redução da disponibilidade de peixes - dos quais dependem muitas comunidades ribeirinhas e indígenas - mal valorizaram a experiência passada (SURVIVAL INTERNATIONAL, 2010; FEARNSIDE, 2001). Porém, enquanto Tucuruí foi concebida durante um período de ditadura, Belo Monte é uma grande obra pública produzida pela democracia e, ainda assim, houve falta de transparência e corrupção combinadas com a persistente subestimação dos impactos (PINTO, 2012). A longa história de Belo Monte mostra como os grandes projetos devem ser ajustados de acordo com os habitantes e as necessidades locais, reduzindo a área inundada e fornecendo uma maior quantidade de compensações sociais e ambientais. No entanto, o debate

¹⁶ Por exemplo, os colonos portugueses primeiro, os *sulistas* depois.

e os protestos contra a realização deste projeto ainda suscitam novas perplexidades sobre a verdadeira rentabilidade de Belo Monte (IBAMA, 2016). Notavelmente, algumas lições foram recebidas, mas muitas outras ainda não foram aprendidas.

Características		Quantificação	Fonte
Metodologia	Taxa de câmbio	0.73 US\$ / BR\$ (2011 deflacionado)	WORLD BANK, 2016.
	Custo / t CO ₂	25 US\$	COMMERFORD, 2011; SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
	Taxa de atualização social	5%	SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
	Período de referência	30 anos	INGETEC, 2014; SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
Custos			
Custos de Realização	Custos de construção	8,510,135,905.99 US\$	CABRAL DA COSTA, 2014; NORTE ENERGIA, 2014.
	Operação & Manutenção	Incluídos nos custos de construção	ANEEL, 2009; CABRAL DA COSTA, 2014; NORTE ENERGIA, 2014.
Realocação		84,194,000 US\$	LA ROVERE & MENDES, 2000.
Emissões de GEE	Usina e reservatório	Nível das emissões: 1.308 - 0.147 t CO ₂ E / MWh	TEODORU <i>et al.</i> , 2010; BASTIEN <i>et al.</i> , 2011; STEINHURST <i>et al.</i> , 2011.
	Desmatamento	140 Km ² (48.766 t CO ₂ E / Km ²)	LA ROVERE & MENDES, 2000; AGUIAR <i>et al.</i> , 2009; INPE, 2014
Perda de atividade econômica	Perda relacionada ao uso da madeira	766,500 US\$ / ano	LA ROVERE & MENDES, 2000; SIDRA, 2014.
Benefícios			

Transfe- rências e compen- sações	Uso da Água (royalties)	17,109,872 US\$ / ano (1991-1996) 47,546,687 US\$ / ano (2002-2014)	LA ROVERE & MENDES, 2000.
	Compen- sações so- cioambien- tais	100,452,811.64 US\$	ELETROBRAS/ELETRO- NORTE, 2011; 2013; EEMI, 2013; ELETRONORTE, 2016.
Emprego	Direto (sa- lário mínimo da Eletronor- te)	108 (1,117.67 BR\$)	LA ROVERE & MENDES, 2000; ELETROBRAS/ ELETRONORTE, 2016.
	Indireto (sa- lário mínimo do setor do alumínio)	65 (1984-2000, 1,120.6 BR\$) 145 (2001-2014, 1,300 BR\$)	SCHERER <i>et al.</i> , 2003.
Menores emissões de GEE (comparado com as termelétricas)		450 t CO ₂ E / GWh	LA ROVERE & MENDES, 2000; NORTE ENERGIA, 2016.
Custo de oportuni- dade da energia elétrica (comparado com as centrais termelétricas)		65.03 BR\$ / MWh	LA ROVERE & MENDES, 2000; DE CASTRO <i>et al.</i> , 2011; NORTE ENERGIA, 2016.
Resultados			
Custos totais atualiza- dos		43,676,449,608.07 US\$	
Benefícios totais atuali- zados		1,016,248,058,000.50 US\$	CHUTUBTIM, 2001; DE SOUSA JÚNIOR & REID, 2010; INGETEC, 2014; SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
Valor Atual Líquido Eco- nômico (VALE)		972,571,608,392.43 US \$	
Taxa B/C		23.26	
Taxa interna de retorno Econômico (TIRE)		-	

Tabela 5 - ACB de Tucuruí UHE. Fonte: Elaboração dos autores.

Características		Quantificação	Fonte
Metodologia	Taxa de cambio	0.26 US\$ / R\$ (2011 deflacionado)	WORLD BANK, 2016.
	Custo / t CO ₂	25 US\$	COMMERFORD, 2011; SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
	Taxa de atualização social	5%	SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
	Período de referência	25 anos	INGETEC, 2014; SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
Custos			
Custos de realização	Construção	5,711,455,247.69 US\$ cota 2016: 9,294,411.31 US\$	CABRAL DA COSTA, 2014; NORTE ENERGIA, 2014; IBAMA, 2016.
	Operação & Manutenção	169,767,619 US\$ / ano (média)	ANEEL, 2009; CABRAL DA COSTA, 2014; NORTE ENERGIA, 2014.
Realocação da população		5,186 famílias (3,7 pessoas por família)	LA ROVERE & MENDES, 2000; ELETROBRAS, 2009; COMMERFORD, 2011; IBGE, 2011, 2015.
Emissões GEE	Usina e reservatório	Nível de emissões: 1.308 - 0.147 t CO ₂ E / MWh	LA ROVERE & MENDES, 2000; TEODORU <i>et al.</i> , 2010; BASTIEN <i>et al.</i> , 2011; STEINHURST <i>et al.</i> , 2011; NORTE ENERGIA, 2015; 2016.
	Desmatamento	516 Km ² (48.766 t CO ₂ E / Km ²)	AGUIAR <i>et al.</i> , 2009; INPE, 2014.
Perda de atividade econômica	Agricultura	394.170.66 US\$ / ano	ELETROBRAS, 2009; IBGE, 2009; DA SILVA BARBOSA & DA TRINDADE JÚNIOR, 2014.
	Pecuária	142,714.94 US\$ / ano	ELETROBRAS, 2009; IBGE, 2009; DA SILVA BARBOSA & DA TRINDADE JÚNIOR, 2014.
Benefícios			

Trans-ferên-cias e com-pen-sa-ções	Uso da Água (royalties)	46,036,620.25 US\$ / ano	NORTE ENERGIA, 2014, 2015.
	Uso de bens públicos	4,375,327.80 US\$ / ano	NORTE ENERGIA, 2014, 2015.
	Compensações socioambientais	974,201,752.55 US\$	ELETROBRAS, 2009; NORTE ENERGIA, 2015, 2016.
Em-prego	Direto (salário mínimo pela Eletro-norte)	9,163 (1,117.67 BR\$)	NORTE ENERGIA, 2014, 2015; CABRAL DA COSTA, 2014; ELETROBRAS/ELETRONORTE, 2016.
	Indireto (salário mínimo brasileiro 2011)	23,000 (545 BR\$)	NORTE ENERGIA, 2014, 2015; ELETROBRAS/ELETRONORTE, 2011; CABRAL DA COSTA, 2014.
Menores emissões GEE (comparados com as termelétricas)		450 t CO ₂ E / GWh	LA ROVERE & MENDES, 2000; NORTE ENERGIA, 2016.
Custo de oportunidade da eletricidade (comparado com as termelétricas)		65.03 BR\$ / MWh	LA ROVERE & MENDES, 2000; DE CASTRO <i>et al.</i> , 2011; NORTE ENERGIA, 2016.
Resultados			
Custos atualizados totais		10,318,536,860.51 US\$	CHUTUBTIM, 2001; DE SOUSA JÚNIOR & REID, 2010; INGETEC, 2014; SARTORI <i>et al.</i> , 2014.
Benefícios totais atualizados		11,977,157,397.94 US\$	
Valor Atual Líquido Econômico (VALE)		1,729,886,584.24 US\$	
Taxa B/C		1.66	
Taxa interna de retorno Econômico (TIRE)		7.02%	

Tabela 6 - ACB de Belo Monte UHE. Fonte: Elaboração dos autores.

Referências bibliográficas

AGUIAR, A. P.; OMETTO, J.; NOBRE, C.; CÂMARA, G.; LONGO, K.; ALVALÁ, R.; ARAÚJO, R.; SOARES, J. V.; VALERIANO, D.; ALMEIDA, C.; VIEIRA, I.; ALMEIDA, A. **Estimativa das Emissões de CO₂ por Desmatamento na Amazônia Brasileira**. INPE, 2009. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/Emissoes_CO2_2009.pdf

ALMEIDA PRADO JÚNIOR., F.; ATHAYDE, S.; MOSSA, J.; BOHLMAN, S.; LEITE, F.; OLIVER-SMITH, A. How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 1132-1136, 2016.

ANEEL. **Lei. nº 06/2009, Processo nº 48500.005668/2009-85**. 2009. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2009/042/documento/12-edital_belo_monte_05-11-9.pdf

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil 3ª Edição**. Brasília: ANEEL, 2008.

BAKKER, Karen. The “Commons” Versus the “Commodity”: Alter-globalization, Anti-privatization and the Human Right to Water in the Global South. **Antipode Volume**, v. 39, n. 3, p. 430-455, 2007

BANCO MUNDIAL. **World Development Indicators**. 2016. Disponível em: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>

BARROS, N.; COLE, J.J.; TRANVIK, L.J.; PRAIRIE, Y.T.; BASTVIKEN, D.; HUSZAR, V.L.M.; DEL GIORGIO, P.; ROLAND, F. Carbon Emission from hydroelectric reservoirs linked to reservoir age and latitude. **Nature Geoscience**, v. 4, p. 593-596, 2011.

BASTIEN, J.; DEMARTY, M.; TREMBLAY, A. CO₂ and CH₄ diffusive and degassing emissions from 2003 to 2009 at Eastmain 1 hydroelectric reservoir, Québec, Canada. **Inland Waters**, v. 1, p. 113-123, 2011.

CABRAL DA COSTA, Marcello, N. **Financial Evaluation of Hydroelectric Power Plant. Belo Monte 11.233 MW**, 2014. Trabalho final – The George Washington University, Washington D.C., 2014. Disponível em: https://www2.gwu.edu/~ibi/minerva/Spring2014/Marcello_Costa.pdf

COMMERFORD, Mark. **Hydroelectricity: The Negative Ecological and Social Impact and the Policy that Should Govern It**. 2011. Trabalho final – Energy Economics and Policy, ETH, Zurique, 2011. Disponível em: <http://www.files.ethz.ch/cepe/top10/commerford.pdf>

CORRÊA DA SILVA, R.; DE MARCHI NETO, I.; SILVA SEIFERT, S. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 59, p. 328-341. 2016.

COUTO, Rosa, C., de S.; SILVA, José, M. As questões de saúde no estudo de impacto ambiental do Aproveitamento Hidroelétrico Belo Monte. In: MAGALHÃES SANTOS, S. M. S. B.; DEL MORAL HERNANDEZ, F. Painel de **Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte**. Belém: International Rivers, p. 81-90, 2009.

CUNHA, Denise, De A.; FERREIRA, Leandro, V. Impacts of the Belo Monte

hydroelectric dam construction on pioneer vegetation formations along the Xingu River, Pará State, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 35, n. 2, p. 159-167, 2011.

CHUTUBTIM, Piyaluk. **Guidelines for Conducting Extended Cost-benefit Analysis of Dam Projects in Thailand**. EEPSEA, 2001.

DA COSTA, Agnes. Sustainable Dam Development in Brazil: The Roles of Environmentalism, Participation and Planning. In: SCHEUMANN, W.; HENSENGERTH, O. **Evolution of Dam Policies**, Springer, p. 13-53, 2014.

DA SILVA BARBOSA, Estêvão, J.; DATRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair, C. **ATLAS Escolar do Pará**, Altamira: João Pessoa, Editora Grafset, 2014.

DA SILVA SOITO, João, L.; VASCONCELOS FREITAS, Marcos, A. Amazon and the expansion of hydropower in Brazil: Vulnerability, impacts and possibilities for adaptation to global climate change. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 3165-3177, 2011.

DE CASTRO, N. J.; DA SILVA LEITE, A. L.; DANTAS, G. A. Análise comparativa entre Belo Monte e empreendimentos alternativos: impactos ambientais e competitividade econômica, **GESEL-UFRJ, Texto de Discussão do Setor Elétrico**. n. 35, 2011.

DE SOUSA JÚNIOR, Wilson, C.; REID, John. Uncertainties in Amazon Hydropower Development: Risk Scenarios and Environmental Issues around the Belo Monte Dam. **Water Alternatives**, v. 3, n. 2, p. 249-268, 2010.

ELETROBRÁS. **Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte - Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)**. Eletrobrás, 2009. Disponível em: http://norteenergiasa.com.br/site/wp-content/uploads/2011/04/NE.Rima_.pdf

ELETROBRÁS/ELETRONORTE. **Relatório de sustentabilidade 2011**. Eletrobrás Eletronorte, 2011. Disponível em: http://www.eletronorte.gov.br/opencms/opencms/imprensa/rio20/relatorio_sustentabilidade_2011_v4_web.pdf

ELETROBRÁS/ELETRONORTE. **Relatório de sustentabilidade 2013**. Eletrobrás Eletronorte, 2013. Disponível em: http://agencia.eletronorte.gov.br/site/wp-content/uploads/2014/06/RELATORIO_SUSTENTABILIDADE_2013-web.pdf

ELETROBRÁS/ELETRONORTE. **Plano de Cargos, Carreiras e Salários**. Eletrobrás Eletronorte, 2016. Disponível em: <http://www.eln.gov.br/opencms/opencms/empregados/carreiras/pccs.html>

ELETRONORTE. **Tucuruí**. Eletronorte, 2016. Disponível em: <http://www.eletronorte.gov.br/opencms/opencms/aEmpresa/regionais/tucurui/>

EEMI. **Relatório das ações socioambientais de Tucuruí. Gerência de implementação de ações socioambientais de Tucuruí, Eletrobrás-Eletronorte**, EEMI, 2013.

EPE. **Methodologia para Avaliação Socioambiental de Usinas Hidrelétricas**, Rio de Janeiro: EPE, 2012.

EPE. **Demanda de Energia 2050**, Rio de Janeiro: EPE, 2014.

EPE. **Balanço Energético Nacional 2015 (ano base 2014)**, Rio de Janeiro: EPE, 2015a.

EPE. **Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2024**, Brasília: MME/EPE, 2015b.

FEARNSIDE, Philip M. Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. **Environmental Conservation**, v. 22, n. 1, p. 7-19, 1995.

FEARNSIDE, Philip M. Social Impacts of Brazil's Tucuruí Dam. **Environmental Management**, v. 24, n. 4, p. 483-495, 1999.

FEARNSIDE, Philip M. Greenhouse Gas emissions from hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí dam) and the energy policy implications. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 133, n. 69-96, 2000.

FEARNSIDE, Philip M. Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia. **Environmental Management**, v. 27, n. 3, p. 377-396, 2011.

FEARNSIDE, Philip M. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's Hydroelectric Development of the Xingu River Basin. **Environmental Management**, v. 30, n. 1, p. 16-27, 2006.

FEARNSIDE, Philip M. Greenhouse gas emissions from hydroelectric dams in tropical forests. pp. 428-438, In: LEHR, J.; KEELEY, J. **Alternative Energy and Shale Gas Encyclopedia**. New York: John Wiley & Sons. 2016. p. 428-438.

FEARNSIDE, Philip M.; PUEYO, Salvador. Greenhouse-gas emissions from tropical dams. **Nature Climate Change**, v. 2, p. 382-384, 2012.

FERREIRA, J. H. I.; CAMACHO, J. R.; MALAGOLI, J. A.; GUIMARÃES JÚNIOR, S. C. Assessment of the potential of small hydropower development in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, p. 380-387, 2016.

GIANNINI PEREIRA, M.; VASCONCELOS FREITAS, M. A.; FIDELIS DA SILVA, N. Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, p. 1229-1240, 2010.

GSE. **Brasile - Le fonti rinnovabili nel contesto energetico**, GSE, 2014. Disponível em: http://www.gse.it/it/Dati%20e%20Bilanci/GSE_Documenti/Studi/BRASILE%20-%20Le%20FER%20nel%20contesto%20energetico.pdf

INGETEC. **Proyecto hidroeléctrico Guaicaramo: estudio de impacto ambiental**. Capítulo 5. Cuarto Informe Parcial, Revisión 4, Documento No. EMG-EIAPHG-06. 2014.

IBAMA. **Ibama multa Norte Energia em R\$ 35 milhões por mortandade de peixes em Belo Monte**. 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/publicadas/ibama-multa-norte-energia-em-r-35-milhoes-por-mortandade-de-peixes-em-belo-monte>

IBGE. **Censo Agropecuário 2006. Agricultura Familiar Primeiros Resultados. 2009**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/agri_familiar_2006_2/

IBGE. **Gross Domestic Product of Municipalities 2011**. IBGE, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/english/estatistica/economia/pibmunicipios/2011/default.shtm>

IBGE. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. IBGE, 2015. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/>

INPE. **INPE-EM: Estimativa de emissões dos gases do efeito estufa (GEE) por mudanças de cobertura da terra**. INPE, 2014. Disponível em: <http://inpe-em.ccst.inpe.br/#>

INPE. **Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. INPE, 2016. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>

IORIO, Martina; CARAVAGGIO, Nicola. Management of water resources in the Amazon Region, In: GORSE, Chris; DASTBAZ, Mohammad. **Sustainable Ecological Engineering Design: Selected Proceedings from the International Conference of Sustainable Ecological Engineering Design for Society (SEEDS)**, Springer, 2016. p. 279-292.

JOHANSSON, Thomas, B; GOLDEMBERG, José. **Energy for Sustainable Development: A policy agenda**. New York: UNDP, 2002.

KAUL, I.; GRUNBERG, I.; STERN, M.A. **Global public goods: international cooperation in the 21st century**. New York: Oxford University Press, UNDP, 1999.

KELMAN, Jelson. **Relatório da comissão de análise do sistema hidrotérmico de energia elétrica**. Brasília: ANA, 2001. Disponível em: www.kelman.com.br

LA ROVERE, Emilio, L.; MENDES, Francisco, E. **Tucuruí Hydropower Complex – Brazil**. Estudo de caso da Comissão Mundial de Barragens, 2000.

LOPEZ, Humberto. The Social Discount Rate: Estimates for Nine Latin American Countries, **The World Bank, Policy Research Working Paper**, n. 4639, 2008.

MAB. **Dossiê – Ditadura contra as populações atingidas por barragens aumenta a pobreza do povo brasileiro**, MAB, 2004. Disponível em: www.riosvivos.org.br/arquivos/571179614.doc

MANYARI, Waleska, V.; DE CARVALHO, Osmar, A. Environmental considerations in energy planning for the Amazon region: Downstream effects of dams. **Energy Policy**, v. 35, n. 12, p. 6526-6534, 2007.

MAGALHÃES, S.; MARIN, R. A.; CASTRO, E. Análise de situações e dados sociais, econômicos e culturais. In: MAGALHÃES SANTOS, S. M. S. B.; DELMORAL HERNANDEZ, F. **Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte**. Belém: International Rivers, p. 23-35, 2009.

MEDEIROS, Hermes, F. Avaliação de Impactos do Projeto de Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte Sobre a Vida Selvagem, Incluindo Implicações Socioeconômicas, In: MAGALHÃES SANTOS, S. M. S. B.; DEL MORAL HERNANDEZ, F. **Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte**. Belém: International Rivers, p. 167-184, 2009.

MERONA, B. D.; JURAS, A. A.; DOS SANTOS, G. M.; CINTRA, I. H. A. *Os peixes e a pesca no Baixo Rio Tocantins: vinte anos depois da UHE Tucuruí*, Brasília: Electrobras Eletronorte, 2010.

MOLINA, Jorge. Questões hidrológicas no EIA Belo Monte. In: MAGALHÃES SANTOS, S. M. S. B.; DEL MORAL HERNANDEZ, F. **Painel de Especialistas: Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte**. Belém: International Rivers, p. 95-107, 2009.

NORTE ENERGIA. **UHE Belo Monte**. Norte Energia, dez. 2014. Disponível em: <http://norteenergiasa.com.br/site/informativo-home/>

NORTE ENERGIA. **UHE Belo Monte**. Norte Energia, jan. 2015. Disponível em: <http://norteenergiasa.com.br/site/informativo-home/>

NORTE ENERGIA. **Norte Energia: Usina Hidrelétrica de Belo Monte**. Norte Energia, 2016. Disponível em: <http://norteenergiasa.com.br/site/ingles/belo-monte/>

OECD. **OECD Factbook 2015-2016: Economic, Environmental and Social Statistics**, Paris: OECD Publications, 2016. Disponível em: <https://www.oecd.org/publications/oecd-factbook-18147364.htm>

ONS. **Mapas do SIN**. 2016. Disponível em: http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx

PACHAURI, R. K.; ALLEN, M. R.; BARROS, V. R.; BROOME, J.; CRAMER, W.; CHRIST, R.; CHURCH, J. A.; CLARKE, L.; DAHE, Q.; DASGUPTA, P.; DUBASH, N. K. **Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC, 2014.

PINTO, Lúcio, F. **Tucuruí: A barragem da ditadura**. Belém: Edição Jornal Pessoal, 2008.

PINTO, Lúcio, F. De Tucuruí a Belo Monte: a história avança mesmo?. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 7, n. 3, p. 777-782, 2012.

PNUD; FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO; IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil**. 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/>

PORTAL BRASIL. **Prorrogado até 2018, Luz para Todos deve beneficiar mais um milhão de brasileiros, Palácio do Planalto, Presidência da República**. 2015. Disponível em: <http://www2.planalto.gov.br/noticias/2015/05/prorrogado-ate-2018-luz-para-todos-deve-beneficiar-mais-um-milhao-de-brasileiros>

RAADAL, H. L.; GAGNON, L.; MODHAL, I. S.; HANSSSEN, O. J. Life cycle greenhouse gas (GHG) emissions from the generation of wind and hydro power. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 3417-3422, 2011.

ROCHA, Gilberto de Miranda. **Todos convergem para o lago! Hidrelétrica Tucuruí. Municípios Territórios na Amazônia**. Belém: NUMA/UFP, 2008.

SANTOS, T.; SANTOS, L.; ALBUQUERQUE, R; CORRÊA, E. Belo Monte: Impactos Sociais, Ambientais, Econômicos e Políticos. **Revista de la Facultad de Ciencias Económicas Y Administrativa**. v. 13, n. 2, p. 214-227, 2012.

SARTORI, D.; CATALANO, G.; GENCO, M.; PANCOTTI C.; SIRTORI, E.; VIGNETTI, S.; DEL BO, C. **Guide to Cost-Benefit Analysis of investment Projects – Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020**. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2014. Disponível em: http://ec.europa.eu/regional_policy/

sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf

SCHERER, C.; CAVALCANTE, D.; SANEH, G. **Norsk Hydro in Brazil - Adubos Trevo, Acro Alumínios and Alunorte**. Observatorio Social, 2003. Disponível em: http://www.observatoriosocial.org.br/sites/default/files/04-01-2003_01-norsk_hidro-ingles.pdf

SIDRA. **Banco de dados agregados**. Sistema IBGE de Recuperação Automática, 1990. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>

STEINHURST, W.; KNIGHT, P.; SHULTZ, M. **Hydropower Greenhouse Gas Emissions. State of the Research**. Cambridge, EUA: Synapse Energy Economics, Inc., 2012.

SURVIVAL INTERNATIONAL. **Il ritorno delle grandi dighe: una grave minaccia al futuro dei popoli indigeni**. Milão: Survival International, 2010. Disponível em: http://assets.survivalinternational.org/documents/375/Rapporto_Survival_Grandi_Dighe.pdf

TEODORU, C.; PRAIRIE, Y.; DEL GIORGIO, P. Spatial Heterogeneity of Surface CO2 Fluxes in a Newly Created Eastmain-1 Reservoir in Northern Quebec, Canada, **Ecosystems**, v. 14, p. 28-46, 2010.

TUNDSI J. G.; GOLDEMBERG, J.; MATSUMURA, T.; SARAIVA, A. C. F. How many more dams in the Amazon?. **Energy Policy**, v. 74, p. 703-708, 2014.

WESTIN, F.F.; DOS SANTOS, M.A.; MARTINS, I.D. Hydropower expansion and analysis of the use of strategic and integrated environmental assessment tools in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 37, p. 750-761, 2014.

ZENGHELIS, Dimitri. **Stern Review: The Economics of Climate Change**. Londres, Inglaterra: HM Treasury, 2006. Disponível em: http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm

Crescimento nacional e (sub)desenvolvimento regional no Brasil: o caso do Pará na Amazônia Brasileira

Martina Iorio e Salvatore Monni

Introdução

Na história pós-colonial brasileira, a Amazônia sempre teve um papel econômico central. As explorações intensivas de seus recursos hídricos remontam às políticas setoriais de desenvolvimento de interesse nacional, iniciadas com os grandes projetos na década de 1970 e ainda hoje em andamento (FARIAS, 2016; SOUSA & SANTOS, 2006; MAGALHÃES FILHO, 1987). No entanto, antes de tornar-se uma fronteira energética, o Pará havia sido polo para a produção de borracha, um centro para o comércio da Castanha do Pará e também o primeiro mercado latino-americano de frutas tropicais (PRADO Jr, 2004). Embora as políticas nacionais de energia tenham interessado a área durante quase 50 anos, os resultados em termos de desenvolvimento regional e local não parecem satisfatórios (FAPESPA, 2016; PNUD, FJP & IPEA, 2013). Portanto, o objetivo deste artigo é examinar o paradoxo do atraso de uma área tão rica em recursos, destacando como essa área, que representa um elemento crucial para o país, falhe em se desenvolver. Com o objetivo de melhorar o entendimento da realidade regional e local da Amazônia, no segundo parágrafo propomos uma descrição detalhada do estado federal do Pará, um dos principais estados da Amazônia brasileira tanto para a produção de energia quanto para o crescimento econômico, que é tomado como a principal referência para a observação das questões descritas acima. No terceiro parágrafo, tentaremos examinar o mais detalhadamente possível a questão do uso da água na produção de energia e o papel da Amazônia como fornecedora de eletricidade para o país. No quarto parágrafo, serão comentados os possíveis efeitos desse uso específico dos recursos hídricos. Finalmente, esta visão geral das questões cruciais do debate de hoje sobre o papel econômico e social da Amazônia fundamentará o parágrafo cinco, no qual serão identificados os principais efeitos do engajamento econômico do Pará no desenvolvimento regional e local. Serão relatadas aqui algumas sugestões modeladas em relação ao contexto paraense, pois estas podem

ser úteis na análise de contextos semelhantes na região amazônica (PINTO, 2011, 2017; ROCHA, 2008).

Pará como Usina da Amazônia

A Amazônia Legal é uma região que corresponde a 64% do território brasileiro. Graças aos imensos recursos naturais e ao potencial de mineração, é considerada uma área estratégica para o desenvolvimento econômico do país (MORETTO *et al.*, 2012; COELHO *ET AL.*, 2011). Essa inclui nove estados brasileiros: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (Norte); Mato Grosso (Centro-Oeste); parte do estado do Maranhão (Nordeste) (IBGE, 2017). Entre os estados brasileiros, o Pará é o mais rico em recursos naturais e o mais envolvido em atividades estratégicas de mineração e de energia (ANEEL, 2019; FAPESPA, 2018). Com uma extensão territorial de 1.247.954.320 km², é a segunda maior unidade federal da Amazônia. Já em 2015 tinha uma população estimada em 8.175.113 milhões de habitantes e uma densidade de 6,07 hab./km² (IBGE, 2017). Além da alta concentração de investimentos já presentes na área, o Pará mantém uns dos maiores potenciais do país para exploração futura, tanto na mineração quanto na produção de energia hidrelétrica (SIPOT, 2016). É por isso que o seu processo de crescimento econômico e desenvolvimento é bem representativo do padrão amazônico (Figuras 1-4).

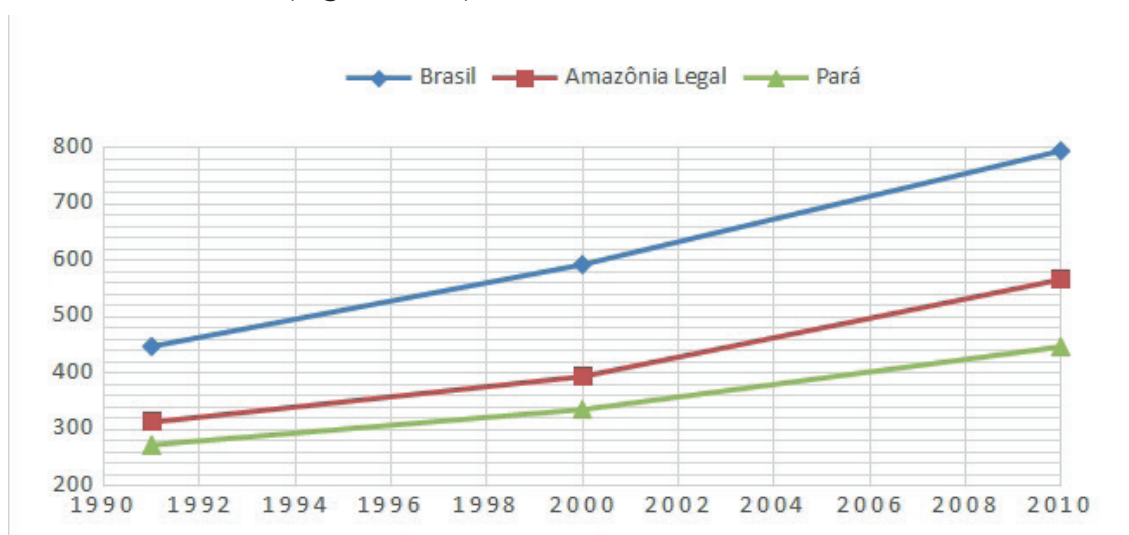


Figura 11 - Renda per capita em BR\$. Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados UNDP, FJP & IPEA (2013).

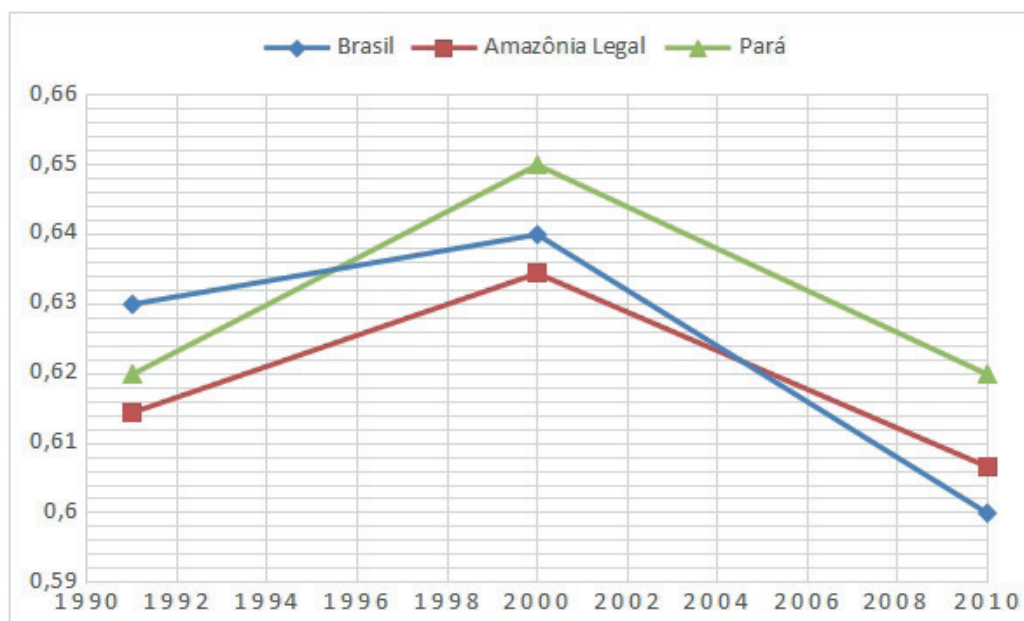


Figura 12 - Índice de Gini. Fonte: Elaboração dos autores a partir de UNDP, FJP & IPEA (2013).

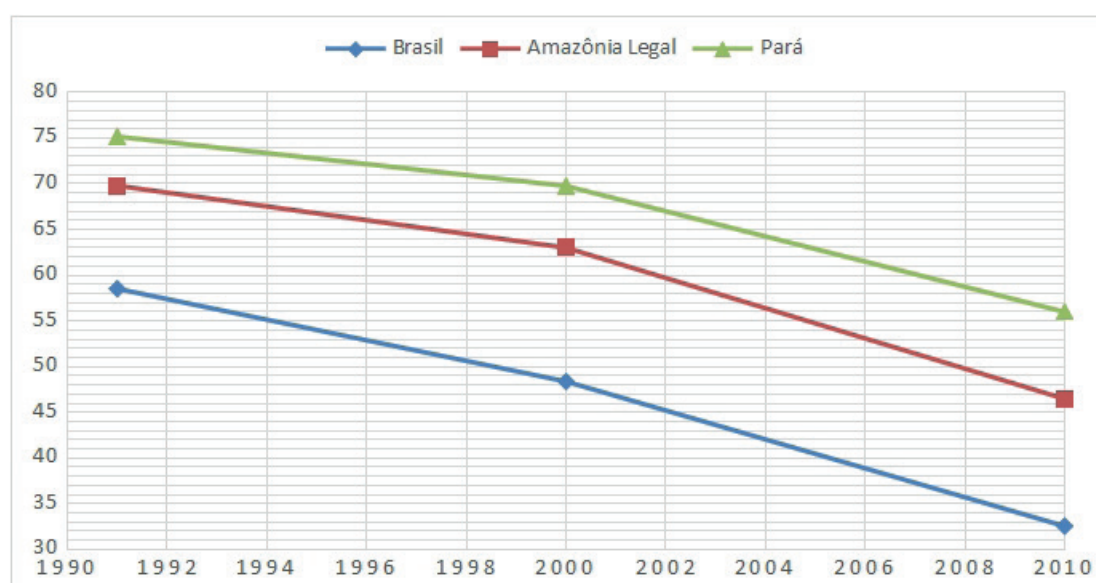


Figura 13 - % de vulneráveis à pobreza. Fonte: Elaboração dos autores a partir de UNDP, FJP & IPEA (2013).

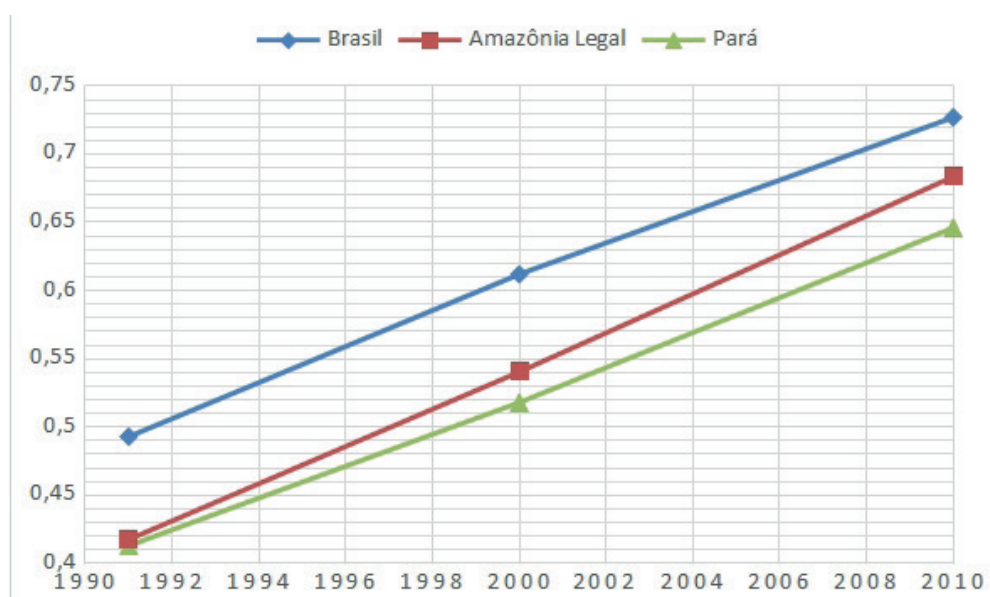


Figura 14 - Desenvolvimento Humano. Fonte: Elaboração dos autores a partir de UNDP, FJP & IPEA (2013).

Desde o final da década de 1970, após a descoberta de importantes jazidas minerais no estado do Pará (como a Serra dos Carajás, em 1967), a Amazônia brasileira é considerada a nova fronteira da expansão do capital na América Latina, pois de repente tornou-se um alvo atraente para o capital internacional (DA SILVA, 2016). De acordo com a estratégia nacional, a atração de grandes capitais públicos e privados, inclusive internacionais, iria acelerar a organização econômica da Amazônia brasileira em uma perspectiva (apenas teoricamente) holística (FARIAS, 2016). O desenvolvimento da economia da região iria ocorrer graças à industrialização do território impulsionada pela florescente atividade de mineração. Isso tudo geraria efeitos colaterais, como a criação de infraestruturas (por exemplo, estradas) e a geração de eletricidade (por exemplo, energia hidrelétrica): estes são chamados *investimentos paralelos* e foram estimulados por incentivos fiscais concebidos para todas as atividades econômicas nos territórios afetados pelo extrativismo, não apenas para empresas do setor metalúrgico (DA SILVA, 2016). De fato, como em um ciclo virtuoso, o aumento da população devido à imigração da força de trabalho tornou necessário criar infraestruturas. Primeiro, foi impulsionada a construção de rodovias e linhas ferroviárias para o transporte de mercadorias. Subseqüentemente, tornou-se necessário instalar usinas para produzir energia com o objetivo duplo de fornecer eletricidade a empresas metalúrgicas e a novos centros urbanos. Ficou claro então, que o

incentivo fiscal, por exemplo, à infraestrutura e à produção de energia, não foi uma tentativa de alcançar objetivos específicos de desenvolvimento, mas foram simplesmente parte de um projeto de desenvolvimento econômico mais amplo da região ou mesmo da nação (ROCHA, 2016).

A construção da usina hidrelétrica de Tucuruí, no Pará, mudou totalmente o território do estado e sua estrutura socioeconômica. Embora tenha sofrido todos os efeitos negativos socioeconômicos e ambientais da exploração, é inegável que a era dos grandes projetos deu um impulso ao crescimento do Pará, tanto que sua principal cidade, Belém, hoje é considerada a capital de toda a área amazônica. No entanto, os pesquisadores apontam que a tentativa da política nacional de criar um polo de desenvolvimento da Amazônia no estado do Pará falhou justamente por causa de programas do tipo do Grande Carajás, que visava a exploração da Serra Dos Carajás (ROCHA, 2008).

Na verdade, grandes investidores como a Vale S.A. no setor mineral / hidrelétrico, foram os maiores impulsionadores do desenvolvimento econômico na região sudeste do Pará (DA SILVA, 2016). O rápido desenvolvimento econômico, juntamente com o aumento repentino dos fluxos migratórios (por exemplo, força de trabalho) e o rápido estímulo da urbanização, causaram o surgimento de novas elites econômicas representadas por investidores estrangeiros, um obstáculo ao desenvolvimento integrado real do território. A instalação do polo atraiu principalmente um grande número de trabalhadores de outros estados ou de outras áreas do estado. Isso levou à rápida expansão dos centros urbanos existentes ou à criação, ex novo, de áreas urbanas as quais pediam novas infraestruturas, a construção das quais levou à atração de nova força de trabalho, desencadeando uma espiral de crescimento (também acompanhada pela êxodo do campo) (ROCHA, 2008). Portanto, apesar de ser uma ferramenta essencial para o crescimento econômico, a rápida urbanização teve alguns efeitos colaterais adversos ao desenvolvimento humano. Desenvolvimento urbano com infraestruturas inadequadas (pelo menos nas primeiras fases do projeto) criou problemas de saúde, propagação de doenças e prostituição (FIGUEIREDO & SARAIVA, 2018; HAZEU, 2015), bem como o aumento do consumo, dos resíduos e da contaminação do meio ambiente (DE SOUZA *et al.*, 2016). Além disso, a população do Pará sofreu um desajustamento das elites econômicas externas ao contexto amazônico (ou seja, capitais estrangeiros), as quais não estavam

interessadas na criação de valor agregado, nem na geração de emprego. Na verdade, eles apenas usaram a serra como “jardim” pessoal (PINTO, 2017). Desta forma, o crescimento baseado na exportação de metais preciosos nunca esteve associado a uma estratégia de desenvolvimento diferente da pura mineração. Isso foi devido à fraca mitigação desempenhada pelas instituições, ou seja, pela Federação, pelo estado e pelos municípios (ROCHA & NEVES, 2018). Como resultado, a abordagem centralizada voltada à homogeneização das políticas de desenvolvimento regional, gerou o aumento das desigualdades entre as diferentes áreas da mesma região de intervenção, tanto no estado do Pará quanto na Amazônia em geral (FARIAS, 2016). As críticas ao processo de definição de “região de intervenção” deveriam ser totalmente endossadas: esta definição quer combinar áreas com potencial socioeconômico totalmente diferente, seguindo apenas o critério da melhor estratégia geográfica, a fim de facilitar o fluxo de mercadorias, a acumulação de capital e o domínio de terras e povos (interesses das elites econômicas baseadas no capital privado e internacional). De fato, essa ideia de regionalizar apenas aumenta as desigualdades através da homogeneização e exacerba internamente a antiga dinâmica da especialização do trabalho já sofrida pelo Brasil no mercado internacional (FARIAS, 2016). Então, é necessário analisar o impasse do processo de desenvolvimento do Pará e da Amazônia em geral, partindo do pressuposto de que as fraquezas institucionais das políticas de desenvolvimento atual representam em si um obstáculo ao futuro desenvolvimento da área, em uma espécie de *path dependence* (PIKETTY, 2000).

O papel dos recursos hídricos no Brasil

A Bacia Amazônica, medindo 6.110.000 km² foi a única área navegável dentro do país no momento da ocupação europeia. A cidade portuária de Belém, atual capital do estado do Pará, localizada no ponto onde o rio Amazonas encontra o Atlântico, sempre foi um centro estratégico de coleta de produtos tropicais destinados à exportação. Enquanto o processo populacional da região Nordeste acompanhou a evolução da pecuária, e a ocupação do Centro/Sul estava ligada à presença de reservas minerais (especialmente Minas Gerais e Ouro Preto), a ocupação do Norte, a partir de Belém, assumiu a forma de infiltração lenta no vale amazônico, o qual oferecia produtos naturais, peixes e madeira para exportação. Em particular, o ciclo da borracha

natural foi excelente por sua contribuição ao desenvolvimento da Amazônia brasileira, apesar de não ter sido muito duradouro (apenas acompanhou a mesma atitude cega que também marcou a parábola da idade do ouro). Envolveu principalmente o estado do Pará e foi responsável pela ascensão da vila de Belém, a qual transformou-se em uma capital florescente (PRADO Jr, 2004). Quase o mesmo ocorreu com Manaus, a capital do Amazonas. Na primeira metade do século XX, uma vez que o ciclo da borracha havia esgotado e o Brasil tinha começado a buscar a industrialização doméstica com base no uso de manganês e carvão nacionais, Manaus localizava-se estrategicamente a meio caminho entre as minas e os portos. De fato, desde a época da colonização, os assentamentos e a instalação das atividades econômicas predominantes em todo o país ocorreu a partir das cidades portuárias, sendo que as linhas de expansão dependiam principalmente das condições climáticas e dos centros comerciais (GALVANI, 1948).

Sem esquecer seu potencial de mineração (por exemplo, diamantes e outros metais) na Amazônia brasileira possui uma dotação inegável de recursos hídricos. Não é um caso que cerca de dois terços do potencial hidrelétrico do Brasil estão localizados aqui onde hospedam-se quatro sub bacias: Xingu, Tapajós, Madeira e Negro, duas das quais fluem no Pará. A inovação tecnológica não tardou em dar sua contribuição: a exploração de hidroeletricidade no Brasil iniciou na primeira metade do século XX e em 1941, o país com a maior bacia hidrográfica no mundo possuía um total de cerca de 907 usinas hidrelétricas de diferentes tamanhos, incluindo a usina de Serra de Cubatão, que na época era a sétima maior usina do mundo (GALVANI, 1948). No entanto, na década de 1970, começou uma fase mais intensa de exploração, partindo da Amazônia, que continua sendo uma área de grande potencial em nível nacional, tendo assim o papel de apoiar energeticamente as atividades de mineração. A dupla vocação (mineração e energia) da Amazônia foi totalmente apoiada no período do grande milagre econômico, coincidindo com a ditadura militar (1964 - 84). De fato, foi a ditadura que implementou o projeto Grande Carajás, com o duplo objetivo de impulsionar a economia nacional e manifestar a magnificência e o poder da própria ditadura (PINTO, 2011; AMPARO & PORTO, 1987). O principal papel da Amazônia era fornecer os recursos naturais e também o espaço geográfico (com um nível de urbanização originalmente muito baixo) para a instalação de polos econômicos relacionados principalmente ao setor de mineração. A criação desses polos ocorreu quando a infraestrutura (rodovias e instalações

urbanas) e a produção de energia começaram a se desenvolver nas áreas de extração e processamento de minério de ferro, como parte dos chamados investimentos paralelos. De fato, quando a usina de Tucuruí foi construída em 1984, seu papel era principalmente fornecer eletricidade às indústrias de extração e refino de metais pesados, e isso tornou-se viável devido à criação de grandes conglomerados de empresas estatais, como a Eletrobras (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A.), que nasceu oficialmente em 11 de junho de 1962, como a maior empresa do setor elétrico no Brasil e na América Latina, cujo principal acionista é o governo federal brasileiro (SOUSA & SANTOS, 2006). Em 20 de junho de 1973, a Eletronorte (Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.) foi criada como uma sociedade anônima pertencente à Eletrobras, e teve como objetivo gerar e fornecer eletricidade aos nove estados amazônicos e fornecer energia a compradores de outras regiões do país (SOUSA & SANTOS, 2006). De acordo com dados publicados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é interessante notar que atualmente a Amazônia Legal contribui com mais de 24% da produção de eletricidade do país da qual 60% é produzida por hidreletricidade (ANEEL, 2019). Nesse contexto, o Pará tinha uma capacidade instalada total de aproximadamente 19.275.209 kw em 2018, ou seja, foi responsável por quase metade da geração de toda a região e também foi o segundo maior produtor de eletricidade do Brasil, com 11,83% do total de eletricidade produzido no país. O fato interessante, no entanto, é que 96,95% da eletricidade produzida no Pará é produzido por apenas cinco grandes usinas, todas movidas à energia hidrelétrica (ANEEL, 2019) (Figura 5).

A estratégia política e econômica nacional deliberou que o norte do país fosse o polo de alumínio e dependesse estrategicamente da instalação da usina hidrelétrica de Tucuruí. Nesse contexto, o estado do Pará, que permaneceu e ainda permanece hoje entre duas bacias hidrográficas, o Amazonas e o Tocantins, coloca-se em posição estratégica. De fato, apesar da apropriação indébita e da exploração insustentável, a abundância de recursos hídricos não foi muito afetada pelas pressões antropogênicas. Porém, o mesmo não pode-se dizer da qualidade e do acesso à água (PNUD, FJP & IPEA, 2013).

Unidades Federais	Eletricidade		Hidreletricidade*		
	Capacidade Instalada (kw)	% do potencial nacional	Capacidade Instalada (kw)	% do potencial da unidade territorial	Número de UHE**
Acre	115.727,80	0,07			
Amapá	1.037.816,20	0,64	941.950	90,76	4
Amazonas	2.190.897,64	1,34	274.710	12,54	2
Maranhão	3.899.122,43	2,39	1.087.000	27,88	1
Mato Grosso	3.086.137,98	1,89	1.180.870	38,26	10
Pará	19.277.808,76	11,83	18.690.333	96,95	5
Rondônia	8.311.378,60	5,10	7.608.250	91,54	1
Roraima	285.568,38	0,18			
Tocantins	1.937.803,00	1,19	1.644.450	84,86	3
Região Norte	33.157.000,38	20,34	29.159.693	87,94	18
Amazônia Legal	40.142.260,79	24,63	31.427.563	78,29	29
Brasil	162.974.079,84	100,00	98.286.811	60,31	217

*leva-se em consideração apenas as grandes hidrelétricas
**plantas colocadas na fronteira são consideradas só uma vez

Figura 15 – Potencial elétrico e hidrelétrico instalado por unidade territorial em 2019.
Fonte: Elaboração dos autores a partir de ANEEL, 2019.

O impacto inevitável de uma barragem

Hidrelétricas, que alcançaram estima pública nos anos 70, perderam popularidade nos anos 90, quando imprensa e pesquisas científicas começaram a destacar as deficiências de uma tecnologia claramente impactante em termos de meio ambiente (BARROS *et al.*, 2011; MANYARI & DE CARVALHO Jr., 2007; FEARNSSIDE, 1995) e sociedade (FIGUEIREDO & SARAIVA, 2018; DIAMOND & POIRIER, 2010; FEARNSSIDE, 1999; SCUDDER, 1981), principalmente devido a dois elementos: a barragem e o reservatório (IORIO, 2015). Portanto, à luz da análise de impacto *ex post*, não apenas a implementação de grandes projetos, mas também alguns dos investimentos paralelos gerados foram prejudiciais à realização do desenvolvimento local.

De fato, embora se esperasse que as usinas hidrelétricas tivessem menores impactos do que as termelétricas, não é possível negar as evidências negativas que surgiram nos casos de Tucuruí (PINTO, 2011; ROCHA, 2008; FEARNSSIDE, 1999), Belo Monte (FIGUEIREDO & SARAIVA, 2018; JAICHAND & SAMPAIO, 2013; FLEURY & ALMEIDA, 2013; FEARNSSIDE, 2006), Samuel (FEARNSSIDE, 2005) e Complexo Madeira (WERNER, 2011) entre os maiores. Geralmente, os custos ambientais e sociais, demonstrados e avaliados, afetam principalmente a população que vive na área circundante, enquanto a energia produzida alimenta Sistema Interligado Nacional (SIN), que é o sistema nacional de transmissão de eletricidade. Consiste em um conjunto

de instalações e equipamentos que permitem o suprimento de eletricidade nas regiões do país interconectadas eletricamente e seus principais usuários são os grandes centros urbanos (especialmente no centro-sul do país) e os polos industriais (ANEEL, 2019). Dessa forma, a distribuição de custos e benefícios relacionados à produção de energia é definitivamente desigual e também é enfatizada pelos altos custos de extensão da rede de transmissão para pequenas e médias comunidades, que, portanto, permanecem isoladas (ARESTI & MICANGELI, 2016 ; IORIO, 2015).

Conforme destacado no terceiro parágrafo, o objetivo da geração de energia hidrelétrica no Pará era originalmente fornecer energia aos polos de extração da Amazônia para utilidade econômica nacional e desenvolvimento local. Atualmente, apesar dos impactos que gera, o hidrelétrico é a fonte predominante entre as energias renováveis no estado e no país. No entanto, tanto o estado quanto o país desfrutam de uma extrema vantagem econômica na geração desse tipo de energia devido à escolha política e econômica de desconsiderar os reais custos ambientais e sociais (que permanecem ocultos) (BUARQUE, 1987). Além disso, o desequilíbrio de custos e benefícios (ou seja, os custos de extração e os benefícios do uso do recurso explorado) também resultou em uma dinâmica interna norte-sul dentro do país (FURTADO, 2000). Hoje em dia isso é particularmente evidente quando considera-se o uso da água da Amazônia no fornecimento elétrico do estado de São Paulo (ANEEL, 2017): enquanto isso, a região do Tocantins, no Pará, tornava-se o símbolo do processo de desestruturação e reestruturação do território gerado pela instalação de Tucuruí (UHE), tanto que o Médio Tocantins passou a ser denominado Região de Integração do Lago Tucuruí. A decomposição do território ocorreu principalmente como resultado de urbanização acelerada, desvios hidrológicos e consequentes danos à biodiversidade animal e vegetal, expropriação, realocação forçada e mudanças no sistema econômico. Estas mudanças, tanto nas fases ditatoriais quanto nas fases democráticas, sempre foram obrigatórias e cheias de contradições. Do ponto de vista socioeconômico, a alteração do curso de água para a construção do lago artificial por meio de uma barragem, gerando deslocamentos forçados de povos indígenas e moradias ribeirinhas, criou uma alteração na vida socioeconômica das comunidades envolvidas. No caso da população que vive ao longo do rio Tocantins, eles passaram da extração de castanhas e diamantes para a agropecuária e a produção de energia (ROCHA, 2016). Mudanças desse tipo alteraram o equilíbrio da economia social das

comunidades afetadas, às vezes retardando o processo de desenvolvimento devido às dificuldades de adaptação forçada às novas atividades de subsistência. Além disso, os investimentos atraíram a força de trabalho, que habitava nos novos centros urbanos, criando demanda para a construção de infraestruturas adicionais, como se fossem uma extensão da linha de produção dos principais investimentos. Esta segunda fase é justamente a reconstrução de uma ordem socioeconômica (que segue a desconstrução da ordem anterior), que gera mudanças urbanas impactantes. No caso da usina hidrelétrica de Tucuruí, a inundação do lago artificial na primeira fase da construção na década de 1980 afetou não apenas as comunidades ribeirinhas, mas também parte da infraestrutura necessária para comércio de castanhas brasileiras provenientes dos centros de extração (existia o “polígono da castanha”, composto por Marabá, Tucuruí e Belém), assim como a ferrovia ou a linha do rio Tocantins. Como compensação, a rodovia (estrada asfaltada) começou a ser desenvolvida e novos centros urbanos foram construídos para acomodar as pessoas deslocadas. Outras cidades foram construídas a partir do zero. Entre elas, destacam-se as “cidades temporárias” para os trabalhadores e as “cidades da empresa”: estas cidades já dispunham de instalações urbanas, disponibilizadas pelas empresas investidoras. De fato, o programa foi o único responsável pela desconstrução e consequente reorganização do território e esse tipo de processo de urbanização foi pioneiro nessa área (ROCHA, 2016). No caso da usina de Belo Monte, que entrou em operação em 2016 no estado do Pará, a rápida urbanização a serviço de grandes projetos revelou impactos socioeconômicos fortes nos novos centros, inclusive a prostituição (FIGUEIREDO & SARAIVA, 2018; HAZEU, 2015). Isso também levanta a questão importante da falta de abordagem participativa em relação à inclusão de ribeirinhos e indígenas (cujas áreas protegidas são afetadas por intervenções de modificação territorial) na implementação de políticas públicas.

De acordo com a literatura mais recente, espera-se que, uma vez eliminados os elementos considerados a principal causa de impacto (ou seja, a barragem e o reservatório) ou simplesmente reduzindo o tamanho (redução de escala), uma avaliação positiva das pequenas centrais hidrelétricas poderia ser alcançada (BAGHER *et al.*, 2015). As soluções autônomas, embora mais caras e menos eficientes do que uma conexão normal ao Sistema Interligado Nacional (SIN), podem se tornar ainda mais competitivas do ponto de vista econômico. Essa situação ocorreria se a conexão com a rede nacional de áreas particularmente remotas for complicada pela ausência de

infraestrutura ou também ocorreria no caso em que os reais custos sociais e ambientais fossem levados em consideração (ARESTI & MICANGELI, 2016; BUARQUE, 1987). Nesse caso, a proliferação de pequenas hidrelétricas, além de ser compatível com os objetivos de segurança energética (diversificação) e sustentabilidade (sem impacto ambiental / social), poderia possivelmente alcançar um terceiro objetivo de desenvolvimento, ou seja, o amplo acesso à energia por meio da eletrificação rural (SÁNCHEZ *et al.*, 2015; SCHIFFER & SWAN, 2018).

Consequências dos grandes projetos na Amazônia

Em países de industrialização tardia como o Brasil, é comum incentivar a industrialização por meio da implementação de grandes programas. De fato, esses programas são muitas vezes uma desculpa usada para penetrar no contexto regional e local do ponto de vista econômico (BECKER, 2005). Os investimentos em áreas ricas de recursos concentram-se principalmente no setor da exploração, frequentemente seguido por investimentos em infraestrutura, cruciais para o processo de desenvolvimento e, portanto, extremamente bem-vindos. No entanto, a atividade de investimento está principalmente nas mãos da indústria extrativa ou do agronegócio (DA SILVA, 2016). No caso brasileiro, a Amazônia Legal é um espaço para a concentração de grandes projetos, tanto de mineração quanto de geração de energia, que incentivam o crescimento econômico, mas sempre envolvem mudanças enormes e muitas vezes irreversíveis em termos de território e população (CARAVAGGIO *et al.*, 2017). A condição natural favorável da região amazônica gerou seu boom econômico duradouro que nunca parou desde o início do século XVI. O Pará viu várias fases devido ao pico no uso de diferentes recursos (por exemplo, a era da borracha), até a atual “era da água”. Atualmente, a especialização do Pará na produção de energia em nível nacional é indiscutível. Porém, apesar de sua dotação valiosa, o estado do Pará não conseguiu se aproximar ao padrão econômico da nação e tampouco alcançou um nível de desenvolvimento humano desejável (PNUD, FJP & IPEA, 2013). De fato, de acordo com os três últimos censos, sua renda per capita é mais de 50% menor que a renda per capita da União (Figura 1). Além disso, possui um Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de nível médio, enquanto a União realizou um IDHM alto em 2010 (Figura 4) (PNUD, FJP e IPEA, 2013). Apesar de estar bem abaixo do nível nacional, o desempenho do Pará

nos últimos 20 anos, considerado em termos de renda média e vulnerabilidade à pobreza, mostra uma melhoria inegável na riqueza econômica (Figura 3). No entanto, manteve altos níveis estáveis de desigualdade (Figura 2) que retardaram a redução na porcentagem da população vulnerável à pobreza, que era menos que proporcional do que o aumento da renda per capita (IORIO *et al.*, 2018).

Isso demonstra que o crescimento econômico no nível do país, inicialmente impulsionado pela abundância de recursos¹⁷ na chamada periferia da nação, não foi capaz de liderar um processo inclusivo de desenvolvimento em relação às suas áreas remotas, exacerbando a dinâmica interna centro-periferia (FURTADO, 2000).

O crescimento econômico por meio de polos extrativistas também representou o principal impedimento ao desenvolvimento do Pará, agravando a dinâmica da especialização no país e ampliando as desigualdades inter e intra-regionais, principalmente através da formação de novas elites econômicas externas e não culturalmente e tampouco fisicamente ligadas ao território (FARIAS, 2016; DASILVA, 2016; ROCHA, 2016). De fato, no Pará moderno, tanto o capital público quanto o privado, que financia principalmente projetos importantes, geralmente está mais interessado em se concentrar nos lucros do setor energéticos do que em fornecer serviços básicos para incrementar o bem-estar local (isto é, água potável, saneamento básico e energia a preços acessíveis), comprometendo, assim, o processo de universalização do acesso à água e à energia, impulsionadores do desenvolvimento (DE SOUZA *et al.*, 2016). Além disso, o fraco envolvimento das instituições no cultivo de capital humano, especialmente nas áreas rurais, por meio da educação básica e treinamento técnico específico impede o lançamento de um círculo virtuoso. A falta de capacidade empreendedora e de gestão cooperativa junto com a fraqueza das instituições afetaram o processo de eletrificação, impedindo a emancipação energética, econômica e, finalmente, cultural da área (ROCHA & NEVES, 2018; SHIFFER & SWAN, 2018; SANCHEZ *et al.*, 2015).

Em conclusão, a estratégia energética brasileira, comprometendo a conservação ambiental e ameaçando a cultura local e as atividades econômicas, transformou a questão da exploração de recursos para fins energéticos, no Pará e em toda a região amazônica, de uma questão técnico-científica para uma questão sociopolítica (IORIO, 2019).

¹⁷ Minerais e recursos hídricos.

Conclusões

A partir da análise realizada nestas páginas, tentamos delinear algumas diretrizes estratégicas para a elaboração de intervenções estaduais ou municipais em apoio ao desenvolvimento local. Antes de tudo, é necessário reconhecer que as causas do impasse no desenvolvimento da Amazônia podem ser, em parte, remontadas à definição incorreta de “região de intervenção”.

A definição de uma unidade geográfica como destinatária de uma política pública deve ser caracterizada por um processo que não pode mais permitir a homogeneização das políticas de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, a regionalização das áreas de intervenção (que pode coincidir com os limites administrativos dos estados federais ou até ir além deles, às vezes dependendo de critérios físicos, ambientais e não administrativos) deveria eliminar desigualdades, salvaguardando diferenças e especificidades (FARIAS, 2016). Feito isso, finalmente será possível agir com uma abordagem integrada e participativa, e não mais com uma abordagem setorial e *top down* (DA SILVA, 2016).

Em segundo lugar, em ausência de intervenções combinadas aos níveis federal, nacional e municipal, é inegável que a rápida industrialização e a urbanização descontrolada apenas induzem o crescimento econômico e não o desenvolvimento local. De fato, tornam-se veículos para problemas como o consumo descontrolado e a poluição da água, mundialmente reconhecida como um bem primário, cujo acesso é um direito humano (DE SOUZA *et al.*, 2016).

Em terceiro lugar, é necessário observar que o uso de água no processo de eletrificação não pode favorecer um processo real de desenvolvimento da área, quando não objetivado ao incremento do acesso à eletricidade. Embora a Amazônia brasileira abrigue uma das maiores reservas de água do mundo, garantindo um enorme potencial hidrelétrico ao seu país, a falta de eletrificação continua representando um problema sério, mesmo após a instalação de grandes projetos hidrelétricos como Tucuruí e Belo Monte (TUNDISI *et al.*, 2014). Nesta perspectiva, programas federais como PROINFA (2002) e Luz para Todos (2003) desempenham o papel, respectivamente, de incentivar a instalação de pequenas usinas para a produção remota de eletricidade a partir de energias renováveis em áreas isoladas e promover o acesso universal à energia para a população (SÁNCHEZ *et al.*, 2015; MME,

2002; MME, 2003). Assim, os programas de eletrificação rural devem ser apoiados com o triplo objetivo de diversificar fontes (segurança energética), reduzir o impacto ambiental e, acima de tudo, garantir o acesso à energia (acessibilidade econômica) (CAVALCANTI, 2017).

A principal crítica feita contra o governo federal é que ele foi (deliberadamente?) míope no momento da análise do território e da identificação de oportunidades e ameaças, pontos fortes e pontos fracos. Do ponto de vista regional e local, pode ser criticado por não ter sido capaz de explorar a oportunidade econômica de tanta abundância em termos de água e metais preciosos e por ter transformado a força de uma região em sua fraqueza. Foi dada mais atenção às oportunidades de ganho de curto prazo do que a estratégias de desenvolvimento de longo prazo, ofuscando as necessidades dos habitantes dos territórios ocupados e explorados (povos indígenas, quilombolas e comunidades ribeirinhas) e cortejando os desejos do capital privado e estrangeiro. Pior ainda, a União interveio apenas com políticas de apoio social, muitas vezes apoiadas economicamente pelos estados federais, criando dependência e sem impedir mudanças irreversíveis. O estado federal (no nosso caso, Pará) foi criticado por não conseguir mediar entre interesses nacionais e locais. Ou seja, não foi capaz de estruturar estratégias de desenvolvimento que permitissem ao Estado de beneficiar dos *side-effects* causados pelos grandes investimentos de interesse nacional.

Finalmente, a crítica às municipalidades é que elas perderam de vista os interesses dos mais fracos, cedendo à sedução das novas elites econômicas, as quais não são ligadas ao território e, por isso, só querem explorá-lo.

Concluindo, embora a indubitável utilidade da Amazônia para o crescimento econômico da União, os resultados alcançados em nível regional e local nessa área em termos de desenvolvimento, denunciam que a construção de polos de extração para fins energéticos pode revelar-se apenas uma nova forma de ocupação (e exploração) da Amazônia (BECKER, 2005).

Referencias bibliograficas

Amparo P.P. & Porto E. (1987), Breve descrição e apreciação de alguns programas na Amazônia. In Costa, J.M.M. (org.) & Castro, E.M.R. (Ed.), *Os grandes projetos da Amazônia: Impactos e Perspectivas - Cadernos NAEA* (Vol.9, pp.39-57). Belém: Falangola.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica (2019). *Plano de Dados Abertos 2018-2019*. Available at : <http://www.aneel.gov.br/dados> [10.01.2019].

Aresti, M., Micangeli A. (2016 - November). *Minigríd technical solution and business model*. Poster session presented at the ATC Integration of renewable energy solutions in the Mediterranean electricity markets, Milan, Italy.

Bagher, A. M., Vahid, M., Mohsen, M., & Parvin, D. (2015). Hydroelectric Energy Advantages and Disadvantages. *Am. J. Energy Sci*, 2(2), 17-20.

Barros, N., Cole, J. J., Tranvik, L. J., Prairie, Y. T., Bastviken, D., Huszar, V. L.M., del Giorgio, P. & Roland, F. (2011). Carbon emission from hydroelectric reservoirs linked to reservoir age and latitude. *Nature Geoscience*, 4(9), 593.

Becker, B.K. (2005). Geopolítica da Amazônia, *Estudos Avançados*, 19 (53).

Buarque, C. (1987). Notas para uma metodologia de avaliação aos grandes projetos da Amazônia. In Costa, J.M.M. (org.) & Castro, E.M.R. (Ed.), *Os grandes projetos da Amazônia: Impactos e Perspectivas - Cadernos NAEA* (Vol.9, pp.104-127). Belém: Falangola.

Caravaggio N., Costantini, V, Iorio M., Monni S. & Paglialonga E. (2017) The challenge of hydropower as a sustainable development alternative. Benefits and controversial effects in the case of the Brazilian Amazon. In Fadda, S., Tridico P. (Eds). *Inequality and Uneven Development in the Post-Crisis World* (pp. 213-242). London: Routledge.

Cavalcanti, E. (2017 - May). *Água e Recursos Hídricos: de Direitos Fundamentais a Commodities*. Poster session presented at the Preparatório da Engenharia e da Agronomia para o 8º Fórum Mundial da Água, Manaus, AM.

Coelho, M., Miranda, E., Wanderley, L. J., & Garcia, T. C. (2011). Questão energética na Amazônia: disputa em torno de um novo padrão de desenvolvimento econômico e social. *Novos Cadernos NAEA*, 13 (2).

da Silva, J.M.P. (2016). Dinâmica Territorial da Mineração na Meso-região Sudeste do Estado do Pará – Região Norte Do Brasil. In Rocha, G.M., Teisserenc, P., Vasconcellos Sobrinho, M.(Eds.), *Aprendizagem territorial: dinâmicas territoriais, participação social e ação local na Amazônia* (pp. 63-76). Belém: NUMA/UFGPA.

de Souza, C.F., Rocha, G.M., & Vasconcellos Sobrinho, M. (2016). Água e desenvolvimento humano. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará*, 2(02), 69-75. doi:10.17553/2359-0831/ihgp.v2n2p69-75.

Diamond, S. & Poirier, C. (2010). Brazil's native peoples and the Belo Monte Dam: a case study. *NACLA Report on the Americas*, 43(5), 25-29.

FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas, Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais (2018). Pará em Números. Belém. Available

at: <http://www.fapespa.pa.gov.br/produto/relatorios/172?&mes=&ano=2018> [07.05.2019].

FAPESPA - Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas, Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais (2016). *Barômetro da Sustentabilidade da Amazônia*. Belém. Available at: <http://www.fapespa.pa.gov.br/upload/Arquivo/anexo/1126.pdf?id=1557227969> [20.07.2017].

Farias, A.L.A. (2016), Política Estadual de Integração Regional do Pará: Limites, Contradições e Possibilidades de Desenvolvimento Territorial na Amazônia. In Rocha, G.M., Teisserenc, P., Vasconcellos Sobrinho, M.(Eds.), *Aprendizagem territorial: dinâmicas territoriais, participação social e ação local na Amazônia* (pp. 121-136). Belém: NUMA/UFPA.

Fearnside, P. M. (2006). Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's hydroelectric development of the Xingu River Basin. *Environmental management*, 38(1), 16.

Fearnside, P. M. (2005). Brazil's Samuel Dam: Lessons for hydroelectric development policy and the environment in Amazonia. *Environmental Management*, 35(1), 1-19.

Fearnside, P. M. (1999). Social impacts of Brazil's Tucuruí dam. *Environmental Management*, 24(4), 483-495.

Fearnside, P. M. (1995). Hydroelectric dams in the Brazilian Amazon as sources of 'greenhouse' gases. *Environmental conservation*, 22 (1), 7-19.

Figueiredo, A. C. P. & Saraiva, L. J. C. (2018). A substituição em grandes projetos na Amazônia: o impacto do grande capital nos fluxos de mão de obra na UHE de Belo Monte. *Nova Revista Amazônica*, 6(4), 69-77.

Fleury, L. C. & Almeida, J. P. D. (2013). A construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte: conflito ambiental e o dilema do desenvolvimento. *Ambiente & sociedade*, 16 (4),141-158.

Furtado, C. (2000). *Teoria e política do desenvolvimento econômico*, São Paulo: Paz e Terra.

Galvani, L. (1948). *Brasile moderno. Terra incantata*. Milano: Cavallotti.

Hazeu, M. (2015). *O não-lugar do outro: sistemas migratórios e transformações sociais em Barcarena* (Doctoral dissertation, NAEA/UFPA, Belém, PA).

Iorio, M. (2019). Brazilian development: dependency, endowments and the energy issue. In *Three essays on the development of Brazilian Amazon* (Doctoral dissertation, Roma Tre University, Rome, Italy).

Iorio, M., Monni, S. & Brollo, B. (2018). The Brazilian Amazon: a Resource Curse or Renewed Colonialism?. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 5 (3), 438-451.

Iorio, M. (2015). *Management of water resources in the Amazon Region – Who might benefit and who might loose from dams expansion. Environmental and social damages and economic compensation for the existence of dams. A cost benefit analysis on Tucuruí hydroelectric plant (UHE/TUC)*(Master thesis, Department of Economics, Roma Tre University, Rome, Italy).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017). IBGE cidades. Available

at: <https://cidades.ibge.gov.br/> [10.01.2019].

Jaichand, V. & Sampaio, A. A. (2013). Dam and be damned: the adverse impacts of Belo Monte on indigenous peoples in Brazil. *Human Rights Quarterly*, 35, 408–447.

Magalhães Filho, F. (1987). Grandes projetos ou grande projeto?. In Costa, J.M.M. (org.) & Castro, E.M.R. (Ed.), *Os grandes projetos da Amazônia: Impactos e Perspectivas - Cadernos NAEA* (Vol.9, pp.17-26). Belém: Falangola editora.

Manyari, W. V., & de Carvalho Jr, O. A. (2007). Environmental considerations in energy planning for the Amazon region: Downstream effects of dams. *Energy Policy*, 35(12), 6526–6534.

MME - Ministério de Minas e Energia (2003). *Programa Luz para Todos*. Available at: <http://www.mme.gov.br/web/guest/6-programa-luz-para-todos.?inheritRedirect=true> [13.01.2019].

MME - Ministério de Minas e Energia (2002). *Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA*. Available at: <http://www.mme.gov.br/web/guest/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/proinfa> [13.01.2019].

Moretto, E. M., Gomes, C. S., Roquetti, D. R., & Jordão, C. D. O. (2012). Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras: a antiga e atual fronteira Amazônica. *Ambiente & Sociedade*, 15(3), 141-164.

Monni, S., Iorio, M. & Realini, A. (2018). Water as freedom in the Brazilian Amazon. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 5 (4), 812-826.

Piketty, T. (2000). Theories of persistent inequality and intergenerational mobility. *Handbooks in Economics*, 16, 429-476.

Pinto, L.F. (2017 - June). *Internacionalizar para não internacionalizar a Amazônia*. Seminar presented at Projeto Descolonizar #Amazonia, Belém, PA. Available at: <https://descolonizar.tumblr.com/amazonia> [28.12.2018].

Pinto, L.F. (2011). *Tucuruí: a barragem da ditadura*. Belém: Jornal Pessoal.

Prado Júnior, C. (2004). *História econômica do Brasil* (45.ed.). São Paulo: Brasiliense.

Rocha, G.M. & Neves, M. B. (2018). Hydroelectric projects and territorial governance in regions of The State of Pará, Brazilian Amazon. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 5 (4), 712-723.

Rocha, G.M. (2016). Hidrelétrica, Dinâmica Populacional e Mudança Espacial na Região de Integração Lago Tucuruí (1970–2010). In Rocha, G.M., Teisserenc, P., Vasconcellos Sobrinho, M. (Eds.), *Aprendizagem territorial: dinâmicas territoriais, participação social e ação local na Amazônia* (pp. 77-102). Belém: NUMA/UFGA.

Rocha, G. M. (2008). *Todos convergem para o lago. Hidrelétrica de Tucuruí: municípios e territórios na Amazônia*. Belém: Numa-UFGA.

Sánchez, A. S., Torres, E. A., & Kalid, R. D. A. (2015). Renewable energy generation for the rural electrification of isolated communities in the Amazon Region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 278-290.

Schiffer A. & Swan A. (2018). Water security: a summary of key findings exploring islands in Brazil, *Security and Sustainability Issues*, 7(4), 855-860. doi:10.9770/jssi.2018.7.4(20)

Scudder, T. (1981). What it means to be dammed: the anthropology of large-scale development projects in the tropics and subtropics. *Engineering and Science*, 44(4), 9-15.

SIPOT – Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro (2016), *Potencial Hidrelétrico brasileiro – Usinas acima de 50 MW*. Available at: http://eletobras.com/pt/AreasdeAtuacao/geracao/sipot/Mapa%20Sipot%202016_novo27.pdf#search=sipot [12.12.2018].

Souza, R.C.R. & Santos, E.C.S. (2006). Estado e desenvolvimento regional: a falta de compromisso com o setor elétrico na Amazônia. In Scherer E. & Oliveira, J.A. (orgs.), *Amazônia: políticas públicas e diversidade cultural* (pp.61-85). Rio de Janeiro: Garamond.

Tundisi, J. G., Goldemberg, J., Matsumura-Tundisi, T., & Saraiva, A. C. (2014). How many more dams in the Amazon?. *Energy Policy*, 74, 703-708.

UNDP - United Nation Development Programme, FJP - Fundação João Pinheiro, IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2013). *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*. Available at: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/> [11.01.2019].

Werner, D. (2011). *Desenvolvimento regional e grandes projetos hidrelétricos (1990-2010): o caso do Complexo Madeira* (Doctoral thesis, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brazil).

PARTE II

RECURSOS HÍDRICOS, HIDRELETRICIDADE E GOVERNANÇA TERRITORIAL

Outorga de direito de uso de recursos hídricos no estado do Amazonas

**Jéssica Muniz, Maria Astrid Rocha
Liberato, Ingo Wahnfried, Gil Vieira e
Maria da Gloria Gonçalves de Melo**

Introdução

O Código das Águas, criado pelo decreto federal 24.643 de 1934, foi a primeira lei voltada diretamente para os Recursos Hídricos no Brasil, e tinha como principal objetivo o controle público dos rios para o aproveitamento do potencial hidrelétrico (Couceiro e Hamada). A Constituição de 1988 trouxe elementos significativos para a atual gestão dos recursos hídricos no país, ao estabelecer que são pertencentes à União, os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham. São de propriedade dos estados e do Distrito Federal, as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas as decorrentes de obras da União (ANA).

Em 1997, foi sancionada pelo Presidente da República a Lei 9.433, que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Brasil, 1997), dotando o Brasil de instrumentos legais e institucionais para a gestão dos recursos hídricos e complementando o já existente Código das Águas. O principal fundamento da PNRH é a visão da água como um recurso natural (bem) comum e dotado de valor econômico. Assim, a PNRH tem como objetivos: 1. Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; 2. A utilização racional e integrada dos Recursos Hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; 3. A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (Couceiro e Hamada).

A Outorga de Direito de Uso é um dos instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos por meio do qual o Poder Público autoriza o usuário, sob condições preestabelecidas, a utilizar ou realizar interferências

hidráulicas nos recursos hídricos necessários à sua atividade, garantindo o direito de acesso a esses recursos, dado que a água é um bem de domínio público. Este instrumento tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL), bem como, garantir a sobrevivência de espécies da fauna e flora estaduais (AMAZONAS).

No Amazonas, a Política de Recursos Hídricos foi criada pela lei estadual 2.712 de 2001, alterada pela lei 2.940 de 2004 e reformulada pela lei 3.167 de 2007. Esta última foi regulamentada por meio do decreto 28.678 de 2009. A Outorga implementada em 2017 com critérios estabelecidos por meio de resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos em 2016 e procedimentos definidos por portarias normativas do IPAAM e SEMA, as quais vêm passando por constantes alterações.

O objetivo deste trabalho é fazer uma contextualização da atual situação deste instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos no Estado do Amazonas, com base nas normatizações regulamentadas no Estado e na implementação do instrumento.

Referencial teórico

Para implementação da Outorga é necessária uma integração deste com os outros instrumentos da PNRH. Deverão ser consideradas as prioridades estabelecidas nos planos de recursos hídricos, bem como metas de racionalização e proposições de áreas sujeitas a restrições de uso. De acordo com Nascimento (2012), outro instrumento é o enquadramento dos corpos d'água em classes, que tem a finalidade de assegurar qualidade compatível com a sua destinação, conforme o uso preponderante, e reduzir custos de combate à poluição. É um instrumento essencial quando o objetivo da Outorga é a diluição do efluente. O Sistema de Informação de Recursos Hídricos deve armazenar informações relevantes à análise dos pedidos de outorga e deve conter informações sobre as demandas autorizadas nas bacias hidrográficas do país. Para uma cobrança eficiente, é muito importante que haja um sistema de cadastro e de outorgas adequados e abrangentes (ANA).

Dentre os usos que estão sujeitos à Outorga, de acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, estão:

I - Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo

de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II - Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;

III - Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;

IV - Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;

V - Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Os estudos apresentados como requisitos para os pedidos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos deverão estar sob responsabilidade técnica de profissional habilitado pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA. Independentemente do tipo de interferência, existe o conteúdo mínimo para solicitação de outorga que deverá conter: 1. Identificação do requerente; 2. Localização geográfica do(s) ponto(s) característico(s) objeto do pleito de outorga, incluindo nome do corpo de água e da bacia hidrográfica principal; 3. Especificação da finalidade do uso da água (Nascimento), que são informações necessárias para identificar o usuário e o corpo hídrico de interferência.

Captação superficial

A captação superficial pode ser dada por meio de captações ou derivações realizadas a fio d'água, que são avaliadas em função da adoção de vazões de referências mínimas. Ou ainda pode ser dada por meio de depósitos de água ou reservatórios, estas últimas são avaliadas com base nos valores que permitem a manutenção de vazões mínimas a jusante do reservatório para atendimento dos usuários. As vazões mínimas aplicadas como referência são vazões de elevada permanência no tempo, calculadas de forma estatística, tais como Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$. A Q_{90} é a vazão determinada por medições realizadas em um dado período de tempo, em que 90% daquele período as vazões são iguais ou superiores a ela. A Q_{95} é a vazão com 95% de permanência. Já a $Q_{7,10}$ é a menor vazão média consecutiva de sete dias que ocorreria com um período de retorno de 10 anos, e é um cálculo probabilístico. No caso de captações em reservatórios, o objetivo principal é dividir a vazão regularizada para os

usuários do seu entorno (ANA). Geralmente, esta vazão é obtida por meio de métodos de regionalização de vazões Tradicional, Proporcionalidade de vazões e Conservação de massas (Moreira). É necessário que o usuário informe por meio de formulários as condições de captação devendo conter no mínimo: vazão máxima instantânea e volume diário que se pretenda derivar; regime de variação, em termos de número de dias de captação, em cada mês e de número de horas de captação em cada dia (Nascimento), que pode ser resumido como condições de interferência.

Captação subterrânea

As águas subterrâneas podem ser extraídas por meio de poços que podem ser rasos ou profundos. O procedimento se inicia com a solicitação de autorização para perfuração do poço, na qual é informado o local da perfuração, a estimativa de vazão e o tipo de aquífero esperado. Na análise são verificadas a existência de outros poços que possam ser afetados pelo novo poço ou ainda os corpos hídricos superficiais. A disponibilidade hídrica é verificada por meio de testes de bombeamento e avaliação de recarga do aquífero, considerando que a vazão extraída deve ser sustentável com o objetivo de evitar a super exploração (ANA).

Assim como na captação superficial, para captação subterrânea devem ser informadas as condições de interferência devendo conter no mínimo: vazão máxima instantânea e volume diário que se pretenda derivar; regime de variação, em termos de número de dias de captação, em cada mês e de número de horas de captação em cada dia (Nascimento).

Lançamento de efluentes com fim de diluição

O uso da água para fins de diluição está diretamente ligado ao enquadramento dos corpos hídricos. Deste modo, a Outorga deve avaliar a quantidade de água necessária à diluição dos efluentes, conforme parâmetros considerados outorgáveis, de forma a não alterar a classe de enquadramento do corpo hídrico receptor. A nível federal, foram definidos os seguintes parâmetros a serem avaliados: temperatura, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), e em locais sujeitos à eutrofização (tais como lagos e açudes), o fósforo e o nitrogênio (ANA). Entretanto, nos demais casos verificados no país, não existe uniformidade de critérios para análise de solicitações de Outorga (Zandonadi, Mendonça e Reis).

No requerimento, o usuário deverá informar as condições de intervenção, devendo conter: Vazão máxima instantânea e volume diário a ser lançado no corpo de água receptor e regime de variação do lançamento; concentrações e cargas de poluentes físicos, químicos e biológicos (Nascimento).

Aproveitamento para potencial hidrelétrico

Para este fim, no primeiro momento, a ANEEL solicita à ANA ou ao órgão gestor estadual a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH), que posteriormente deve ser transformada em Outorga para a empresa que receber sua autorização ou concessão. As autorizações/concessões e Outorga deverão ter seus prazos coincidentes. Deverão ser realizadas análises hidrológicas, análise do empreendimento com a caracterização da obra e seus impactos, e análises dos usos múltiplos, referentes a demandas e consumo (ANA).

Outros usos que alterem o regime em qualidade e quantidade

Os demais usos sujeitos a Outorga são: drenagem urbana; canalização e/ou retificação de curso d'água; desvio de curso d'água; pequenos açudes ou barramentos sem captação, com finalidades diversas como lazer, recreação, paisagismo ou elevação do nível d'água; reservatórios para fins de regularização de vazões, perenização de cursos d'água ou amortecimento de cheias; dragagem de curso d'água para fins de limpeza ou extração de minerais; transposição de curso d'água por meio de pontes, bueiros e passagens molhadas; e usos difusos. Porém, a maior parte desses usos são de pequeno porte e sem interferências significativas. Esses casos deverão ser avaliados quanto a efetiva alteração no regime, qualidade ou quantidade, e dependendo do porte da interferência, é dispensável a emissão de Outorga (ANA).

Em alguns estados da Região Norte, como é o caso do Amazonas, Amapá e Pará, em função de peculiaridades regionais, foram acrescentados outros usos da água sujeitos à Outorga, dentre eles a utilização de hidrovias para transporte. A Lei Estadual do Amazonas acrescenta ainda usos não consuntivos que impliquem a exploração dos recursos hídricos por particulares, com finalidade comercial, incluindo a recreação e a balneabilidade (Castro, 2007 apud ANA, 2011). Usos não consuntivos são aqueles que não provocam alteração no valor numérico das vazões, mas que podem impor restrições a outros usos, consuntivos ou não (ANA).

Passam pelo território brasileiro em média cerca de 260.000 m³/s de água, dos quais 205.000 m³/s estão localizados na bacia do rio Amazonas, restando para o restante do território 55.000 m³/s de vazão média. Neste contexto, existem as tipologias para gestão de recursos hídricos, definidas pelos estados, onde o Amazonas está enquadrado na tipologia “A”, que possui balanço quali-quantitativo satisfatório em quase a totalidade do território; criticidade quali-quantitativa inexpressiva; usos pontuais e dispersos; baixa incidência de conflitos pelo uso da água (ANA)

Os números expressivos referentes a abundância de recursos hídricos na Amazônia causam na população, principalmente na região Norte do país, a ilusão de uma infinita reserva hídrica e de que a escassez de água é uma particularidade restrita às regiões áridas. Após 14 anos da existência da PNRH, somente três Estados da região estão desenvolvendo planos de gerenciamento de bacias, com uma abrangência mínima, a se considerar a extensão territorial (Couceiro e Hamada).

Para análise criteriosa de um pedido de Outorga é necessário o conhecimento da realidade hídrica da bacia (ANA). Nestes termos, considera-se que a Outorga da água segue um processo puramente burocrático na região Norte do país, sem que haja fiscalização ou sem que esta evite os impactos antropogênicos sobre os Recursos Hídricos (Couceiro e Hamada).

Estados do Norte do País que desenvolveram suas PERH: Amazonas - Lei 2.712 (Amazonas 2001), modificada pela Lei 2.940 (Amazonas 2004), Amapá - Lei 686 (Amapá 2002), Acre - Lei 255 (Acre 2002), Rondônia - Lei 1.500 (Rondônia 2003). Porém, de um modo geral, considera-se que quase nada foi feito nesses Estados visando a gestão efetiva dos Recursos Hídricos (Couceiro e Hamada).

Procedimentos metodológicos

Este estudo foi realizado com base em pesquisa bibliográfica na legislação federal e estadual referente aos recursos hídricos, resoluções do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, portarias do Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM) e Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA, antiga SDS), publicações da Agência Nacional de Águas (ANA), artigos publicados em periódicos como *Oecologia Australis*, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* (RBRH), *Revista Ambiente & Água* (A&A) e outras com temas relacionados.

Resultados e discussão

No Estado do Amazonas, a primeira lei que disciplinou a Política Estadual de Recursos Hídricos e estabeleceu o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos foi a Lei Estadual 2.712, de 28 de dezembro de 2001, que foi alterada pela Lei Estadual 2.940, de 30 de dezembro de 2004, porém, durante a vigência destes dispositivos, a Outorga de Direito de Uso nunca fora implementada.

Em 2007, a Política Estadual e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos foram reformulados pela Lei Estadual 3.167 de 27 de agosto de 2007, que continua em vigor.

Após 10 anos de sua publicação, este dispositivo foi regulamentado pelo Decreto Estadual 28.678 de 16 de junho de 2009, entretanto, a Outorga de Direito de Uso só fora implementada em 2017, 16 anos após a primeira Política Estadual.

Alguns dos usos sujeitos a Outorga foram definidos pela Política Nacional tais como: derivação ou captação de parcela da água, lançamento em corpos d'água, aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água (BRASIL). A Política Estadual acrescenta a utilização de hidrovia para transporte e ainda usos de recursos hídricos com finalidades comerciais de natureza recreativa e balneável (AMAZONAS). No Decreto Estadual 28.678 de 2009 são especificadas muitas finalidades para o uso da água sujeitas à Outorga como abastecimento industrial, abastecimento urbano, irrigação, abastecimento rural, obras como barramento para irrigação, canalizações, retificações para proteção de leitos, serviços para desassoreamento, limpeza de igarapés, paisagismo, aquicultura, construção de obras de saneamento, travessias de corpos d'água, pontes, dutos e outras atividades que são sujeitas à avaliação pelo órgão competente. Muitas destas especificações são enquadradas, no âmbito federal, como usos que alteram o regime, qualidade ou quantidade e que dependendo do porte podem ser dispensados de outorga.

Dos usos que independem de outorga do Poder Público, estão as acumulações, derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes e o uso de recursos hídricos para satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural (BRASIL),

satisfação das necessidades de caráter individual e ainda pequenos núcleos populacionais urbanos (AMAZONAS). O Decreto Estadual 28.678 de 2009, acrescenta ainda a dispensa quando o uso da água se destinar às primeiras necessidades da vida ou dessedentação de animais, em uso doméstico, cuja vazão mínima e as acumulações de volumes em reservatórios serão estabelecidas em norma complementar. Esta norma corresponde à Resolução nº 02 de 2016 do CERH, que estabelece critérios para usos insignificantes. A dispensa da Outorga não desobriga o cadastramento do poço, conforme definido em regulamento (SDS/IPAAM), nem implica a inexistência de controle e fiscalização no interesse público e para a conciliação de conflitos, sempre que as derivações insignificantes possam interferir umas nas outras (AMAZONAS).

Toda Outorga fica subordinada aos Planos de Recursos Hídricos, aos Enquadramentos de corpos d'água, à manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário e deverá preservar o uso múltiplo (BRASIL, 1997; AMAZONAS, 2007 e 2009). Porém, o Estado do Amazonas não dispõe de outros instrumentos que disciplinem a Outorga, para o avanço na implementação desta política.

Em 2016 foram estabelecidos Critérios Técnicos a serem utilizados pelo IPAAM na análise do pedido de Outorga do Direito de Uso de Recursos Hídricos de domínio do Estado do Amazonas, que se deu por meio da Resolução 01 do CERH de 19 de junho de 2016. De acordo com o Decreto Estadual 28.678 de 2009 o IPAAM, obedecendo aos Critérios Técnicos estabelecidos em Portaria deste Instituto, concederá a Outorga em caráter precário, pelo prazo máximo de 5 (cinco) anos, prorrogável ou não, até a aprovação do Plano Estadual de Recursos Hídricos, que atualmente está em fase de contratação (ANA).

Essa autorização nunca é definitiva e poderá ter o prazo máximo de 35 anos (BRASIL, 1997; AMAZONAS 2007). Esse prazo foi restringido a 25 anos pelo Decreto Estadual 28.678 de 2009 (AMAZONAS, 2009), cabendo ainda a suspensão e/ou extinção da Outorga em casos de não atendimento dos termos, ausência de uso ou para garantir os usos prioritários.

A Lei Estadual impõe aos titulares da Outorga a responsabilidade por construir e manter as instalações necessárias às observações hidrométricas das águas explotadas, contratar a realização de testes e análises de interesse limnológico e hidrogeológico e ficam ainda sujeitos às penalidades em caso de descumprimento de quaisquer das condições (AMAZONAS). Devem também

encaminhar ao IPAAM os dados observados e medidos, na forma preconizada no ato de Outorga e nas Normas e Procedimentos estabelecidas mediante Instrução Normativa da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (AMAZONAS).

Para os rios de domínio do estado do Amazonas, bem como as águas subterrâneas, a outorga é emitida pelo IPAAM. Para a obtenção da Outorga de Direito de Uso estão definidos os seguintes critérios:

Da captação de água subterrânea

Tanto na Lei 3.167 de 2009 quanto no Decreto 28.678 de 2009 existem capítulos que tratam especificamente de água subterrânea, porém a primeira traz maior detalhamento onde consta que:

O Poder Executivo poderá instituir áreas de proteção, restringir as vazões captadas por poços, estabelecer distâncias mínimas entre estes e tomar outras medidas que o caso requerer. Os poços abandonados ou em funcionamento que estejam acarretando poluição ou representem risco ao aquífero subterrâneo, bem como as perfurações realizadas para outros fins que não a captação de água, deverão ser adequadamente tamponados, de forma a evitar acidentes, contaminação ou poluição do aquífero. A execução e operação de obras para captação de águas subterrâneas dependerão de prévio licenciamento ambiental, na forma prevista em Regulamento, sem prejuízo da outorga para o direito de uso das águas, nos termos desta Lei. A implantação de distritos industriais e de projetos de irrigação, colonização ou de outros que dependam da utilização de águas subterrâneas ou que sobre elas possam causar impacto, deverá ser precedida de estudos hidrogeológicos para avaliação do potencial de suas reservas hídricas e para o correto dimensionamento das vazões a serem extraídas, sujeitos a previa aprovação dos órgãos competentes, às normas desta Lei e às demais que venham a ser estabelecidas pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Os estudos hidrogeológicos, projetos e as obras de captação de águas subterrâneas, bem como sua operação e manutenção, deverão ser realizados por profissionais, empresa ou instituições legalmente habilitados perante o Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Amazonas, exigindo-se o comprovante de Anotação de Responsabilidade Técnica. (AMAZONAS).

Em 2005, por meio da portaria SDS/IPAAM/nº 01, ficou aprovada a Norma de Cadastro de Poços Tubulares Profundos e outras Captações Subterrâneas de Recursos Hídricos, por meio de um formulário predefinido

com as informações necessárias para o cadastramento. Após a celebração de acordo de cooperação técnica, estes dados foram usados para abastecer o Sistema de Informação de Água Subterrânea - SIAGAS, segundo esta fonte no Estado do Amazonas existem 8.525 poços (CPRM), porém estima-se que existam mais de 10.000 poços só na área urbana de Manaus (Aguiar), ou seja, existem muitos poços clandestinos sem a devida regularização ou cadastro de usuários.

Para a regularização, a autorização para perfuração de poço é dada por meio da Licença Ambiental Única, conforme Lei Estadual nº 3.785, de 24 de julho 2012. A construção do poço deve seguir normas técnicas estabelecidas pela ABNT, acrescida de equipamentos de medição de volume extraído (hidrômetro), dispositivo para coleta de amostra da água, tubo auxiliar de medição de nível e laje de proteção. Deverá ser observado ainda que a cota da boca do poço deve estar acima do nível máximo histórico de inundação da sua localização (CERH, 2016 a).

A resolução do CERH que estabelece os critérios para Outorga define ainda que não serão concedidas Outorgas para rebaixamento acima de 45 metros para nenhuma finalidade. Para comércios e serviços fica limitado o rebaixamento de 40 metros, e para o uso doméstico até 10 metros. Dentre os estudos, deverá ser realizado teste de bombeamento contínuo e escalonado e laudos físico-químicos e bacteriológicos da água subterrânea, com os 21 parâmetros estabelecidos na Resolução. Dentre as contribuições dadas pela definição dos Critérios Mínimos, existem recomendações para a realização do teste de bombeamento, a definição dos parâmetros mínimos a serem analisados para a qualidade da água, bem como a definição dos valores máximos permitidos para os parâmetros, que serão os mesmos adotados pela Portaria 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde. Vale ainda ressaltar que em caso de suspeita de contaminação, o IPAAM poderá solicitar outras análises (CERH, 2016 a).

Captação de água superficial

A vazão de referência adotada para emissão de Outorga é a Q_{95} , que deverá levar em consideração as bacias de contribuição e os dados de referência estabelecidos pelas estações pluviométricas instaladas nas bacias. Esses critérios serão válidos até a aprovação do Plano Estadual (CERH), porém em poucos casos existem monitoramento das bacias de forma que possa ser definida esta vazão de referência. Deste modo, a Resolução define que em

caso de ausência de informações hidrológicas necessárias, será adotada a menor vazão medida no local, preferencialmente realizada no período de estiagem.

A soma das vazões máximas outorgadas na bacia não poderá exceder a 75% (setenta e cinco por cento) da vazão de referência (Q_{95}), e por indivíduo, não poderá exceder 20% desta. Em situações de estiagem será adotada a vazão de referência $Q_{7,10}$.

Lançamento de efluentes

Nesses casos, os parâmetros básicos para a análise do pedido de Outorga serão os constantes nas Resoluções CONAMA 357 de 2005, que trata do enquadramento de corpos hídricos, e na Resolução 430 de 2011, que trata dos padrões para lançamentos de efluentes (CERH), ou seja, acata as normas federais, visto que o Estado não possui enquadramento de corpos hídricos.

A Resolução acrescenta ainda expressões para obtenção da vazão de diluição e concentração permitida para DBO.

A vazão de diluição deve considerar a vazão do efluente, a concentração de DBO no efluente, a concentração permitida e a concentração natural do corpo hídrico receptor.

A concentração de mistura deverá considerar a vazão do efluente, a vazão do rio, a concentração de DBO no rio e a concentração de DBO no corpo efluente. A Resolução acrescenta ainda que quando houver lançamento de efluentes, deverá ser apurada a capacidade do corpo hídrico receptor quanto à assimilação ou à autodepuração da quantidade de oxigênio dissolvido (CERH).

Aproveitamento de potencial hidrelétrico

A Resolução 430 de 2011 estabelece que os empreendimentos com aproveitamento de potencial hidrelétrico igual ou inferior a 1MW ficam dispensados da solicitação de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH), porém estão sujeitos à obrigatoriedade de obter a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos (CERH).

Para potencial de energia superior a 1MW em corpo de água de domínio do Estado Amazonas, a ANEEL deverá: 1. Solicitar a DRDH, 2. Apresentar formulário técnico do empreendimento, 3. Apresentar cópia da nota técnica sobre o empreendimento, 4. Apresentar o mapa de localização georreferenciado, 5.

Apresentar estudos hidrológicos, estudos referentes ao reservatório, descrição das características do empreendimento, e ainda estudo de aproveitamento hidrelétrico. A emissão da DRHM poderá ser renovada a pedido da ANEEL junto ao IPAAM, porém a conversão desta em Outorga deverá ser solicitada pelo empreendedor após recebimento de concessão da ANEEL (CERH). No caso de potencial hidrelétrico maior que 1MW e menor que 30 MW, e na hipótese dos empreendimentos não possuírem projeto básico, deverá ser apresentado um relatório técnico simplificado (CERH).

Os demais usos de recursos hídricos definidos na Lei 3.167 de 2007, e no Decreto 28.678 de 2009 não foram especificados na Resolução que estabelece os critérios para Outorga.

Além da Resolução 01 do CERH, também foi publicada a Resolução 02 de 2016 do CERH, que estabelece critérios e classifica os usos insignificantes. Outras regulamentações foram dadas por meio de Portarias conjuntas entre os órgãos gestor e regulador da PERH, como a Portaria Normativa SEMA/IPAAM nº 01 de 2017, que dispõe sobre os procedimentos administrativos e a documentação necessária para emissão de Outorga no âmbito do estado do Amazonas. Todavia, esta Portaria foi revogada pela Portaria nº 12 de 2017, que por sua vez, foi alterada pelas Portarias de nº 75 e nº 100 de 2017, nas quais as principais alterações foram referente aos prazos para implementação da Outorga.

Estas Normatizações, dentre outras finalidades, estabeleceram que todas as solicitações de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos deverão ser inseridas, pelo IPAAM, no Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNARH-40). Esse cadastro é administrado pela ANA e usado para registro obrigatório de pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privados, usuárias de recursos hídricos, independente do domínio do uso, para conhecimento da real demanda de recursos hídricos, superficial ou subterrâneo, em uma determinada área, bacia hidrográfica ou em âmbito nacional. Porém, nem todos Estados disponibilizam esta informação no CNARH (ANA).

Entre agosto de 2013 e julho de 2014, foram emitidas 14.322 outorgas no Brasil, destas 1.146 foram emitidas pela ANA. Entre os Estados, o que mais emitiu foi São Paulo, um total de 4.038, e o que menos emitiu foi o Pará (ANA). Em 2017, no seu primeiro ano de implementação, o Estado do Amazonas emitiu 11 outorgas, mas conta com 1.1198 cadastros em análise (CNARH-40). Embora o Estado tenha avançado estabelecendo Critérios Técnicos e na

implementação da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, este avanço ainda ocorre de forma lenta em face a ausência da implementação dos demais instrumentos que subsidiem a análise dos pedidos de outorga, que embora não sejam indispensáveis, poderão contribuir significativamente para a gestão dos recursos hídricos.

Considerações finais

O estabelecimento de Critérios Técnicos, em 2016, para concessão de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos no estado do Amazonas, permitiu que esse instrumento das Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos fosse implementado em 2017. Entretanto, a ausência de conexão com os demais instrumentos das Políticas de Recursos Hídricos dificulta sua aplicação de forma mais expressiva.

Referências bibliográficas

Aguiar, Carlos. *Carta Hidrogeológica da Cidade de Manaus*. Manaus: CPRM, Serviço Geológico do Brasil, 2002.

AMAZONAS. “Decreto 28.678 de 16 de Junho de 2009.” *Regulamenta a lei 3.167 de 27 de Agosto de 2007, que reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências*. Manaus: Diário Oficial do Estado, 2009.

—. “Lei 2.712, 28 de Dezembro de 2001.” *Disciplina a política estadual de recursos hídricos, estabelece o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências*. Manaus: Diário Oficial do Estado, 2001. <http://www.ipaam.am.gov.br/pagina_interna.php?cod=135>.

—. “Lei 3.176 de 27 de Agosto de 2007.” *Reformula as normas disciplinadoras da Política Estadual de Recursos Hídricos e do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e estabelece outras providências*. Manaus: Diário Oficial do Estado, 2007.

ANA. *Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: Outorga de direito de uso de recursos hídricos*. Brasília, 2011.

—. “Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil.” Brasília, 2016.

—. “Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil.” Brasília, 2015.

BRASIL. “Lei 9.433 de 8 de Janeiro de 1997.” *Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal*, . Brasília: Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm, 1997.

CERH. “Resolução 01 de 19 de julho de 2016.” *Estabelece critérios técnicos a serem adotados pelo Instituto de Proteção Ambiental - IPAAM para o processo de*

outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas. Manaus: Diário Oficial do Amazonas, 2016.

CNARH-40. *Cadastro Nacional de Usuário de Recursos Hídricos.* 15 de Outubro de 2017. <<http://www.snirh.gov.br/cnarh40/restrito/home.jsf>>.

Couceiro, Sheyla Regina Marques e Neusa Hamada. “Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos na Região Norte do Brasil.” *Oecologia Australis* Dezembro de 2011: 762-774.

CPRM. *Sistema de Informação de Água Subterrânea.* 13 de outubro de 2017. <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php>.

Moreira, Michel Castro. “Análise de Métodos para Estimativa das Vazões da Bacia do Rio Paraopeba; Demetrius David da Silva.” *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* (2014): 313-324.

Nascimento, Daniel Abrahão do. “A OUTORGA PELO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO.” *Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Direito Ambiental da Universidade do Estado do Amazonas.* Manaus: UEA, 2012.

SDS/IPAAM. “Portaria nº 01 de 10 de Março de 2005.” *Aprovar a Norma de Cadastro de Poços Tubulares Profundos e outras Captações.* Manaus: Governo do Estado do Amazonas, 2005.

Zandonadi, Lorenza Uliana, Antonio Sérgio Ferreira Mendonça e José Antonio Tosta dos Reis. “Outorga de lançamento de efluentes em rios - estimativas de vazões de diluição.” *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* (2015): 179 - 191.

Governança territorial em áreas de influência de grandes projetos hidrelétricos, Amazônia brasileira

Gilberto de Miranda Rocha e Marjorie Barros Neves

Introdução

A partir da década de 50 a Amazônia tem sido alvo de planejamento de grandes projetos para o setor energético, já que possui mais de 50% do potencial energético brasileiro, segundo FEARNSIDE (2015). No Estado do Pará se destacam dois grandes projetos sendo a Usina Hidrelétrica de Tucuruí, em operação em 1984, e Usina Hidrelétrica Belo Monte, em operação em 2016.

Projetos do setor energético são parte de uma estratégia de desenvolvimento nacional focada no crescimento econômico, entretanto tem um histórico de pouca relação com as comunidades impactadas, onde muitos autores e documentários relatam os impactos adversos provocados por estes empreendimentos descolado com o desenvolvimento territorial.

Nos últimos trinta anos, com o amadurecimento das discussões sociais e ambientais, as organizações internacionais e financiadoras como o Banco Mundial aderiu em 1998 novos meios de desenvolvimento ao considerar o Capital físico, Capital Humano, Capital Social, Capital Institucional e Capital Natural no chamado Marco Integral do Desenvolvimento para reverter os danos socioeconômicos causados pelo uso de recursos naturais.

Nesse contexto é que o aprendizado com a UHE de Tucuruí e mais recentemente com UHE Belo Monte, que a busca por novas estratégias de desenvolvimento devem considerar a conservação dos recursos naturais, a qualidade das instituições, a igualdade de gênero, a importância do conhecimento e a participação da população local, este último reafirmando a importância do capital social, segundo Satrústegui (2013).

Este artigo irá abordar sobre os projetos da UHE de Tucuruí e UHE Belo Monte identificando quais os impactos, conflitos e governança territorial desses empreendimentos e o que a literatura tem mostrado sobre suas experiências, considerando o tempo histórico e político em que cada um desses empreendimentos foram planejados e construídos no Estado do Pará.

Grandes projetos hidrelétricos na Amazônia

Para se chegar ao consenso sobre a importância da governança territorial paxSão alarmantes nos inúmeros registros dos danosos impactos sociais e ambientais na Amazônia repercutidos nacionalmente com a construção da UHE de Tucuruí (1984), onde a inundação de áreas foi devastadora para o ecossistema local e para populações tradicionais e indígenas, que ainda sofrem baixos índices de desenvolvimento, segundo Saracura *et al.* (2007).

Em 2010, com início da construção da UHE Belo Monte, mais uma vez o Estado do Pará passa por estes impactos, só que agora em uma Região do Xingu com muitas Unidades de Conservação (UC's) e povos tradicionais, sendo 11 terras indígenas, segundo FGV (2015).

Mello Théry (2016) destaca que os projetos de infraestrutura na Amazônia provocam fluxos migratórios, adensamento ocupacional, mudanças no uso da terra, desflorestamento, alteração das comunidades biológicas, perda de espécies de fauna e flora, conflitos de terras e outros problemas de ordem socioambiental e na Região do Xingu não está sendo diferente.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi criada pela Lei nº 9.427/1996 com a missão de proporcionar condições favoráveis para que o setor energético se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade. Assim, com a criação de normas regulamentadoras e estudos econômicos do setor energético para atender as demandas do país as informações sobre os projetos elaborados e novas tecnologias desenvolvidas ganharam força em 2005 com a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

O elemento novo que veio com o projeto da UHE Belo Monte foi a promessa de que a obra produziria o processo de desenvolvimento regional antes mesmo da Licença Prévia analisada pelo IBAMA, o que daria tempo de estruturar a região para se preparar para os impactos socioambientais.

É neste cenário, em que as UHE de Tucuruí e UHE Belo Monte se distanciam pelo período e cenário econômico, político, social e legal, sobretudo com peculiaridades das características territoriais. Atualmente os dois empreendimentos, por exigência legal e condicionantes ambientais, possuem propostas de implementar políticas públicas e ações para minimizar os impactos gerados por meio do envolvimento social na formação de conselhos de governança territorial.

Governança como estratégia de desenvolvimento territorial

Autores como DALLABRIDA (2007), TENÓRIO (1998) e CANÇADO et. all. (2013) destacam a importância da gestão social como processo participação da sociedade nas políticas públicas para o desenvolvimento de um território. A gestão social como a tomada de decisão coletiva baseada na inteligibilidade da linguagem, na dialogicidade e entendimento esclarecido como processo deve adotar a transparência como pressuposto e na emancipação enquanto fim último, segundo CANÇADO (2013). A falta de interação e diálogo entre o governo, sociedade e empreendimento é um dos pontos de lições aprendidas ao longo do Relatório Final da Comissão Mundial de Barragens sobre Usina Hidrelétrica de Tucuruí (2000).

As estratégias de gestão social também estão presentes no modelo de governança proposto pela Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) de 2007, onde o diálogo deve perpassar pelo processo de relações sociais que são promovidas, muitas vezes por meio de ações pontuais, atendimentos de demandas ou interesse político.

Em territórios impactados por grandes projetos é natural, ou uma questão de tempo, a necessidade de diálogo entre a sociedade local e o empreendimento, principalmente devido as lacunas sociais se intensificarem com a presença do empreendimento. Este processo só começa a ser compreendido diante o estabelecimento de um espaço de negociação e diálogo de acordo os preceitos de DALLABRIDA (2011) para a construção de uma governança com vistas a tomadas de decisão compartilhada.

VIEIRA (2008) compreende que as relações sociais constituem um patrimônio “não visível”, mas altamente eficaz, a serviço dos sujeitos sociais, sejam estes individuais ou coletivos. Nesse sentido, se as relações sociais estão baseadas na confiança e a cooperação, elementos fundamentais para a construção e manutenção de uma governança.

Considerando governança como o exercício do poder e autoridade para gerenciar um território ou região por meio de processos e instituições através das quais os cidadãos e grupos articulam seus interesses públicos, incluindo entre os atores representações dos agentes estatais, de acordo com DALLABRIDA (2011), fica mais clara a necessidade de relação institucional, participação social em ações conjuntas de interesse comum para se orquestrar um meio de direcionar políticas públicas, ainda mais com influências exógenas como os projetos hidrelétricos.

A governança é, na prática, um processo complexo de tomada de decisão que antecipa e ultrapassa o governo, de acordo com MILANI & SOLINÍS (2002). Assim, os aspectos mais evidenciados na literatura sobre governança, segundo Pereira (2010) e vários autores destacando os textos de DALLABRIDA (2003, 2007, 2008, 2011) estão relacionados à legitimidade do espaço público em constituição, à repartição do poder entre aqueles que governam e aqueles que são governados, aos processos de negociação entre os atores sociais, e à descentralização da autoridade e das funções ligadas ao ato de governar.

Quanto à governança territorial, DALLABRIDA (2007) incide sobre a definição e gestão de uma estratégia de desenvolvimento territorial, instauração de formas de concertação social e construção de uma visão prospectiva de futuro. Estes processos não são simples de praticar em uma região com características precárias quanto à gestão pública, participação social e com sérios problemas como a pobreza, desigualdade social e a ausência de políticas públicas de todas as esferas de governo, como a Região Amazônica.

Diante ao aprendizado “forçado” pelas experiências adquiridas pela construção da UHE de Tucuruí os movimentos sociais tem importantes resultados na luta pelas respostas das instituições públicas e privadas envolvidas em um processo de licenciamento e condução de um grande projeto hidrelétrico. GAVENTA (2002) destaca entre seis proposições sobre participação e governança territorial, o “relacionamento de pessoas e instituições” sendo um dos principais desafios para o século 21. A construção de novas relações entre pessoas comuns e as instituições, especialmente as de governo, que afetam a vida deles.

Cada vez mais há um maior número de mecanismos que podem promover estas formas mais inclusivas e deliberativas de interação entre o cidadão e o Estado. Esta interação institucional se apresenta de várias formas de compreensão e nomenclaturas, mas todas exprimem a participação de instituições locais, com base no conhecimento empírico para ações e decisões que afetam a sociedade local, a chamada governança participativa.

Diante os conflitos socioambientais vividos nas UHE de Tucuruí e UHE de Belo Monte, em ambos os cenários absorveram métodos de governança participativa envolvendo as instituições locais, movimentos sociais e governo na construção de comitês e comitês em espaços de negociação permanentes com vistas a mitigar e definir novas estratégias para o desenvolvimento territorial.

Os espaços de negociação permitem que o governo se aproxime das pessoas estimulando a participação das pessoas na política públicas de forma representativa, um elemento-chave no empoderamento sobre as decisões que afetam seus futuros, como dos processos de inovação coletiva segundo DALLABRIDA (2010).

Para que haja um empoderamento local, VIEIRA (2008) menciona construção do capital social com foco político e foco econômico e observa as diferenças na obtenção de recursos na ênfase nas redes de relação social. Estes focos estão presentes nas instituições públicas e privadas, isto é, está presente nas pessoas que representam as instituições e nas estratégias de relações estabelecidas para obtenção de recursos.

As experiências vividas pelas populações impactadas pelas hidrelétricas destacadas neste artigo demonstram articulações, desafios, oportunidades e ações diante questões peculiares, já que estes cenários são compostos por uma sociedade com multiplicidade de indivíduos com interesses diversos, conforme analisa FILHO & FONSECA (2011) ao discutir as teorias de Douglas North sobre instituições e cooperação social.

Uma das maiores fragilidades para a construção de uma governança territorial é a qualidade do capital humano disponível, onde é necessário o desenvolvimento de um capital intelectual com escolarização e formação profissional, para que o capital social tenha a capacidade de articulação de redes de integração comunitária e interorganizacional, visando desenvolver a habilidade de discussão e definição de consensos para o estabelecimento de objetivos coletivos.

A experiência de governança na área de influência da UHE Tucuruí

A UHE Tucuruí teve sua primeira etapa concluída em 1984, antes das exigências da legislação quanto ao licenciamento ambiental, mais especificamente das Resoluções CONAMA nº 01/86 e 06/87. Somente em 1998 foi regularizado o processo de licenciamento ambiental pela Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente do Estado do Pará (SECTAM), com condicionantes a reformulação de desenvolvimento de programas ambientais, dentre estes a criação dos Planos de Desenvolvimento Sustentáveis a montante e a jusante da UHE, como compensação e mitigação dos impactos causados nas duas regiões de influência.

Com estas exigências, em 2002, foram iniciados processos para a criação de mecanismos de participação social na região a Montante através do Plano de Inserção Regional (PIRTUC) e seu Conselho Gestor (CONGEP), com abrangência de sete municípios e a Jusante com a elaboração participativa do Plano Popular de Desenvolvimento Sustentável a Jusante da UHE Tucuruí (PPDJUS) e seu Conselho Gestor (CONJUS), com abrangência de cinco municípios. Estes mecanismos foram resultado das reivindicações dos movimentos sociais dos municípios afetados pela UHE Tucuruí que culminaram na implantação da política institucionalizada pela diretoria da Eletronorte a partir de 2003, e a criação da Coordenação de Inserção Regional (EIR) que adotou a democracia participativa e princípios do desenvolvimento sustentável e compartilhamento de responsabilidades para as atividades.

Conforme relatório elaborado pela Coordenação de Inserção Regional – EIR, da Eletronorte, as ações previstas pelo PPDJUS (R\$ 1,6 bilhões) foi financiado 10% desses pela Eletronorte no Plano de Inserção Regional a Jusante da UHE Tucuruí (PIRJUS) e definiu seus recursos financeiros para aplicação ao longo de vinte anos, sendo R\$ 27 milhões nos três primeiros anos. Coube ao CONJUS a definição dos projetos a serem objeto de convênios PIRJUS entre Eletronorte, prefeituras e demais instituições públicas.

Esta experiência de gestão participativa ocorrida por conta da UHE Tucuruí em 2003 envolve vários ministérios (MME, MMA, MDA, MC, MIN, SEAP), órgãos públicos, instituições de ensino e pesquisa (UFPA, UFRA, EMBRAPA, INCRA, MPEG, ADA, IBAMA), ong's e possui vários projetos e ações realizadas em áreas de educação, agricultura familiar, cadeia do açaí, construção naval artesanal, cultura, ordenamento e mapeamento territorial.

Este espaço de governança para planejamento, participação e negociação já possui 13 anos e pode ser caracterizado como um mecanismo importante para o processo de desenvolvimento territorial e direcionamento de políticas públicas, entretanto é inevitável conflito de interesses entre os atores sociais, e ainda possui muitos desafios a enfrentar.

A experiência de governança na área de influência da UHE Belo Monte

O processo de licitação da obra da UHE Belo Monte teve como imposição legal, de maneira que a empresa vencedora do certame deveria assumir o

compromisso de aportar os recursos financeiros para a implantação do Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu – PDRSX¹⁸ que integrou o Edital de Leilão nº 06/2009 da ANEEL. Dessa forma, em 2010, ficou definido que a Norte Energia deveria destinar o montante de R\$ 500 milhões para financiar as ações do PDRS do Xingu por um período de 20 anos. Para utilização deste recurso seria necessária a existência de uma governança territorial.

“O PDRS do Xingu nasceu da concepção de que a implantação de grandes obras de infraestrutura – pavimentação da Transamazônica e construção da Usina Hidrelétrica Belo Monte – fosse uma oportunidade para prover uma região historicamente caracterizada pela presença frágil do Estado de políticas públicas necessárias para seu desenvolvimento, durante e após a construção dessas obras” (PDRSX, 2010).

Em quase seis anos de existência, o PDRS do Xingu, a partir de uma ampla plataforma participativa com reuniões ordinárias mensais, possibilita uma importante curva de aprendizagem no que diz respeito ao processo de tomada de decisões de investimentos para as várias dimensões do desenvolvimento local. Essa experiência é de grande importância enquanto ponto de partida para o debate sobre a política regional de desenvolvimento especialmente após a construção da obra.

Hoje o PDRS do Xingu tem uma abrangência de 12 municípios com uma governança composta de Coordenação Geral com um representante do governo federal, um do governo estadual, o presidente do consórcio dos municípios de Belo Monte e um representante da sociedade civil, Comitê Gestor (CGDEX) onde participam cinco titulares do governo federal, cinco titulares do governo estadual, cinco titulares dos governos municipais e 15 titulares representantes da sociedade civil, além da composição de oito câmaras técnicas que também são compostas de representatividade paritária entre governo e sociedade civil, somando um total de 256 representantes entre titulares e suplentes em toda a governança do PDRS do Xingu, assessorados por uma Secretaria Executiva contratada.

¹⁸ O Plano foi elaborado por Grupo de Trabalho Intergovernamental formalizado por meio de Decreto de 19 de novembro de 2009, envolvendo dezenove órgãos e entidades federais, vinte e sete órgãos do Estado do Pará, governos municipais e sociedade civil, que se manifestou em consultas públicas realizadas nas cidades de Altamira, Senador José Porfírio e Uruará. Após sua conclusão, o PDRS do Xingu foi institucionalizado por meio do Decreto nº 7.340, de 21 de outubro de 2010.

A decisão de alocação do recurso do PDRSX é colegiada, analisada e aprovada pelas Câmaras Técnicas por meio de Editais anuais, oportunizando a elaboração de projetos que estejam alinhados com as ações do PDRSX, bem como as diretrizes prioritárias definidas pelas Câmaras Técnicas.

Promover ações em prol do desenvolvimento em uma sociedade democrática, mas profundamente desigual historicamente em desvantagem em relação aos grandes centros dinâmicos do país, não é uma das tarefas mais simples. As profundas assimetrias entre os atores locais quanto às suas visões de mundo se refletem no choque de propostas e geram uma tensão permanente entre enfoque de diretrizes claras nos Editais, critérios de pontuação dos projetos, monitoramento dos projetos aprovados, elaboração de projetos de iniciativa dos municípios, desconcentração de recursos para grupos, além da disseminação de temas que envolvem desenvolvimento de infraestrutura, gestão ambiental e regulação fundiária, fomento a atividades produtivas sustentáveis, inclusão social e cidadania, monitoramento das condicionantes ambientais de Belo Monte, povos tradicionais e indígenas, saúde e educação.

Considerações finais

Em busca do atendimento das premissas do Banco Mundial, para que continuem recebendo financiamento, diante a uma sociedade mais participativa e exigências legais quanto as questões socioambientais, os grande projetos hidrelétricos na Amazônia tem sido um desafio para os empreendedores aprenderem a lidar com o desenvolvimento territorial, para o governo federal por ser o principal tomador de decisão e licenciador do porte destes empreendimentos, para o governo do estado por herdar as lacunas das políticas públicas provocadas pelos impactos socioeconômicos, para a gestão municipal por enfrentar todos os impactos socioeconômicos no local, além da ampliação de necessidade de serviços públicos e, principalmente, para os povos diretamente impactados por não terem outra alternativa, senão lutar por reconhecimento, respeito e dignidade.

Um dos fatores que contribuem para o fortalecimento do capital humano em todas as suas conotações é uma boa governança pública. No entanto, muito embora a construção das UHE de Tucuruí e UHE Belo Monte tenham sido acompanhadas por vários estudos, planos e intervenções governamentais na tentativa de alertar e preparar a população sobre os

impactos socioambientais, fica clara a necessidade de investimento no capital social e na gestão pública local estar preparada para lidar com os antigos e novos desafios.

As experiências de governança territorial na Região do Baixo Tocantins e na Região do Xingu reforçam o que a literatura evidencia de que as iniciativas ou ações expressam a capacidade de uma sociedade organizada para gerir os assuntos públicos, a partir do envolvimento conjunto e cooperativo dos atores sociais, econômicos e institucionais. Os espaços de negociação ocasionam aproximação social, institucional e permitem aprendizado coletivo, interação e participação ampla com vistas ao desenvolvimento territorial.

Referências bibliográficas

_____. Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável - PDRS Xingu, elaborado em 2010 pelo Núcleo de Altos Estudos da Amazônia (NAEA) da Universidade Federal do Pará (UFPA), a partir de demanda do Governo Federal Disponível em: <http://pdrsxingu.org.br/institucional>. Acesso em: 10/08/2016

_____. **Estudos de Caso da Comissão Mundial de Barragens Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil)**. Relatório Final, LIMA/COPPE/UFRJ. Nov. 2000. Disponível em: http://www.lima.coppe.ufrj.br/files/projetos/ema/tucurui_rel_final.pdf Acesso em 01/11/2016.

_____. Experiência: **PLANO POPULAR DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL A JUSANTE DA UHE TUCURUÍ**. Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. – Eletronorte Coordenação de Inserção Regional – EIR. Submetido ao Concurso Inovação da Gestão Pública Federal Disponível no link <http://repositorio.enap.gov.br/bitstream/handle/1/361/Plano%20popular%20de%20desenvolvimento.pdf?sequence=1>. Acesso em 12/10/2016.

BORTOLETO, E. M. **A Implantação de Grandes Hidrelétricas: Desenvolvimento, Discurso e Impactos**. GEOGRAFARES, Vitória, nº 2, jun. 2001.

BRADFORD, N. **Territory and Local Development: A Place-Based Perspective**. Critical concepts. Universitas Forum, Vol. 3, No. 2, June 2012.

CANÇADO, A. C.; TAVARES, B.; DALLABRIDA V. R. **Gestão Social e Governança Territorial: interseções e especificidades teórico-práticas**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. G&DR. V. 9, n. 3, p. 313-353, Taubaté, SP, Brasil set-dez/2013.

DALLABRIDA, V. R. **A Gestão Territorial através do Diálogo e da Participação**. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. Vol. XI, n. 245 (20), 1 de agosto de 2007.

DALLABRIDA, V. R. **Desenvolvimento e governança territorial: um ensaio** **Desenvolvimento e governança territorial: um ensaio preliminar sobre a necessidade da regulação no processo de gestão do desenvolvimento gestão**

do desenvolvimento. Revista REDES. Ago/2010.

DALLABRIDA, V. R. e BECKER, D. F. **Governança Territorial: um primeiro passo na construção de uma proposta teórico-metodológica.** Revista Desenvolvimento em Questão. Editora Unijuí. Ano 1, 2003.

DALLABRIDA, V. R. **Governança Territorial e Desenvolvimento: as experiências de descentralização político-administrativa no Brasil como exemplos de institucionalização de novas escalas territoriais de governança.** IPEA – Anais do I Circuito de Debates Acadêmicos, 2011.

DALLABRIDA, V. R.. **A gestão territorial através do diálogo e da participação.** In: Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2007, vol. XI, núm. 245 (20). Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-24520.htm>.

DALLABRIDA, V. R.; FERNÁNDEZ, V. R. **Desenvolvimento Territorial: possibilidades e desafios, considerando a realidade de âmbitos espaciais periféricos.** Passo Fundo: UPF; Ijuí: Editora UNIJUI periféricos, 2008.

FEARNSIDE, Philip M. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras.** Philip M. FEARNSIDE. – Manaus: Editora do INPA, 2015.

FGV. **Projeto Indicadores de Belo Monte,** Fundação Getúlio Vargas, 2015. Disponível em: <http://indicadoresdebelomonte.eco.br/> Acessado em 14/04/2016.

FILHO, H. A. A. & FONSECA, P. C. D. **Instituições e cooperação social em Douglass North e nos intérpretes Weberianos do atraso brasileiro.** Revista Estudos Econômicos. Vol. 41, Nº 3 – Jul-Set 2011. Artigo aceito em Julho/2010.

GAVENTA. J. **Towards Participatory Local Governance: Six Propositions for Discussion.** Institute of Development Studies. Forthcoming in *Currents*, 2002.

MELLO THÉRY, N. A. **L'Amazonie entre les myriades d'expériences et les politiques publiques dominantes.** São Paulo/Paris, n. 26, 2016.

MILANI, C. & SOLÍNS, G. **Pensar a democracia na governança mundial: algumas pistas para o futuro - que regulações para o século XXI.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/UNESCO, 2002, p. 266-291.

MORETTO, E. M., GOMES, C. S., ROQUETTI, D. R. E JORDÃO, C. O. **A Antiga e Atual Fronteira Amazônica - Artigo Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras.** Revista Ambiente & Sociedade. São Paulo V. XV, n. 3, p. 141-164. set.-dez. 2012.

PEREIRA, J. M. **A Governança Corporativa Aplicada No Setor Público Brasileiro.** Revista Administração Pública e Gestão Social APGS, Viçosa, v.2, n.1, pp. 109-134, jan./mar. 2010. Disponível em: http://www.trt7.jus.br/pe/files/noticias_publicacoes/arquivos/governanca_setor_publico.pdf Acesso em: 06/11/2016.

PIKE, A. RODRÍGUEZ-POSE, A. TOMANEY, J. **Local and Regional Development.** First published. By Routledge, 2006.

SARACURA, V. F., GHILARDI, R. J. e ENDERS, B. C. **UHE TUCURUÍ (PA): Proposta para utilização da compensação ambiental.** Comitê Brasileiro de Barragens XXVII

Seminário Nacional de Grandes Barragens Belém - PA, 03 a 07 de junho de 2007. Disponível em <http://www.cbdb.org.br/seminario/belem/T99/A07.PDF> Acesso em 06/11/2016.

SATUSTREGUI, K. U. **Desenvolvimento, subdesenvolvimento, mau-desenvolvimento e pós-desenvolvimento: um olhar transdisciplinar sobre o debate e suas implicações.** Revista Perspectiva do Desenvolvimento: um enfoque multidimensional, n.1.v1., 2013.

SEMAS. **Unidades de Conservação.** Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2009/11/17/9482/> Acesso em 09/11/2016.

TENÓRIO, F. G. **Gestão social: uma perspectiva conceitual.** RAP. Rio de Janeiro. Set/Out, 1998.

VIEIRA, E. M. e HIGGINS, S. S. **Fundamentos Teóricos do Capital Social.** Revista Debates, Porto Alegre, v. 2, n.1, p. 179-187, jan.-jun.2008.

A Gestão dos Recursos Hídricos e os Grandes Empreendimentos na Amazônia Paraense

Márcio Teixeira Bittencourt, Gilberto de Miranda Rocha e Peter Mam de Toledo

Introdução

A gestão dos recursos hídricos e sua relação com grandes empreendimentos será abordada sob a ótica da Justiça Ambiental, com “especialização da justiça distributiva”, uma vez que diz respeito à distribuição do meio ambiente para os seres humanos (ACSELRAD, 2009). A necessidade de uma redistribuição mais justa dos riscos e bens ambientais, entre ricos e pobres e entre diferentes culturas e raças (LOW & GLEESON, apud LYNCH, 2001).

Em relação ao desenvolvimento, o artigo considera o desenvolvimento sustentável como objetivo a ser alcançado, sob a análise dos princípios constitucionais do Supremo Tribunal Federal, quando do julgamento da ADI 3540 01/09/2015 é um sobre princípio, e de natureza constitucional. Não pode ser preterido quando em aparente conflito com outros princípios. Do contrário, estaríamos admitindo a possibilidade jurídica de se defender o desenvolvimento insustentável — situação inaceitável. A ponderação, no caso, se dá entre os elementos internos do ecodesenvolvimento, ou seja, entre as dimensões econômica, social e ambiental (VIEGAS, 2017).

Harmonização das vertentes com respeito simultâneo ao Crescimento Econômico, a Preservação Ambiental e a Equidade Social

Grandes empreendimentos exploradores de recursos hídricos na amazônia paraense

Considerando a energia elétrica oriunda das fontes hídricas como renováveis, o Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 42,5% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. Segundo o Plano Decenal de Energia 2023 (BRASIL, 2014), entre 2014 e 2023 a

taxa média de crescimento do consumo de energia elétrica será de 4,3% ao ano. Para a expansão da geração de energia serão necessários, entre 2014 e 2023, investimentos de R\$ 1,3 trilhão.

Em relação às Usinas Hidrelétricas, duas das três maiores hidrelétricas do país estão no Pará. De acordo ainda com o Plano Decenal de Expansão Energética 2023 (BRASIL, 2014), o total de empreendimento de geração de energia atualmente em operação no estado do Pará é de 8.866 MW, com 95,4% de geração hidráulica.

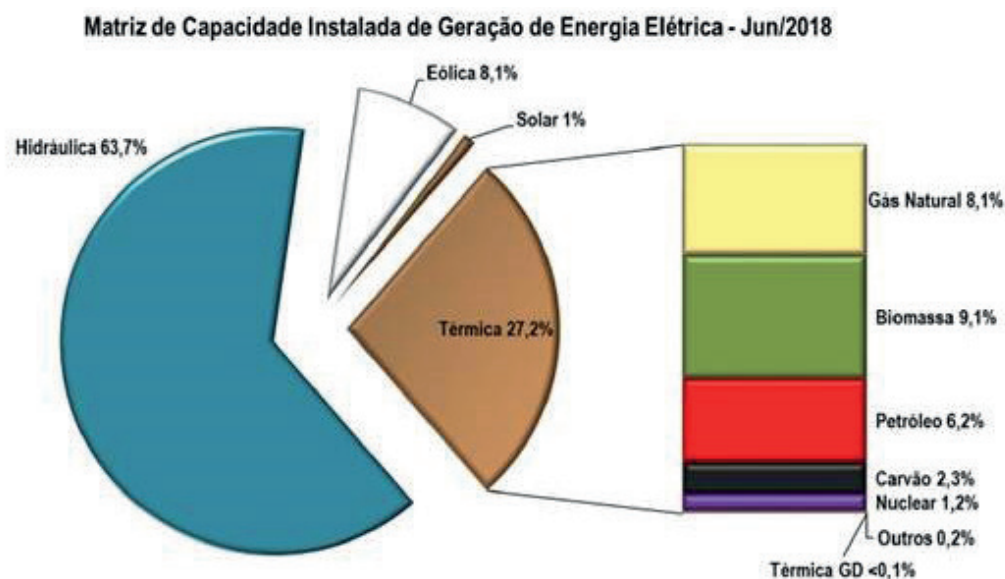


Figura 16. Matriz de capacidade instalada de geração de energia elétrica do Brasil sem importação contratada.

Fonte dos dados: ANEEL e MME

Figura 16 - Fonte Boletim de Monitoramento do Sistema Elétrico – Junho 2018. (www.mme.gov.br, acesso em novembro 2019)

A região Norte do Brasil tem potencial para ampliar em mais de 33 mil megawatts (MW) a geração hidrelétrica no Brasil, ressaltando o impressionante potencial do Estado do Pará, Estado que em função da sua quantidade de rios e o relevo com desníveis acentuados, fazem do Estado o detentor do maior potencial hidrelétrico do país, estimado em 61.096 MW. Três das cinco maiores hidrelétricas do mundo serão brasileiras, uma vez instaladas com sua total capacidade, sendo que dessas usinas, duas estão localizadas no estado do Pará. Com o aumento da capacidade instalada da usina de São Luiz do Tapajós, determinada após estudo de viabilidade técnica em agosto/2014, esta será a sexta maior usina hidrelétrica do mundo, ou seja, três das seis maiores hidrelétricas do mundo estarão em funcionamento no estado do Pará.

Atualmente, conforme informações do Boletim de Informações Gerenciais de Dezembro de 2018 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2019a), o Estado do Pará é o segundo em capacidade instalada com a geração atual de aproximadamente 19.300 MW. Os estados que estão nas primeiras colocações no ranking, tais como São Paulo, Minas Gerais e Paraná não possuem mais um potencial hídrico para fins de exploração por meio de grandes empreendimentos. Caso seja instalada a Usina Hidrelétrica de São Luiz do Tapajós, com previsão de capacidade instalada de 8.040 MW, o Estado do Pará produzirá aproximadamente 28 MW de capacidade instalada, superando o Estado de São Paulo, primeiro colocado no ranking com capacidade instalada de 23.500 MW.

Mesmo assim, o valor médio da tarifa da prestação de serviço de energia elétrica para os consumidores residenciais cobrada pela concessionária Celpa, no estado do Pará, é uma das maiores do Brasil conforme dados do ranking da Agência Nacional de Energia Elétrica.

Concessionária	Nome	Valor (Consumidor Residencial B1 em R\$/KWh)	Período de Vigência
Boa Vista	Boa Vista Energia S/A	0,28978	01/11/2014 até 31/10/2015
ELETROPAULO	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S/A	0,29016	04/07/2014 até 03/07/2015
CEA	Companhia de Eletricidade do Amapá	0,30111	30/11/2014 até 29/11/2015
COOPERALIANÇA	Cooperativa Aliança	0,44626	14/08/2014 até 13/08/2015
CHESP	Companhia Hidroelétrica São Patrício	0,46674	12/09/2014 até 11/09/2015
CELPA*	Centrais Elétricas do Pará S/A.	0,47977	07/08/2014 até 06/08/2015

Tabela 7 - Ranking com os 03 valores mais baratos e mais caros de energia elétrica. Fonte: ANEEL, 2015b – Posição em 11/02/2015. *Na posição de 08/06/2015 – CELPA 0,49425 11ª Colocação.

Outro dado estatístico a ser destacado em relação à qualidade e satisfação dos usuários dos serviços públicos de energia elétrica é o ranking de Indicador de Desempenho Global de Continuidade mercado maior que 1 TWh, onde são avaliadas a 35 (trinta e cinco) **concessionárias. A Rede Celpa ocupou a 28ª** colocação no ano de 2014, o 33ª colocação no ano de 2013 e a 35ª no ano de 2012, ou seja, última posição (ANEEL, 2019b).

Em síntese, o Estado do Pará e Amazônia Paraense atualmente convivem com a perspectiva de grande crescimento na geração de energia, com a possibilidade de assumir como o principal produtor de energia elétrica a partir do ano de 2020. Paralelo a isso, o valor da tarifa de energia elétrica é uma das mais caras do país e a avaliação da qualidade do serviço prestado é uma das piores do Brasil.

Em relação aos grandes empreendimentos é importante destacar o setor da Mineração, de acordo com o Anuário do Sindicato das Industrias Mineraias do Pará (2019), o setor da mineração tem sido um dos principais motores de crescimento da Região Norte, especialmente no Pará, onde se encontram as duas maiores jazidas da região: a de Oriximiná, que lavra bauxita, com maior parte da produção destinada à exportação; e a de Serra dos Carajás, que aparece como uma das maiores do planeta e produz o minério de ferro mais puro do mundo. Localizada no sudeste do estado, Carajás concentra, ainda, uma diversidade de minerais, são eles: manganês, cobre, bauxita, ouro, níquel, estanho e outros. Em 2015, 84,3% das exportações do Pará correspondiam às Indústrias de Mineração e Transformação Mineral. Os principais produtos exportados são Ferro, Cobre, Níquel, Bauxita, Caulim, Manganês, Silício e Ouro. China e Estados Unidos figuram entre os maiores destinos desses produtos. No Brasil, o estado do Pará é o segundo que mais recebe investimentos do ramo, representando 21,93% do total. Em números, gera 287.882 empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva local e responde por 20% do PIB paraense.

Os grandes empreendimentos minerários, além de exploradores dos Recursos Hídricos, como regra, utilizam a água nos seus processos produtivos. No entanto, precisa ser destacado que o Brasil sofreu dois grandes desastres ambientais com a destruição da Bacia do Rio Doce (2015) e o Rio Paraopebas (2019):

a) No dia 5 de novembro de 2015, rompimento da barragem de Fundão, localizada na unidade industrial de Germano, no subdistrito de Bento Rodrigues, no Município de Mariana, na Região Central de Minas Gerais,

se rompeu causando uma enxurrada de lama e rejeitos de mineração que provocou a destruição do subdistrito, deixou 17 mortos, mais de 600 pessoas desabrigadas e desalojadas, milhares de pessoas sem água e gerou graves danos ambientais e socioeconômicos a toda a Bacia do Rio Doce.

b) No dia 25 de janeiro de 2019, por volta das 12:28h, horário de Brasília, a Barragem I da mina de Feijão rompeu-se, liberando 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração. A capacidade da barragem era de aproximadamente 13 milhões de metros cúbicos. A força da onda de lama varreu equipamentos operacionais (como trens, veículos e máquinas de beneficiamento do minério) e o centro administrativo da Vale, soterrando escritórios, vestiário e um refeitório, matando centenas de trabalhadores e trabalhadoras que trabalhavam e almoçavam no local. Conforme informações das Notas Oficiais da Defesa Civil de Minas Gerais, datadas do dia novembro de 2019, os números atualizados da tragédia chegam a 254 (duzentos e cinquenta e quatro) mortos identificados, 16 (dezesesseis) desaparecidos.

Uma vez que a empresa VALE S.A. precisou suspender a produção em várias unidades no Estado de Minas Gerais, o Estado do Pará, ano de 2019, será o maior produtor de minérios do Brasil.

A exploração predatória da Floresta Amazônica, inserida no manejo clandestino da madeira e posteriormente a destinação das áreas de supressão vegetal para a criação de gado também interferem diretamente na gestão dos recursos hídricos. Em relação a tais dados, o Estado do Pará ocupa o 1º Lugar no ranking do desmatamento.

Segundo os dados oficiais do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), divulgados em 18 de Novembro de 2019, a estimativa da taxa de desmatamento para os nove estados da Amazônia Legal Brasileira é de 9.762 km² para o período de agosto de 2018 a julho de 2019. Esse valor representa um aumento de 29,54% em relação a taxa de desmatamento apurada pelo PRODES 2018 que foi de 7.536 km².

O Estado do Pará desmatou 39% (trinta e nove por cento), conforme tabela do INPE, com o aumento de 40% (quarenta por cento) quando comparado com a ano anterior.

Estado	PRODES 2019 (km²)	Contribuição (%)
Acre	688	7,05
Amazonas	1.421	14,56
Amapá	8	0,08
Maranhão	215	2,20
Mato Grosso	1.685	17,26
Pará	3.862	39,56
Rondônia	1.245	12,75
Roraima	617	6,32
Tocantins	21	0,22
AMZ. Legal	9.762	100,0

Tabela 8 – Distribuição da estimativa por estado. (Fonte: <http://www.inpe.br>, acesso em Novembro de 2019)

Resumo da gestão dos recursos hídricos no estado do Pará.

Trazemos neste tópico os dados oficiais da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS e da Agência Nacional de Águas – ANA, em relação à situação do Pará.

Começamos por uma ótima notícia, na qual o PPGEDAM/NUMA e o AguaSocial tiveram contribuição importante e inclusive possuem representatividade que é a criação no dia 04 de setembro de 2019, por meio do Decreto nº 288, de 3 de setembro de 2019 do primeiro Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim (CBHRM), situada na Costa Atlântica-Nordeste do Pará. A área de atuação do CBHRM compreende os limites geográficos da Bacia Hidrográfica do Rio Marapanim. A área possui a extensão de 906,3 km, em um território ocupado por mais de 526 mil habitantes e que abrange 12 municípios da Microrregião do Salgado: Castanhal, Curuçá, Igarapé-Açu, Magalhães Barata, Maracanã, Santa Izabel do Pará, Marapanim, Santo Antônio do Tauá, São Caetano de Odivelas, São Francisco do Pará, Terra Alta e Vigia de Nazaré. (<https://agenciapara.com.br/noticia/14775/>, acesso em novembro de 2019).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos ainda não está implementado, encontrando-se na fase das consultas públicas junto aos polos regionais, com a realização de Audiências Públicas.

A crítica é o fato de haver previsão normativa desde o ano de 2001, Lei Estadual N° 6.381, de 25 de julho de 2001, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de

Recursos Hídricos, e dá outras providências e só no ano de 2019 ser criado o primeiro Comitê de Bacia Hidrográfica. Mesmo que parte das duas maiores regiões hidrográficas do país estejam no Estado do Pará.

Encontra-se em implementação pela Agência Nacional de Águas – ANA o Programa de Gestão de Recursos Hídricos, inclusive com a construção de um MAPA das **Unidades Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos**.



Figura 17 - Fonte: Agência Nacional de Águas. (<http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/panorama-dos-estados/pa/a-gestao-de-recursos-hidricos-no-para>. Abril 2019).

No tocante ao atendimento de água potável e ao saneamento básico, conforme RANKING DO SANEAMENTO INSTITUTO TRATA BRASIL2019 (SNIS 2017), divulgado em julho de 2019. Os dados de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto estão disponíveis para o período 1995-2017 e os dados de resíduos sólidos para o período 2002-2017. A pesquisa contempla análise das 100 (cem) Maiores Cidades do Brasil, as três maiores cidades paraenses estão respectivamente: 94º Posição – BELÉM (71,27% atendimento

total de água). 97ª Posição – SANTARÉM (52,19% atendimento total de água) e na antepenúltima posição 99ª – ANANINDEUA (32,42% atendimento total de água). (Fonte: <http://www.tratabrasil.org.br/>, acesso em Novembro de 2019).

Por fim, em relação ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de apenas 0,646, comparando a outros 27 (vinte e sete) Estados ocupa a 24ª Posição. (IBGE,2019).

Considerações finais

A tendência é a de que cada vez mais haja uma grande pressão no tocante à exploração dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos na Amazônia Paraense. Sem relação direta com a melhoria na qualidade de vida das pessoas, muito pelo contrário, quanto maior a exploração predatória e não planejada a tendência é surgirem cada mês mais conflitos. Ou seja, *uma desigual distribuição dos aspectos positivos e negativos da exploração dos recursos hídricos.*

Como abordado nos tópicos anteriores, pode-se depreender que os grandes empreendimentos exploradores dos recursos hídricos movimentam consideráveis recursos econômicos, humanos e naturais. Embora movimentem recursos para uma determinada região, não contribuem para a diminuição das desigualdades no âmbito local, favorecendo, ao contrário, o acirramento de problemas sociais e ambientais das regiões onde se instalam.

Além disso, a desigual distribuição dos benefícios e dos gravames relacionados aos grandes empreendimentos dos recursos hídricos na Amazônia Paraense faz com que as consequências negativas concentrem-se ainda mais no âmbito local.

O território, visto apenas enquanto recurso natural a ser explorado, dentro da lógica capitalista, com o objetivo de alcançar cada vez mais lucro condiz com os interesses de grandes grupos empresariais internacionais e também nacionais. O meio ambiente é categoria que exprime uma série de elementos que, em seu conjunto, constituem um valor que transcende a sua mera soma, e que não pode ser traduzido apenas mediante parâmetros econômicos. Como quantificar as consequências do desequilíbrio ecológico, relacionado diretamente, com a supressão irregular da Floresta Amazônica em relação aos recursos hídricos.

Tanto sob aspecto internacional quanto do desenvolvimento nacional, inclusive com a execução das grandes obras, tanto públicas quanto privadas, por meio de consórcios, com participação de empresas nacionais e estrangeiras na Amazônia Paraense temos a predominância do Grande Projeto de Investimento (GPI), caracterizados pela grande intensidade de elementos como capital, força de trabalho, recursos naturais, energia e território. Como regra com grandes unidades produtivas. As regiões de implantação dos Grandes Projetos de Investimento, de um modo geral, tem restado a desestruturação das atividades econômicas preexistentes, o crescimento desordenado da população, desemprego, favelização, marginalização social, e quase sempre a degradação ambiental (VAINER e ARAÚJO, 1992).

No caso do Estado do Pará, muitas das vezes os empreendimentos são instalados em espaços urbanos que não são devidamente equipados. Os poderes locais, mesmo que tenham algum tipo de crescimento na arrecadação – o que nem sempre ocorre em virtude de subsídios e benefícios fiscais – vêem os problemas multiplicarem-se em ritmo e proporções muito maiores. A relação entre as possibilidades de aumento na arrecadação de impostos e a grande promessa de que o empreendimento oportunizará o desenvolvimento local diminui ainda mais a capacidade de decisão e ação dos poderes locais e regionais.

Com o grande crescimento populacional, as prefeituras vêem acumular-se necessidades em habitação, saneamento básico, transporte, educação, segurança, saúde, infraestrutura entre outros serviços básicos essenciais. Tais problemas, assimetrias, não solucionados e muito menos é o foco do grande projeto de investimento. O que ocorre é a proliferação das carências, sem contemplar o desenvolvimento regional e local.

Referências bibliográficas

ACSELRAD, Henri. O que é justiça ambiental/ Henri Acselrad, Cecília Campello do A. Mello, Gustavo das Neves Bezerra, – Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

Agência Nacional de Águas. **Informações sobre Bacias**. Disponível em : <http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>. Acesso, 2019.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Informações gerenciais**. Disponível em : http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/informacoes_gerenciais.pdf. Acesso em 2019a.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Tarifas residenciais vigentes. Disponível em : <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493> Acesso em 2019b.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. **Ranking de qualidade 2012 / 2013 / 2014**. Disponível em : <http://www.aneel.gov.br/> Acesso em 2019c.

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL; **Disponível em:** <http://www.aneel.gov.br/atlas.PDF>. Acesso em: 2019

BENATTI, José Heder. **Propriedade comum na Amazônia: acesso e uso dos recursos naturais pelas populações tradicionais**. acesso e uso dos recursos naturais pelas populações tradicionais. In: Terras e territórios na Amazônia: demandas, desafios e perspectivas / Orgs. Sérgio Sauer e Wellington Almeida. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, pp. 93-113.

BITTENCOURT, Márcio Teixeira. **A Justiça Ambiental e os Grandes Empreendimentos do Setor Elétrico na Amazônia Paraense**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local da Amazônia. Núcleo de Meio Ambiente (NUMA) da Universidade Federal do Pará. 2015.

DULLEY, Richard Domingues. NOÇÃO DE NATUREZA, AMBIENTE, MEIO AMBIENTE, RECURSOS AMBIENTAIS E RECURSOS NATURAIS. <http://www.iea.sp.gov.br/out/publicacoes/pdf/asp-2-04-2.pdf>, acessado em outubro de 2019.

ESTADO DO PARÁ: (di)visões territoriais, perspectivas sociais, econômicas, financeiras e ambientais / Lúcia Cristina Andrade (coord.).- Belém: IDESP, 2011.

MILARÉ, Edis. Tese de doutorado na PUC-SP, publicada no ano de 2016, sob o título Reação Jurídica à Danosidade Ambiental: Contribuição para o delineamento de um microsistema de responsabilidade.

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DOS EFEITOS E DESDOBRAMENTOS DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE FUNDÃO EM MARIANA – MG, resultado dos trabalhos do Grupo da Força-Tarefa Decreto Estadual nº 46.892/2015 – http://www.agenciaminas.mg.gov.br/ckeditor_assets/attachments/770/relatorio_final_ft_03_02_2016_15h5min.pdf

RELATÓRIO DA MISSÃO EMERGENCIAL A BRUMADINHO/MG APÓS ROMPIMENTO DA BARRAGEM DA VALE S/A BRASÍLIA: Conselho Nacional dos Direitos Humanos – 2019 <https://www.mdh.gov.br/todas-as-noticias/2019/fevereiro/missao-emergencial-do-cndh-apresenta-relatorio-sobre-rompimento-de-barragem-da-RelatrioMissoemergencialaBrumadinho.pdf>.

ROCHA, Gilberto de Miranda; MAGALHÃES, Sônia Barbosa; TYEISERENC, Pierre. (Organizadores). **Territórios de desenvolvimento e ações públicas locais**. Belém: EDUFPA, 2009, pag. 86.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A construção intelectual da igualdade e da diferença**. In. A gramática do tempo: para uma nova cultura política. São Paulo: Cortes, 2006. (Coleção para um novo senso comum. V.4). p.279-316.

TEISSERENC, P. *Collectividades Territoriales. Les poliquest de développement local*, Paris: Économica, 2de Édition, 2002.

VAINER, Carlos B. *Grandes projetos hidrelétricos e desenvolvimento regional/ Carlos B. Vainer, Frederico Guilherme B. de Araújo* – Rio de Janeiro: CEDI, 1992.

VIEGAS, Eduardo Coral. **Princípios constitucionais ambientais e a conservação da natureza** 5 de agosto de 2017.

Plano de desenvolvimento sustentável do xingu e a governança territorial na área de influência da uhe belo monte

**Marjorie Neves e Gilberto de Miranda
Rocha**

Introdução

A partir da década de 50, a Amazônia tem sido alvo de planejamento de grandes projetos para o setor energético, já que possui mais de 50% do potencial energético brasileiro, segundo FEARNSIDE (2015). No Estado do Pará, se destacam dois grandes projetos, sendo a Usina Hidrelétrica de Tucuruí (1984) e Usina Hidrelétrica Belo Monte (2016).

Os projetos do setor energético são partes de uma estratégia de desenvolvimento nacional focada no crescimento econômico, entretanto estes projetos têm um histórico de pouca relação com as comunidades impactadas, onde muitos autores e documentários relatam os impactos adversos provocados por estes empreendimentos descolados com o desenvolvimento territorial, com destaque para a experiência da Região do Xingu com a construção da UHE Belo Monte.

Documentos do setor elétrico e pesquisas relacionadas ao desenvolvimento territorial revelam que em territórios impactados por grandes projetos é natural, ou uma questão de tempo, a necessidade de diálogo entre a sociedade local e o empreendimento, principalmente devido às lacunas sociais se intensificarem com a presença do empreendimento, tais como a destruição das atividades preexistentes, crescimento desordenado, desemprego, favelização e outros problemas (VAINER, 1992).

O setor elétrico começa a perceber esse contexto quando propõe novas estratégias de atuação, no II PDMA 1990/1992 (Plano Diretor de Conservação e Recuperação do Meio Ambiente nas obras e serviços do Setor Elétrico), diante da necessidade de evitar os danos negativos socioambientais, procurando inserir os interesses sociais no processo decisório do planejamento energético regional, mencionando, primeira vez, a necessidade de inserção regional do setor energético.

Entretanto, após quase três décadas, realidade ainda apresenta conflitos sociais em territórios com projetos hidrelétricos, marcada com constantes reivindicações por parte da sociedade esta falta de interação e diálogo entre o governo, sociedade e empreendimento é novamente um dos pontos identificados como lições aprendidas do Relatório Final da Comissão Mundial de Barragens sobre Usina Hidrelétrica de Tucuruí (2000).

Segundo VAINER (1992), a inserção regional deveria rearticular fluxos sociais e econômicos associados a uma nova organização de grupos populacionais e atividades no território regional em decorrência da implantação do empreendimento hidrelétrico. Mas a dinâmica institucional pública e privada no processo de desenvolvimento de territórios impactados por grandes projetos hidrelétricos tem enfrentado desafios ao longo do tempo em diferentes aspectos (FEARNSIDE, 2015).

O desafio não é apenas como construir uma gestão participativa em diferentes níveis, mas como promover as conexões verticais democráticas e responsáveis entre os atores em cada nível, considerando o compartilhamento de impactos socioeconômicos irreversíveis causados por estes empreendimentos, considerando as peculiaridades da Amazônia.

Ao longo da história das políticas públicas sociais no Brasil, observa-se que atualmente há um maior número de mecanismos que podem promover formas mais inclusivas e deliberativas de interação entre o cidadão e o Estado, conforme propõe a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) de 2007. Esta interação, por uma questão de ordenamento legal, tem sido cada vez mais institucional com vistas a exprimir a representatividade de setores públicos, privados e da participação social, com vistas a definir ações e decisões que afetam a sociedade local, a chamada governança.

É nesse contexto que se identifica iniciativas para estratégias de governança entre instituições, tais como a legitimidade do espaço público em constituição, repartição do poder entre aqueles que governam e aqueles que são governados, processos de negociação entre os atores sociais e descentralização da autoridade e das funções ligadas ao ato de governar (DALLABRIDA, 2007).

Assim, considerando o conceito de governança de DALLABRIDA (2011), sendo o exercício do poder e autoridade para gerenciar um território ou região por meio de processos e instituições através das quais os cidadãos e grupos

articulam seus interesses públicos, incluindo entre os atores representações dos agentes estatais, fica mais clara a necessidade de mecanismos que permitam a participação social em ações conjuntas de interesse comum para se orquestrar um meio de direcionar políticas públicas, ainda mais quando há influências exógenas no território, como a implantação de grandes projetos hidrelétricos.

A tênue relação da governança territorial e a gestão social

Quando se tem um recorte espacial com a identificação do envolvimento das instituições interessadas em um território, pode se construir uma governança territorial, que é conceituada por DALLABRIDA (2007) como a gestão de uma estratégia de desenvolvimento territorial, instauração de formas de concertação social e construção de uma visão prospectiva de futuro.

No desenho de uma governança territorial, a partir de um empreendimento de grandes impactos no território, princípios de participação social na tomada de decisões compartilhadas, permeiam entre a governança territorial e a gestão social. De acordo com CANÇADO et. al. (2013), a prática da gestão social é embasada na participação plural de instituições com interesses no território, portanto estimula e legitima a construção de políticas públicas e iniciativas que viabilizem estes mecanismos participativos pela sociedade e para a sociedade.

A aplicação destes princípios envolve questões complexas, principalmente nas relações institucionais em regiões com características precárias quanto à gestão pública, participação social e com sérios problemas como a pobreza, desigualdade social e a carência de políticas públicas de todas as esferas de governo como ocorre no Estado do Pará, na Região Amazônica.

Paralelo a isso, o histórico de transformações sociais e impactos ambientais negativos gerados pela instalação de projetos hidrelétricos nos rios da Amazônia, desde a década de 1970, fazem com que a sociedade reivindique participação social de forma a pressionar o setor elétrico e o governo para que estes enfrentem o desafio de implementar mecanismos de governança e gestão social, como forma de confrontar dificuldades estruturais, como as assimetrias de conhecimento técnico por parte dos atores sociais, interesses individuais e coletivos, além da necessidade do fortalecimento institucional por parte dos atores envolvidos.

Diante a estrutura institucional de uma governança territorial, DALLABRIDA (2007) destaca a importância da gestão social como processo participação da sociedade nas políticas públicas para o desenvolvimento de um território. A gestão social como a tomada de decisão coletiva baseada na inteligibilidade da linguagem, na dialogicidade e entendimento esclarecido como processo deve adotar a transparência como pressuposto e na emancipação enquanto fim último (CANÇADO et. al., 2013).

A construção de novas relações entre pessoas comuns (capital humano) e as instituições (capital social) – governo, empresas e sociedade forçam a busca constante pela consertação de estratégias para estabelecer relações sociais para construção de modelos de governança territorial.

Os princípios da gestão social também estão presentes no modelo de governança proposto pela PNDR/2007, quando reforça que o diálogo deve perpassar pelo processo de relações sociais que são promovidas, muitas vezes por meio de ações pontuais, atendimentos de demandas ou interesses políticos.

No entendimento de CANÇADO et. al (2013), a gestão social também é entendida como processo gerencial dialógico em que a autoridade decisória é compartilhada entre os participantes da ação em um espaço deliberativo sobre assuntos direcionados ao desenvolvimento regional, no qual todos têm o direito à fala, sem nenhum tipo de coação.

DIMENSÕES	PRINCÍPIOS
A- Atores, poderes e relações	Subsidiariedade (vertical e horizontal)
	Relacionalidade
	Liderança
	Protagonismo estatal
	Protagonismo social
	Resiliência
B- Processos de decisão	Ancoragem democrática
	Reciprocidade
	Cooperação e Interdependência
	Transparência
	Reflexibilidade
	Governabilidade

C- Coordenação de Políticas	Descentralização de políticas
	Integração horizontal
	Integração vertical
	Eficácia das políticas
D- Resultados dos processos de governança territorial	Atendimento da pluralidade
	Compartilhamento de objetivos e metas
	Aprendizagem interativa
	Empoderamento dos atores
	Gestão territorial integrada

Quadro 2 – Dimensões e princípios para análise de governança territorial. Fonte: Elaboração própria, com base em DALLABRIDA (2015).

Assim, entende-se a governança territorial sendo o mecanismo institucional que envolve os segmentos de governo, empresa e sociedade para compartilhar decisões, onde deve-se praticar a gestão social como forma de permitir e garantir a participação social de forma democrática.

Este mecanismo institucional se estrutura a partir de relações e interesses e necessita da maturidade institucional para que seja percebida na prática. DALLABRIDA (2015) identificou quatro dimensões para avaliação da governança territorial, sendo 1) atores, poderes e relações institucionais; 2) processos de decisão; 3) coordenação de políticas; e 4) resultados dos processos de governança territorial. Para cada dimensão, DALLABRIDA (2015) atribui princípios na tentativa de compor a descrição de itens para melhor avaliar as dimensões da governança territorial.

Os princípios elencados por DALLABRIDA (2015) permitem a identificação de como estes estão sendo percebidos pelos atores envolvidos, bem como permitem uma avaliação da maturidade da governança territorial.

Para que se compreenda a aplicação destes princípios foi realizada uma análise da pesquisa de NEVES (2017) sobre a identificação dos atores envolvidos na gestão social do PDRSX, e como é percebido por estes a execução dos princípios da governança territorial.

A governança territorial como estratégia de inserção regional no Xingu

A Região de Integração (RI) do Xingu, localizado no Estado do Pará, possui

10 municípios, sendo que a pesquisa abrange doze municípios envolvidos no PDRS Xingu. A RI do Xingu é composta por 70% de área protegida, havendo nove Unidades de Conservações e 14 terras indígenas, além de muitos povos tradicionais, os quais sofrem toda a entropia histórica e premeditada da construção da UHE Belo Monte (SEMAS, 2016).

Diante aos conflitos socioambientais vividos com a obra da UHE Belo Monte e da necessidade do fortalecimento institucional, foi construído um movimento participativo caracterizado como uma governança territorial, baseado na PNDR (2007) e no Programa Amazônia Sustentável (2008), envolvendo as instituições locais, movimentos sociais e governos (municipal, estadual e federal) na construção de conselhos e comitês em espaços de negociação permanentes com vistas a mitigar e definir novas estratégias para o desenvolvimento territorial.

Para VAINER (1992), a inserção regional pode ser interpretada como a existência de fundos, planos ou programas de desenvolvimento regional que devem compreender as características do local de onde o empreendimento irá se instalar. Assim, o conceito de inserção regional deve considerar, portanto, a escala do empreendimento, a região onde se insere, seus aspectos culturais, ambientais e atendimento a demandas sociais e de infraestrutura pertinentes; e o planejamento energético e estratégico. Em 21 de outubro de 2010, foi criado o Comitê Gestor (CGDEX) do Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu – PDRS Xingu¹⁹ por meio de Decreto Presidencial nº 7.340/ 2010, que integrou o Edital de Leilão nº 06/2009 da ANEEL e se configura como uma estratégia de inserção regional com a imposição legal de destinação do montante de R\$ 500 milhões para financiar as ações do PDRS Xingu, por um período de 20 anos, em que a governança territorial do CGDEX é responsável pela gestão e utilização deste recurso.

“O PDRS do Xingu nasceu da concepção de que a implantação de grandes obras de infraestrutura – pavimentação da Transamazônica e construção da Usina Hidrelétrica Belo Monte – fosse uma oportunidade para prover uma região historicamente caracterizada pela presença frágil do Estado de políticas públicas necessárias para seu desenvolvimento, durante e após a construção dessas obras” (PDRSX, 2010).

¹⁹ Dentre os Planos de Desenvolvimento Regional Sustentáveis existentes no Pará, o PDRS Xingu é o único que está em pleno funcionamento, devida a existência do recurso financeiro garantido pela empresa Norte Energia S/A, o que oportuniza a existência de Editais anuais com o recurso financeiro destinado a projetos que atendam às diretrizes do PDRSX.

O CGDEX se caracteriza como uma experiência de governança territorial, pois permite que haja relações institucionais em torno da concertação social entre atores dos governos e organizações da sociedade civil com objetivos de implementar políticas e promover a qualidade de vida para doze municípios impactados pela UHE de Belo Monte (NEVES, 2017).

Desde sua concepção, o PDRS Xingu reconhece e delimita o recorte espacial do território da Região de Integração do Xingu e a estrutura da governança territorial se reflete desde sua criação, na qual permite a participação da empresa (Norte Energia S/A), Estados e sociedade civil entrem em contato permanente, manifestando diferentes formas de conflito e de cooperação; direcionando, portanto, o processo de desenvolvimento territorial, sob a prática da gestão social.

A conjuntura em que a governança territorial se desenhou, em 2010, para a Região do Xingu acompanha as premissas da gestão social, identificadas por CANÇADO et. al. (2013), em que ambas têm uma aproximação conceitual baseada no diálogo entre atores do território em busca da concertação social e que Tenório (2007) aponta que a esfera pública é o espaço da gestão social, pois é onde se propagam as potencialidades da democracia deliberativa com o protagonismo da cidadania.

Assim, há compreensão de que a institucionalidade permite a construção de mecanismos de diálogos com envolvimento dos diversos segmentos de atores, a identificação como os mecanismos da governança territorial, por parte da percepção dos atores envolvidos, podem promover benefícios ao desenvolvimento regional.

Diante a pluralidade institucional na governança territorial adotada pelo PDRS Xingu, é importante identificar que toda essa articulação, amparada pela PNDR (2007), permite uma ampla participação dos órgãos federais, o que desperta mais ainda o interesse de participação institucional, já que este processo foi acompanhado diretamente pela Casa Civil da Presidência da República com sede no município de Altamira-PA, o que fortalece a governança territorial no âmbito institucional.

No PDRS Xingu existe a participação democrática de instituições governamentais, não governamentais e da sociedade civil, com vistas à participação social, sendo desenhado um modelo de governança territorial, composto de Coordenação Geral, do Comitê Gestor (CGDEX) e de oito Câmaras Técnicas (CT).

Estes dispositivos são compostos por representantes do governo federal, governo estadual, o presidente do consórcio dos municípios de Belo Monte e representantes da sociedade civil em quantidade paritária, conforme precede a governança territorial e permitindo o diálogo como precede a gestão social.

Para compreender melhor a composição da governança observa-se na estrutura de funcionamento do PDRS do Xingu no organograma (Figura 1) há uma hierarquia de decisões, colocando o Comitê Gestor como o principal responsável pelas deliberações.

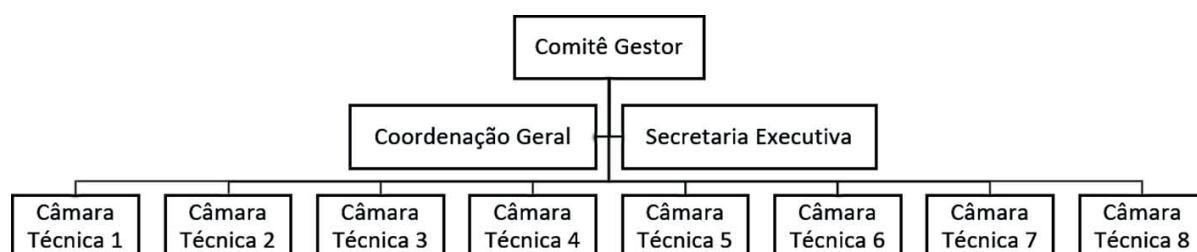


Figura 18 - Organograma do PDRS do Xingu. Fonte: NEVES (2017).

A instância maior deliberativa é o Comitê Gestor, o qual é composto por 10 representantes do Governo Federal, designados pela Casa Civil da Presidência da República; 10 representantes do governo estadual, designados pela Casa Civil do Governo do estado do Pará; 10 representantes dos governos municipais, eleitos pelo Consórcio de Municípios Belo Monte; e 30 representantes da sociedade civil, totalizando 60 membros, sendo 30 titulares e 30 suplentes (NEVES, 2017).

Somado aos membros das oito Câmaras Técnicas, o número de atores envolvidos no PDRS Xingu chega a um total de 252 representantes entre titulares e suplentes em todo o modelo de gestão do PDRS do Xingu, os quais participam de reuniões ordinárias periódicas, organizadas pela Secretaria Executiva, conduzida por uma empresa contratada, responsável pela execução dos projetos e onde ficam os dados, registros e deliberações do CGDEX.

A relação de poder está presente no debate dentro das Câmaras Técnicas, no CGDEX e na Coordenação Geral, onde há diversas opiniões e interesses, entretanto a experiência do debate plural dentro destes ambientes é que permitem o funcionamento do PDRS Xingu desde 2010, pois as instituições

representadas possuem a expertise do conhecimento técnico que debatem e defendem seus pontos de vista para aprovação ou derrubada de uma tomada de decisão.

Esta prática reflete traços das decisões democráticas, mas o capital social forte e representativo torna o processo legítimo, entretanto este capital social ainda não garante que haja um transbordamento de benefícios para o processo de desenvolvimento territorial, haja vista que o capital humano apresenta algumas disparidades de entendimentos, interesses e escolaridade, conforme pesquisa sob a ótica dos atores envolvidos.

A governança territorial sob a ótica dos atores envolvidos

Sob um olhar da abordagem neo-institucionalista e da abordagem territorial, foi construída uma matriz de avaliação da governança territorial do PDRS Xingu, baseada nos princípios da governança territorial, utilizada por Valdir Dallabrida (2015), com vistas a identificar quais os princípios estão presentes na experiência do PDRS Xingu, e quais precisam ser aprimorados, a partir da percepção dos membros que compõem as instâncias consultivas e deliberativas.

Os espaços de negociação permitem uma aproximação entre os órgãos do governo e a sociedade, estimulando a participação das pessoas na política públicas de forma representativa, um elemento-chave no empoderamento sobre as decisões que afetam seus futuros, como dos processos de inovação coletiva, segundo DALLABRIDA (2010).

As experiências vividas pelas populações impactadas pela UHE Belo Monte demonstram articulações, desafios, oportunidades e ações diante questões peculiares, já que estes cenários são compostos por uma sociedade com multiplicidade de indivíduos e com interesses diversos, conforme observa FILHO & FONSECA (2011) ao discutirem as teorias de Douglas North sobre instituições e cooperação social.

A análise das percepções dos atores envolvidos no processo de governança territorial do PDRS Xingu de Neves (2017) foi baseada nas dimensões da governança observadas por DALLABRIDA (2015), sendo as dimensões: 1) atores, poderes e relações institucionais; 2) processos de decisão; 3) coordenação de políticas; e 4) resultados dos processos de governança territorial. Dessa forma, foram elaboradas perguntas em que os atores identificassem a

presença destas dimensões e seus princípios sobre a governança territorial do PDRS Xingu, no período de 2013 a 2016.

Com base nas respostas dos atores foi construída a matriz de avaliação da governança territorial do PDRS Xingu, elaborada a partir da metodologia de Escala de Likert, em que as opiniões que concordavam plenamente com a afirmativa receberam a maior pontuação (3), concordavam parcialmente (2), e discordavam (1), para fins de análise. Também foi considerada a influência da frequência das respostas a maior e a menor, no valor de 0,5, quando essa resposta ultrapassa 30%.

A partir das análises por dimensões, a matriz de avaliação da governança territorial do PDRS Xingu (Gráfico 1) permite visualizar os princípios que estão mais favoráveis e os que apresentam maiores divergências no processo de gestão do PDRS Xingu.

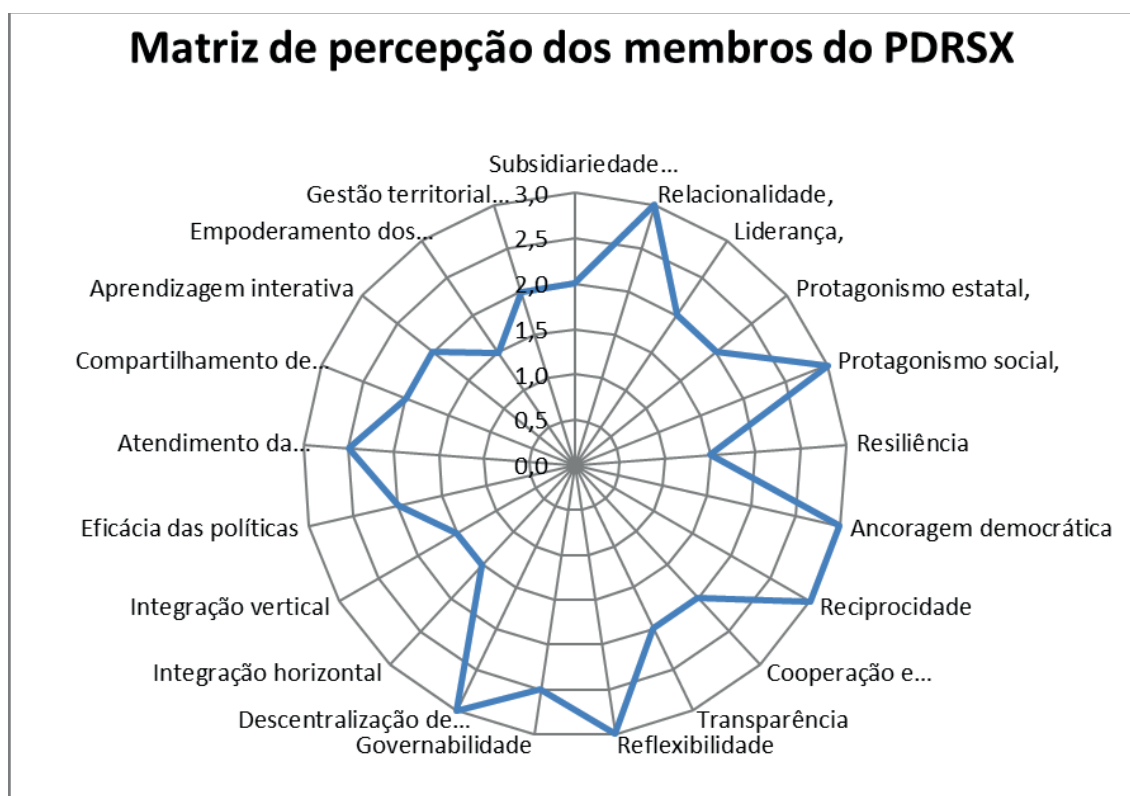


Gráfico 4 – Matriz de Percepção dos membros do PDRS do Xingu em relação as dimensões de governança territorial. Fonte: NEVES (2017).

Nota-se que os princípios de Relacionalidade, Protagonismo social, Ancoragem democrática, Reciprocidade, Reflexibilidade e Descentralização de políticas apresentaram resultados de maior consenso, de acordo com as respostas obtidas na pesquisa.

Os princípios que necessitam de maior atenção na gestão do PDRS Xingu são: a Resiliência, a Integração vertical, a Integração horizontal e o Empoderamento dos atores locais, aos quais se sugere que estejam presentes de forma equilibrada no processo de governança territorial.

Todos os princípios analisados, se incorporados pelos atores envolvidos, são caminhos de aprendizagem que podem fortalecer as relações institucionais, para que o território se torne eficiente na condução do processo de desenvolvimento territorial.

A análise geral da gestão do PDRS do Xingu revela que a dimensão que mais está presente é “Processo de decisão”, seguido da dimensão de “Atores, poderes e relações”. A “coordenação de políticas” e “resultados do processo de governança” são as dimensões que menos obtiveram consenso de positividade (Gráfico 2).

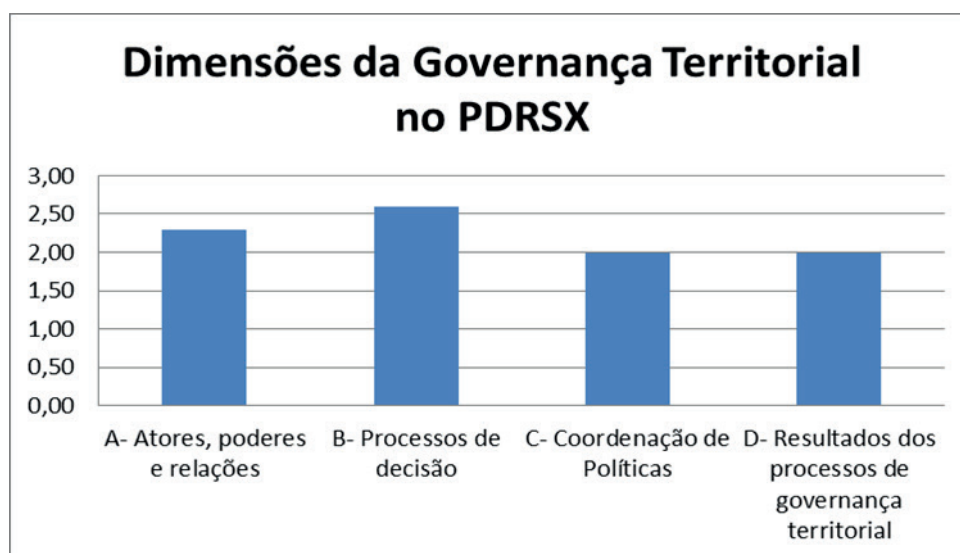


Gráfico 5 - Análise das Dimensões da Governança Territorial no PDRS do Xingu.
Fonte: NEVES (2017).

A análise desta pesquisa evidencia que para se construir uma governança territorial são necessários vários incrementos em dimensões, princípios e critérios, os quais deverão estar presentes durante os momentos da gestão social, isto é, fazer com que os atores envolvidos percebam estes princípios em suas práticas. No caso do PDRS Xingu, percebe-se que há uma grande necessidade de mudanças internas para que os benefícios do desenvolvimento regional sejam efetivamente identificados. Essa necessidade precisa ser discutida, compreendida e aplicada pelos atores e instituições representantes, como precede os conceitos de governança territorial.

De um modo geral, esta pesquisa atesta que as dimensões de governança territorial estão presentes no modelo de gestão do PDRS Xingu e que estes precisam ser cada vez mais identificados pelos membros, haja vista que estes são os atores da governança territorial.

O fato da dimensão de Resultados da Governança ter sido pouco presente nos resultados obtidos, revela que o PDRS Xingu necessita de estratégias claras para medir o fortalecimento das políticas públicas regionalizadas, para avaliar, dentro da amplitude esperada, os impactos decorrentes da construção e operação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte.

Nova governança territorial

Em 2015, foi iniciado um movimento dentro do espaço de gestão social que é o PDRS Xingu, a fim de buscar alternativas para se estudar uma “Nova Governança” do PDRS Xingu, com objetivo de que este espaço fique menos dependente do recurso financeiro da empresa Norte Energia S/A, além de ter seus mecanismos de execução de projetos mais flexíveis, acompanhando as necessidades locais. Assim foi criado um grupo de trabalho para pesquisar e estudar diferentes mecanismos de governança, desde que o novo modelo não perca a característica da gestão social, a fim de que esta dinâmica institucional seja perene.

Foram apresentados exemplos de governanças institucionalizadas públicas e privadas, mas uma das maiores fragilidades para a construção de uma governança territorial na Região do Xingu ainda é a baixa qualidade do capital humano disponível, onde é necessário o desenvolvimento de um capital intelectual com escolarização e formação profissional, para que o capital social tenha a capacidade de articulação de redes de integração comunitária e interorganizacional, visando desenvolver a habilidade de discussão e definição de consensos para o estabelecimento de objetivos coletivos.

Conforme a pesquisa de NEVES (2017), disparidade da escolaridade dos membros do PDRS Xingu pode ser um dos pontos que interferem nas dificuldades de alinhamento de pensamentos e execuções, principalmente no segmento da Sociedade Civil, conforme o Gráfico 3.

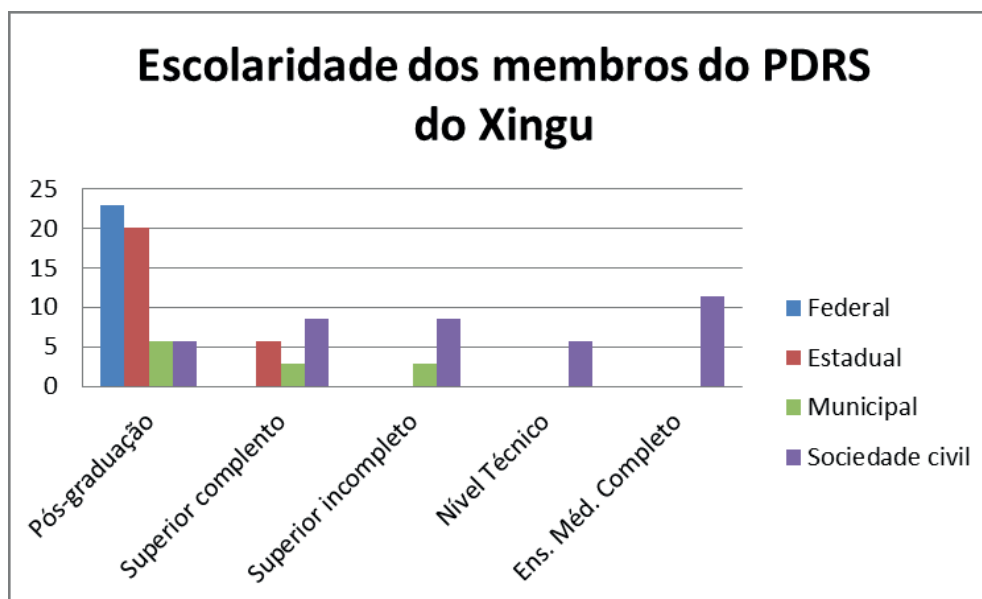


Gráfico 6 – Nível de escolaridade dos membros do PDRS do Xingu (2017). Fonte: NEVES (2017).

As alterações de governos políticos ao longo das eleições municipais, estaduais e da presidência também são momentos que provocam grandes incertezas sobre o engajamento e participação das instituições e atores envolvidos, gerando insegurança sobre a permanência deste modelo de governança territorial. NEVES (2017) diz que a efetividade de um PDRS depende de um elevado grau de coordenação institucional, de cunho político e técnico, capaz de assegurar a cooperação na relação entre uma quantidade diversificada de organizações governamentais e não-governamentais que compõem o mosaico institucional capazes de exercer uma governança.

Conclusão

A partir da construção da UHE Belo Monte, na tentativa de iniciar novas estratégias de inserção regional, culminou na criação de um espaço de negociação que permite o diálogo e a busca por novas estratégias locais de desenvolvimento, sendo criado, por imposição legal, o PDRS Xingu, um espaço de diálogo com características funcionais de gestão social, a qual tem demonstrado, por meio de pesquisa, a capacidade de promover um aprendizado coletivo na construção e execução de uma governança territorial.

As transformações sociais dos impactos de uma grande obra provocam movimentos institucionais que estimulam a participação e representatividade

das instituições públicas e, principalmente da sociedade civil, diante a importância do envolvimento, conhecimento e o protagonismo social.

Os princípios da governança territorial identificados no resultado da pesquisa permitem identificar que as relações institucionais possibilitam o enfrentamento de interesses e partilha de conhecimentos, de forma que haja uma importante curva de aprendizado no que diz respeito ao processo de tomada de decisões compartilhadas para as várias dimensões do desenvolvimento local.

Essa experiência pode contribuir, fortemente, para o debate sobre a política regional de desenvolvimento em áreas com projetos hidrelétricos, não só pela complexidade do arranjo institucional que configura a gestão social do PDRS Xingu, mas também pela aplicação dos princípios da governança territorial, que ocasionam no fortalecimento do capital social e na interação institucional necessária para um desenvolvimento territorial.

Somado ao capital social, a necessidade do fortalecimento do capital humano de uma sociedade que luta pelo seu espaço com a oportunidade de fazer a gestão de recursos financeiros previsto em contrato, o que se apresenta como um ambiente favorável para oportunizar a implementação de políticas públicas e exercitar os princípios da governança territorial, já que introduz a sociedade civil nos processos decisórios na existência de uma concertação social, pois organiza a confrontação de interesses.

Os resultados da pesquisa também demonstram que as assimetrias existentes entre os atores e instituições se evidenciam em sob a ótica das estratégias políticas, interesses, áreas de atuação e conhecimento, o que distancia entendimentos e prioridades dentro de um debate para a perenidade de uma governança territorial.

A participação, permanência e representatividade institucional são aspectos que influenciam na governança territorial, uma vez que a percepção dos membros entrevistados demonstra que a governança territorial praticada necessita de aprimoramentos nas dimensões de coordenação de políticas e resultados da governança, em que os princípios de integração vertical e horizontal foram identificados como os mais frágeis.

A descontinuidade de representantes no processo decisório na gestão social é um complicador para o diálogo contínuo e para que haja segurança na execução das ações e projetos no território. As relações institucionais

promovidas pelas constantes reuniões estimulam e fortalecem as organizações locais, e conseqüentemente o protagonismo social.

Assim, a experiência observada do PDRS Xingu como estratégias de inserção regional do setor elétrico tem pontos negativos, por ser considerado um mecanismo de amortização de conflitos, já que ainda não se consegue transbordar esta estratégia para os indicadores de desenvolvimento territorial. Entretanto, o PDRS Xingu representa um processo significativo no ponto de vista institucional, pois apresenta um instrumento condutor, sendo o Plano Regional de Desenvolvimento, recursos em um fundo financeiro e a estrutura de uma governança territorial, a qual requer princípios que estejam evidentes nas práticas da gestão social, de forma a garantir o diálogo, mais alinhado, respeitando as assimetrias, a participação social e a democracia.

Referências bibliográficas

_____. **Decreto nº 7.340, de 21 de outubro de 2010.** Institui o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável – PDRS do Xingu, o seu Comitê Gestor e dá outras providências.

_____. **Decreto no 6.047, de 22 de fevereiro de 2007.** Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional – PDRN e dá outras providências.

_____. **Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável (PDRS) e a Implantação de Usinas Hidrelétricas Estruturantes:** Relatório 01 (RT01) - Contextualização da Inserção Regional, Pesquisa da Legislação Pertinente e Análise de Indicadores Sociais. MME - Instituto Dialog/BIRD, mai. 2017.

ANEEL. **Edital de Leilão nº 06/2009 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.** 2009.

CANÇADO, A. C.; TAVARES, B.; DALLABRIDA, V. R. Gestão Social e Governança Territorial: interseções e especificidades teórico-práticas. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional.** G&DR. Taubaté, SP, Brasil. v. 9, n. 3, p. 313-353, set-dez/2013.

DALLABRIDA, V. R. **Análise social. Governança Territorial:** do debate teórico à avaliação da sua prática, Lisboa, Instituto de Ciências Sociais/Universidade de Lisboa. 2015.

_____, V. R. **Desenvolvimento e governança territorial:** um ensaio Desenvolvimento e governança territorial: um ensaio preliminar sobre a necessidade da regulação no processo de gestão do desenvolvimento gestão do desenvolvimento. REDES, 2010.

_____, V. R. e BÜTTENBENDER, P. L. **Gestão, Inovação e Desenvolvimento:** Oportunidades e desafios para o desenvolvimento da Região Fronteira Noroeste. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2007.

_____, V. R. **Governança Territorial e Desenvolvimento:** as experiências

de descentralização político-administrativa no Brasil como exemplos de institucionalização de novas escalas territoriais de governança. IPEA – Anais do I Circuito de Debates Acadêmicos, 2011.

FEARNSIDE, P. M. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras**. V. 2 – Manaus: Editora do INPA, 2015.

FILHO, H. A. A. e FONSECA, P. C D. **Instituições e Cooperação Social em Douglass North e nos Intérpretes Weberianos do Atraso Brasileiro**. Revista Estudos Econômicos. Vol 41, N° 3 – Jul-Set 2011, 551-571.

NEVES, M. B. **Hidrelétricas na Amazônia e Governança Territorial: Análise da Gestão do Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu 2013 – 2016**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (PPGEDAM), Núcleo do Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

SEMAS. **Unidades de Conservação**. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2009/11/17/9482/> Acesso em 09/11/2016.

TENORIO, F. G. **Gestão social, metodologia, casos e práticas**. 5. ed. ampl. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2007.

VAINER, C. B.; ARAUJO, F. G. B. **Grandes projetos hidrelétricos e desenvolvimento regional**. Rio de Janeiro: CEDI, 1992.

Cooperativas na Amazônia: o terceiro ator no setor da energia

**Martina Iorio, Flavia Marucci e
Sabrina Alesiani**

Introdução

A cooperação moderna tem origem no socialismo e, portanto, no desejo de resgatar as classes sociais mais pobres. De fato, o nascimento da cooperação como organização empresarial remonta ao experimento por um grupo de trabalhadores inspirados nas ideias de Robert Owen²⁰(ICA, 2018; Fairbairn, 1994).

Superando o eterno conflito entre capitalismo e cooperativismo (Marshall, 1889; Marx, 1954), o modelo cooperativo melhora o trabalho das pessoas através da adoção de habilidades típicas das empresas capitalistas como, por exemplo, habilidades de gestão, sem minar sua própria identidade. De alguma forma, através da valorização das características pessoais do trabalhador, a cooperação aumenta não apenas a sua eficiência, mas também a sua condição humana, enquanto os membros são envolvidos em processos distributivos de direitos e poderes relacionados à produção econômica (Zanotti, 2014; Zamagni, 2005).

No primeiro parágrafo, apresentamos a história das cooperativas brasileiras e investigamos sua função socioeconômica. Em seguida, no segundo parágrafo, depois de ter apresentado o sistema elétrico brasileiro, investigamos como as cooperativas poderiam funcionar no contexto elétrico da Amazônia Legal. Acreditamos que, ao implementar o modelo cooperativo, as comunidades rurais poderiam superar alguns dos obstáculos que as impediram de acessar de maneira justa à energia. A urgência de expandir o acesso por meio de cooperativas tem como objetivo melhorar o

²⁰ Eles fundaram a Sociedade Equitativa dos Pioneiros de Rochdale. Inspirou o modelo cooperativo moderno, que hoje em dia emprega 12% da população mundial nas aproximadamente 3 milhões de cooperativas em todo o mundo. Robert Owen nasceu na Inglaterra (1772-1858) e ele é considerado o pai do cooperativismo. Como pioneiro, ele viu na cooperação o terreno de uma nova ordem socioeconômica e política. Segundo Owen, o ser humano é condicionado pelo ambiente que o rodeia, por isso ele rejeitou as desigualdades sociais causadas pelo capitalismo. Owen pede uma mudança no ambiente social através de um processo pacífico e gradual e um processo moderado para conseguir uma mudança construtiva para cada indivíduo e sujeito político.

desenvolvimento humano e a distribuição de riqueza na Amazônia. No terceiro parágrafo, apresentamos alguns casos de cooperativas que já operam na Amazônia brasileira, destacando os pontos fortes dessa abordagem como uma resposta operacional às falhas do mercado. A nossa pesquisa considera aspectos econômicos e questões sociais como setores fortemente correlacionados, portanto nós afirmamos que o modelo cooperativo poderia compensar pela insuficiência institucional e pelas ineficiências do mercado e, ao mesmo tempo, empoderar as comunidades, criando novas oportunidades de emprego e inovações sociais mais inclusivas. Finalmente, nós apoiamos a ideia de que as cooperativas poderiam diminuir a discriminação social e econômica sofrida pela população rural melhorando assim o desenvolvimento humano (UN, 2015).

A história do cooperativismo no Brasil

A cultura cooperativa no Brasil remonta à colonização. Foi desenvolvida primeiro por colonos, depois por trabalhadores e imigrantes europeus. Atualmente, as cooperativas estão organizadas em vários setores cujo sucesso depende da estrutura política e jurisdicional em que eles operam (Gonçalves, 2005). Os povos indígenas que moravam no Brasil antes da colonização, viviam em sociedades de apoio e cooperação, nas quais o bem-estar coletivo era mais importante que lucro.

Mais tarde, em 1612, os missionários realizaram a primeira experiência pré-cooperativa como resultado da contaminação entre a cultura católica e as tradições indígenas. De fato, tendo realizado missões em uma estrutura organizacional tão favorável, os jesuítas começaram a desenvolver o que agora chamamos de cultura cooperativa, fortalecendo as práticas econômicas nativas baseadas no compartilhamento e no trabalho coletivo²¹. Essas experiências pioneiras de sincretismo desapareceram quando as missões religiosas perderam o controle territorial, o que contribuiu para a perda da identidade cultural dos nativos, já minada pela evangelização cristã (Gawlak & Ratzke, 2013). Durante o século XVII, muitas outras experiências de comunidade de auto-ajuda nasceram, principalmente incentivadas por

²¹ Uma das primeiras formas de sincretismo ocorreu em Paraná por comunidades jesuítas italianas e guaranis.

Colonos europeus e focalizadas na produção local²². Em 1889, a fundação da cooperativa dos Funcionários Públicos de Ouro Preto (Minas Gerais,) no setor agroalimentar, representou a primeira organização mútua brasileira reconhecida como cooperativa. Outras importantes cooperativas desenvolveram no início do século XX. Em 1902, o suíço Theodor Amstad fundou a Cooperativa Banco de Crédito em Nova Petrópolis (RS), ativa até hoje. Desde 1906, as cooperativas agroalimentares foram criadas graças à contribuição dos imigrantes alemães e italianos que reforçaram a cultura do trabalho associativo, encorajando as experiências comunitárias (Gonçalves, 2005). Essas atividades nasceram como modelos autônomos, para compensar as falhas institucionais relativas à formalização da cooperação, desde que a primeira intervenção regulatória ocorreu apenas em 1932, com o Decreto Federal nº 22.239. Um outro impulso evolutivo ao setor foi fornecido pelo governo do presidente Vargas (1930-1945) que promoveu políticas públicas para as cooperativas agrícolas: o aumento dos proveitos produtores rurais e a superavaliação da soja no mercado internacional impulsionaram o papel econômico das empresas cooperativas naqueles anos. De fato, a falta de estruturas legislativas adequadas e de meios técnicos, levaram os governos a continuar a promoção e a orientação das agro-cooperativas por meio de políticas públicas, principalmente nas áreas rurais.

Os anos 60 representaram um período de grandes transformações: novos conceitos de mercado e comercialização surgiram juntos com a necessidade de institucionalizar o movimento cooperativo (Gonçalves, 2005). Em 1969, a cooperação brasileira reconheceu a Organização das Cooperativas (OCB) como seu representante institucional. A OCB é uma entidade laica sem fins lucrativos, livre de orientação política, à qual é atribuída a defesa dos interesses da cooperação nacional. Após a criação deste órgão representativo, a estrutura jurisdicional foi implementada com a Lei nº. 5.764 de 1971, que regulamenta a disciplina cooperativa. As limitações foram superadas pela Constituição Nacional de 1988, que proibiu a interferência

²² Por exemplo, em 1847, o médico francês Jean Maurice Faivre levou colonos europeus a fundar a colônia de Tereza Cristina no Estado do Paraná. Outras organizações e sociedades de ajuda mútua nasceram desde 1850 e, apesar de não serem empresas cooperativas, deram um grande impulso ao movimento cooperativista.

estatal em associações como órgãos autônomos (OCB, 2019)²³.

Estado da arte

Em 2018, havia 6.828 cooperativas brasileiras organizadas em 13 filiais (Figura 1), com 14,6 milhões de colaboradores e 425,3 milhões de funcionários.

COOPERATIVAS NO BRASIL			
Localização	Cooperativas	Cooperadores	Funcionários
Brasil (27)	6.828	14,6 milhões	425.318
Norte (7)	1.251	290.863	11.617
Nordeste (9)	1.364	580.148	26.803
Centro-Oeste (4)	865	1.213.233	31.204
Sudeste (4)	2.438	5.457.398	129.280
Sul (3)	910	7.077.190	226.414

Tabela 9 – Dados sobre cooperativas no Brasil – 2018. Fonte: elaboração do autor a partir do Sistema OCB, 2019.

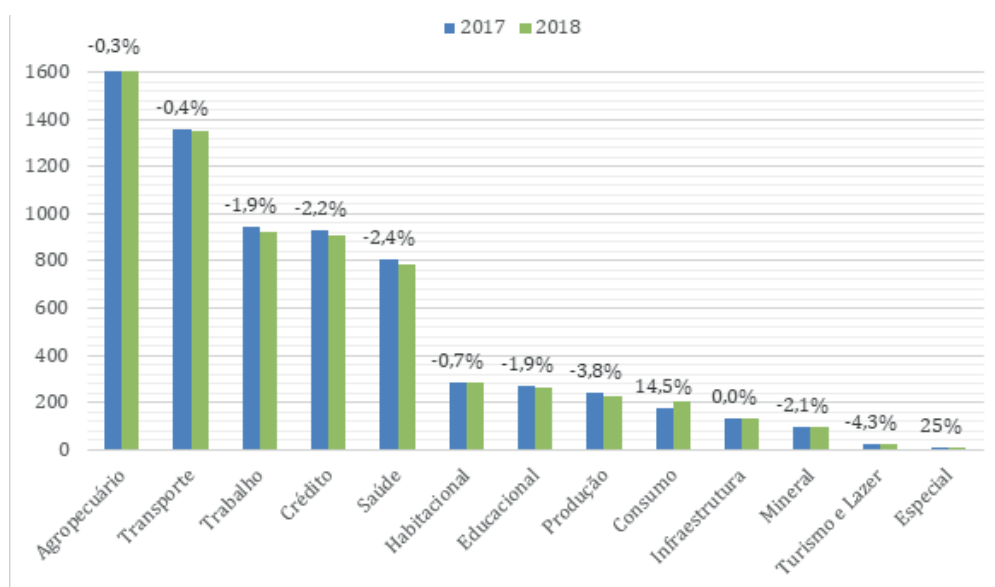


Figura 19 – Ramos cooperativos no Brasil (2017–2018). Fonte: elaboração do autor a partir do Sistema OCB, 2019.

²³ Outros acontecimentos importantes para a cooperação brasileira são: 1995. A cooperação brasileira ganhou reconhecimento internacional ao ser eleita para a Aliança Internacional das Cooperativas (AIC); 1998. Foi criada o Serviço Nacional de Aprendizagem do Cooperativismo (Sescoop), com a tarefa de propiciar o desenvolvimento, organização, promoção, educação, capacitação, assessoria e fiscalização das cooperativas brasileiras; 2002. O reconhecimento legal do Instituto de Empresas Cooperativas resulta no Código Civil reformado, Capítulo VII do título II; 2005. A formação do Sistema OCB foi concluída com a criação do Conselho Nacional das Cooperativas (CNC) e do Conselho Nacional das Cooperativas (CNC) (OCB, 2017).

líquidos (R\$ 100,3 milhões) (Sistema OCB, 2019). O setor cooperativo mais importante é o agroalimentar, pois o Brasil é um dos principais produtores e exportadores de matérias-primas do mundo. Entre as produções nacionais com maior participação cooperativa, destacam-se a do malte (31%) e a de amendoim (17,60%) (Sistema OCB, 2019). O setor menos desenvolvido é o das infraestruturas, com menos de 200 unidades. Esse número, estável ao longo do tempo sugere que o seu potencial foi em grande parte inexplorado em 2018, especialmente na região Norte (Figura 3).

É interessante notar que, apesar das condições socioeconômicas do país, as cooperativas sociais são as últimas em termos de número. De fato, o aumento de 25% entre 2017 e 2018 decorreu da criação de apenas duas cooperativas, que ampliaram as 8 cooperativas já existentes, tendo em vista a ausência total na região Sudeste (Figura 3) (Sistema OCB, 2019). Em 2018, uma equipe de trabalho nomeada pelo Conselho da OCB começou a trabalhar a uma nova taxonomia dos 13 ramos da cooperação brasileira, com o objetivo de aumentar a sua representatividade. Em 2019, a OCB aprovou a reorganização em 7 agências. O novo acordo operacional não modifica a prática das cooperativas, que é regulamentada pela Lei 5.764 / 1971 (Tabela 2). A cooperação brasileira teve a oportunidade de se reinventar e desenvolver maior autonomia organizacional, a fim de contribuir para a construção duma sociedade democrática, produtiva e socialmente correta. Para que esse processo suporte o desenvolvimento, acreditamos que seja necessário levar em consideração a importância da infraestrutura. A criação de cooperativas de infraestrutura começou em 1941 para fornecer aos membros serviços básicos como energia, telecomunicações e saneamento. Desde a década dos anos 70, houve um boom no setor das cooperativas elétricas, que tiveram um papel importante no desenvolvimento da seção. Atualmente, o setor elétrico é composto por cooperativas de distribuição e cooperativas de produção. O número destas cooperativas diminuiu de 280 unidades na década de 1990 para 69 em 2018, devido à sua incorporação por o Sistema Brasileiro de Eletricidade (SEB)²⁴. Entre essas cooperativas, a produção em pequena escala desempenha um papel muito importante no desenvolvimento do território. De fato, além de melhorar a capilaridade da eletrificação, a produção em pequena escala baseia-se principalmente no uso de fontes renováveis.

²⁴ É composto pelo Sistema Nacional Interligado (SIN) e pelo Operador Nacional de Sistema Energético (ONS).

RAMOS ATÉ 2018	DESCRIÇÃO	NOVO ARRANJO 2019	FUSÃO DE RAMOS
Agropecuário	Agricultores e pescadores. Compra de sementes e outros insumos; suporte na coleta, armazenamento, transformação e venda.	Ainda existente	-
Consumo¹	Compra de produtos e / ou serviços para seus associados (supermercados, farmácias), buscando vantagens financeiras. Garante descontos e preços mais baixos. Aberto (que admite quem quisesse participar) ou fechado (um grupo específico de pessoas, caracterizado pela mesma habilidade cooperativa ou profissional).	Ainda existente (ampliado)	<i>Ampliado com:</i> Educação; Turismo e lazer.
Crédito	Associação de pessoas que buscam atender suas necessidades econômicas e financeiras (instituição financeira). Acesso mais fácil e barato aos instrumentos do mercado financeiro; menos burocracia; taxas de juros menores.	Ainda existente	-
Educação	Professores; pais; alunos. Melhorar a qualidade da educação; treinamento de cidadania ativa.	Apagado (Dividido)	<i>Dividido entre:</i> Consumo; Bens e serviços ²
Habitacional	Fundadas em 2006, as cooperativas habitacionais são organizações que têm como objetivo oferecer moradias de classe econômica a preço de custo.	Apagado (Integrado)	<i>Integrado em:</i> Infraestrutura ³

Infraestrutura	Prestação de serviços essenciais à população, como energia e telefonia.	Ainda existente (ampliado)	<i>Ampliado com:</i> Habitacional
Mineral	Mineiros que vêm de várias regiões do país e se reúnem para buscar, extrair, transformar, comercializar, importar e exportar produtos minerais. Fornece cuidados de saúde, alimentação e educação para seus membros.	Apagado (Integrado)	<i>Integrado em:</i> Bens e serviços ²
Produção	É a essência da economia mútua, composta por trabalhadores para a produção de bens e serviços. Não existe um único proprietário e tudo o que é usado e produzido pelos membros é propriedade deles.	Mudança de nome (ampliado)	<i>Novo nome:</i> Bens e serviços ²
Saúde	Médicos e profissionais de saúde; cuidados de saúde aos cooperadores.	Ainda existente	-
Especial (social)	Proteger o direito das pessoas com necessidades especiais: deficiências mentais, físicas ou sensoriais. Inclui: viciados em drogas, prisioneiros e condenados a medidas alternativas. Ajuda famílias com menores em idade de trabalho (ativos), em condições de pobreza econômica, social ou afetiva, a favorecer seu acesso ao mercado de trabalho, por meio de treinamento e facilitando a autonomia.	Apagado (integrado)	<i>Integrado em:</i> Bens e serviços ²
Trabalho	São cooperativas formadas pela associação de profissionais dedicados ao fornecimento de bens e serviços.	Apagado (integrado)	<i>Integrado em:</i> Bens e serviços ²

Transporte⁴	Motoristas (para mercadorias ou passageiros); a propriedade dos veículos não é obrigatória	Ainda existente	-
Turismo e lazer	Prestadores de serviços nas áreas de turismo, lazer, hospedagem, esporte e entretenimento.	Apagado (dividido)	<i>Dividido entre: Consumo; Transporte⁴.</i>
¹ Incorpora parte dos ex-ramos de “educação” e “turismo e lazer”. Inclui cooperativas formadas por pais envolvidos na prestação e gerenciamento de serviços educacionais e cooperativas de consumo para serviços turísticos.			
² Fornecer serviços / bens especializados a terceiros. Inclui ex-ramos: “mineral”, parte de “turismo e lazer”, parte de “educação”, “especial” e “trabalho”.			
³ Formada por cooperativas que prestam serviços de infraestrutura a seus membros, como geração e distribuição de eletricidade.			
⁴ A reforma proposta também abrange as atividades de transporte turístico.			

Tabela 10 – O novo arranjo dos ramos cooperativos no Brasil – 2019. Fonte: elaboração do autor a partir do Sistema OCB, 2019.

Cooperativas na Amazônia

O estudo dos serviços públicos e dos mercados de energia sempre leva ao antigo debate sobre a identificação de sua melhor gestão, escolhendo entre estado e mercado. A empresa cooperativa é um ator-chave nesse debate como terceiro ator capaz de combinar a produtividade econômica típica das empresas privadas, com a eficácia social, que é, por sua vez, o principal objetivo das empresas públicas (Monni et al., 2016).

Originariamente, o cooperativismo energético foi a resposta às falhas nas áreas periféricas: está suficiente pensar nas barragens construídas no século XX por comunidades isoladas nos Alpes italianos e austríacos, ou nas barragens que contribuíram para a eletrificação rural dos Estados Unidos (Monni et al., 2016). O mesmo tipo de cooperativas que, no século passado, criou um aumento no acesso à energia, representa hoje uma ferramenta importante para implementar energias limpas e renováveis. Este é o caso da Alemanha e da Grã-Bretanha, onde a implementação das fontes alternativas melhorou as condições socioeconômicas que foram oferecidas por organizações de ajuda mútua (Bernardi, 2007). A falta de acesso foi o impulso para o desenvolvimento da cooperação ocidental no campo da energia. Apesar de tudo, o setor energético brasileiro sofre com essa falta

ainda hoje. As áreas mais remotas da Amazônia sofrem pela ineficácia das políticas de inclusão e pela corrupção do governo. Esses fatores, combinados com a ambição implacável do capital privado, parecem ter preparado o setor de energia para a intervenção quase necessária dum terceiro ator (Yadoo & Cruickshank, 2010).

O sistema energético Brasileiro

GERAÇÃO ELÉTRICA (2019)	Nº DE PLANTAS	POTENCIAL INSTALADO (KW) ⁴	% DA GERAÇÃO ELÉTRICA BRASILEIRA TOTAL
Todas as fontes	7.451	165.468.429	100%
UHEs ¹	217	102.532.178	61,9%
PCHs ²	425	5.270.499	3,2%
CGHs ³	704	720.211	0,4%
Tot. hidrelétrico	1.346	108.522.888	65,6% ⁵
¹ Usinas Hidrelétricas (>30Mw); ² Pequenas Usinas Hidrelétricas (<30Mw e >5Mw); ³ Centrais Geradoras Hidrelétrica (até 5Mw) (Fonte: ANEEL, 2019a).			
⁴ Elaboração realizada pelos autores com base na “capacidade autorizada” declarada no ato outorga do projeto (Fonte: ANEEL, 2019a).			
⁵ Segundo os relatórios oficiais da ANEEL, a participação da energia hidrelétrica na matriz elétrica brasileira é de cerca de 60%. Isso ocorre porque, geralmente, as PCHs e CGHs são listadas entre as “outras renováveis” em vez que no “Tot. Hidrelétrico” (Fonte: ANEEL, 2019a).			

Tabela 11 – Geração de hidroeletricidade por dimensão. Fonte: elaboração do autor a partir de ANEEL, 2019^a.

O sistema energético brasileiro é um dos mais renováveis do mundo, mais ainda fortemente centralizado. De fato, embora nos últimos anos estejam sendo feitos esforços para melhorar a segurança energética (Gomez & Silveira, 2010) por fontes diferenciadoras, a matriz elétrica do país ainda é composta por mais da metade por hidrelétricas, com forte dependência de grandes usinas (LHPs), que produzem cerca de 60% da eletricidade total, representando apenas os 3% das usinas do país (ANEEL, 2019a) (Tabela 3).

Além disso, a enorme rede nacional de transmissão, ou seja, o Sistema

Interligado Nacional (SIN) que transmite energia por todo o país, não atinge as áreas rurais, principalmente na Amazônia brasileira (ANEEL, 2019c) (Figura 2). Esse sistema centralizado tem muitas desvantagens, alguns relacionados às fontes, outros à logística complexa (Shaller, 2008). A produção de energia está fortemente sujeita à imprevisibilidade ambiental, devida à prevalência da energia hidrelétrica, e isso cria insegurança energética²⁵ (Pereira et al., 2010).

Outras desvantagens são os impactos sociais e ambientais, principalmente relacionados ao grande tamanho das instalações (Iorio, 2019; Caravaggio et al., 2017). De fato, muitos estudos questionam a suposta sustentabilidade ambiental de grandes hidrelétricas, uma vez que são uma fonte de emissões CO₂ e termelétricas.

Além disso, a apropriação das terras, especialmente nas áreas rurais da Amazônia, também ameaça a estabilidade social e a biodiversidade (Winemiller et al., 2016; Lees et al., 2016; Tundisi et al., 2014; McCormick, 2010). A gênese do modelo energético brasileiro é resultado de privatizações iniciadas pelo presidente Cardoso (1995–2002) com o objetivo de atrair capital privado nacional e internacional, que fez do Brasil um dos principais países da América Latina e do mundo para investimentos diretos estrangeiros - IDE (Traspadini, 2014). De fato, aproveitando a abundância de recursos naturais, especialmente água e minerais, em 2018, os IDE para o Brasil aumentaram de 8%, atingindo US \$ 63 bilhões, especialmente graças ao influxo significativo no setor de energia (UNCTAD, 2018). O grande sucesso econômico do Brasil é bilateral, pois representa uma ameaça para a população e o ambiente, com maior risco no caso de investimentos no setor de energia. Um bom exemplo é a usina hidrelétrica de Belo Monte: construída durante o mandato da presidente Dilma, se caracterizou pelas desapropriações e pela sua falsa participação (Fearnside, 2017; Hall & Branford, 2012). No enquanto, o novo presidente Bolsonaro parece continuar e intensificar esse processo de expropriação de terras, e não apenas para fins energéticos (Blunck, 2019).

²⁵ Os climas tropicais alternam a estação chuvosa com o período seco, mas muitos eventos climáticos estão se tornando imprevisíveis por causa das mudanças climáticas. Um exemplo de risco de energia, isto é, insegurança, é o apagão sofrido por algumas cidades no sul do Brasil e Paraguai devido a uma interrupção de serviço pela usina de Itaipu, devido a uma tempestade em 2009.

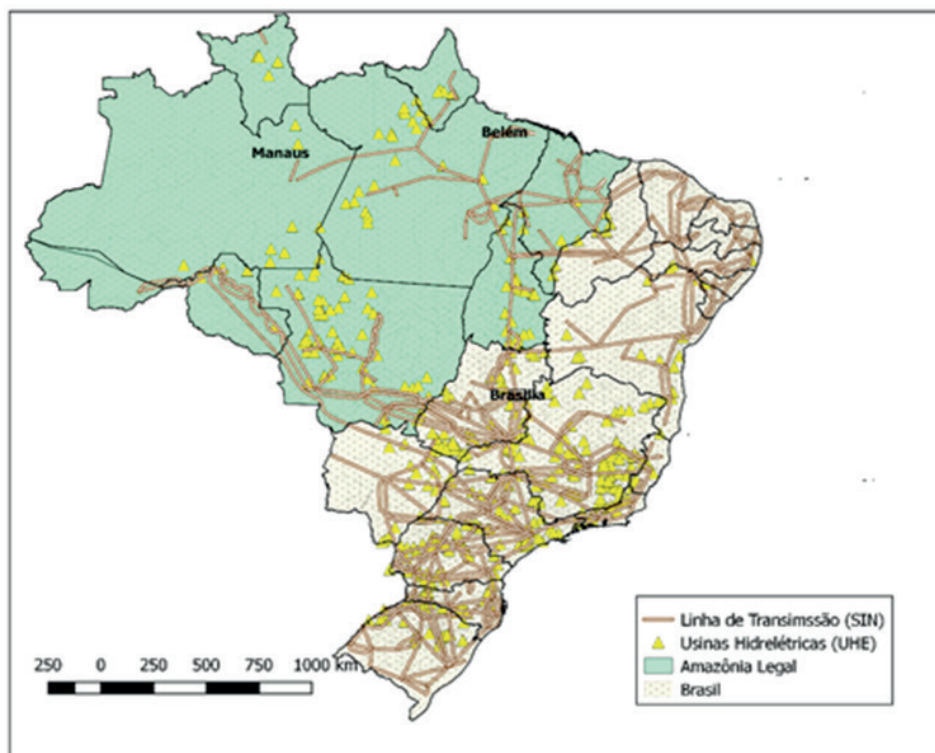


Figura 20 - Linha de transmissão de energia e UHEs no Brasil. Fonte: elaboração do autor a partir de ANEEL, 2019c.

No entanto, o enorme e avançado sistema energético brasileiro ainda apresenta falhas como ele é instável, centralizado, sujeito à pressão do grande capital e propenso à corrupção. Para essas razões, está enfrentando um nível insustentável de falta de acesso, sobretudo no setor de consumo doméstico. Em vez de expandir a produção de energia, a universalização do acesso deveria ser prioritária pelo governo. Para fazer isso, áreas periféricas devem ser alcançadas (especialmente as próximas a grandes hidrelétricas) expandindo tanto a transmissão quanto a linhas de distribuição e evitando as perdas durante o transporte de energia, a fim de reduzir os custos logísticos (eficiência da rede). Além disso, é necessário tornar acessível o custo da energia produzida pelas instalações maiores, desde que o valor depende das políticas públicas mais focadas em facilitar as empresas do que o consumo das famílias²⁶(ANEEL, 2019b).

Onde tal extensão não é viável, os governos²⁷ devem, pelo menos, criar as condições para a implementação de pequenas usinas menores,

²⁶ As tarifas de eletricidade nos estados da Amazônia Legal são superiores à média nacional (ANEEL, 2019b). As classificações são disponíveis em: <http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>

²⁷ Considerando os três níveis principais de administração do Governo Brasileiro, de nacional a local: no nível da Federação, no nível dos Estados e no nível do município.

inclusive autônomas, ou seja, isoladas do SIN. Nesse sentido, a criação de um ambiente favorável ao investimento em pequenas instalações sustentáveis e limpas (evitando o problema do impacto de grandes barragens) tem que ser considerada, ao fim de agradar a pressão internacional de mudar de fontes renováveis em fontes limpas e sustentáveis²⁸ (UN, 2015).

A derrota da eletrificação rural

A intervenção pública tem que apoiar a descentralização da produção de energia de maneira mais previdente do que no passado, onde programas federais como Prodeem e Luz para Todos estavam em contradição uns com os outros para fins de intervenção (Schaller, 2005).

O Prodeem era um programa de instalação de sistemas fotovoltaicos proposto e administrado pelo Ministério de Minas e Energia (MME) em 1994. O programa quis atingir as comunidades rurais, isoladas da rede centralizada, fornecendo-lhes sistemas fotovoltaicos e micro instalações hidrelétricas. Foi uma intervenção descendente (top down), totalmente dependente de equipamentos importados e isso causou problemas na fase de operação e manutenção²⁹. Assim, o Prodeem não conseguiu atender às necessidades das áreas rurais nem fornecer uma intervenção a longo prazo (Almshqab & Ustun, 2019; Van Els et al., 2012). Posteriormente, em 2003, foi implementado o programa federal *Luz para Todos* com o envolvimento de intervenções públicas e privadas, ou seja, foi executado principalmente por meio da Eletrobras S.A. Em princípio, *Luz para Todos* deveria se concentrar na extensão da linha nacional, mas como existem áreas difíceis de alcançar, foi escolhido de testar a descentralização, especialmente na região amazônica. Os novos projetos descentralizados levaram novos desafios operacionais e tecnológicos que foram enfrentados por uma espécie de abordagem de “quádrupla hélice”, ou seja, através da parceria com instituições acadêmicas e uso de fontes renováveis (Gouvea et al. 2013; Etzkowitz e Carvalho de Mello, 2004). Com o envolvimento da comunidade e os esforços conjuntos das instituições governamentais e de pesquisa, a iniciativa alcançou um grande número de cidadãos em apenas 6 anos (Almshqab & Ustun, 2019; Van Els

²⁸ A energia hidrelétrica em grande escala sempre foi considerada renovável. No entanto, as pesquisas da década de 90, focadas principalmente na Amazônia, trouxeram à tona sua insustentabilidade em vários níveis (Caravaggio & Iorio, 2016). “outras energias renováveis” refere-se às usinas fotovoltaicas, eólicas e pequenas hidrelétricas, excluindo definitivamente as grandes hidrelétricas.

²⁹ De fato, o 46% dos sistemas instalados foram extraviados/perdidos e 36% foram instalados corretamente, mas logo pararam de funcionar (Van Els et al., 2012).

et al, 2012).

Em resumo, o Prodeem pretendia apoiar a disseminação de plantas renováveis e limpas, enquanto o Luz para Todos tinha o objetivo de eletrificar o país. No primeiro, o foco da intervenção era a disseminação de plantas sustentáveis que, uma vez implementadas, sofreram a baixa qualidade dos materiais utilizados e a falta de gerenciamento adequado. O último obstáculo também destaca o problema da falta de capital humano nas áreas rurais e isso parece ter um impacto muito negativo no processo de desenvolvimento (Van Els *et al.*, 2012). No outro programa, as estatísticas sobre eletrificação urbana e rural ainda são ambíguas, lembrando também que não há especificação sobre a sustentabilidade das fontes de energia usadas para atingir esse objetivo (UNDP, FJP & IPEA, 2013; Schaller, 2005). A universalização do acesso à energia desempenha um papel importante na redefinição da posição internacional do País em termos de desenvolvimento humano e da região amazônica na Federação (Iorio, 2019). Nesse contexto, resultante da intervenção pública e privada, é possível fazer algumas observações a favor das contribuições positivas do modelo cooperativo. A experiência cooperativa, como uma ferramenta de baixo para cima com alto valor de agência, sugere uma interessante resposta para as falhas do abordagem de cima para baixo. Primeiro, as cooperativas podem desempenhar um papel crucial em implementar, até sugerir estratégias de eletrificação graças ao conhecimento das peculiaridades ambientais e sociais da área em que se baseiam. Em segundo lugar, o envolvimento da comunidade é necessário para garantir a sustentabilidade a longo prazo. De fato, mesmo quando o estado intervém para compensar as falhas do mercado, a abordagem ascendente de cima para baixo não garante a duração do programa em caso de falta de competências e qualificações técnicas locais, como aconteceu no caso do programa Prodeem (Almshqab & Ustun, 2019; Van Els *et al.*, 2012). Para responder de forma eficiente para esses requisitos, agentes multidisciplinares devem estar envolvidos, seguindo um processo de hélice quádrupla. Além de apoiar o aumento do capital humano em nível local³⁰, o governo também deve

³⁰ A educação (fatores pessoais) pode desencorajar ou facilitar a participação individual. Pessoas educadas são mais propensas a se tornarem membros e membros com alta escolaridade têm mais probabilidade de influenciar a eficácia empresarial das cooperativas. As condições e infraestruturas climáticas (fatores ambientais) podem afetar as atividades cooperativas, por exemplo nas áreas remotas, a população confia nas ações das cooperativas para compensar a falta de infraestruturas. Finalmente, normas sociais, ou seja, más práticas como os fatores sociais, têm um papel crucial: por exemplo, costumes igualitários promovem o empoderamento e a participação das mulheres (Vicari, 2014; Vicari & De Muro, 2012).

promover uma sinergia com empresas privadas e instituições de pesquisa acadêmica para fornecer a eletrificação universal através de mudanças sustentáveis (Gouvea *et al.* 2013; Etzkowitz & Carvalho de Mello, 2004).

Reproduzindo a evolução histórica da cooperação na Europa, as cooperativas de energia deveriam primeiramente, contribuir para a eletrificação das áreas rurais no Brasil e, em seguida, contribuir para a implementação de energia limpa e renovável, conforme com os compromissos internacionais no campo do meio ambiente. No entanto, deve-se notar que muitas áreas remotas, isoladas da rede de distribuição, já estão eletrificadas com fontes renováveis e não limpas, inseguras do ponto de vista da oferta e da saúde e portanto, precisam de uma mudança para fontes mais sustentáveis (Gomez & Silveira, 2010).

Portanto, o contexto histórico, econômico e energético do Brasil impulsiona o processo de universalização da eletrificação através da empresa cooperativa e da transição para a limpeza e energia renovável simultaneamente (Van Els *et al.*, 2012; Goldemberg *et al.*, 2004).

O desafio enfrentado pelas cooperativas

A dificuldade de eletrificar as áreas rurais prejudica o desenvolvimento dessas mesmas áreas, como no caso da Amazônia Legal, uma das áreas mais rurais do Brasil (IBGE, 2019). A ausência de eletricidade afeta negativamente as condições de vida e acentua as desigualdades sociais (UN, 2015). Ao universalizar a eletrificação, essas comunidades obteriam uma melhor qualidade de vida e níveis mais altos de atividades econômicas. É importante reconhecer que as políticas destinadas a reduzir a pobreza e a desigualdade permeiam a educação e a saúde, ambas diretamente relacionadas à disponibilidade de eletricidade. Além disso, o uso de fontes de energia modernas promete um fornecimento regular (de energia) e uma maior sustentabilidade econômica (Pereira *et al.*, 2010). Portanto, o acesso regular e limpo é a chave para o desenvolvimento rural sustentável³¹, enquanto a implementação de redes de energia baseadas em fontes renováveis e autônomas pela rede nacional é crucial para impulsionar o desenvolvimento comunitário (VanEls *et al.*, 2012). No entanto, a eletrificação rural é um campo muito caro e pouco atraente para investimentos. As empresas de eletricidade existentes estão mais focadas em fornecer energia aos centros

³¹ No sentido mais amplo, ou seja, de longa duração nos níveis ambiental, social e temporal.

urbanos ou produtivos, excluindo o apoio a eletrificação rural (Barnes, 2011). Por um lado, o isolamento físico, assentamentos de baixa densidade e consumo mínimo de energia aumentam o custo per capita de distribuição e manutenção por kWh. Por outro lado, os programas que visam expandir o acesso à energia elétrica têm mostrado um progresso lento em todo o mundo, principalmente devido aos altos custos associados à extensão de redes e ao desenvolvimento de sistemas descentralizados (Barnes, 2011; Pereira *et al.*, 2010). Ao contrário, as cooperativas de orientação sociais são mais adequadas para contribuir com as condições de vida, mesmo que as margens de lucro permaneçam mínimas. Não é por acaso que as cooperativas tiveram um papel crucial na eletrificação rural em todo o mundo, atendendo consumidores negligenciados pelos sistemas nacionais (Zamagni, 2005). Atualmente, mesmo que o Brasil tenha prestado atenção significativa às cooperativas nas políticas nacionais de desenvolvimento, as cooperativas rurais no setor de energia não são homogeneamente distribuídas pelo país, especialmente na Amazônia (Figura 3). As cooperativas de eletrificação são um modelo de empresas centradas na comunidade. Eles demonstram profunda compreensão local, promovendo o desenvolvimento local por meio de novas parcerias comunitárias. Eles promovem a participação igual e fortalecem as populações rurais, são governados democraticamente, são socialmente orientados e regulados de perto por seus consumidores e, portanto, oferecem uma alternativa atraente ao setor público, que muitas vezes se revela ineficaz, evitando também o envolvimento dos privados (Yadoo e Cruickshank, 2010). As cooperativas podem se beneficiar das forças de auto-regulação derivadas da responsabilidade direta com sua base de clientes, melhorando a eficiência e a eficácia. A capacidade de ser autônoma deriva diretamente do envolvimento ativo dos atores locais e fornece uma solução para a derrota do projeto de estender a rede nacional. De fato, a descentralização ajuda a ampliar a prestação de serviços de energia, que é uma ferramenta eficaz para facilitar os processos de desenvolvimento (Vicari & DeMuro, 2012; Yadoo & Cruickshank, 2010).

Essas melhorias são garantidas pela participação e gestão democrática do modelo cooperativo. Os membros podem expressar a opinião deles e sugerir melhorias para satisfazer as necessidades dos usuários de três maneiras: (i) abordando diretamente o problema e fornecendo serviços diretamente necessários; (ii) demandar ativamente e negociar com instituições públicas e (iii) cooperar com outras organizações para atender às suas necessidades

(Vicari, 2014).

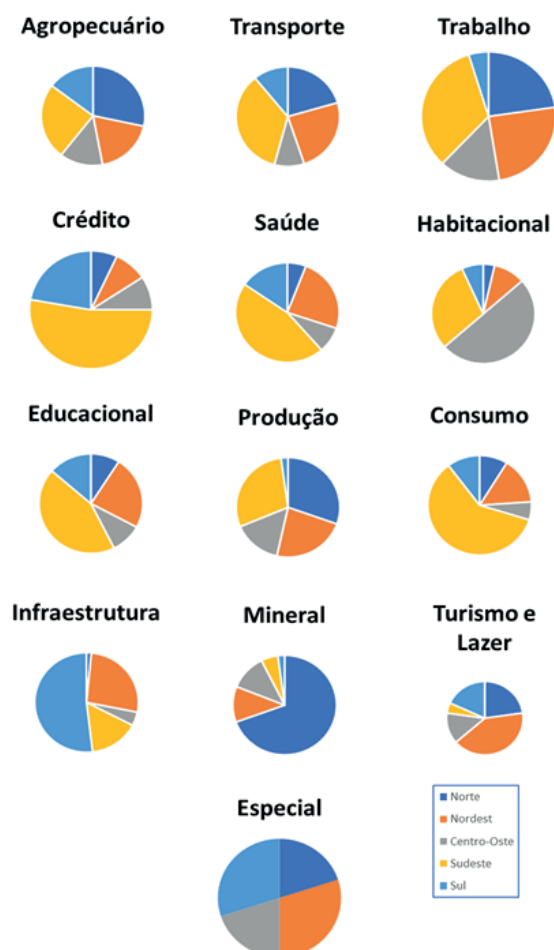


Figura 21 - Ramos cooperativos por região. Fonte: *Author's elaboration from OCB System, 2019.*

Embora não haja dados precisos sobre a quantidade exata de domicílios sem serviços de eletricidade, os estudos do Van Els et. al (2012) mostram que em 2012 havia milhares de pequenas aldeias, assentamentos e comunidades na Amazônia sem (alguma forma de) serviço regular de eletricidade. É muito comum nessas aldeias ter um gerador a diesel que fornece às aldeias uma forma precária de eletricidade por algumas horas por dia (geralmente das 18h às 22h), através de uma micro-rede mantida pela própria aldeia, às vezes com algum apoio financeiro das autoridades municipais ou estaduais (Van Els et al., 2012). Portanto, recomenda-se que os formuladores de políticas de eletrificação rural, doadores, planejadores de projetos e implementadores promovam cooperativas locais e incentivem outras organizações comunitárias de base social a se envolverem na prestação de serviços de eletricidade em áreas rurais (Vicari, 2014; Yadoo & Cruickshank, 2010). Particularmente

adequados a esse plano de longo prazo são as energias sustentáveis e as novas tecnologias em pequena escala.

Estudos de caso

A Amazônia Legal é a maior divisão sócio-geográfica do Brasil, incluindo os sete estados da região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), bem como o estado de Mato Grosso e a região nordeste do Maranhão, foi criado em 1953 com o objetivo de promover seu desenvolvimento (IBGE, 2019). Apesar dos objetivos de desenvolvimento do governo, a Amazônia Legal ainda está longe de atender ao padrão de vida brasileiro, principalmente devido à falta de eletrificação, notoriamente conhecida como veículo de desenvolvimento (UN, 2015; PNUD, FJP & IPEA, 2012).

COOPERATIVAS DE ENERGIA			
Localização	Cooperativas	Cooperadores	Funcionários
Brasil (27)	135	1.031.260	5.824
Amazônia Legal (9)	3	1.276	10
Acre (AC)	0	0	0
Amapá (CP)	0	0	0
Amazonas (AM)	0	0	0
Maranhão (MA)	0	0	0
Mato Grosso (MT)	1	1.253	10
Pará (PA)	1	23	0
Rondônia (RO)	1	0	0
Roraima (RR)	0	0	0
Tocantins (TO)	0	0	0

Tabela 12 - Cooperativas de energia na Amazônia brasileira. Fonte: elaboração do autor a partir do Sistema OCB, 2019.

Como mencionado, as cooperativas são uma ferramenta útil para criar desenvolvimento. Especificamente cooperativas de energia, com suas externalidades positivas, operam em áreas rurais. No entanto, devido a alguns impedimentos, como falta de capital humano e habilidades gerenciais, não existe um sistema capilar de cooperativas na Amazônia brasileira e é difícil

monitorar a atividade das cooperativas existentes devido à falta de dados. Por esse motivo, este parágrafo não pretende fornecer uma lista exaustiva das cooperativas existentes, mas deseja ilustrar as práticas positivas de algumas das cooperativas existentes nos estados Amazonas e Pará, os dois maiores estados da Amazônia Brasileira (Tabela 4).

CAMTA

A *Cooperativa Agrícola de Tomé-Açu (C.A.M.T.A)* é a primeira cooperativa agrícola estabelecida no estado do Pará. Fundada em 1931, atualmente tem 131 membros e registra mais 1.800 pequenos produtores, com programas de treinamento e outros projetos que geram cerca de 10 mil empregos diretos e indiretos na região de Tomé-Açu (C.A.M.T.A., 2019).

A C.A.M.T.A, primeira cooperativa de hortaliças da região amazônica, foi criada pelas primeiras famílias japonesas que chegaram no município de Acará. Apesar dos problemas iniciais, eles expandiram as rotas comerciais até a cidade de Belém (Pará) e, após a segunda guerra mundial, começaram a cultivar e exportar pimenta preta, o “diamante negro” da economia amazônica. Nos anos 70, o cultivo de pimenta preta estava ameaçado por doenças e inundações, portanto, os membros da cooperativa, a fim de proteger a produção, implementaram o Sistema Agroflorestal, um modelo de agricultura sustentável praticado até hoje. Além disso, a sustentabilidade teve um papel crucial no C.A.M.T.A. quanto à gestão cooperativa em geral e vários projetos têm sido implementados para garantir isso ao longo do tempo. Como exemplo, o projeto Bom Plantio, envolvendo aproximadamente 210 pequenos produtores locais, fornece suporte técnico para ajudar a aumentar a qualidade e quantidade de seus produtos, evitando novos desmatamentos (Albuquerque, 2017). A implementação de novos modelos de produção e o suporte técnico à sustentabilidade é um exemplo válido de como as cooperativas podem ser mais resilientes que as empresas. Seu entendimento local se tornou mais aberto às mudanças, desde que o compromisso ambiental sempre coincidiu com a proteção do padrão de vida local. Observe que o ramo agrícola é o mais antigo do Brasil e o mais difundido hoje no Pará. Portanto, dadas as características do território, não é estranho que uma cooperativa agrícola fundada na década de 1930 tenha se tornado num concorrente nacional.

Ceara

A *Cooperativa Energética e Agro-extrativista Rainha do Açaí (CEARA)* foi criada em Manacapuru (Amazonas), em 2005, pelo pesquisador Ruben Souza da Universidade Federal de região amazônica (UFAM). Foi apoiado pelo projeto Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia (NERAM), projeto financiado pelo programa *Luz para Todos*. A CEARA representa um exemplo interessante devido à sua dupla identidade: por um lado, é uma cooperativa agrícola focada na produção e comércio de açaí³²; pelo outro, é uma cooperativa de eletrificação que gera eletricidade a partir da biomassa produzida pelos resíduos de açaí (Rodrigues et al, 2006). O objetivo era implementar uma espécie de modelo de economia circular. Eles são envolvidos em uma atividade econômica tradicional e, no entanto, a cooperativa agrícola também possui um subproduto que é a eletricidade gerada pela gaseificação da biomassa derivada do açaí. Ambos os produtos abordam dois grandes problemas para a comunidade do Manacapuru: baixos rendimentos da produção de açaí e necessidade de uma gestão mais eficiente e geração de energia sustentável. Os membros da CEARA perceberam que, embora a produção de energia fosse superior ao esperado, não poderia satisfazer inteiramente as necessidades da comunidade, eles começaram uma comunicação aberta e honesta com os atores públicos, solicitando subsídios estatais e pedindo o suporte de projetos similares (Rodrigues et al, 2006). Faz sentido para o governo responder positivamente a esta solicitação. De fato, o modelo cooperativo possui externalidades muito positivas, enquanto o experimento de atividades combinadas parece estar constantemente em risco quando não é suportado por intervenção pública. Contudo, na ausência de trabalho de campo, é difícil monitorar os resultados da CEARA por causa de falta de dados. Em conclusão, a estratégia de uma cooperativa como esta última, deveria considerar a importância de desenvolver uma comunicação mais favorável, para melhorar a transparência, aumentar a probabilidade de ser apoiado financeiramente e também de impulsionar seus próprios negócios, como no virtuoso caso da C.A.M.T.A.

COOPER

Em 2016, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) incentivou a geração privada e de energia, também através da criação de novas

³² Palmeira cultivada por seus frutos (açaí).

cooperativas de energia. Em menos de um ano, mais de 8,3 milhões conexões privadas foram criadas e começaram a fornecer energia no país todo (Sinimbu, 2017). Entre essas unidades de geração, a Cooperativa Brasileira de Energia Renovável (COOBER), de Paragominas (Pará), apresenta características interessantes.

Desde a sua criação em 2016, a COBER promove e implementa painéis solares, não apenas para os membros da cooperativa, mas também para quem busca fontes de energia sustentável e descentralizada (Quadros, 2019). Ao optar em promover a energia solar em áreas rurais remotas, eles querem apoiar modelos energéticos descentralizados e sustentáveis para melhores condições de vida. Em particular, COOBER busca quebrar o status energético, transformando usuários em produtores de energia e fornecendo uma rede de energia mais eficiente e mais barata (Sinimbu, 2017).

A energia solar é uma fonte de energia renovável e limpa, sem poluição do ar ou da água. Pode ser instalados em comunidades remotas, uma vez que sua operação e manutenção são fáceis, ele fornece energia abundante e, o mais importante, não requer transporte de energia de combustíveis. No entanto, o principal problema na implementação de um sistema de painéis solares está em seu custo inicial, que é muito caro para famílias e pequenas empresas (Sinimbu, 2017). Assim, o modelo cooperativo está respondendo com eficiência a esse problema. Em particular, COOBER fornece a seus membros consulta e “incentivos de compra” (Quadros, 2019). Observe que a estratégia de comercialização e comunicação desempenham um papel crucial na capacitação do COOBER dentro do setor de energia, demonstrando mais uma vez que no modelo cooperativo, o capital humano é fundamental, juntamente com a capacidade de emprestar das empresas de lucro as habilidades de gerenciamento necessárias para ter sucesso, sem nunca perder de vista o objetivo final da cooperativa.

Conclusões

O desenvolvimento de instalações hidrelétricas de grande escala na década de 60 tem sido o maior incentivo para o desenvolvimento da Amazônia brasileira até agora. O Pará é um estado muito grande, representativo do modelo de desenvolvimento difundido, enquanto nele coexistem áreas desenvolvidas e não desenvolvidas, que se alternam de maneira não gradual (ou seja, perpetuando desigualdades). No estado do Pará, o processo

de desenvolvimento mais avançado de algumas áreas, dependia da sua pertença a unidades privilegiadas, ou seja, a espaços interativos em que a produção de energia se encontrava com o próspero mercado mineiro, a construção de infraestruturas, tais como auto-estradas e ferrovias para o transporte de mercadorias, e a conseqüente urbanização rápida. Tal modelo exclui do desenvolvimento todas as áreas que, pela sua distância geográfica e tipo de atividades econômicas, não estão incluídas nas unidades privilegiadas (Rocha, 2008; Tavares, 2007). O modelo cooperativo, devido às suas características de pequeno porte, pelo menos na fase embrionária, e de compreensão local, responde bem à necessidade de ampliar o acesso à energia como ferramenta para alcançar o desenvolvimento fora dos espaços interativos. De fato, considerando que o sistema hidrelétrico de larga escala, aliado ao boom da mineração e da infraestrutura, tem representado em si mesmo um impulso ao crescimento econômico. Desta forma a cooperação elétrica pode ser o terreno para a implementação de um modelo alternativo de desenvolvimento, baseado em autoprodutores e sistemas isolados, capaz de quebrar o círculo vicioso de concentração fortalecido pelo modelo dominante. Além disso, o capital social cooperativo e a mutualidade, são uma solução para o problema do crescente custo da energia, que muitas vezes é insustentável tanto por causa dos subsídios de preços concedidos às grandes empresas metalúrgicas, como por causa dos custos de manutenção do sistema de produção e distribuição. Ambos os custos são suportados pelo consumidor final e as tarifas informadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica, não fazem segredo do fato de que os estados da Amazônia pagam as maiores contas do Brasil (ANEEL, 2019). Seja a empresa responsável pela distribuição estatal ou privada, esse mecanismo gera o paradoxo de que o custo do investimento em infraestrutura nova ou melhorada, para ampliar o acesso à energia, é a cargo do consumidor final. Uma vez transferidos para a conta, esses custos se transformariam em novas fontes de exclusão e acabariam por endurecer a acessibilidade, reduzindo ainda mais o acesso. Como demonstrado pelo caso italiano (Monni *et al.*, 2016), a cooperativa de eletricidade já não tenta estabelecer uma conexão dispendiosa com o sistema de distribuição central, mas responde à exclusão energética com a geração autônoma, que é de fato mais eficaz. Finalmente, se vista como um motor de desenvolvimento, a empresa cooperativa de energia também deve resolver o duplo problema da falta de empregos com salários injustos. Em essência, retomando os conceitos de desestruturação e reestruturação

citados por alguns autores nativos da Amazônia, como Rocha (2008) e Tavares (2007), a cooperação é uma ferramenta para impulsionar o processo de reestruturação territorial e econômica, das áreas que sofreram o impacto de grandes projetos econômicos (desestruturação repentina) sem se beneficiar dos benefícios (reestruturação lenta)³³.

Referências bibliográficas

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica BIG - Banco de Informações de Geração. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> - ANEEL (2019a).

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. Dados Abertos 2018-2019. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/dados> - ANEEL (2019b).

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica. SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico. Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html> - ANEEL (2019c).

ALBUQUERQUE, Maria D. S. B. **Capital social e desenvolvimento local: uma análise a partir da atuação da Cooperativa Agrícola Mista de Tomé-Açu (CAMTA), no município de ToméAçu/PA.** (Dissertação do Doutorado, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brazil). Disponível em: <http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9755> - 2017.

ALMESHQAB, Fatema; USTUN, Taha S. Lessons learned from rural electrification initiatives in developing countries: Insights for technical, social, financial and public policy aspects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 102, p. 35-53, 2019

BARNES, Douglas F. Effective solutions for rural electrification in developing countries: Lessons from successful programs. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 3(4), 260-264 - 2011

BERNARDI, Andrea. The Co-operative Difference. Economic, organizational and policy issues. **International journal of co-operative management** - IJCM. 3(2), p 11-23, 2007.

BLUNCK, Julia. **Bolsonaro, the Amazon and the world's next environmental catastrophe**, 2019. Disponível em: <https://www.prospectmagazine.co.uk/magazine/bolsonaro-the-amazon-and-the-worlds-next-environmental-catastrophe>

CARAVAGGIO, Nicola; COSTANTINI, Valeria; IORIO, Martina; MONNI, Salvatore; PAGLIALUNGA, Elena. The challenge of hydropower as a sustainable development alternative: Benefits and controversial effects in the case of the Brazilian Amazon. In *Inequality and Uneven Development in the Post-Crisis World*, p. 213-242, Routledge, 2017.

³³ Um caso interessante é o Baixo Tocantins, próximo à reserva de Tucuruí, no estado do Pará. Essa área é composta pelos municípios a jusante do Rio, cujo tipo de atividade econômica não era compatível com as atividades realizadas nos polos interativos. Por outro lado, ocorreu um grande desenvolvimento no interior da Paraense, que consistia na usina hidrelétrica de Tucuruí e as minas de Carajás (Tavares, 2007).

CARAVAGGIO, Nicola, & IORIO, Martina. Management of water resources in the Amazon Region. In **Sustainable Ecological Engineering Design**, p. 279–292, Springer, Cham, 2016.

Cooperativa Brasileira de Energia Renovável (**COOPER**), 2019. Disponível em: <https://www.cooper.com.br/>

Cooperativa Agrícola de Tomé-Açu (C.A.M.T.A), 2019. Disponível em: <http://camta.com.br>

ETZKOWITZ, Henry; CARVALHO DE MELLO, Jose M. The rise of a triple helix culture: Innovation in Brazilian economic and social development. **International Journal of Technology Management & Sustainable Development**, 2(3), 159–171, 2004.

FAIRBAIRN, Brett. **The meaning of Rochdale: The Rochdale pioneers and the co-operative principles**, n. 1755–2016–141554, 1994.

FEARNSIDE, Philip M. Brazil's Belo Monte Dam: lessons of an Amazonian resource struggle. **DIE ERDE**—Journal of the Geographical Society of Berlin. 148(2–3), p. 167–184, 2017.

GAWLAK, Albino; RATZKE Fabiane A. **Cooperativismo: primeiras lições**. rev. e atua. Brasília: SESCOOP, 2013.

GOLDEMBERG, José; La ROVERE, Emilio L.; COELHO, Suani T. Expanding access to electricity in Brazil. **Energy for sustainable development**. 8(4), p. 86–94, 2004.

GÓMEZ, Maria. F.; SILVEIRA, Semida. Rural electrification of the Brazilian Amazon—Achievements and lessons. **Energy policy**, (38(10), 6251–6260.), 2010.

GONÇALVES, Jackson E. Histórico do movimento cooperativista brasileiro e sua legislação: um enfoque sobre o cooperativismo agropecuário. **Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, Ribeirão Preto, MG, Brasil (Vol. 43), 2005.

GOUVEA, Raul; KASSIECIEH, Sul ; MONTOYA, M. J. Using the quadruple helix to design strategies for the green economy. **Technological Forecasting and Social Change**, 80(2), 221230, 2013.

HALL, Anthony; BRANFORD, Sue. Development, dams and Dilma: the saga of Belo Monte. **Critical Sociology**. 38(6), p. 851–862, 2012.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm?c=2>

ICA. **International Co-operative Alliance**, 2018. Disponível em: <https://www.ica.coop/en/cooperatives/facts-and-figures>

IORIO, Martina. **Three essays on the development of Brazilian Amazon** (PhD. thesis, University of Roma Tre, Rome, Italy), 2019. Disponível em: <http://dspaceroma3.casur.it/handle/2307/55>

LEES, Alexander C.; PERES, Carlos A.; FEARNSIDE, Philip M.; SCHNEIDER, Maurício; ZUANON, Jansen A. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity and conservation**. 25(3), p. 451–466, 2016.

MARX, Karl. **Das Kapital**, 1954.

MARSHALL, Alfred. **On cooperation**. Speech given at the XXI Cooperators Congress, Ipswich, United Kingdom, June 1889.

MCCORMICK, Sabrina. Damming the Amazon: local movements and transnational struggles over water. **Society and Natural Resources**. 24(1), p. 34-48, 2010.

MONNI, Salvatore; NOVELLI, Giulia; PERA, Laura. Mutuals and Local Utilities. Em BERNARDI Andrea; MONNI Salvatore (Eds) **The co-operative firms – Keywords**. P 89-97, Roma:RomaTrE-Press, 2016. Disponível em: https://www.die-gdi.de/uploads/media/The_CoOperative_Firm._Keywords.pdf

OCB. **Organização das Cooperativas Brasileiras**, 2019. Disponível em: <https://www.ocb.org.br/ocb>

PEREIRA, Marcio. G.; FREITAS, Marcos. A. V.; DA SILVA, Neilton F. Rural electrification and energy poverty: empirical evidences from Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, (14(4), p 1229-1240), 2010.

QUADROS, Jorge. **Intermedia implantação de maior usina fotovoltaica rural em Geração Distribuída do Estado do Pará**. COOBER 2019. Disponível em: <https://www.coober.com.br/singlepost/2019/02/15/COOBER-intermedia-implanta%C3%A%C3%A3o-de-maior-usinafotovoltaica-rural-em-Gera%C3%A7%C3%A3o-Distribu%C3%ADda-do-Estado-doPar%C3%A1>

ROCHA, Gilberto D. M. Todos convergem para o lago. **Hidrelétrica de Tucuruí: municípios e territórios na Amazônia**. – Belém: Numa-UFPA. 2008.

RODRIGUES, Mônica; XAVIER, Diogo; SOUZA, Rubem. **PROJETO NERAM: modelo de negócio de energia elétrica em comunidades isoladas na Amazônia**. Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural. – PROJETO NERAM 2006.

SCHALLER, Sven. Cooperativas y el sector de energía en Brasil: Posibilidades para un cambio hacia sistemas renovables y descentralizados. **Revista Contexto & Educação**, (23(80), 93-125.), 2008.

SINIMBU, Fabíola. **Cooperativas facilitam geração da própria energia elétrica**, 2017. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-03/cooperativas-facilitam-geracao-dapropria-energia-eletrica>

SISTEMA OCB. (CNCOOP, OCB, SESCOOP) (2019). **Anuário do Cooperativismo Brasileiro**, 2019. Disponível em: <https://somoscooperativismo.coop.br/assets/arquivos/Publicacoes/Anuario-2018.pdf>

TAVARES DA COSTA, Maria G.; A dinâmica espacial da rede de distribuição de energia elétrica no estado do Pará (1960-1996). **Ateliê Geográfico**, (1(1), 74-93, 2007.

TRASPADINI, Roberta,. **A teoria da (inter)dependência de Fernando Henrique Cardoso**. São Paulo/SP Brazil: Outras expressões, 2014.

TUNDISI, Joseand Galízia; GOLDEMBERG, José; MATSUMURA-TUNDISI, Takako; SARAIVA, Augusto. How many more dams in the Amazon?. **Energy Policy**. 74, p. 703-708, 2014.

UN. United Nations. **Agenda 2030**, 2015. Disponível em: https://www.unric.org/it/images/Agenda_2030_ITA.pdf

UNCTAD. United Nations Conference on Trade and Development. **World Investment Report 2018, Investment and New Industrial Policies**, 2018. Disponível em: <https://unctad.org/en/pages/PublicationWebflyer.aspx?publicationid=2130>

UNDP, FJP, IPEA. United Nations Development Program, João Pinheiro Foundation & Institute for Applied Economic Research. **Atlas of Human Development in Brazil**,

2013. Disponível em:http://www.atlasbrasil.org.br/2013/en/o_atlas/o_atlas_/

VAN ELS, Rudi H.; de SOUZA VIANNA, João N.; Brasil Antonio C. P. The Brazilian experience of rural electrification in the Amazon with decentralized generation—The need to change the paradigm from electrification to development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 16(3), p. 1450-1461, 2012.

VICARI, Silvia. The cooperative as institution for human development: The case study of Coppalj, a primary cooperative in Brazil. **Journal of International Development**, (26(5), 683700), 2014.

VICARI, Silvia; DE MURO, Pasquale. **Assessing the co-operative's impact on people's well-being and community development: the case study of Coppalj, a co-operative located in Maranhão State, Brazil** (No. 0158). Department of Economics—University Roma Tre, 2012.

WINEMILLER, Kirk; MCINTYRE, Peter; CASTELLO, Leandro; FLUET-CHOUINARD, Etienne; GIARRIZZO, Paulo Trindade; NAM, So,& STIASSNY, Melanie. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. **Science**. 351(6269), p. 128-129, 2016.

YADOO, Annabel, & CRUICKSHANK, Heather. The value of cooperatives in rural electrification. **Energy policy**, (38(6), 2941-2947.), 2010.

ZAMAGNI, Stefano. **Per una teoria economico-civile dell'impresa cooperativa. Verso una nuova teoria economica della cooperazione**, p. 15-56, 2005.

ZANOTTI, Antonio. **Scritti sull'economia cooperativa**. Bologna: Il mulino, 2014.

PARTE III

INOVAÇÕES SOCIAIS NO TRATAMENTO DAS ÁGUAS E PRESERVAÇÃO DO MEIO AMBIENTE

Segurança da água: um resumo dos principais resultados da investigação sobre ilhas de rio no Brasil

Anne Schiffer e Andrew Swan

Introdução

O governo brasileiro pretende garantir acesso equitativo à água potável gerenciada com segurança para todos até 2030, como parte de seu compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (WASHWatch, 2017). Embora algum progresso tenha sido feito, uma proporção da população nas áreas rurais e urbanas continua vivendo sem acesso suficiente (Grojec, 2017; Rocha & Neves, 2018; Cardoso *et al.* 2018; Muniz *et al.* 2018; Rivza & Kruzmetra, 2017). A pesquisa examina os desafios particulares do acesso à água potável em Paquetá e nas ilhas vizinhas, localizadas na Baía de Marajó, na periferia de Belém, capital do estado brasileiro do Pará.

Sua análise utiliza o conceito de ‘metabolismo urbano’, que pode ser descrito como fluxos sociotécnicos, socioeconômicos e socioecológicos, incluindo recursos hídricos, pessoas e informações dentro e fora da cidade (Currie & Musango, 2016; Kennedy *et al.*, 2007).³⁴ Metabolismos circulares ou com desperdício zero são vistos como sustentáveis e resilientes (Agudelo-Vera, 2012), enquanto metabolismos lineares são entendidos como insustentáveis e vulneráveis (Klindworth *et al.*, 2017; European Development Agency, 2015, p.26). Neste artigo, a estrutura conceitual acima mencionada foi adaptada ao “metabolismo da água” das ilhas periféricas dos rios e aos “metabolismos das ilhas” de maneira mais ampla.

³⁴ Desde então, os autores desenvolveram a estrutura conceitual do “metabolismo da água nas ilhas urbanas”: Schiffer, A., Swan, A., Mendes, R.L.R. e Vasconcellos Sobrinho, M. (2019) Olhando para as ilhas fluviais periféricas do Brasil para desenvolver uma perspectiva urbana do metabolismo da água nas ilhas. *Waterlines*, 38 (2), pp. 135-146. <https://doi.org/10.3362/1756-3488.18-00010>

Metodologia

O autor realizou uma imersão de cinco dias na ilha de Paquetá, em agosto de 2017, a fim de obter ideias humanas sobre os principais fatores que determinam o comportamento das pessoas em relação ao metabolismo da água na ilha. Isso incluiu visitas a famílias nas ilhas vizinhas de Jutuba e Arapiranga. A imersão foi viabilizada por meio de um vínculo já estabelecido entre pesquisadores da Universidade Federal do Pará e apoiada por uma série de métodos, incluindo observação, entrevistas semiestruturadas realizadas com a ajuda de um tradutor e co-mapeamento da distribuição da infraestrutura. Este estudo fez parte do projeto AguaSocial mais amplo, descrito em outras publicações (Iorio *et al.*, 2018).

O artigo apresenta os resultados iniciais, mas reconhece as limitações decorrentes do fato de a imersão ser relativamente curta, cobrindo apenas uma temporada. Dessa forma, contribui para a potencial “cegueira sazonal”, uma compreensão tendenciosa da vida local com base nas percepções limitadas obtidas em uma estação na ausência de uma visão mais holística (Chambers, 2012, p.38). A posicionalidade do autor como uma ‘forasteira’ incapaz de conversar livremente em português também deve ser notada (Merriam *et al.*, 2001).

Resumo das principais conclusões e discussões

Vida na ilha e as marés subindo e descendo da baía de Marajó

Paquetá faz parte de um pequeno grupo de ilhas localizadas na Baía de Marajó, onde as águas de vários rios se reúnem antes de desembocar no Oceano Atlântico a aproximadamente 100 km a nordeste. A distância entre o continente (Belém) e Paquetá é de cerca de cinco quilômetros. Atrás da ilha, o rio se estende por mais 25 quilômetros antes de chegar à margem do outro lado, que é tecnicamente a costa de uma grande ilha fluvial aproximadamente do tamanho da Suíça.

A proximidade relativamente próxima ao Oceano Atlântico significa que as águas que circundam Paquetá e as ilhas vizinhas são marés. Como tal, agrupamentos individuais e pequenos de agregados familiares, localizados predominantemente ao longo das margens da ilha e cursos de água interiores são construídos sobre palafitas. Passarelas elevadas saem do rio e conectam aglomerados de edifícios ou levam a blocos de banheiro separados,

localizados longe das estruturas principais (Figura 1).

As redes intra-ilhas, inter-ilhas e ilhas-continente, que são a base das atividades econômicas e sociais, dependem do acesso por barco. Isso inclui ir à escola em Jutuba ou Cotijuba, freqüentando a igreja em Arapiranga, acessando cuidados de saúde ou visitando amigos e familiares em diferentes partes da rede da ilha. Da mesma forma, o transporte de mercadorias como combustível ou água engarrafada, a pesca ou a coleta e a venda de bagas de açaí (uma lucrativa palmeira fornecida a Belém) exigem o uso de um barco. Por sua vez, essas atividades e as redes sociais e de recursos que as sustentam formam o metabolismo das ilhas e dependem das marés que aumentam e diminuem da baía que as liga.



Figura 22 – Uma passarela elevada que leva a uma casa sobre palafitas (Nota: quando a arrumação é alta, a água chega muito abaixo do edifício). Fonte: SCHIFFER, 2017

Distribuição da infraestrutura hídrica

diferentemente das atividades e serviços públicos listados acima, o fornecimento de água potável tem o potencial de ser independente do ciclo das marés da baía. A ilha de Cotijuba, que é mais construída, possui um poço que fornece água potável, além de eletricidade da rede e infraestrutura rodoviária. No entanto, em Paquetá e em outras ilhas, o acesso à água limpa continua sendo um desafio. Nessas áreas, a localização dispersa das famílias significa que as soluções fora da rede provavelmente serão a solução mais apropriada para o fornecimento de água potável. Isso já se reflete no amplo uso da infraestrutura hídrica que coleta rios e / ou águas pluviais no nível da

família. Os que vivem nas ilhas de Arapiranga, Mucura e Onças dependem da água do rio para fornecimento descentralizado no nível doméstico, que é bombeado para tanques elevados e distribuído usando a força gravitacional. Discussões informais com os ilhéus locais indicam que problemas de saúde comuns em Arapiranga incluem vômitos e diarreia. É provável que esses problemas estejam relacionados à baixa qualidade de sua água potável, embora as pessoas nas ilhas também entrem em contato regularmente com a água do rio quando a banham.



Figura 23 - Instalação de captação de água da chuva em Jutuba. Fonte: SCHIFFER, 2017

Assim como Arapiranga, Mucura e Onças, as famílias de Paquetá, Atos, Longa, Curubooca, Nova e Jutuba também têm acesso à água do rio. No entanto, além disso, eles se beneficiaram dos sistemas subsidiados pelo governo de captação de água da chuva (Figura 2). Localmente, a chuva é percebida como melhor qualidade da água. O fato de uma ilha ser ou não servida por infraestrutura de captação de água da chuva depende de qual área municipal pertence. Paquetá, Atos, Longa, Ourubooca, Nova e Jutuba (assim como Cotijuba) pertencem ao município de Belém, enquanto as outras ilhas mencionadas são do governo de Barcarena (Figura 3). As respectivas influências das autoridades locais e de outras partes interessadas importantes sobre a implementação da infraestrutura hídrica nesta região foram exploradas em um estudo recente (Cardoso Castro *et al.*, 2017). É evidente que essas fronteiras administrativas não refletem as redes sociais

inter-ilhas que sustentam a vida nas ilhas. À primeira vista, isso pode não parecer particularmente relevante, no entanto, as redes informais já oferecem suporte à manutenção entre ilhas para outras tecnologias e desenvolvimento de infraestrutura, incluindo reparos de motores de barcos e construções de madeira.



Figura 24 – Infraestrutura hídrica através das ilhas e fronteiras municipais (RH: captação de água da chuva; RW: água do rio; IB: poço da ilha). Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

Fatores sazonais

Durante o período da imersão, a população local de várias ilhas descreveu que havia chuvas insuficientes para se beneficiar de suas instalações de captação de água da chuva. Em vez disso, compraram garrafas de água (Figura 4), transformando temporariamente o que poderia ser um sistema potencialmente circular para fornecer água potável em um sistema linear, que depende dos recursos enviados do continente. No entanto, isso coincidiu com o início da temporada do açaí, que vai de agosto a janeiro. A coleta de açaí constitui uma importante atividade econômica para as pessoas em Paquetá e nas ilhas vizinhas. Segundo relatos, o açaí fornece uma renda boa e confiável, ao contrário da pesca, que é o foco do restante do ano. Portanto, o ônus financeiro da compra de água, incluindo o custo do combustível no transporte,

é diminuído pela atividade econômica lucrativa quando a estação do açaí e a estação seca se sobrepõem. A localização geográfica, particularmente das famílias no interior das hidrovias de ilhas como Araprianga, também pode influenciar quem pode acessar a água engarrafada como alternativa à água do rio. Aqui, a maré crescente e a queda, bem como o custo do transporte a diesel para cobrir distâncias maiores, podem ser sentidos mais severamente do que nas margens de Paquetá.



Figura 25 - Garrafas de água complementam a água potável durante períodos de baixa precipitação. Fonte: Schiffer, 2017

Conclusões e margem para novas pesquisas

a pesquisa destacou que o metabolismo da água nas ilhas é influenciado por fatores sazonais, geográficos e de governança local que impactam no acesso aos recursos hídricos. A imersão em diferentes épocas do ano levaria a uma compreensão mais holística das práticas de acesso e consumo de água. Embora o suprimento de água descentralizada tenha o potencial de apoiar um metabolismo circular da água em Paquetá e nas ilhas vizinhas, as redes sociais que sustentam a vida das ilhas em geral também devem ser

consideradas particularmente em relação à manutenção e finanças. Aqui, uma pesquisa aprofundada sobre como os ilhéus se organizam pode levar a modelos de negócios apropriados localmente para apoiar a sustentabilidade a longo prazo do desenvolvimento de infraestrutura além das fronteiras das áreas municipais. Como tal, a resiliência do metabolismo da água de uma ilha não deve ser vista isoladamente das outras.

Referências bibliográficas

Agudelo-Vera, C.M., Leduc, W.R.W.A., Mels, A.R. & Rijnaarts, H.H.M. Harvesting urban resources towards more resilient cities. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 64, p. 3-12, 2012. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.01.014>.

Cardoso Castro, P. P., Swan, A. & Mendes, R. (2017) Stakeholders' Structural Factors Affecting the Implementation of Rainwater Systems in the Amazon. The Case of Belem. In: **International Sustainable Ecological Engineering Design (SEEDS) Conference**. Leeds, 13-14 setembro 2017.

Cardoso, P. P., Swan A. D. & Mendes R. Exploring the key issues and stakeholders associated with the application of rainwater systems within the Amazon Region. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 5 n. 4, p. 724-735, 2018. DOI [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(2\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(2)).

Chambers, R. **Provocations for Development**. Warwickshire: Practical Action, 2012. ISBN 978-1-85339-733-2.

Currie, P. K. & Musango, J. K. (2016) African urbanization: assimilating urban metabolism into sustainability discourse and practice. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. dezembro, p. 1262-1276, 2016. DOI <https://doi.org/10.1111/jiec.12517>.

European Development Agency. **Urban sustainability issues - what is a resource-efficient city?**. Copenhagen: European Development Agency, 2015. ISSN 1725-2237.

Grojec, A. **Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene - 2017: Update and SDG Baselines**. New York: World Health Organization and the United Nations Children's Fund, 2017. Disponível em: <http://ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?lang=_EN&codmun=150140&search=Pará%7CBelém> Acesso em de 22 outubro 2019.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE**. Belém: IBGE, 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/panorama>> Acesso em 22 de outubro 2019.

Iorio, M., Monni, S. & Brollo, B. The Brazilian Amazon: a resource curse or renewed colonialism?. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 5 n. 3, p. 438-451, 2018. DOI [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.3\(2\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.3(2)).

Kennedy, C., Cuddihy, J. & Engel-Yan, J. The Changing Metabolism of Cities. **Journal of Industrial Ecology**, v. 2, n. 11, p. 43-59, 2007. DOI <https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107>.

Klindworth, K., Djurasovic, A., Knieling, J. & Säwert, K. From Linear to Circular—

Challenges for Changing Urban Metabolism?! An Analysis of Local Energy Transition Activities in Four European Cities. In: Deppisch, S. ed. **Urban Regions Now & Tomorrow: between vulnerability, resilience and transformation**. Wiesbaden: Springer, 2017, P. 255–276. ISBN 3658167580.

Lima Da Silva, M. & Tourinho, H.L.Z. Território, territorialidade e fronteira: o problema dos limites municipais e seus desdobramentos em Belém/PA. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, n. 1, p. 96–109, 2017.

Merriam, S. B., Johnson–Bailey, J., Lee, M.–Y., Kee, Y., Ntseane, G. & Muhamad, M. Power and Positionality: negotiating insider/outsider status with and across cultures. **International Journal of Lifelong Education**, v. 20, n.5, p. 405–416, 2001.

Muniz, J., da Gloria, M., de Melo, G., Liberato, M. A. R., Wahnfried, I. & Vieira, G. Towards sustainability: allowance rights for using water resources in Amazonas State of Brazil. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 5, n. 4, p. 761–779. DOI [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(5\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(5)).

Rivza, B. & Kruzmetra, M. Through economic growth to the viability of rural space. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 5, n. 2, p. 283–296, 2017. DOI [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.5.2\(9\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.5.2(9)).

Rocha, G. M. & Neves, M.B. Hydroelectric projects and territorial governance in regions of The State of Pará, Brazilian Amazon. **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 5, n. 3, p. 712–723, 2018. DOI [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(1\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(1)).

WASHWatch (2017) Brazil: declarations and commitments. London: WaterAid,. Disponível em: <<https://washwatch.org/en/countries/brazil/summary>> Acesso em 22 outubro 2019.

Estudo dos principais stakeholders e das questões associadas à utilização de sistemas de água de chuva na Amazônia

**Pedro Pablo Cardoso, Andrew Swan e
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes**

Introdução

A Amazônia apresenta um significativo número de desafios associados ao vasto tamanho do seu território e a limitada infraestrutura de transporte. Em muitos lugares, o rio é o único caminho viável de transporte. Esses problemas impactam na distribuição e abastecimento de produtos e serviços essenciais, incluindo o provimento de água potável. Isso contribui para as altas taxas de doenças transmitidas pela água, as quais são frequentemente agravadas pelos sistemas públicos de abastecimento de água, que é de má qualidade, pelas instalações de tratamento de esgoto inadequadas/inapropriadas e despejos ao ar livre. Essas questões são destacadas dentro dos Planos Municipais de Saneamento Básico que relatam que 91% dos municípios possuem sistemas de abastecimento de água. No entanto, em 100% dos municípios da Amazônia, a qualidade da água não é compatível com os padrões mínimos definidos pelo Ministério da Saúde para o consumo humano. De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2010), 70% da população da região Norte do Brasil sofre com a falta de acesso à água potável. Em resposta a esses desafios, a água de chuva pode ser utilizada como uma solução apropriada para ampliar o abastecimento de água potável para as comunidades rurais na bacia amazônica. Este artigo objetiva estudar a influência dos stakeholders na concepção e implementação de sistemas de captação de água de chuva, considerando o contexto em que estão inseridos. Este estudo tem caráter exploratório e é baseado na aplicação da técnica de Análise de Redes Sociais (ARS) (veja Seção 3). Foi realizada uma pesquisa de campo com o propósito de entrevistar os atores envolvidos, cujos resultados foram sistematizados e analisados. É apresentado um mapa dos stakeholders, na Seção 4, que sintetiza os principais atores envolvidos e os seus desafios e as interligações entre eles são expostas na Seção 5.

Os problemas de abastecimento de água na região amazônica

Captação de água de chuva

A captação de água de chuva para consumo humano não é um conceito novo, desde muito tempo que tem sido empregado por inúmeras civilizações ao longo dos séculos (Gnadingler, 2000; Tomaz, 2003; Kautsoyiannis *et al.*, 2008). Métodos contemporâneos utilizam comumente telhados para coletar água de chuva. Esta abordagem, frequentemente descrita como sistemas de aproveitamento de água de chuva - *Rainwater Harvesting System* (RWHS) é utilizada em diferentes países. Por exemplo, Zhu *et al.* (2009) relata que em Ganzu, uma região pobre da China, este tipo de tecnologia atende 2,5 milhões de pessoas, enquanto que na Nova Zelândia, 11% da população conta com a água de chuva como a sua principal fonte de água potável (Ministry of Health, 2006) e na Tailândia, 4,3% da população urbana e 25,7% da população rural têm acesso a água potável por meio da captação e armazenamento da água de chuva (ONESDB/UNCTT, 2004). Técnicas similares têm sido registradas ao redor do mundo (UNEP, 1998), com bons exemplos vindos da Venezuela, Maldivas, Ilhas Turcas e Caicos, Bermudas, Portugal e Grécia (Oliveira, 2008). Nestes países, um conjunto de *stakeholders* está envolvido no fomento de sistemas de captação de água de chuva, incluindo os governos, autoridades nacionais e locais, órgãos de desenvolvimento internacional e organizações sociais.

Na maioria desses casos relatados, os telhados são utilizados como o principal mecanismo de captação de água. Mas há diferenças nos arranjos de propriedade e uso. Por exemplo, em alguns casos as estruturas são privadas, enquanto que em outros são de propriedade pública, paralelamente, alguns sistemas são projetados para servir comunidades inteiras e outros apenas para uma família. O interesse crescente pelo uso da RWHS tem sido impulsionado por uma série de fatores, incluindo os problemas associados com as fontes alternativas de água (por exemplo, contaminação das fontes de água subterrânea, manutenção e problemas operacionais do sistema de água), o aumento da demanda de água em áreas rurais devido ao crescimento da população, a crescente disponibilidade de materiais impermeáveis de baixo custo (por exemplo, telhas, placas folhadas e componentes para telhados de ferro galvanizado), em substituição aos telhados tradicionais de palha e

o surgimento de reservatórios de armazenamento de água cada vez mais econômicos e efetivos.

Captação de água de chuva na amazônia: um estudo de caso no município de Belém

O seguinte estudo de caso no município de Belém destaca algumas das principais questões associadas ao fornecimento de água potável para comunidades ribeirinhas na Amazônia. Este exemplo evidencia as complexidades locais em termos populacionais e em relação à quantidade de organismos associados à gestão do abastecimento de água, bem como o desenvolvimento de soluções futuras. Este estudo faz parte de um projeto mais amplo intitulado Água Social que já foi descrito em outras publicações (Iorio *et al.*, 2018).

Dois terços do município de Belém é composto por ilhas fluviais, sobre as quais não há registros oficiais da gestão do abastecimento de água. Esta região sofre pela degradação generalizada das nascentes de água devido à crescente pressão do desenvolvimento urbano. Ressalta-se que os níveis de ferro encontrados nas águas subterrâneas locais estão acima dos limites recomendados para o consumo humano. Os aquíferos subterrâneos estão numa profundidade que os torna inviáveis para uso, especialmente quando se considera a distribuição dispersa da população pela região. Por exemplo, o sistema de águas subterrâneas da Ilha Grande está inoperante (apesar de sua boa condição) e a qualidade da água disponível é questionável, pois há ferro contido nela (Velooso & Mendes, 2014).

Estudos técnicos exploratórios sobre as fontes de água potável e os padrões de consumo foram realizados em Belém e na região amazônica pela UNESCO, em 2004. Esses estudos concluíram que, apesar da grande disponibilidade de recursos hídricos locais, a principal limitação do seu uso para consumo humano está relacionada aos aspectos de qualidade da água (Aragon, 2004). Velooso (2012) investigou que o consumo de água nas duas ilhas (Ilha Grande e Murutucu) e constatou que 45% da população ribeirinha compra água de distribuidores informais ou “barqueiros”. Geralmente, esses vendedores comercializam o garrafão de 20 litros de água não tratada que é coletada a partir de fontes de água superficiais ou subterrâneas. Mais de 20% da população pesquisada teria consumido água diretamente do rio (Velooso, 2012). Este estudo também revelou que frequentemente essas comunidades

usam uma combinação de diferentes fontes de água, por exemplo, compram água para beber na parte continental do município e usam a água do rio para cozinhar. Souza (2012) registrou o caso de outra ilha, a Ilha Nova, onde 100% da água potável vem da captação da água de chuva, enquanto que Fenzl *et al.* (2010) destacaram o caso de duas únicas ilhas (Mosqueiro e Outeiro) onde a água é fornecida pelo sistema de abastecimento público.

Em consequência disso, a água de chuva tem sido proposta como uma fonte apropriada para o consumo humano em Belém (e na Amazônia em geral), devido aos desafios logísticos vivenciados nesta região (por exemplo, infraestrutura limitada de transporte e comunicação, crescimento da vegetação, marés do rio, alta umidade do ar e instabilidade do subsolo) e a ampla dispersão geográfica das comunidades rurais que afetaria negativamente a viabilidade das redes convencionais de abastecimento de água potável.

Muitos dos sistemas de captação de água de chuva utilizados recentemente no município de Belém têm sido adaptações informais das “tecnologias baseadas em cisterna” que foram implantadas em outras regiões do Brasil. Estas modificações resultam de tentativas independentes de resolver a questão do acesso à água potável pelas próprias comunidades ribeirinhas (Veloso, 2012). A abordagem baseada em cisternas foi inicialmente implementada na região do semiárido brasileiro, por meio do “Programa Um Milhão de Cisternas”. O programa da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) foi totalmente implementado por meio do fornecimento de cisternas de concreto para vários usuários. Este programa foi implementado através de parcerias com a comunidade, o setor privado, órgãos de cooperação e o governo federal. No entanto, a qualidade da água fornecida por esses sistemas tem gerado algumas preocupações (Gnadingler, 1999; Gnadingler, 2007; Joventino *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2012). Além disso, esta tecnologia mostrou-se inadequada para algumas áreas em condições bioclimáticas da Amazônia (Veloso, 2012).

Em resposta a estes problemas locais, a Universidade Federal do Pará (UFPA) desenvolveu um projeto de pesquisa para estudar o uso de água de chuva como fonte de água potável para as comunidades ribeirinhas e rurais da região. Este projeto buscou adaptar as tecnologias da RWHS às condições inerentes ao local de estudo. Esta pesquisa e as soluções de tecnologia encontradas estão todas registradas. Estes estudos têm avançado na

adequação das soluções RWHS ao referido local, considerando as condições bioclimáticas da região e os seus impactos para as comunidades ribeirinhas em termos de acesso à água potável, em quantidade e qualidade, de saúde da população e da sua viabilidade econômica (Veloso *et al.*, 2013). O processo de implementação, o qual utilizou a abordagem RWHS, diferenciou-se ligeiramente dos mecanismos utilizados pela ASA. Sobre o estudo de caso no município de Belém, a implementação do projeto foi totalmente financiada pelo governo e envolveu múltiplos órgãos públicos federais e regionais, além de ONGs com grande atuação na região e, também, as organizações comunitárias.

Entretanto, não foi evidenciada a identificação sistemática dos principais *stakeholders* e das questões que afetam a implementação e consequente manutenção dos sistemas de água de chuva. Isto torna-se particularmente relevante, pois a região amazônica caracteriza-se por estar sob a jurisdição de vários órgãos, em diferentes esferas governamentais e administrativas brasileiras, e possui uma multiplicidade de comunidades que tornam altamente complexo o caso em estudo, em termos de elaboração de políticas públicas e intervenções socioeconômicas e técnicas. Neste contexto, pretende-se realizar um estudo exploratório inicial destas complexas interligações por meio da identificação dos principais *stakeholders* e das questões que afetam a implementação de sistemas de água de chuva, usando um método relacionado à análise de complexidades, a Análise de Redes Sociais (ARS).

Metodologia

As “técnicas de mapeamento de *stakeholders*” já padronizadas foram utilizadas e aprimoradas a partir da Análise de Redes Sociais (ARS). Utilizou-se as técnicas já apresentadas por Prell *et al.*, (2007), Lim *et al.*, (2010) e Lienert *et al.* (2013), as quais são particularmente focadas no uso de medidas de centralidade destinados a: avaliar a importância dos respectivos *stakeholders*; antecipar possíveis relacionamentos conflitivos; aumentar a participação e nível de engajamento em futuros projetos de intervenção.

A coleta e a análise das informações seguiram um procedimento com duas etapas, no qual os *stakeholders* foram identificados e classificados por meio de um processo interativo, a partir de uma combinação de métodos (por exemplo, opinião dos atores envolvidos e entrevistas semiestruturadas). Este procedimento seguiu a abordagem multimétodo indicada por Brugha

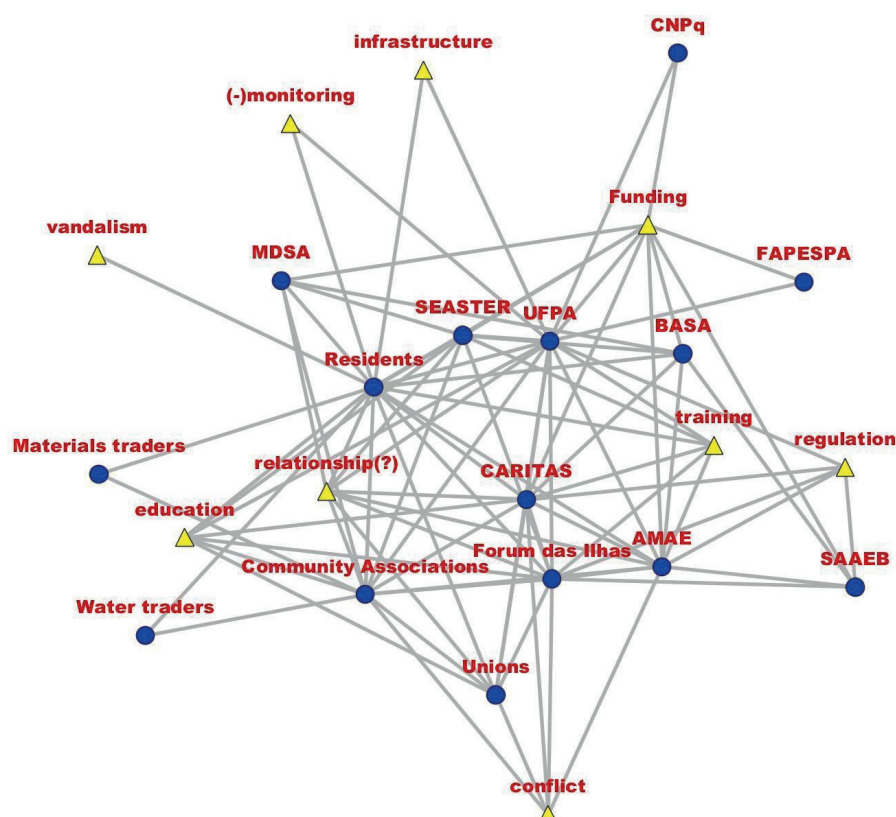
& Varavasovsky (2000) e Reed *et al.* (2009). Para identificar os *stakeholders*, os entrevistados foram provocados a: 1) mencionar todos os *stakeholders* e as questões que poderiam influenciar ou que estariam afetando a implementação de sistemas de aproveitamento de água de chuva, 2) quantificar a influência que cada *stakeholder* exerce sobre o planejamento da infraestrutura de fornecimento de água (Brugha; Varavasovsky, 2000). Os *stakeholders* considerados semelhantes, como organizações comunitárias, foram combinados em grupos de *stakeholders*, na tentativa de simplificar a análise.

Uma “matriz relacional” foi criada com base em uma tipologia na tentativa de classificar os *stakeholders* ao longo da estrutura vertical (do nacional, estadual e municipal e de níveis externos e internos para o nível local). Uma tipologia adicional foi utilizada para distinguir os atores que afetam (determinam) a decisão/ação, dos que são afetados por elas. A matriz ainda inclui aquelas questões que foram identificadas nas entrevistas com os atores envolvidos e como estas questões estão relacionadas com os diferentes atores. Estas informações foram analisadas no *software* UCINET (Borgatti *et al.*, 2002). A potencial influência dos *stakeholders* sobre o processo de elaboração de políticas públicas pode ser avaliada em termos da sua rede de interação, por meio da ligação de uns com os outros. Para avaliar essas influências, utilizamos médias de centralidade, conforme descritos por Freeman (1979). Mais especificamente, levamos em consideração a mensuração da “centralidade de grau”, que considera os laços que cada um dos *stakeholders* compartilha diretamente com os outros, observando-se a estrutura local em que cada ator está inserido (Akhmetshin *et al.*, 2017; Ansell, 2003; Crona; Bodin, 2006). Nas redes de políticas públicas, os *stakeholders* com alta centralidade de grau têm um acesso melhor e mais direto às informações e têm um potencial considerável de interferir no processo de planejamento. O poder e a importância foram avaliados por meio da “centralidade de intermediação” (Freeman, 1979; Ingold, 2011), a qual calcula o número de vezes que um *stakeholder* aparece no caminho entre dois nós não interligados. Um *stakeholder* com uma elevada “centralidade de intermediação” pode, assim, atuar como alguém que “abre portas”, um “mediador”. Uma rede deixaria de existir sem a presença deste tipo de *stakeholder*. Assim, quanto mais central o *stakeholder* é, melhor estará integrado à rede e pode influenciar no processo de planejamento da política pública da gestão dos recursos.

Resultados e análises

Os resultados do mapeamento da ARS sobre os *stakeholders* e as questões associadas com a implementação dos sistemas de água de chuva no município de Belém são apresentados na Figura 1. Na Figura 1, pode-se perceber que as questões estão representadas por triângulos e os *stakeholders* por círculos, enquanto que as ligações entre eles são representadas por linhas. A análise da ligação dos *stakeholders* e das questões é orientada por seu “nível de centralidade” e “intermediação”, com alguns nós (questões e *stakeholders*) classificados de acordo com os parâmetros de centralidade, como grau e intermediação, para que se possa refletir sobre as suas influências na rede e as suas funções de intermediação. Estes “nós” foram classificados (ver a Tabela 1 para as questões e a Tabela 2 para os *stakeholders*) em termos de sua posição estrutural e papéis/funções dentro da rede, bem como seus valores de centralidade (grau e intermediação).

Figura 1 – Identificação das questões e dos stakeholders associados à implementação dos sistemas de água de chuva no município de Belém. Fonte: Elaboração dos autores.



Financiamento	Com o maior número de ligações, essa questão é a mais relatada pelos stakeholders e parece influenciar fortemente a futura implementação de sistemas de água de chuva. O fato é de que o financiamento vem principalmente de três fontes (governamental: via banco público: BASA; fundos de pesquisa: FAPESPA; e instituições de caridade) e faz com que a implementação seja extremamente dependente e sensível ao ambiente financeiro.
Educação	Esta questão está ligada à uma instituição educadora e ONGs (UFPA, CARITAS, Fórum das Ilhas) e às comunidades beneficiárias (diretamente ou através de várias organizações comunitárias: sindicatos e associações comunitárias). Em geral, a educação ligada aos sistemas de água de chuva e a sua aplicação parecem adequadas, no entanto, é sensível devido ao nível de escolaridade e à dinâmica social das comunidades beneficiárias (por exemplo, a pressão dos outros moradores e a percepção do que tem valor para eles).
Conflitos	Esta questão está relacionada, principalmente, às diferentes organizações que atuam na representação das comunidades beneficiárias. A organização comunitária é uma questão complexa, uma vez que existem mais de 100 diferentes organizações comunitárias na região com diferentes agendas e interesses políticos. Percebe-se que a questão não foi levantada em relação à multiplicidade de órgãos governamentais envolvidos, em muitos casos com funções sobrepostas.
Relacionamento	Em geral, esta questão diz respeito à função de intermediação entre organizações públicas e comunidades beneficiárias. A percepção comum acerca das entrevistas com os stakeholders foi que a ligação entre as organizações públicas, em diferentes níveis governamentais (por exemplo, MDSA: Governo Federal; SEASTER: Governo Estadual; AMAE: Governo Municipal) devem ser melhores e mais eficientes.

Monitoramento e manutenção	Apesar da recente oferta de treinamentos sobre monitoramento e manutenção das infraestruturas de sistemas de água de chuva, essas questões são deficientes e não estão relacionadas com os órgãos governamentais. Atualmente, somente a UFPA realiza estudos na região sobre o estado operacional e as condições em que se encontram um número limitado de sistemas de água de chuva, com o objetivo de desenvolver coletas sistemáticas de informações para orientar as políticas públicas.
----------------------------	--

Tabela 13 – Classificação das questões que influenciam na implementação de sistemas de água de chuva no município de Belém (classificados em termos de importância). Fonte: elaboração própria.

Moradores	Seu alto nível de centralidade é facilmente explicado, pois estes são os beneficiários diretos dos sistemas de água de chuva.
CARITAS	CARITAS (uma ONG católica) é, talvez, a organização mais influente em nível local. Ela é muito bem relacionada com as principais organizações governamentais, em todos os níveis (federal, estadual e municipal) e tem uma forte ligação com as comunidades e associações comunitárias da região.
UFPA	A Universidade Federal do Pará é uma instituição muito bem relacionada e com fortes ligações com órgãos do governo. Ela possui um papel crucial de intermediação, pois é o único ator nesta rede que possui ligação com outras instituições como FAPESPA e CNPQ.
SEASTER	Seu alto nível de centralidade pode ser explicado pelo fato de que é a única instituição na esfera estadual que fornece e implementa os sistemas de água de chuva. Ela atua como intermediadora dos organismos federais e como ponto de contato e coordenação dos atores locais.
Associações comunitárias	Sua centralidade é explicada à medida em que atuam como intermediadores dos usuários finais para a implementação de sistemas de água de chuva. Elas têm alto nível de complexidade devido a sua quantidade e variedade.

Fórum das Ilhas	Seu alto nível de relacionamento é devido a sua função como um intermediador em nível local. É estruturalmente equivalente à CARITAS e carece de ligações com organizações em nível federal.
Sindicatos	Sua centralidade relaciona-se às ligações que possui com as organizações locais em nível comunitário. São estruturalmente equivalentes às associações comunitárias.
Comerciantes de materiais de construção e de água	Esses stakeholders são impactados negativamente pela implementação dos sistemas de água de chuva, pois a sua atividade econômica depende da existência de tais sistemas autônomos de abastecimento de água. É perceptível que eles não estão relacionados a nenhuma organização pública e, por isso, supõe-se que não estão envolvidos em nenhuma fase do desenvolvimento e implementação de sistemas de água de chuva, refletindo em uma centralidade com valores significativamente baixos.

Tabela 14 - Classificação dos *stakeholders* que influenciam na implementação de sistemas de água de chuva no município de Belém (classificados em termos de importância). Fonte: elaboração própria.

Discussão

Este estudo indicou que os principais *stakeholders* são os moradores, a UFPA, a SEASTER e a CARITAS. A importância deles na rede está relacionada ao fato de que a maioria atua localmente em Belém e são os principais intermediadores envolvidos na concepção e implementação de sistemas de água de chuva locais. A UFPA, a SEASTER e a CARITAS também desempenham um papel importante em termos de aplicação de investimentos públicos e na ligação com outros órgãos públicos, em diferentes níveis administrativos (federal e estadual). Recomenda-se a realização de mais pesquisas para melhor compreender o papel destes *stakeholders* e o impacto no caso da implementação de sistemas de água de chuva com financiamento privado.

A partir das entrevistas e da aplicação da técnica de ARS, evidenciou-se que a implementação de sistemas de água de chuva é altamente dependente de financiamentos públicos, em que as ONGs (por exemplo, CARITAS) atuam como as principais parceiras dos órgãos públicos. Neste sentido, para aumentar o uso da água de chuva na região, dado o atual cenário econômico

do Brasil, este estudo destaca a necessidade de explorar novas fontes de financiamento baseadas em capital privado e/ou investimento autônomo das comunidades beneficiárias (por exemplo, através do empreendedorismo social e/ou de banco social).

O estudo indica, também, que a sobreposição de funções dos órgãos governamentais, em diferentes níveis, não se configura como um problema na prática, devido, talvez, a expertise/experiência acumulada pelos organismos que atuam no nível das comunidades locais. Esta atuação local apresenta-se como uma questão importante, pois demonstra o nível de propriedade e autonomia que as comunidades podem ter durante o processo de implementação. Esta situação poderia ser prejudicada pelo atual cenário econômico e pelas limitações orçamentárias dos múltiplos organismos envolvidos. A esse respeito, este estudo aponta que mais autonomia na administração local, com acesso direto às fontes de financiamento, poderiam simplificar e reduzir a complexidade administrativa e os custos do processo de implementação. Novamente, afirma-se que a adoção de iniciativas privadas ou investimentos individuais poderiam contornar e/ou simplificar a complexidade e o custo burocrático dos múltiplos organismos sobrepostos, aumentando a relevância das instituições locais que poderiam regulamentar localmente a implementação de sistemas de água de chuva.

A segunda grande questão em nível local é a complexidade e a variedade de associações comunitárias (agrupadas neste estudo, mas que representam mais de 100 grupos na área de Belém). Estes grupos desempenham um papel importante junto aos beneficiários do processo de implementação, contribuindo com questões relacionadas à propriedade e à gestão dos sistemas de água de chuva. A existência na rede de sindicatos, com estrutura equivalente às associações, pode indicar que tais grupos possam atuar para contornar a complexidade e o papel/função das associações comunitárias para a disponibilização de sistemas de água de chuva. Também é evidente que a forte influência local da CARITAS é derivada de: sua filiação religiosa (instituição de caridade católica), seus contatos com vários organismos, em diferentes níveis administrativos e sua capacidade de mobilizar recursos financeiros.

Em termos do processo de concepção, é preocupante que nem todos os grupos econômicos/sociais envolvidos na implementação de sistemas de água de chuva têm sido envolvidos nas diferentes etapas de desenvolvimento

desses sistemas na região. É particularmente preocupante que alguns grupos que podem ser afetados negativamente por esta iniciativa (por exemplo, comerciantes de materiais de construção e de água) têm sido excluídos do processo de tomada de decisões. Recomenda-se que esses *stakeholders* sejam consultados sobre as futuras expansões desta iniciativa, principalmente se for adotado o financiamento privado, pois estes podem atuar como parceiros ou concorrentes, se for adotado um processo de implementação baseado no mercado. Dito isto, até o momento, a água da chuva provou ser economicamente mais eficiente do que a distribuição de água engarrafada.

Conclusões

Considera-se que a ARS representa uma técnica muito útil para mapear e analisar as complexas funções e ligações entre os diferentes atores associados a esta questão da água de chuva. Contudo, o escopo das técnicas de ARS, empregadas para este estudo, tem sido restringido pelas questões relacionadas à coleta de dados e ao tamanho dos bancos de dados utilizados. O acesso limitado à informação, os registros públicos, a disponibilidade de dados e o tempo impactaram profundamente neste estudo. O uso de bancos de dados mais completos, incluindo entrevistas (ou seja, um modelo em cascata) com todos os atores envolvidos, bem como uma revisão abrangente da literatura sobre outros casos de implementação de sistemas de água de chuva, pode fornecer uma visão mais detalhada das questões que afetam a implementação desses sistemas na região. Isto, por sua vez, deve levar a uma melhor compreensão dos aspectos institucionais que afetam o desenvolvimento destas iniciativas. Em nível local, o uso de entrevistas poderia identificar nas comunidades, com mais precisão, os principais *stakeholders*, os quais desempenham papéis decisivos na implementação de sistemas de água de chuva. Este conhecimento adicional poderia aperfeiçoar os esforços futuros para assegurar maneiras alternativas de financiamento à implementação destes sistemas.

Referências bibliográficas

- ANA - Agência Nacional de Água. (2010). Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional. Brasília: ANA; Engecorps; Co-brape, 2010. 68 p. v.1 [Online]. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/AtlasBrasil-AbastecimentoUrbanodeAgua-PanoramaNacionalv1.pdf>. [Acesso em 19/12/2016].
- Ansell, Ch. (2003). Community embeddedness and collaborative governance in San Francisco Bay area environmental movement, in: Diani, M., McAdam, D. (Eds.), *Social Movements and Networks: Relational Approaches to Collective Action*, Comparative Politics, Oxford.
- Aragon, L. (2004). The question of water in the Amazon. In: ARAGÓN, L. E. and CLÜSENER-GODT, M. (Eds.) *Issues of local and global use of water from the Amazon*. Montevideo: UNESCO.
- Borgatti, S.P., Everett, M.C., Freeman, L.C., 2002. *UCINET for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard MA: Analytic Technologies.
- Brugha, R. & Varvasovszky, Z. (2000). Stakeholder analysis: a review. *Health Policy Plan*. 15(3), 239-246.
- Crona, B. & Bodin, Ö. (2006). What you know is who you know? Communication patterns among resource users as a prerequisite for co-management. *Ecol. Soc.* 11(2), 7
- Fawkes, A. (1999). A Modelling the performance of rainwater collection systems: towards a generalized approach. *Urban Water*. 1(4) pp. 323-333.
- Fenzl, N., Mendes, R. & Fernandes, L. (2010). Sustentabilidade do sistema de abastecimento de água: da captação ao consumo de água em Belém. NUMA/UFGA.
- Freeman, L. (1979). Centrality in social networks: I. Conceptual clarification. *Soc. Networks* 1, 215-239.
- Gnadlinger, J. (1999) Apresentação Técnica de Diferentes Tipos de Cisternas, Construídas em Comunidades Rurais do Semiárido Brasileiro, Disponível em: http://www.cpsat.embrapa.br/catalogo/doc/technology/4_7_J_Gnadlinger_p.doc. [Acesso: 29/11/2016].
- Gnadlinger, J. (2000). Coleta de água de chuva em áreas rurais. In: FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA. Holland. Disponível em: <http://www.irpaa.org.br/colheita/indexb.htm> [Acesso: 25/11/2016].
- Gnadlinger, J. (2007). Rumo a um padrão elevado de qualidade de água de chuva coletadas em cisternas no Semiárido brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA, 6, Belo Horizonte: ABCMAC. Disponível em: http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/6simp_gnadlinger_rumo.pdf [Acesso: 30/11/2016].
- Ingold, K. (2011). Network structures within policy processes: Coalitions, power, and brokerage in Swiss climate policy. *The Policy Studies Journal* 39(3), 435-459
- Iorio, M.; Monni, S.; Brollo, B. 2018. The Brazilian Amazon: a resource curse or renewed

colonialism?. *Entrepreneurship and Sustainability Issues* 5(3): 438-451.

Joventino, E.; Silva, S.; Rogeiro, R.; Freitas, G.; Ximenes, L.; Moura, E. (2010). Comportamento da diarreia infantil antes e após o consumo de água pluvial em município do Semiárido brasileiro. *Texto Contexto Enferm*, Florianópolis, n. 19, out.-dez. p. 691-699.

Kautsoyiannis, D., Zarkadoulas, N., Angelakis, A.; Tchobanglosu, G. (2008). Urban Water Management in Ancient Greece: Legacies and Lessons. *Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE*. [Online]. Disponível em: <http://www.itia.ntua.gr/en/docinfo/750>. [Acesso: 3/12/2016].

Lienert J., Schnetzer, F. & Ingold, K. (2013). Stakeholder analysis combined with social network analysis provides fine-grained insights into water infrastructure planning processes. *Journal of Environmental Management* 125: 134-148.

Lim, S., Quercia, D. & Finkelstein, A. (2010). StakeSource: Harnessing the power of crowdsourcing and social networks in stakeholder analysis. In *Proceedings of the IEEE 32nd International Conference on Software Engineering*,

Ministry of Health (2006). *A Summary of the Annual Review of the Microbiological and Chemical Quality of Drinking-Water in New Zealand 2005*. 15 p. Ministry of Health, Wellington, New Zealand.

ONESDB/UNCTT. (2004). Office of the National Economic and Social Development Board; United Nations Country Team in Thailand. *Thailand Millennium Development Goals Report 2004*. 92 p. Bangkok, Thailand

Oliveira V. (2015). *Aproveitamento de água de chuva para consumo humano em áreas rurais de municípios isolados pela seca no estado do Amazonas*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará. Mestrado em processos construtivos e saneamento urbano.

Prell C., Hubacek, K. & Reed, M. (2007). Stakeholder analysis and social network analysis in natural resource management. *Society Nat. Resources* 22(6), 501-18.

Reed M., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C.H.; Stringer, L. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *J. Environ. Manage.* 90(5), 1933-1949.

Silva, C., Heller, L. & Carneiro, M. (2012). Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do Semiárido de Minas Gerais. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. v.17 n.4. out./dez. pp. 393-400.

Souza C. (2012). *Sistema de captação de água de chuva para atendimento à populações tradicionais em Ilhas de Belém: Avaliação de impactos decorrentes*. Belém. (Relatório Técnico Final, Processo: 576901/2088-3).

Souza S., Montenegro, S., Santos, S., Pessoa, S.; Nobrega, R. (2011). Avaliação da Qualidade da Água e da Eficácia de Barreiras Sanitárias em Sistemas para Aproveitamento de Águas de Chuva. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* v.16 n.3 - jul/set, pp. 81-93.

Veloso N. (2012). *Aproveitamento da água da chuva e desenvolvimento local: o caso das ilhas de Belém*. Dissertação de mestrado. UFPA, Belém.

Veloso N.; Goncalves, C.; Mendes, R.; Vasconcellos, M.; Costa, T.; Oliveira, D. (2013). A pós-graduação e a sustentabilidade do abastecimento de comunidades ribeirinhas na Amazônia por meio de água de chuva: da concepção à ação. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*. 10 (21), pp. 761-791.

Veloso N. & Mendes, R. (2014). Aproveitamento da Água da Chuva na Amazônia: Experiências nas Ilhas de Belém/PA. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* Volume 19 n.1 –Jan/Mar. pp. 229-242.

Zhu Q. & Yuanhong L. (2009). A sustainable way for integrated rural development in the mountainous area in China. In VII Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, Caruaru-PE. Caruaru-PE, ABCMC.

Vegetação Ripária e sua importância no Ciclo Hidrológico nos Ecossistemas Amazônicos

**Maria da Gloria Gonçalves de Melo,
Raquel da Silva Medeiros, Paulo de
Tarso Barbosa Sampaio e Gil Vieira**

Introdução

O bioma Amazônico tem um papel importante no cenário nacional e internacional relacionado às mudanças climáticas. Isto se deve principalmente à sua extensão territorial e à enorme diversidade de ambientes, incluindo áreas úmidas e biodiversidade, com 53 grandes ecossistemas. Estes ecossistemas podem ser agrupados em áreas florestais; ambientes tipicamente andinos (próximo às nascentes da bacia); várzeas (vegetação inundável); áreas de savanas tropicais e estepes. Entre estes ambientes, a mais extensa área são as florestas úmidas do Sudeste da Amazônia, as florestas úmidas do Madeira-Tapajós e as florestas unidas das Guianas (SAYRES *et al.*, 2008).

Os biomas úmidos amazônicos são cobertos com diferentes tipologias de vegetação inundável, muito rica em espécies e altamente adaptadas para alagamentos prolongados (INAU, 2017). Apesar dos esforços da comunidade científica, áreas úmidas são ainda consideradas de pouca relevância econômica, ecológica e social no Brasil. Isto é evidente no debate sobre o Novo Código Florestal, no qual completamente ignora a importância ecológica e socioeconômica das áreas úmidas (AH) (SOUZA JR. *et al.* 2011; PIEDADE *et al.* 2012; JUNK *et al.* 2012). A discussão evidencia as lacunas concernentes da importância das áreas úmidas pelos tomadores de decisão, assim como a ausência de mecanismos legais para sua adequada proteção/conservação.

Florestas alagáveis e de várzeas usualmente possuem menos diversidade do que florestas de terra-firme. Elas detêm animais e plantas adaptadas a condições hidrológicas sazonais. A menor diversidade deste tipo de vegetação ocorre porque há poucas espécies com este mecanismo morfofisiológico que suportam o ritmo de inundação (FERREIRA & STOHLGREN, 1999).

Florestas ripárias e mosaicos de vegetação em bacias hidrográficas são um dos componentes fundamentais dos ciclos hidro geoquímico e

hidrológico (Tundisi & Tundisi, 2010). A remoção desta cobertura florestal tem considerável impacto na qualidade da água e nos serviços ambientais dos sistemas aquáticos (TUCCI & MENDES, 2006).

O conjunto de processos ecológicos mantido pelas florestas ripárias tem componentes fundamentais, tais como renovação da qualidade da água; controle e recarga dos aquíferos; reposição da água pela evapotranspiração e no controle da sedimentação dos ecossistemas aquáticos. Todos estes fatores refletem nos processos de preservação do volume da água. Além do mais, eles agem para fornecer matéria orgânica para a fauna e manter o estoque de diversidade e refúgio da fauna, além de constituir em uma área de reprodução das mesmas (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Desmatamento e degradação de florestas ripárias têm avançado significativamente na Amazônia. Este fato tem feito surgir alertas para sua proteção, especialmente porque estas florestas protegem a água, um recurso que está se tornando escasso no mundo. Grande extensão de florestas ripárias são destruídas pelo crescimento das cidades, desmatamento para produção ilegal de madeira, agricultura de subsistência e pastagens, devido à alta fertilidade de seus solos e fácil acesso (JUNK *et al.*, 2000). Além do mais, atividades antrópicas nestas áreas promovem danos socioeconômicos e ambientais enormes (ZELARAYÁN *et al.*, 2015).

Preocupação para a conservação e restauração da cobertura da vegetação ripária é relativamente recente no Brasil e tem sido assunto de longas e frequentes discussões. A legislação atual foca nos assuntos técnico-científico e conservacionista. A importância das florestas ao longo dos cursos dos rios é baseada nos benefícios diversos que este tipo de vegetação proporciona ao ecossistema, exercendo uma função de proteção em todos os recursos naturais bióticos e abióticos.

De acordo com Tambosi *et al.* (2015), a presença de vegetação, principalmente de matas ciliares, suporta uma série de funções eco hidrológicas, uma vez que essa vegetação fornece um microclima adequado ao ambiente aquático, reduzindo a incidência de aumento da estabilidade térmica do ambiente aquático.

As funções da vegetação ripária também garantem maior estabilidade em diferentes parâmetros físico-químicos da água, além de reduzir o risco de eutrofização. Portanto, favorece a manutenção da qualidade da água e

possíveis custos de tratamento para uso humano (CASATTI, 2010; TUNDISI & TUNDISI, 2010; TUNDISI, 2014).

Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo analisar a importância da vegetação ripária na proteção dos recursos hídricos da Amazônia, bem como discutir as principais mudanças / inovações do novo Código Florestal relacionadas às APPs. Considerando que o mesmo, entre outras determinações, começou a exigir a presença de vegetação nas margens de rios, lagos e córregos e a recuperação de áreas degradadas.

Áreas de preservação permanente - apps e sua importância

O novo Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) define Área de Preservação Permanente (APP), como “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar recursos hídricos, paisagem, estabilidade geológica e biodiversidade, além de facilitar o fluxo gênico da fauna e da flora, protegendo o solo e garantindo o bem-estar das populações humanas”.

As APPs são identificadas, tanto nas áreas rurais e urbanas, como áreas sensíveis e como faixas, margeando os cursos de água natural perenes e intermitentes; áreas ao redor de lagos e lagoas naturais; as áreas circundantes a reservatórios de água artificiais, resultantes do represamento ou represamento de cursos de água naturais; as áreas ao redor das nascentes e nascentes de água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica; o topo das colinas; declives com declives superiores a 45°; a vegetação rasteira (“restingas”) e as dunas, os manguezais e as margens do platô e bancos de areia de um rio (Lei Federal nº 12.651 – Código Florestal Brasileiro).

As APPs são essenciais para a manutenção dos recursos hídricos. A presença de vegetação e, em particular, de florestas nessas áreas ribeirinhas, garante uma série de funções eco hidrológicas, influenciando diretamente os parâmetros físico-químicos e biológicos dos corpos d’água (TAMBOSI *et al.*, 2015). Apesar disso, as APPs estão atualmente sujeitas a grandes extensões de degradação devido à intensificação das pressões antropogênicas no meio ambiente. Como resultado, existe um processo de substituição de paisagens naturais por outros usos e ocupações do solo e a conversão de áreas de cobertura florestal em fragmentos florestais, comprometendo o meio ambiente e, em muitos casos, afetando a disponibilidade de importantes recursos naturais para a vida (MOREIRA *et al.*, 2015).

O que a lei diz sobre áreas de preservação permanente (apps)?

Para fortalecer a proteção dos recursos hídricos, a Lei Florestal Brasileira estabelece a necessidade da presença de Áreas de Preservação Permanente, bem como de sua recuperação e conservação. No entanto, ao longo dos anos, a Legislação Ambiental Brasileira passou por mudanças, sendo a principal a criação da Lei 12.651 de 25 de maio de 2012, que passou a ser conhecida como “Novo Código Florestal Brasileiro”, substituindo o “Código Florestal de 1965”. Código Florestal “tem sido duramente criticado por ambientalistas, especialmente no que diz respeito a mudanças na preservação e recuperação de APPs”.

Uma das principais mudanças ocorridas foi a redução de áreas protegidas. A nova lei inclui as áreas de APPs no cálculo da Reserva Legal (80% do território deve ser cobertura florestal) das propriedades rurais. Essa medida tornou o cálculo do tamanho do APPS mais flexível em relação ao ponto de partida para a delimitação da faixa marginal dos cursos de água. No código de 1965, a extensão da área a ser preservada (APP), foi delimitada do nível mais alto dos rios (leito sazonal mais alto), incluindo áreas de inundação em épocas de inundações, variando de acordo com a largura do curso da água. Com a criação do novo código florestal, a APP foi delimitada pelo leito regular do rio e a recuperação da vegetação ribeirinha ou matas ciliares em pequenas propriedades (até 4 módulos fiscais) começou a variar de acordo com o tamanho da propriedade. O alcance a recompor varia de 5 a 15 m. Propriedades com mais de quatro módulos fiscais, a faixa a ser preservada varia de 30 a 500 m. Para Tambosi *et al.* (2015), essa mudança tem um duplo efeito: (i) reduz a largura do rio (que anteriormente incluía a planície de inundação anual), para que a largura da faixa de proteção possa ser reduzida; e (ii) reduz a proteção de áreas florestais de várzea, especialmente em rios com várzeas amplas (como é o caso de vários rios e na Amazônia). Os autores também apontam que, com o novo Código Florestal, as APPs ribeirinhas protegerão apenas parte das áreas de várzea, o que é particularmente grave, uma vez que as várzeas desempenham importantes funções ecossistêmicas e hidrológicas. Além de atenuar as forças erosivas do escoamento superficial da água da chuva, as planícies de inundação, ajudam a controlar inundações e a qualidade da água, são fundamentais na recarga de aquíferos e ainda exercem uma função ecológica – são sistemas

de transição entre ecossistemas terrestres e aquáticos, entre outros (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 2010; SILVA *et al.*, 2012).

A proteção das nascentes é outra diferença importante entre o “Antigo” e o “Novo” Código Florestal. O Código Florestal de 2012 abrange apenas fontes permanentes. A proteção de nascentes intermitentes e as faixas marginais de cursos d’água efêmeros foram excluídas. De acordo com Tambosi *et al.* (2015), isso ameaça várias nascentes e cursos de água e, conseqüentemente, compromete a proteção dos recursos hídricos, principalmente em áreas mais suscetíveis onde o clima é mais seco.

Um dos pontos criticados no novo código é a anistia de multas para produtores que desmataram áreas protegidas (APPs e Reserva Legal) até 22 de julho de 2008 (data do decreto que regulamenta a Lei de Crimes Ambientais - Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998). Para alguns ambientalistas, essa anistia cria um precedente legal e insegurança que incentiva o desmatamento. Quem comete crimes ambientais pode ser perdoado de suas penalidades (ORENSTEIN, 2017). Além disso, no código florestal de 1965, todas as áreas de APP (florestas ribeirinhas), ocupadas por atividade antrópica devem ser restauradas/recuperadas com vegetação nativa. No “Novo Código Florestal”, as APPs com uso já consolidado até 22 de julho de 2008, devem ser recuperadas, mas não na sua totalidade. A extensão da APP a ser recuperada, varia de acordo com o tamanho da propriedade nos módulos fiscais, o tipo de APP e a largura dos corpos d’água. Conforme estabelecido no novo código, as áreas a serem restauradas ao longo das margens dos rios, lagos, lagoas e trilhas diminuem à medida que o tamanho da propriedade diminui. Também existe um valor máximo de 10% para imóveis menores que dois módulos fiscais e 20% entre dois e quatro módulos fiscais (Lei Federal 12.651/2012). Essa redução das áreas a serem restauradas, juntamente com a não exigência de restauração das APPs, nas colinas e nas encostas, pode reduzir o potencial dessas áreas para fornecer todos os serviços eco hidrológicos. Eles são essenciais para o fornecimento e a qualidade da água para uso humano (TAMBOSI *et al.*, 2015).

Um dos aspectos positivos do “Novo Código Florestal” foi a criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), que é obrigatório para todas as propriedades rurais do Brasil, sendo o primeiro passo no processo de regularização ambiental de terras privadas. O CAR inclui todas as informações ambientais de propriedades e apropriações rurais, como APPs e áreas de Reserva Legal

(RL), com dados georreferenciados e informações dos proprietários de terras. O proprietário que não registra sua propriedade rural perde a oportunidade de regularização ambiental, nas condições e prazos previstos na Lei 12.651. Estes perderão a oportunidade de ter a suspensão das autuações e multas recebidas antes de 22 de julho de 2008. O mesmo será impedido também de receber o crédito rural de instituições financeiras, e de comercializar suas terras. No processo de compra e venda de propriedades rurais, o passivo ambiental deve ser legalizado. Desde a promulgação do Novo Código Florestal, o CAR é o resultado mais concreto da lei. Em 30 de abril de 2017, 4,1 milhões de propriedades rurais haviam sido registradas no CAR, representando um total de 408 milhões de hectares (ORENSTEIN, 2017).

Os agricultores que aderiram ao CAR são bem vistos tanto no setor agrícola da economia quanto pelos ambientalistas. As propriedades rurais registradas no CAR com passivos ambientais - APPs e reservas legais alteradas/desmatadas podem aderir ao PRA (Programa de Regularização Ambiental). O PRA permite que os estados orientem e acompanhem os produtores rurais na elaboração e implementação das ações necessárias para a recomposição das áreas com passivos ambientais. No entanto, como depende do investimento de cada estado da Federação Brasileira, o PRA ainda não está totalmente estabelecido em todas as regiões do Brasil. Um dos mais esperados pelos ruralistas e ambientalistas, mas ainda longe de trabalhar na prática, é o CRA (Cota de Reserva Ambiental). É um título que pode ser emitido para qualquer pessoa que tenha um excedente de área da Reserva Legal. O proprietário da terra pode negociar esse ativo florestal com outro produtor que possui reservas insuficientes. Essas ações seriam negociadas na Bolsa de Valores (ORENSTEIN, 2017). Essa participação é interessante, do ponto de vista da preservação da biodiversidade, mas para os recursos hídricos são ineficientes. Esta política não leva em consideração bacias hidrográficas. No futuro, isso pode significar algumas bacias com uma porcentagem de cobertura vegetal inferior à recomendada para a manutenção dos recursos hídricos. Caso contrário, outras bacias receberiam mais cotas e teriam uma maior integralidade dos recursos vegetais. Haveria, portanto, um desequilíbrio na uniformidade das paisagens.

Devido a essas grandes mudanças, o debate sobre o novo Código Florestal se intensificou. No entanto, não se acredita em um revés, mas de uma nova maneira. Como o novo Código Florestal não considera apenas

questões ambientais, mas também aspectos econômicos e sociais permite a continuidade das atividades econômicas em parte das APPs já consolidadas até 22/07/2008. Assim, na restauração da vegetação em áreas de reserva legal, será possível intercalar espécies nativas com árvores frutíferas em um sistema agroflorestal. Isso permite uma mudança de atitude dos agricultores e pecuaristas, pois pode ser um incentivo para recuperar suas áreas degradadas, combinando equilíbrio ecológico com um futuro retorno econômico.

Fragilidade e ameaças à integridade das apps

Atividades antropogênicas de vários tipos aumentaram nos últimos cinquenta anos na Bacia Amazônica. Grandes áreas de florestas de terras-baixas (várzeas e igapós) e terra-firme já foram desmatadas para exploração florestal, a agricultura e a pecuária usam uma extensão das APPs. Outro fator importante a ser considerado é a mineração de ouro, ferro, estanho, argila e bauxita, que resultou no desmatamento de áreas significativas. A indústria de petróleo não requer grandes áreas desmatadas. No entanto, todos esses desenvolvimentos de mineração devem ser bem planejados para evitar aumentar o risco de contaminação do sistema fluvial.

A eliminação da vegetação original tem causado um aumento das taxas de erosão e no assoreamento do sistema fluvial. Também pode resultar em alterações do clima regional, devido à sua importância no ciclo hidrológico regional e contribuição para o balanço atmosférico de CO₂ e H₂O, causando como consequência, influência no clima global. Algumas pesquisas indicam que as chuvas na Bacia Amazônica diminuirão nas próximas décadas devido às alterações do clima global, o que pode alterar significativamente as características geológicas e biogeoquímicas dos sistemas fluviais.

O que está sendo feito para mitigar a perda de cobertura vegetal na Amazônia?

O Ministério do Meio Ambiente (MMA), preocupado com a implementação da Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, propôs o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa - PLANAVEG. A elaboração deste plano, foi um grande desafio para os técnicos, e sua implementação foi discutida entre os diversos setores da sociedade, acadêmicos, políticos e empresariais. Foi baseado em experiências e ações de sucesso no Brasil e no exterior.

O PLANAVEG foi projetado para atender a essas demandas. Também teve como objetivo expandir e fortalecer políticas públicas, incentivos financeiros, mercados privados, práticas agrícolas e outras medidas. Isso permitirá a recuperação da vegetação nativa para um mínimo de 12,5 milhões de hectares nos próximos 20 anos. As medidas previstas no Plano determinarão a base para a recuperação em maior escala, com a possibilidade de adicionar áreas adicionais às exigidas pela Lei 12.651/ 2012. O PLANAVEG é baseado em oito iniciativas estratégicas destinadas a motivar, facilitar e implementar a recuperação da vegetação nativa (MMA) com cobertura nacional, todos os estados e municípios:

Conscientização: lançar um movimento de comunicação focado em agricultores, agronegócios, cidadãos urbanos, formadores de opinião e tomadores de decisão. Isso é para promover a conscientização sobre o que é a recuperação da vegetação nativa, vendo quais benefícios ela traz e como se envolver e apoiar esse processo.

Sementes e mudas: promover a cadeia produtiva de recuperação da vegetação nativa, aumentando a capacidade dos viveiros e outras estruturas de produzir espécies nativas e racionalize políticas para melhorar a quantidade, qualidade e acessibilidade de sementes e mudas de espécies nativas.

Mercados: promover mercados a partir dos quais os proprietários de terras possam gerar receita com a venda de madeira, produtos não madeireiros, proteção de bacias hidrográficas, entre outros serviços e produtos gerados pela recuperação da vegetação nativa.

Instituições: definir os papéis e responsabilidades entre os órgãos de governo, empresas e a sociedade civil, e alinhar e integrar as políticas públicas existentes e novas em prol da recuperação da vegetação nativa.

Mecanismos financeiros: desenvolver mecanismos financeiros inovadores para incentivar a recuperação da vegetação nativa, incluindo empréstimos bancários preferenciais, subsídios, compensação ambiental, isenções fiscais específicas e títulos de florestas.

Extensão rural: expandir o serviço de extensão rural (público e privado) para contribuir com o treinamento dos proprietários de terras, com ênfase nos métodos de recuperação de baixo custo.

Planejamento e monitoramento espacial: implementar um sistema

nacional de planejamento e monitoramento espacial para apoiar o processo de tomada de decisão para a recuperação da vegetação nativa.

Pesquisa e Desenvolvimento: aumentar a escala e o foco dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e inovação para reduzir custos. Há necessidade de melhorar a qualidade e aumentar a eficiência da recuperação da vegetação nativa. Também tem que levar em consideração fatores ambientais, sociais e econômicos.

A ciência da restauração ecológica ainda é relativamente recente, há um enorme desafio para encontrar novos conhecimentos e técnicas de espécies adequadas para restauração. Simples informações fenológicas das espécies muitas vezes são escassas. A ciência florestal se concentrou no conhecimento de espécies de interesse econômico, mas são poucos os exemplos que temos com as espécies de interesse ecológicos da Amazônia. A rede CT-PETRO-Amazônia, com mais de 10 anos de pesquisa em restauração ecológica no estado do Amazonas, acumulou informações razoáveis sobre as espécies importantes em projetos de recuperação de áreas degradadas ou restauração ecológica (MELO *ET AL.*, 2014; AMARAL *ET AL.*, 2014). Também houve avanços nos estudos de bioengenharia, silvicultura e ecologia, bem como no monitoramento comparativo de áreas restauradas em comparação com o ecossistema da matriz.

Conclusão

O novo código florestal apresentou avanços na legislação ambiental brasileira, mas apresenta algumas restrições em áreas úmidas na região amazônica. Isso pode ser explicado pelas enormes áreas florestadas que anualmente são inundadas. A legislação atual ainda está focada na largura do canal do rio. Esse tipo de vegetação ainda é vulnerável à extração ilegal de madeira ou à agricultura de subsistência.

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é uma excelente ferramenta para monitorar propriedades rurais em termos de boas práticas ambientais e controle de desmatamento. No entanto, a implementação e o controle ainda precisam ser intensificados em alguns estados. Os políticos locais pressionaram o governo a adiar a aplicação efetiva dessa importante lei ambiental.

O Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG)

é uma política promissora para restaurar as áreas desmatadas na região amazônica. Apesar do grande envolvimento de pesquisadores, ONGs, funcionários do Ministério do Meio Ambiente e secretarias estaduais, o início dos esforços para restaurar a vegetação foi dificultado pela grave crise política e econômica que o país tem passado nos últimos anos (IORIO *et al.*, 2018).

Referências bibliográficas

AMARAL, I.L.; SOARES, M.L.C.; NOGUEIRA, C.L.B.; MATOS, F.D.A. **Plantas Colonizadoras de Áreas Desflorestadas para Atividades Petrolíferas**. Manaus, Editora do Inpa, 2014, p.136.

CARDOSO, P.P.; SWAN A.D. AND MENDES R. Exploring the key issues and stakeholders associated with the application of rainwater systems within the Amazon Region, **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 5; n. 4, p. 724-735, 2018. [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(2\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(2))

CASATTI, L. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. **Biota Neotropica**, v.10, n.4, p. 31-4, 2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00310042010>

FERREIRA, L.V.; STOHLGREN, T. Effects of River Level Fluctuation on Plant Species Richness, Diversity, and Distribution in a Floodplain Forest in Central Amazonia. **Oecologia**, v. 120, n.4, p. 582-587, 1999. <http://doi.org/10.1007/s004420050893>

IORIO, M., MONNI, S., BROLLO, BARBARA. The Brazilian Amazon: a resource curse or renewed colonialism? v. 5, n. 3, march, 2018. <http://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.3>

INAU (acessado em 25 de Outubro de 2017), http://www.inau.org.br/classificacao_areas_umidas_completo.pdf

JUNK, W.J.; OHLY, J.J.; PIEDADE, M.T.F.; SOARES, M.G.M. The Central Amazon floodplain: Actual use and options for a sustainable management. **Backhuys Publishers**, Leiden, 590 p., 2000. <http://hdl.handle.net/11858/00-001M-0000-000F-E01B-1>

JUNK, W.J., PIEDADE, M.T.F., SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F. A classification of major natural habitats of Amazonian whitewater river floodplains (várzeas). **Wetlands Ecology and Management**, 2012. <http://doi.org/10.1007/s11273-012-9268-0>

MELO, M.G.G.; MENDES, A.M.S.; PINTO, S.F.; VIEIRA, G.; SAMPAIO, P.T.B. **Sementes de Espécies Florestais Aptas para Restauração Ecológica em Coari, Am**. Manaus, Editora do INPA, p.102, 2014.

MIRIAM, J.; RADOSLAV, J. The assessment of corporate social responsibility: approaches analysis, **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 4, n. 4, p. 441-459, 2017. [http://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4\(4\)](http://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4(4))

MOREIRA, T.R.; SANTOS, A.R.; DALFI, R.L.; CAMPOS, R.F. D.E, SANTOS, G.M.A.D.A.; EUGÊNIO, F.C. Confronto do Uso e Ocupação da Terra em PPAs no Município de Muqui, ES. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 22; n. 2; p. 141-152, 2015. <http://dx.doi.org/>

org/10.1590/2179-8087.019012

MUNIZ, J.; DA GLORIA, M.; DE MELO, G.; LIBERATO, M., A., R.; WAHNFRIED, I.; VIEIRA, G. Towards sustainability: allowance rights for using water resources in Amazonas State of Brazil, **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 5, n. 4, p. 761-779, 2018. [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(5\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(5))

ORENSTEIN, J. O que mudou depois de 5 anos da sanção do novo código florestal Brasileiro. **Nexo Jornal Ltda**, 2017. Disponível: <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2017/05/25/O-que-mudou-depois-de-5-anos-da-sancao-do-Novo-Codigo-Florestal>.

PIEIDADE, M.T.F., JUNK, W.J., SOUSA JR, P.T. DE, NUNES DA CUNHA, C., SCHÖNGART, J., WITTMANN, F., CANDOTTI, E.; GIRARD, P. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal Brasileiro. *In: Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável (ed.): Código Florestal e a ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber*. Sumários executivos de estudos científicos sobre impactos do projeto de Código Florestal.-Comitê Brasil, Brasília, p 9-17, 2012. www.inau.org.br/classificacao_areas_umidas_completo.pdf

RIVZA, B.; KRUZMETRA, M. Through economic growth to the viability of rural space, **Entrepreneurship and Sustainability Issues**. v. 5, n. 2, p. 283-296, 2017. [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.5.2\(9\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.5.2(9))

ROCHA, G. M.; NEVES, M. B. Hydroelectric projects and territorial governance in regions of The State of Pará, Brazilian Amazon, **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v.5, n. 3, p.712-723, 2018. [https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4\(1\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2018.5.4(1))

SAYRE, R.; BOW, J.; JOSSE C.; SOTOMAYOR, L.; TOUVAL, J. Terrestrial ecosystems of South America, Chapter 9, p.131-152, 2008. Disponível: <<http://www.aag.org/galleries/nalcs/CH9.pdf>>

SILVA, J. A. A.; NOBRE, A.D.; JOLY, C.A., NOBRE, C.A.; MANZATTO, C.V.; FILHO, E.L.R.; SKORUPA, L.A.; CUNHA, M.M.L.C.; MAY, P.H.; RODRIGUES, R.R.; ABRENS, S.; ABREU SÁ, T.D. **O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. 2.ed. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, 294p., 2012.

SOUSA JR, P.T., PIEIDADE, M.T.F.; CANDOTTI, E. Brazils forest code puts wetlands at risk, **Letter to Nature**, p. 478: 458, 2011.

STJEPANOVIĆ, S.; TOMIĆ D.; ŠKARE, M. A new approach to measuring green GDP: a cross-country analysis, **Entrepreneurship and Sustainability Issues**, v. 4, n. 4, p. 574-590, 2017. [https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4\(13\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2017.4.4(13))

TAMBOSI, L.R.; VIDAL, M.M; FERRAZ, S.F.B.; METZGER, J.P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. *Estudos Avançados*, v.29, n. 84, 2015. DOI: 10.1590/S0103-40142015000200010.

TUCCI C.; MENDES, A.C. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. MMA; PNUD, p.311, 2006. http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnl/_arquivos/sqa_3.pdf

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. **Limnologia**. Oficina de Textos, p. 632, 2008. <https://www.ofitexto.com.br/livro/limnologia/>

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v.10, n.4, p.67-76, 2010. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn01110042010>

TUNDISI, J.G. (Ed.). **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 76p, 2014. <http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5923.pdf>

ZELARAYÁN, M.L.C.; CELENTANO, D.; OLIVEIRA, E.C.; TRIANA, S.P.; SODRÉ, D.N.; MUCHAVISOY, K.H.M. Impacto da degradação sobre o estoque total de carbono de florestas ripárias na Amazônia Oriental, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 45, n. 3, Manaus, AM, 2015.

Potencial biotécnico de espécies autóctones da Amazônia para uso em restauração de florestas ripárias

Robson Disarz, Gil Vieira e
Fabrício Jacques Sutili

Introdução

A importância sócioecológica das florestas ripárias (marginais) aos recursos hídricos tem sido largamente apontada por vários estudos (PIEADADE *et al.* 2012; JUNK *et al.* 2012), principalmente no ciclo biogeoquímico (TUNDISI; TUNDISI, 2010).

Sua degradação, ou mesmo substituição, tem se intensificado nos últimos anos em todas as regiões da Amazônia. Sua manutenção e restauração são primordiais para a manutenção da qualidade da água e os recursos pesqueiros, tão importantes para as populações da Amazônia.

A ciência da restauração de áreas degradadas ou alteradas consiste em criar condições para reparação das funções ecológicas de um ecossistema que perdeu sua resiliência, ou seja, a capacidade de regeneração natural. Essas condições são estabelecidas a partir da facilitação dos processos de sucessão, aliadas à aceleração da ciclagem de nutrientes, que promove o acúmulo de biomassa e acréscimo na quantidade de indivíduos e diversidade de espécies. Inicialmente a principal atividade de contenção do avanço da degradação ambiental deve ser o manejo do solo, com o desígnio de preparar o sítio para o restabelecimento da vegetação e retorno da biota.

O termo erosão provém do latim (“erodere”) que significa corroer. A erosão do solo é o processo de desagregação e transporte de partículas, deslizamentos de superfície e outros movimentos de massa e sequencial deposição deste material, provocado por um agente abiótico, principalmente a água. A erosão hídrica ocorre em três formas sucessivas: erosão laminar; ravinamentos ou sulcos e voçorocas. A erosão laminar caracteriza-se pela desagregação, seguida do deslocamento uniforme e suave, em toda a extensão da área sujeita ao agente erosivo. O ravinamento é a abertura de um canal de escoamento com traçado definido. A voçoroca, estágio

mais avançado de erosão, corresponde ao extremo processo de ravinamento, quando o sulco atinge o lençol freático (MAGALHÃES; FURTADO, 2001).

Diferentes métodos são utilizados para reduzir a erosão do solo, a maioria implica na manutenção e conservação de uma cobertura de proteção vegetal (PIMENTEL *et al.*, 1995). O controle destes processos favorece a estabilidade do solo, que é fundamental para o desenvolvimento e sucessão vegetal, tornando-se mais eficaz quando precocemente efetuado. No âmbito das intervenções para controle das erosões do tipo laminar, diversos trabalhos utilizam geossintéticos, mantas e geogrelhas, fabricadas em materiais incapazes de se degradar em ambiente natural. Ou ainda, empregam técnicas como a hidrossemeadura para o plantio de gramíneas exóticas perenes, o que apesar de proporcionar rápida cobertura do solo, dificulta o estabelecimento de outras espécies vegetais, devido à alta concorrência por luz e nutrientes (MOLINARO; VIEIRA, 2007). Para a restauração de ambientes naturais, onde o objetivo da intervenção antrópica é devolver ao local as características anteriores à degradação, é necessária a aplicação de materiais biodegradáveis e técnicas que priorizem o emprego de espécies vegetais autóctones para a estabilização do solo e atração da biota.

Atualmente, as áreas degradadas na Amazônia brasileira possuem diversos fatores provocadores ou catalisadores dos processos de degradação ambiental. Avanços na agricultura e pecuária de baixo nível tecnológico onde desrespeitam o código florestal vem destruindo a vegetação ripária ao longo dos recursos hídricos. Outras atividades econômicas na região também têm contribuído, prospecção de petróleo e gás, mineradoras e garimpos ilegais. As atividades de prospecção de petróleo e gás são pontuais e não atingem grandes áreas. Por exemplo, toda a extensão das áreas de prospecção de hidrocarbonetos no Amazonas utiliza somente 215 ha. Há grandes preocupações pelas empresas responsáveis na qualidade ambiental. São empresas de grande porte e um pequeno problema ambiental pode causar consequências severas nos recursos hídricos. Uma pequena erosão pode assorear pequenos igarapés, causando um desequilíbrio biogeoquímico.

Nas áreas de prospecção de hidrocarbonetos do Amazonas, toda a vegetação é removida, incluindo o banco de plântulas e de sementes, devido

à eliminação e/ou inversão dos horizontes superficiais do solo. Isso resulta em exposição à intensa radiação solar impactando as gotas de chuva, ocasionando a compactação do solo, diminuição das taxas de infiltração da água e da concentração de nutrientes, o que favorece a ação erosiva (TANAKA; VIEIRA, 2006). A água atua na degradação do solo de duas maneiras: quimicamente como solvente na lixiviação dos nutrientes e mecanicamente movimentando partículas (DURLO E SUTILI, 2005).

Estudos mostram que em clareiras impactadas, as taxas de infiltração de água são da ordem de 5 mm.h⁻¹, enquanto na floresta circundante a taxa de infiltração superficial é da ordem de 100 mm.h⁻¹ (ROCHA *et al.*, 2004). As medidas do rebaixamento da superfície pela perda de solo devido ao processo erosivo, em áreas degradadas na região da província de extração de hidrocarboneto em Urucu no Amazonas (município de Coari/AM), atingem valores médios da ordem de 7,5 cm.ano⁻¹ (ARRUDA, 2005). Isso influencia negativamente a taxa de sobrevivência dos plantios de mudas, devido à indisponibilidade de água para as raízes, resultante da alta compactação e baixa infiltração, e ainda à exposição destas raízes em decorrência do acentuado processo erosivo, que chega a retirar mudas do solo.

Estudos realizados em Urucu verificaram que ações de recuperação eram exclusivamente baseadas no reflorestamento com mudas de espécies arbóreas que apresentam baixos índices de estabelecimento (NASCIMENTO, 2009). Estes programas de restauração foram baseados na produção e plantio de mudas e negligenciaram o manejo do solo. Isso resultou em iniciativas mal-sucedidas, sob alto custo financeiro (cerca de R\$ 41.000ha⁻¹), devido principalmente à atividade de coleta de sementes (BENTO, 2010). Diante do exposto é notório que o desenvolvimento de novos métodos e técnicas são necessários para restauração ambiental para esta região e para os demais tipos de vegetação ripária na Amazônia.

A bioengenharia de solos também conhecida como engenharia biotécnica ou engenharia natural é uma ciência eficiente para facilitação dos processos de sucessão natural em áreas degradadas. Esta ciência vale-se de técnicas biológicas, nas quais plantas ou parte destas são usadas como material vivo para construção de estruturas que aliem a estabilização do solo à reintrodução da biota. Sozinhas, ou combinadas com materiais inertes, as plantas promovem resultados quanto estabilidade de encostas naturais

ou artificiais de terrenos e margens de cursos de água (DURLO; SUTILI, 2005; SUTILI, 2007). Os efeitos ecológicos do emprego destas técnicas oferecem vantagens em comparação aos métodos convencionais, tornando as áreas recuperadas autossuficientes a partir da facilitação de processos naturais que resultam em um ecossistema equilibrado (SCHIECHTLI, 2002).

O recorrente sucesso dessas intervenções na recuperação de áreas degradadas de vegetação ao longo dos recursos hídricos tem se popularizado em diversos países como Áustria, Alemanha, França, Suíça, Itália, Estados Unidos e China, principalmente na contenção de encostas e taludes (SCHIECHTL, 2002; REY *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2006; EVETTE *et al.*, 2009; REDDY, 2010). Atualmente no Brasil, a bioengenharia tem sido empregada na região sul (ALTREITER e PLUNGER, 2004; SUTILI; DURLO, 2004; DURLO; SUTILI, 2005; SUTILI, 2007). Apesar do avanço na utilização destas técnicas, os estudos indicam que ainda é escasso o conhecimento sobre as características das plantas potencialmente utilizáveis, o que dificulta a implantação das obras de bioengenharia (DURLO; SUTILI, 2005).

A engenharia natural ou bioengenharia de solos utiliza práticas de engenharia tradicional integradas ao uso de vegetação viva e outros materiais para o controle de erosão, estabilização de taludes, proteção dos habitats e enriquecimento biológico de ecossistemas degradados (GRAY; SOTIR, 1996). Inicialmente, a erosão é contida a partir do emprego de material inerte e técnicas tradicionais de engenharia. Em médio e longo prazo, a vegetação resultante dos sistemas implantados pelas obras de bioengenharia torna-se o principal fator de reestruturação do solo (REDDY, 2010).

O sucesso das intervenções de obras de bioengenharia depende diretamente do conhecimento e adequado aproveitamento das características técnicas das plantas, destacando-se o potencial de reprodução vegetativa, a capacidade de suportar condições ambientais extremas e o enraizamento denso e robusto (SUTILI *et al.*, 2004; KUZOVKINA; VOLK, 2009). A introdução de espécies com estas características, além de atuar na estabilidade do solo, promove a melhoria do microclima reduzindo a temperatura e elevação da umidade, o que favorece a recolonização da biota, aumentando a complexidade ecológica local (KUZOVKINA; VOLK, 2009).

Uma variedade de métodos pode ser aplicada para propagação vegetativa de espécies arbóreas tropicais, incluindo a enxertia, estaquia,

alporquia e técnicas *in vitro* como proliferação de meristemas, organogênese e embriogênese (LEAKEY *et al.*, 1994). Na engenharia natural, o método frequentemente utilizado é a propagação vegetativa de estacas caulinares (macroestacas). Este método consiste em destacar da planta-matriz um ramo e colocá-lo em um meio adequado para formação do sistema radicular e/ou desenvolvimento da parte aérea (PAIVA; GOMES, 1993). É uma alternativa vantajosa para colonização vegetal em áreas degradadas devido a uma série de características, tais como: redução do tempo para a maturidade reprodutiva dos indivíduos, atração da fauna, fornecimento local de propágulos, facilitação dos processos de sucessão, diminuição nos custos em relação à produção de mudas por sementes, rápido desenvolvimento do sistema radicular e de brotações que proporcionam cobertura e agregação do solo, além de permitir a seleção de indivíduos que apresentem características fenotípicas que indiquem melhor carga genética.

O fator climático apresenta forte influência nas taxas de sobrevivência em testes de germinação e/ou estabelecimento e sobrevivência de plantas. Para a propagação vegetativa, a melhor época para coleta de material é o fim da estação de dormência (REDDY, 2010). Após a alternância do fator de controle (ou restrição) ambiental para uma condição mais favorável, o vegetal tende a retomar as atividades metabólicas, produzindo novos tecidos (TAIZ; ZEIGER, 2004), no caso das estacas, brotos e raízes.

Em regiões onde há diferenciação de temperatura bem definida ao longo do ano, recomenda-se a coleta das estacas no fim da estação fria (PEZESHKI *et al.*, 2005), pois em seguida, com o aumento da temperatura durante a mudança de estação, as estacas intensificam a atividade fisiológica, emitindo brotos e raízes em maior quantidade, o que eleva as taxas de sobrevivência. Na zona equatorial e tropical, onde a variação de temperatura é baixa, o fator de controle ambiental que pode influenciar é a diferença de pluviosidade. Assim, após o período de seca é quando o metabolismo vegetal é intensificado com a época chuvosa.

Entretanto, para implantação de estacas diretamente no campo, principalmente na região amazônica onde os índices pluviométricos são altos, é importante que seja cuidadosamente planejada a locação do material vegetal, pois há uma probabilidade alta destas estacas serem deslocadas pela força das águas antes do desenvolvimento de brotos e principalmente das raízes. Neste trabalho, as épocas de coleta não puderam ser planejadas

por estação climática. Assim, durante o período experimental, as plantas foram submetidas à irrigação controlada para isolar o fator de restrição hídrica, visando à avaliação apenas do potencial fisiológico das espécies quanto à reprodução vegetativa.

As estacas lenhosas dependem da hidrólise e disponibilização de carboidratos armazenados nos tecidos das estacas para promover o enraizamento (LEAKEY 2004). Estacas de maior diâmetro podem conter maior teor de reserva armazenada, em comparação com estacas de menor diâmetro (AMINAH *et al.*, 1995). Os processos de enraizamento giram em torno da totipotência inerente às células vegetais e podem ser divididos em três etapas: (a) indução - compreende o período em que ocorrem as primeiras modificações moleculares e bioquímicas precedendo mudanças morfológicas, (b) iniciação - as divisões celulares iniciam, formam-se os meristemas de raiz e são formados os primórdios radiculares e (c) expressão - momento em que acontece o crescimento e a emergência das raízes na estaca (KEVERS *et al.*, 1997). As exigências para a iniciação de raízes e crescimento radicular são diferentes: a primeira é influenciada pela genética e estado fisiológico da planta, enquanto a última é mais sensível aos fatores do ambiente (LEAKEY, 1985).

O conhecimento sobre estaquia de espécies florestais da Amazônia é escasso e se concentra exclusivamente em espécies de interesse comercial (VASTANO JR; BARBOSA, 1983; PAES *et al.*, 2006; SAMPAIO *et al.*, 2010). Este estudo teve como objetivo investigar a capacidade de propagação vegetativa de macroestacas caulinares de onze espécies e caracterizá-las biotecnicamente, possibilitando a aplicação destas na bioengenharia de solos para recuperação de áreas degradadas na Amazônia, focando principalmente nas florestas ripárias.

Objetivos

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral propor um método de restauração de áreas degradadas de vegetação ripária a partir dos fundamentos das técnicas de bioengenharia com espécies vegetais autóctone da Amazônia. Para isto há necessidade de realizar os seguintes estudos:

2.1 Testar a capacidade reprodutiva por macroestaquia de onze espécies da Amazônia;

2.2 Verificar a influência do diâmetro das estacas coletadas na taxa de sobrevivência e nas variáveis de crescimento das espécies estudadas;

2.3. Comparar as características biotécnicas de rebrota e enraizamento das espécies com potencial de reprodução vegetativa por macroestaquia.

Material e métodos

Localização e descrição da área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido em viveiro florestal localizado em Manaus-AM- Brasil, cujas coordenadas geográficas são 03005'32.2" S e 60001'08.1" W (DATUM WGS 84) e altitude aproximada de 41m. O clima é do tipo Af segundo a classificação de Köppen, caracterizado como equatorial úmido (KOTTLEK *et al.*, 2006). As variáveis ambientais de precipitação e temperatura, durante todo o período do experimento (abril de 2010 a janeiro de 2011) foram mensuradas pela estação meteorológica automática da Universidade Estadual do Amazonas - UEA, localizada a 300 m do local do experimento. Há um período de maior precipitação mensal entre os meses de outubro e junho e um período de precipitação inferior entre os meses de julho a setembro. A temperatura média oscila pouco durante o ano e as maiores temperaturas coincidem com os meses de baixa precipitação (Figura 1).

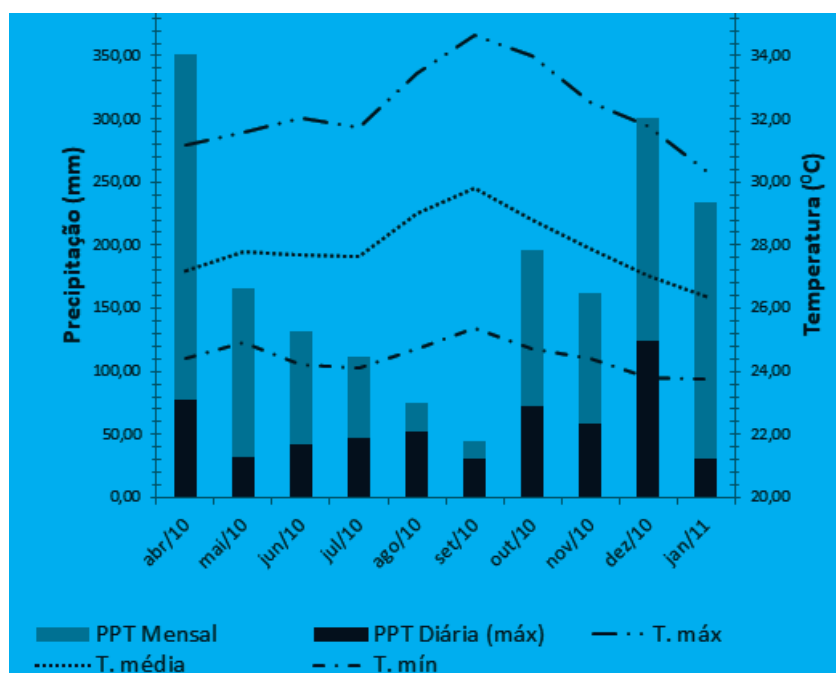


Figura 26 – Precipitação e temperatura observadas durante a condução do experimento.

Espécies

As espécies utilizadas nesse estudo são autóctones da Amazônia, pertencentes a oito famílias botânicas (Quadro 1). Para a escolha dessas espécies obedeceu-se a alguns critérios: i) rusticidade e capacidade de colonização de ambientes alterados; ii) facilidade na obtenção de material para propagação vegetativa (macroestacas) e iii) indícios da família botânica quanto à capacidade de reprodução assexuada. Para comprovação das espécies foi coletado material botânico e comparado com material “voucher” depositado no herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

ESPÉCIE	FAMÍLIA
Belluciagrossularioides(L.) Triana	Melastomataceae
Vismiaguianensis(Aubl.) Pers.	Clusiaceae
Vismiacayennensis(Jacq.) Pers.	Clusiaceae
Clusia insignis Mart.	Clusiaceae
Warszewiczia coccinea(Vahl) Klotzsch	Rubiaceae
Salixhumboldtianavar. martiana (Leyb.)	Salicaceae
<i>Piper sp.*</i>	Piperaceae
Goupia glabra Aubl.	Celastraceae
Alchornea castaneifolia (Humb. &Bonpl. exWilld.) A. Juss.	Euphorbiaceae
Croton lanjouwensisJabl.	Euphorbiaceae
Spondiasmombin L.	Anacardiaceae
*Aguardandoconfirmação	

Quadro 3 - Espécies selecionadas para avaliação do potencial de reprodução por macroestaquia.

Descrição das espécies

Alchorneacastaneifolia (Humb. &Bonpl. ex Willd.) A. Juss.

É conhecida popularmente como *oeirana-folha-grossa* ou *ourana*. Ocorre nos estados do Pará, Amazonas, Acre, Maranhão, Pernambuco, Bahia e Mato Grosso (CORDEIRO; SECCO, 2010). É uma árvore pioneira de 1,5 a 6 m, que coloniza áreas frequentemente alagadas, estando por muitas vezes quase submersa (SECCO, 2004; WITTMANN, 2006; Figura 2 e 3).



Figura 27 – Exemplar de *A. castaneifolia* á margem do Rio Solimões (Manaus/ agosto 2010).

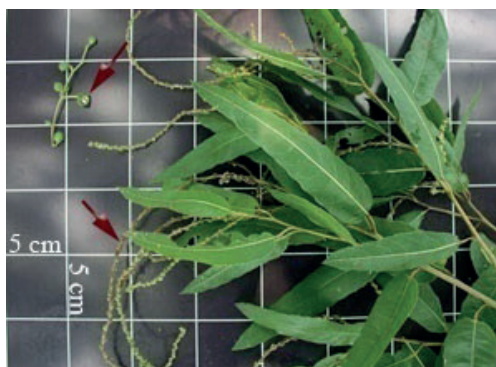


Figura 28 – Material botânico de *A. castaneifolia* com destaque para frutos e inflorescência.

Wittmann *et al.* (2006) afirma que a espécie forma grupos monoespecíficos nos níveis mais altos de inundação, tendo um crescimento rápido e curto ciclo de vida. Desenvolvem profundas raízes primárias que oferecem suporte mecânico relativamente alto contra a velocidade da água, durante as fases de inundação (WITTMANN *et al.*, 2006). Outra característica importante é a formação de uma nova camada de raízes secundárias conforme a deposição de sedimentos durante as fases de cheia (WITTMANN; PAROLIN. 2005).

Piper sp.

A família Piperaceae é representada por plantas herbáceas, arbustos e raramente árvores. O gênero *Piper* é um dos maiores da família Piperaceae, com pelo menos 1.000 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, especialmente da Ásia e do Novo Mundo. É um gênero com boa representatividade comercial e destaque no cenário econômico, sendo a espécie indiana *P. nigrum*, produtora da pimenta-do-reino, a mais difundida no mundo (NUNES *et al.*, 2007).

O gênero *Piper* é frequentemente um elemento dominante dentro da floresta tropical e se constitui num dos cinco gêneros mais importantes na seleta floresta Neotropical. Não surpreendentemente, as espécies *Piper* têm grande importância ecológica e são consideradas espécies “chave”, com base em suas associações com morcegos frugívoros (FLEMING, 1981, 1985; BIZERRIL, 1998). Por serem espécies pioneiras, são particularmente comuns em áreas perturbadas, em bordas de floresta e em clareiras produzidas pela queda de árvores.

Salix humboldtiana Willd.

A espécie *Salix humboldtiana* Willd. é sinônimo de *Salix martiana* Leyb. Pela sua ampla distribuição geográfica, que se estende do sul do México até a Argentina (CARAPANEZZI *et al.*, 1999), recebe inúmeros nomes populares como oeirana-branca no norte do Brasil e salgueiro, salso, chorão, salseiro, salso-salseiro e salso-crioulo em outras regiões do país. Tem uma ampla distribuição na região de várzea do Rio Solimões, Amazonas.

O salseiro é uma árvore de porte médio (20m), com tronco reto, inclinado ou tortuoso, que pode alcançar até 90 cm de diâmetro e copa ampla, de ramificação ascendente (MARCHIORI, 2000; Figura 4).

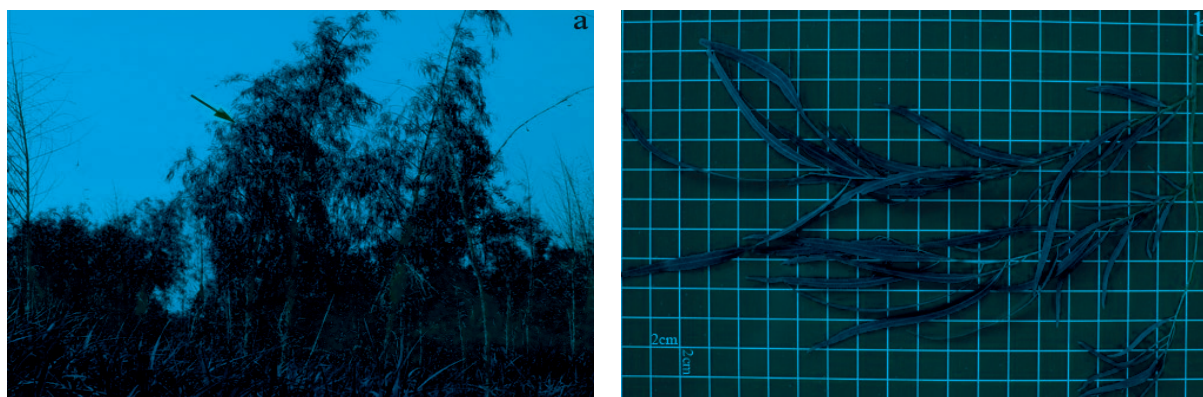


Figura 29 – Conjunto de plantas de *S. humboldtiana* à margem do Rio Solimões – Manaus/agosto 2010 (a) e galho de *S. humboldtiana* (b).

As sementes muito pequenas apresentam um tufo de pêlos sedosos esbranquiçados, responsáveis pela dispersão anemocórica (MARCHIORI, 2000). Apresenta aproximadamente 3.500.000 sementes por Kg e a viabilidade de armazenamento é inferior a uma semana (LORENZI, 1992). Oliveira e Piedade (2002), em trabalho desenvolvido na região de Manaus – AM verificaram que as fenofases floração e frutificação são subseqüentes e com curto intervalo independente do diferente período de inundação e do

tamanho das plantas consideradas.

O gênero *Salix* é conhecido por sua importância econômica. Além da sua importância econômica, o *S. Humboldtiana* tem papel importante na sucessão dos ambientes de várzea, grande potencial para recuperação de áreas degradadas em especial os ambientes ciliares (OLIVEIRA; PIEDADE, 2002; SUTILI, 2007). Coloniza áreas frequentemente alagadas onde desenvolvem profundas raízes primárias que oferecem suporte mecânico contra a velocidade da água, relativamente alto durante as fases de inundação (WITTMANN *et al.*, 2006).

Descrição do experimento

Com duração de 120 dias para cada espécie, o experimento foi implantado em recipientes de polietileno (14,5 dcm³), dispostos ao ar livre (Figura 5).



Figura 30 - Vista geral do experimento em condições de viveiro experimental, EST-UEA-Manaus.

O sistema de irrigação, constituído por 12 aspersores controlados automaticamente, funcionou diariamente durante todo o período do experimento, por 10 minutos, nos horários de 07:30, 10:30, 15:30 e 18:30, totalizando 40 minutos de irrigação diária.

Experimentos que visem avaliar o desenvolvimento vegetativo de plantas para a bioengenharia devem preferencialmente utilizar como substrato solos pobres em nutrientes para estimular o desenvolvimento de massa radicular (SCHIECHTL, 1973). Em solos pobres a planta aloca recursos na produção de raízes, forrageando por nutrientes. Estes cuidados servem para evidenciar o

potencial vegetativo da estaca e excluir a influência da fertilidade do solo, facilitando assim a comparação entre as espécies.

O substrato utilizado nesse trabalho foi areia de textura grossa (2 a 0,2 mm). Uma análise química foi realizada em cinco amostras compostas, formada por cinco sub-amostras retiradas do montante do substrato antes do preenchimento dos recipientes. Essas amostras foram enviadas para análise química no Laboratório Temático de Solos e Plantas LTSP/INPA e ao laboratório de solos da Embrapa para avaliar a relação Carbono/Nitrogênio. As análises evidenciaram um substrato de fertilidade muito baixa, com N (0,24 g/Kg), P (0,11 mg/Kg), K⁺ (1mg/Kg), Na e Zn (0mg/Kg), Ca⁺⁺ (0,1mg/Kg), Mg⁺⁺ (0,3mg/Kg), Fe (2mg/Kg), Mn (0,2 mg/Kg), M.O. (1,09 g/Kg), C (0,63 g/Kg), Al (0,1 cmolc/Kg) e ph (5,0).

As estacas foram coletadas seguindo recomendações de REDDY (2010), de maneira que a casca permanecesse intacta e as gemas orientadas para cima. A coleta foi realizada em datas e locais diferenciados para as espécies (Tabela 1) e as estacas foram oriundas de plantas matrizes adultas e em boas condições fitossanitárias.

Espécie	Local	Coordenadas (DATUM WGS 84)
V. guianensis	EEST*	02035'47.50"S 60002'34.90"W
G. glabra	EEST	02035'50.00"S 60002'34.60"W
B. grossularioides	EEST	02035'52.70"S 60002'35.60"W
V. cayennensis	EEST	02035'46.10"S 60002'35.60"W
W. coccinea	BR-174	02057'80.00"S 60002'00.54"W
A. castaneifolia	Irاندوبا-AM	03017'53.61"S 60012'16.60"W
C. lanjouwensis	EEST	02035'46.10"S 60002'35.60"W
S. mombin	EEST	02035'59.94"S 60002'18.51"W
C. insignis	ZF-2**	02036'30.76"S 60008'31.86"W
Piper sp.	BR-174	02054'19.74"S 60002'12.51"W
S. humboldtiana	Irاندوبا-AM	03°18'45.00"S 60°11'33.00"W

*Estação Experimental de Silvicultura Tropical - INPA

**Estação Experimental ZF-2 – INPA

Tabela 15 – Datas e local de coleta das estacas para as diferentes espécies.

Foram coletadas noventa estacas para cada espécie, com diâmetro da base variando de 1 a 3,5 cm (Figura 6) e comprimento fixo de 25 cm. Foram realizados cortes transversais na parte superior e em bisel na parte inferior para aumentar a absorção de água devido à maior superfície de contato com o substrato. As estacas foram retiradas da metade inferior da copa das matrizes e imediatamente acondicionadas em sacos plásticos contendo água para reduzir o efeito de desidratação. Não foram realizados tratamentos fitossanitários ou com reguladores de crescimento vegetal.

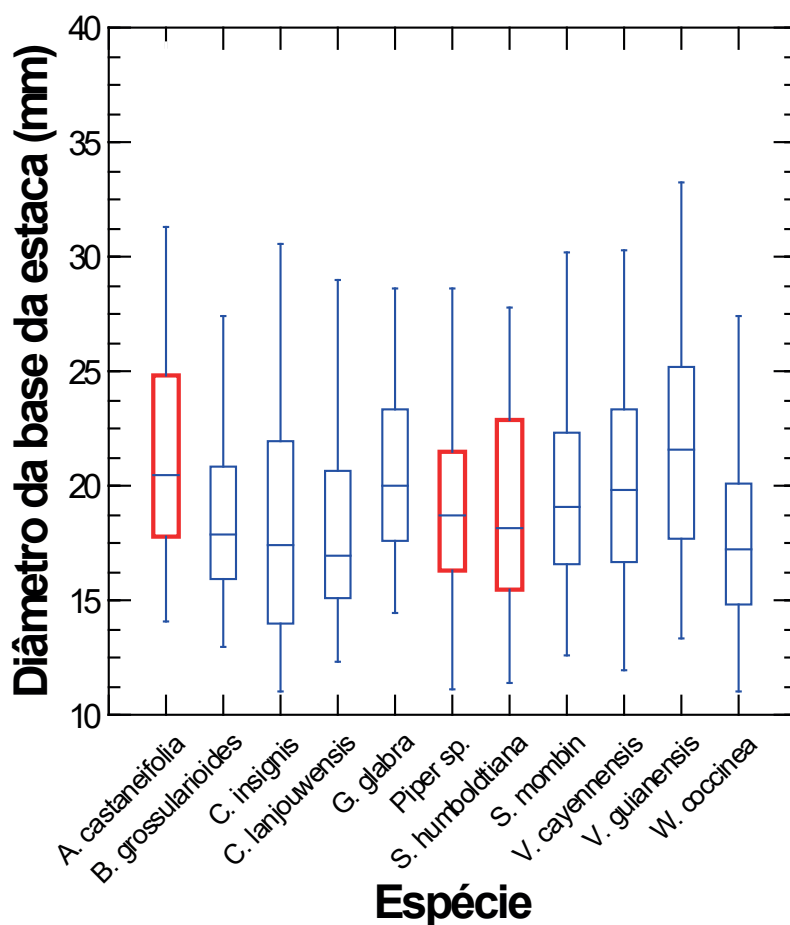


Figura 31 - Box-plot dos diâmetros da base da estaca (mm) para as onze espécies estudadas. Linhas dentro das barras referem-se às medianas dos diâmetros.

As estacas foram plantadas no mesmo dia de coleta e dispostas aleatoriamente nos recipientes, enterradas até 80% (20 cm) do comprimento total, em ângulo reto com auxílio de um gabarito de madeira (Figura 7).

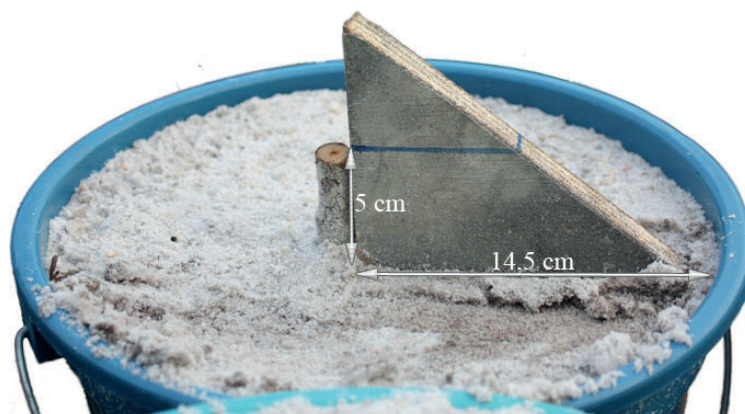


Figura 32 - Esquema de plantio das estacas nos recipientes.

Coleta de dados

Após 60, 90 e 120 dias, 30 estacas de cada espécie foram escavadas com auxílio de um jato de água a baixa pressão. A taxa de sobrevivência por espécie foi calculada a partir da equação 1:

$$Ts\% = \frac{Ns}{Nt} * 100$$

Onde:

Ts% = Taxa de sobrevivência em porcentagem

Ns = Número de estacas com enraizamento e rebrota por espécie

Nt = Número total de estacas analisadas por espécie (30 estacas)

Figura 33 - Cálculo da taxa de sobrevivência por espécie.

Considerou-se para **Ns** as estacas que apresentaram raízes de no mínimo 1 mm de comprimento, podendo ou não apresentar calos e rebrota de no mínimo 5 mm de comprimento.

Para cada estaca sobrevivente foi realizada análise da distribuição das raízes ao longo da estaca (terço inferior ou em toda extensão da estaca) e mensuradas as seguintes variáveis de crescimento: número de brotos, diâmetro de brotos, comprimento dos brotos, comprimento da maior raiz e massa seca de raízes e de brotos. Foram considerados nas medições apenas os brotos e raízes primários, ou seja, com origem diretamente na estaca. Para mensuração da massa seca de brotos e raízes por estaca, todos os brotos e raízes foram destacados e armazenados em embalagens de papel. Posteriormente, este material foi secado em estufa a 75 0C até a verificação de peso constante. A partir desses dados foram calculadas as seguintes variáveis para cada espécie:

$$Nm_{\text{broto}} = \frac{Nt_{\text{broto}}}{Ne_{\text{vivas}}}$$

Equação 2 – Número médio de brotos por estaca ($([Nm]_{\text{broto}})$)

$$M \sum C_{\text{broto}} = \frac{\sum C_{\text{broto}}}{Ne_{\text{vivas}}}$$

Equação 3 – Média da soma do comprimento dos brotos por estaca ($([M\sum C]_{\text{broto}})$)

$$Md_{\text{broto}} = \frac{\sum d_{\text{broto}}}{Nt_{\text{broto}}}$$

Equação 4 – Média do diâmetro dos brotos ($([Md]_{\text{broto}})$)

$$Mms_{\text{broto}} = \frac{\sum ms_{\text{broto}}}{Ne_{\text{vivas}}}$$

Equação 5 – Média da massa seca de brotos por estaca ($([Mms]_{\text{broto}})$)

$$Mms_{\text{raiz}} = \frac{\sum ms_{\text{raiz}}}{Ne_{\text{vivas}}}$$

Equação 6 – Média do comprimento da maior raiz por estaca ($([Mcm]_{\text{raiz}})$)

$$Mms_{\text{raiz}} = \frac{\sum ms_{\text{raiz}}}{Ne_{\text{vivas}}}$$

Equação 7 – Média da massa seca de raízes por estaca ($([Mms]_{\text{raiz}})$)

Onde:

Nt_{broto} = Número total de brotos

Ne_{vivas} = Número de estacas vivas

$\sum C_{\text{broto}}$ = Soma do comprimento dos brotos

$\sum d_{\text{broto}}$ = Soma do diâmetro dos brotos

$\sum ms_{\text{broto}}$ = Soma da massa seca de brotos

$\sum cm_{\text{raiz}}$ = Soma do comprimento da maior raiz por estaca

$\sum ms_{\text{raiz}}$ = Soma da massa seca de raízes

Análise estatística

Para verificar se a taxa de sobrevivência, medida pelo número de estacas vivas e mortas, é independente da espécie, foi realizado o teste X^2 (qui-quadrado) para os três períodos de avaliação. Análises de regressão linear simples para os dados referentes a 60, 90 e 120 dias após a instalação do experimento foi utilizada para testar o efeito do diâmetro da estaca sobre a taxa de sobrevivência e as variáveis de crescimento. Nessas análises, as estacas que não apresentaram desenvolvimento de brotos e/ou raízes (mortas) também foram consideradas. Para selecionar as variáveis de crescimento a serem utilizadas nas análises de regressão, foi verificada a correlação entre a massa seca de brotos e as demais variáveis de crescimento da parte aérea e correlação entre a massa seca de raízes e o comprimento da maior raiz. Quando verificada alta correlação, apenas a massa seca de brotos e raízes foi selecionada para as análises. As massas secas de brotos e de raízes sempre foram analisadas por serem variáveis mais abrangentes quanto à caracterização do crescimento das plantas.

Na avaliação das características de crescimento das espécies, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, realizaram-se Análises de Variância Multivariada (MANOVA) para cada período (60, 90 e 120 dias) para testar o efeito de espécie (variável independente) sobre as variáveis de crescimento (variáveis dependentes). As variáveis dependentes foram: número de brotos, diâmetro de brotos, somatório do comprimento de brotos, massa seca de brotos, comprimento da maior raiz e massa seca de raízes. Apenas as estacas sobreviventes foram consideradas nestas análises. O teste post-hoc de Hotelling, ao nível de $\alpha=0,05$, foi utilizado para verificar quais espécies diferenciaram-se entre si.

Resultados e discussão

Das onze espécies estudadas, *B. grossularioides*, *V. guianensis*, *C. lanjouwensis* e *C. insignis* não apresentaram estacas com rebrota ou enraizamento. *W. coccinea*, *V. cayennensis* e *G. glabra* apresentaram rebrota em 58%, 39% e 3% das estacas, respectivamente, mas não desenvolveram raízes, indicando que a maioria das brotações estivessem secas até 60 dias após o plantio, mantendo-se vivas até o esgotamento das reservas contidas nas estacas. Técnicas de estiolamento localizado ou combinado com anelamento dos ramos ou aplicação exógena de reguladores de crescimento

podem permitir a obtenção de melhores resultados na propagação de espécies difíceis de enraizar (BIASI, 1996). O uso dessas técnicas, apesar de onerar as intervenções, pode aumentar a diversidade de espécies passíveis de serem utilizadas em recuperação de áreas degradadas utilizando macro estacas. Entretanto, neste trabalho, apenas o potencial inerente à fisiologia de cada espécie foi avaliado, sem intervenções mecânicas ou hormonais para facilitação da propagação vegetativa.

A espécie *S. mombin* apresentou rebrota em 53% das estacas e desenvolveu calos radiculares em 31% das estacas. Os calos radiculares foram observados nas coletas de 90 e 120 dias após o plantio (Figura 8). No momento das observações, os brotos ainda se encontravam vigorosos. Estas evidências sugerem uma provável formação radicular posterior.

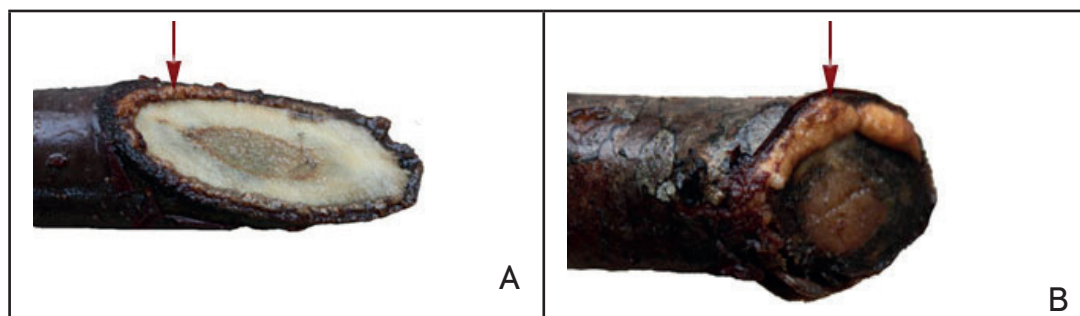


Figura 34 - Desenvolvimento de calos radiculares em estacas de *S. mombin* em 90 dias (a) e 120 dias de plantio (b).

Desta forma, pode-se inferir que, nas condições estabelecidas, as espécies que não enraizaram não podem ser naturalmente reproduzidas por macro estaquia. Portanto, nas análises seguintes serão abordadas apenas as três espécies que apresentaram desenvolvimento satisfatório de raízes e brotos, apresentando assim potencial reprodutivo por macro estaquia: *A. castaneifolia*, *S. humboldtiana* e *Piper sp.*

Taxa de sobrevivência

As taxas de sobrevivência para *A. castaneifolia* e *S. humboldtiana* foram altas para os três períodos de avaliação. *S. humboldtiana* apresentou até 100% e nunca inferior a 87% de sobrevivência. *A. castaneifolia* teve como taxa máxima de 86% e mínima de 73% (Figura 9).

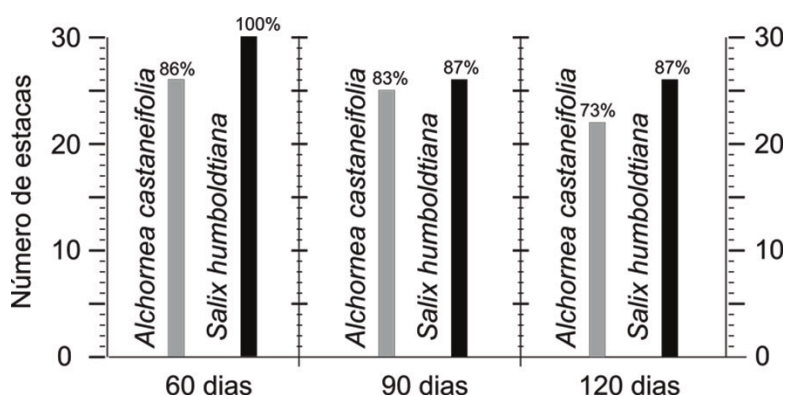


Figura 35 – Taxa de sobrevivência das estacas de *A. castaneifolia* e *S. humboldtiana* em número e porcentagem para os três períodos de avaliação.

Piper sp. obteve uma taxa de sobrevivência de 66%, 63% e 56%, aos 60, 90 e 120 dias, respectivamente. Apesar de se verificar um percentual satisfatório, observou-se que nas estacas que não continham uma gema apical evidente (nó) acima do solo quando apresentaram brotos, iniciou-se o desenvolvimento de brotos abaixo do solo, interferindo na sobrevivência da estaca (Figura 10). Sendo assim, optou-se por usar para as análises somente as estacas que continham nó acima da superfície do solo ($n_{60\text{dias}}=11$, $n_{90\text{dias}}=17$, $n_{120\text{dias}}=17$).

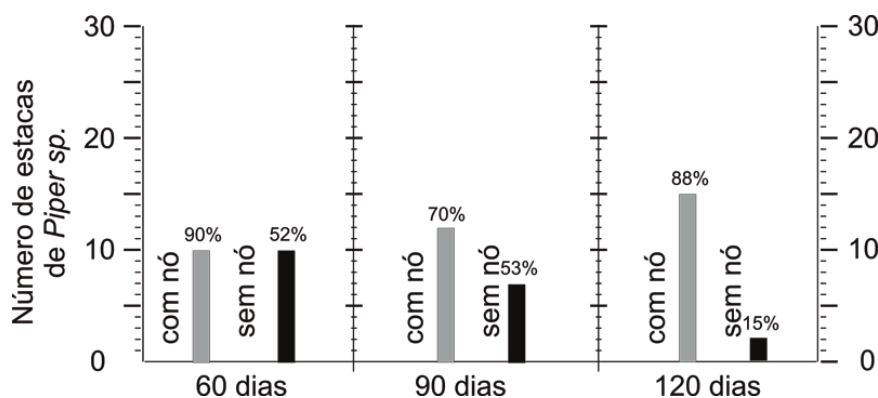


Figura 36 – Taxa de sobrevivência das estacas de *Piper sp.* relativo às estacas com nó e sem nó acima do solo em número e porcentagem para os três períodos de avaliação. Fonte: Elaboração dos autores.

O número de estacas vivas e mortas foi independente de espécie nos três períodos de avaliação ($X^2 < 4,15$; $p < 0,05$), indicando que as três espécies não se diferenciam em termos de sobrevivência. Os números de estacas vivas e mortas variaram após 60, 90 e 120 dias do plantio para as três espécies (Tabela 2). A taxa de sobrevivência é uma das principais características biotécnicas da vegetação. No planejamento e implantação de uma obra de bioengenharia, esse índice permite quantificar quantas estacas devem ser plantadas para resultar no efeito desejado.

	Espécie	Estacas		Total
		Vivas	Mortas	
60 dias	<i>A. castaneifolia</i>	26	4	30
	<i>S. humboldtiana</i>	30	0	30
	<i>Piper sp.</i>	10	1	11
	Total	66	5	71
90 dias	<i>A. castaneifolia</i>	25	5	30
	<i>S. humboldtiana</i>	26	4	30
	<i>Piper sp.</i>	12	5	17
	Total	63	14	77
120 dias	<i>A. castaneifolia</i>	22	8	30
	<i>S. humboldtiana</i>	26	4	30
	<i>Piper sp.</i>	15	2	17
	Total	63	14	77

Tabela 16 – Número de estacas vivas e mortas para 60, 90 e 120 dias de plantio.

Influência do diâmetro das estacas sobre as variáveis de crescimento

Para *A. castaneifolia* foram utilizadas massa seca de raízes, massa seca de brotos e número de brotos como variáveis dependentes nas análises de regressão (Tabela 3).

Espécies	Variáveis	Correlação		
		60 dias	90 dias	120 dias
<i>A. castaneifolia</i>	MSB NB	<u>0,36 (p=0,052)</u>	<u>0,51 (p=0,004)</u>	<u>0,44 (p=0,016)</u>
	MSB CMB	0,70*	0,64*	0,74*
	MSB SCB	0,95*	0,86*	0,88*
	MSB DMB	0,63*	0,63*	0,68*
	MSR CMR	0,85*	0,70*	0,76*
<i>S. humboldtiana</i>	MSB NB	<u>0,35 (p=0,057)</u>	<u>0,58*</u>	<u>0,06 (p=0,734)</u>
	MSB CMB	0,85*	0,72*	0,80*
	MSB SCB	0,91*	0,90*	0,90*
	MSB DMB	0,74*	0,71*	0,69*
	MSR CMR	0,77*	<u>0,49 (p=0,006)</u>	0,64*
<i>Piper sp.</i>	MSB NB	<u>0,40 (p=0,030)</u>	0,61*	<u>-0,04 (p=0,819)</u>
	MSB CMB	0,96*	<u>0,26 (p=0,166)</u>	0,75*
	MSB SCB	0,91*	<u>0,44 (p=0,015)</u>	0,85*
	MSB DMB	0,59*	<u>0,28 (p=0,139)</u>	0,80*
	MSR CMR	0,90*	<u>0,28 (p=0,129)</u>	0,94*

* $p < 0,001$

MSB: Massa seca de brotos, NB: número de brotos, CMB: comprimento médio dos brotos, SCB: soma do comprimento dos brotos, DMB: diâmetro médio dos brotos, MSR: massa seca de raízes, CMR: comprimento da maior raiz. Destaque para os valores sublinhados que indicam a falta de correlação entre as variáveis

Tabela 17 – Correlação de Pearson entre massas secas de brotos e raízes e as

demais variáveis de crescimento em 60, 90 e 120 de plantio para cada espécie.

Não houve efeito de diâmetro da estaca sobre nenhuma dessas variáveis de crescimento nos três períodos ($-1,19 < t < 0,85$; $p > 0,24$ e $r^2 < 0,048$) – (Figura 11). Embora o modelo apresentado para número de brotos aos 120 dias seja significativo, o baixo coeficiente de determinação ($r^2=0,41$) não permite que tal relação seja encarada mais fortemente do que apenas tendência.

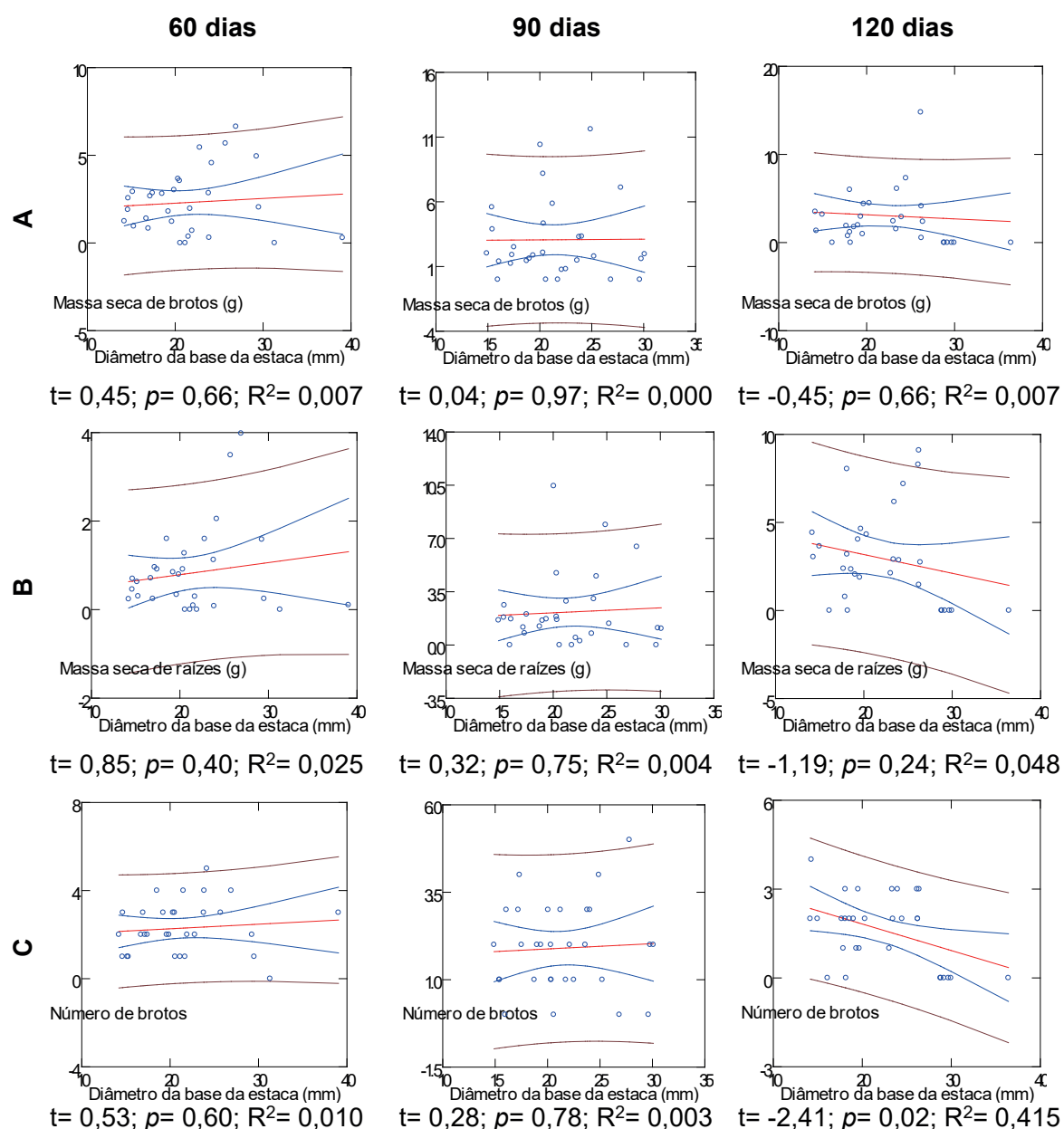


Figura 37 – Resultado das análises de regressões lineares simples para testar a relação entre o diâmetro da base da estaca de *A. castaneifolia* e massa seca de brotos (A), massa seca de raízes (B) e número de brotos (C) para os três períodos de

avaliação.

Para *S. humboldtiana* e *Piper sp.* a relação entre o diâmetro das estacas e as variáveis de crescimento foram semelhantes. Em *S. humboldtiana*, além da massa seca de brotos e raízes e número de brotos foram utilizados o comprimento da maior raiz aos 90 dias de plantio como variável dependente. Em *Piper sp.* foram utilizadas todas as variáveis para 90 dias exceto número de brotos, pois os pares de variáveis apresentaram baixa ou nenhuma correlação (Tabela 3).

Para *Piper sp.*, em 60 e 120 dias foram utilizados como variáveis dependentes a massa seca de brotos e raízes e o número de brotos. Para estas duas espécies, o número de brotos foi à única variável que se relacionou significativamente com o diâmetro das estacas aos 120 dias de plantio ($t > 7,70$, $p < 0,0001$ e $R^2 > 0,68$) (Figura 12 e 13). Portanto, conforme aumenta o diâmetro das estacas espera-se uma maior quantidade de brotos aos 120 dias de plantio.

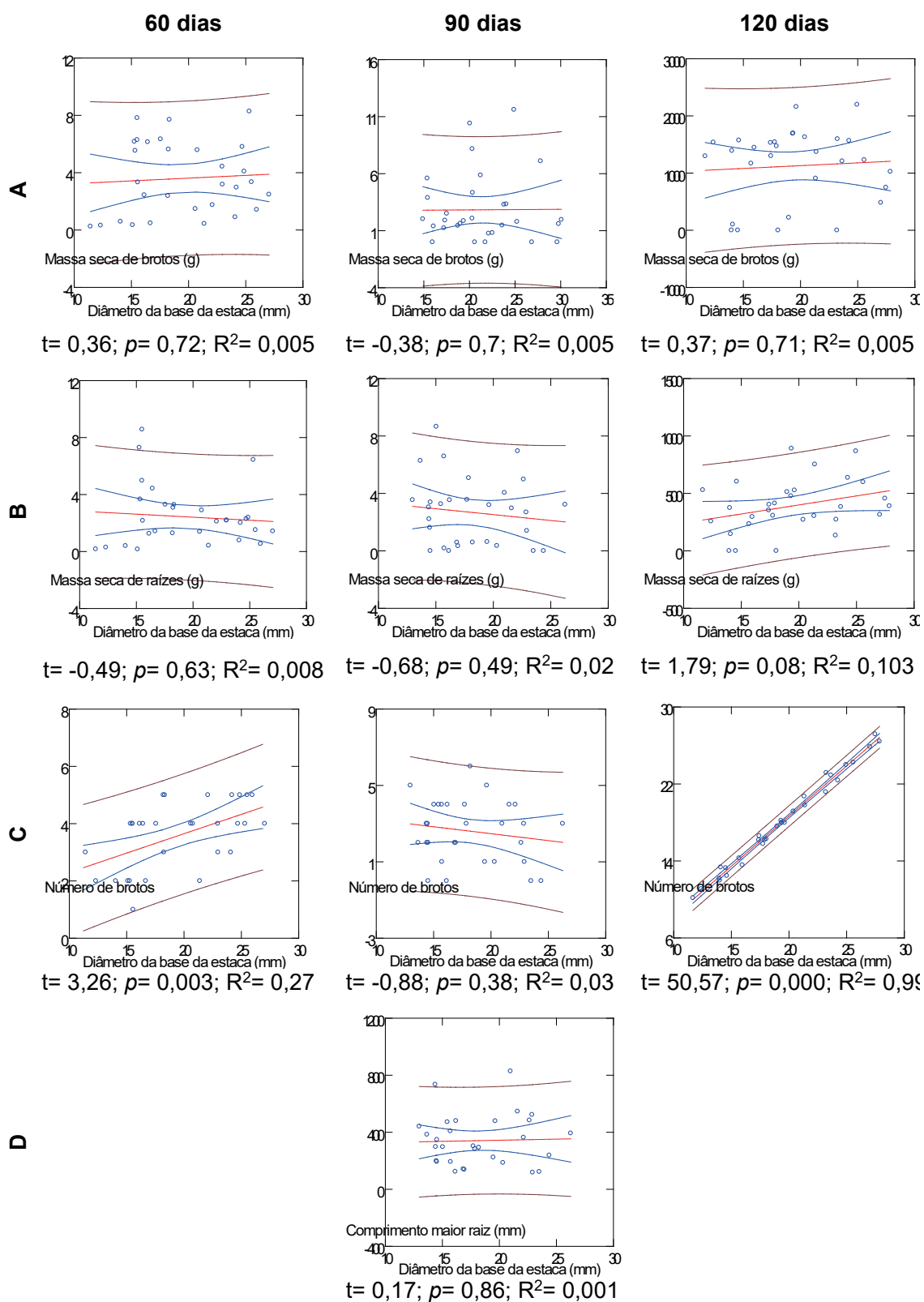
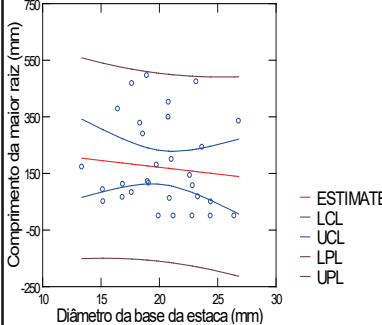
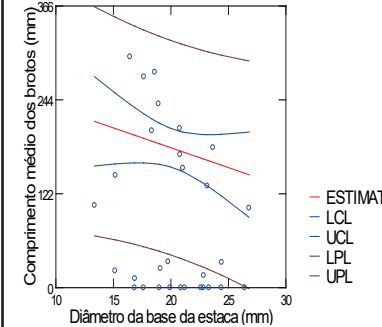
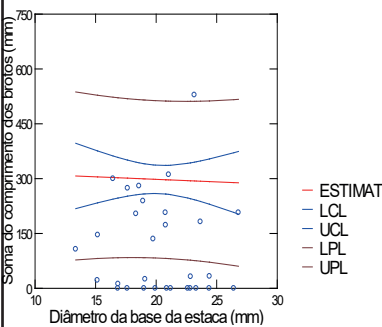


Figura 38 – Resultado das análises de regressões lineares simples para testar a relação entre o diâmetro da base da estaca de *S. humboldtiana* e massa seca de brotos (A), massa seca de raízes (B), número de brotos (C) e comprimento da maior raiz (D) para os três períodos de avaliação.

	60 dias	90 dias	120 dias
A	<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p> <p>Massa seca de brotos (g)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>	<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p> <p>Massa seca de brotos (g)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>	<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p> <p>Massa seca de brotos (g)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>
	$t= -1,56; p= 1,13; R2= 0,08$	$t= -0,07; p=0,95; R2= 0,000$	$t= -0,48; p= 0,63; R2= 0,008$
	B	<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p> <p>Massa seca de raízes (g)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>	<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p> <p>Massa seca de raízes (g)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>
$t= -2,12; p= 0,04; R2= 0,14$		$t= -0,59; p=0,56; R2= 0,012$	$t= -0,88; p= 0,38; R2= 0,027$
C		<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p> <p>Número de brotos</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>	
	$t= -1,59; p= 0,12; R2= 0,083$		$t= 7,70; p= 0,00; R2= 0,679$

	60 dias	90 dias	120 dias
D		<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p>  <p>Comprimento da maior raiz (mm)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>	
		<p>$t = -1,40$; $p = 0,17$; $R^2 = 0,065$</p>	
E		<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p>  <p>Comprimento médio dos brotos (mm)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>	
		<p>$t = -0,24$; $p = 0,80$; $R^2 = 0,002$</p>	
F		<p>Confidence Interval and Prediction Interval</p>  <p>Soma do comprimento dos brotos (mm)</p> <p>Diâmetro da base da estaca (mm)</p> <p>ESTIMATE LCL UCL LPL UPL</p>	
		<p>$t = -1,02$; $p = 0,31$; $R^2 = 0,036$</p>	

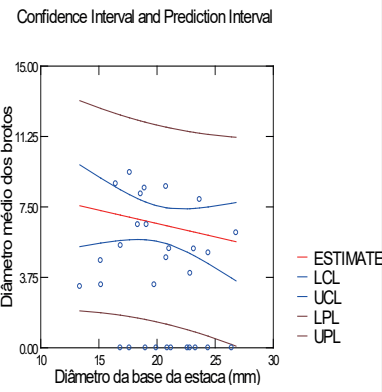
	60 dias	90 dias	120 dias
G			
		$t = -0,55; p = 0,59; R^2 = 0,011$	

Figura 39 - Resultado das análises de regressões lineares simples para testar a relação entre o diâmetro da base da estaca de *Piper sp.* e massa seca de brotos (A). massa seca de raízes (B). número de brotos (C). comprimento da maior raiz (D). comprimento médio dos brotos (E). soma do comprimento dos brotos (F) e diâmetro médio dos brotos (G) para os três períodos de avaliação.

Variáveis de crescimento

A MANOVA detectou diferenças significativas entre as espécies para as variáveis de crescimento consideradas nos três períodos de avaliação (Pillai Trace $\geq 0,841$; GL = 12 e $p < 0,001$ para os três casos). Todas as espécies diferiram pelo teste *post-hoc* de Hotelling (*S. humboldtiana*, *A. castaneifolia*, *Piper sp.*) para os três períodos (Hotelling's T-square $> 32,92$; $p < 0,001$ para os três casos).

S. humboldtiana teve a maior produção de brotos (em número, comprimento e massa seca) para os três períodos de avaliação (Figura 14), o que demonstra o alto potencial desta espécie em realizar diferenciação celular, resultando em rápido desenvolvimento vegetativo. O resultado para esta espécie corrobora com o descrito no experimento conduzido por Sutili (2004), que ao combinar as características de número e comprimento de brotos, verificou que *S. humboldtiana* apresenta excelentes resultados para volume de brotos.

Em relação ao número de brotos por estaca, *A. castaneifolia* manteve uma média constante de dois brotos para os três períodos de avaliação, enquanto o *S. humboldtiana* reduziu de quatro para três e *Piper sp.* de dois para um, já nos 90 dias de avaliação (Figura 14). Isso se deve pelo fato das espécies possuírem intensa brotação inicial, contudo, com o passar do tempo, alguns brotos secam e não foram contabilizados brotos secos nas medições.

Após 90 e 120 dias, as raízes de *A. castaneifolia* atingiram comprimento superior, porém com massa seca de raízes inferior as do *S. humboldtiana*. Em relação ao comprimento da maior raiz, *Piper sp.* apresentou valores inferiores para os três períodos, mas teve a maior massa seca de raízes aos 120 dias (Figura 14), devido à característica da espécie não possuir raízes muito longas, mas uma grande quantidade de raízes curtas.

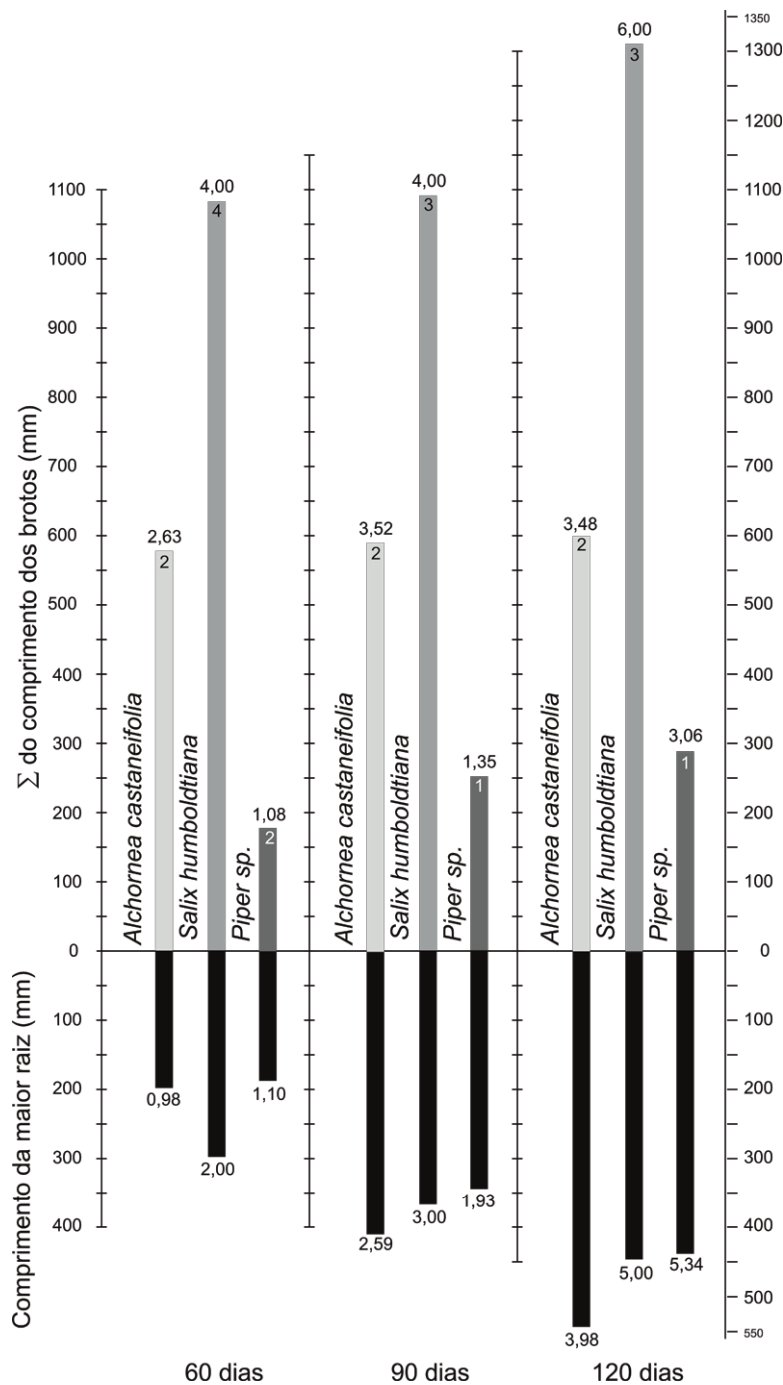


Figura 40 - Crescimento vegetativo das espécies nos respectivos períodos de avaliação.

As barras superiores mostram a média da soma do comprimento dos brotos por estaca. Os números acima das barras indicam a média da massa seca de brotos por estaca (g). e os números dentro das barras indicam o número médio de brotos por estaca. As barras inferiores mostram a média dos comprimentos da maior raiz por estaca. Os números abaixo das barras indicam a média da massa seca de raízes por estaca (g).

A verificação das variáveis de crescimento de raízes e brotos é necessária para a descrição da aptidão biotécnica de uma espécie. A facilidade de uma espécie se propagar vegetativamente e desenvolver densa massa aérea e radicular aceleram o recobrimento da superfície e agregam uma grande quantidade de solo, promovendo proteção contra os processos erosivos. Enquanto os componentes da vegetação acima do solo absorvem parcialmente a energia dos agentes erosivos da água e do vento, que é reduzida até atingir o solo, o sistema radicular das plantas contribui para a resistência mecânica do solo (STYCZEN; MORGAN, 1995).

S. humboldtiana e *A. castaneifolia* são capazes de se desenvolver vegetativamente num ritmo esperado para serem aplicadas em intervenções biotécnicas. Apesar de *Piper sp.* ter mostrado produção de brotos inferiores, é uma espécie importante pelo fato de sua produção de raízes se equilibrar com as de *S. humboldtiana* a partir dos 90 dias.

Arquitetura do sistema radicular

A arquitetura do sistema radicular das três espécies é fasciculada. *A. castaneifolia* apresentou a maioria das raízes desenvolvidas no terço inferior das estacas (Figura 15). Em *S. humboldtiana*, verificou-se raízes distribuídas por todo o comprimento da estaca (Figura 16), corroborando com resultados de Sutili (2004). No entanto, Monteiro (2009), utilizando o mesmo ângulo de plantio empregado para este trabalho (90°) verificou a produção de raízes apenas no terço inferior das estacas. Possivelmente, a falta de um sistema de irrigação diária no trabalho de Monteiro (2009) dificultou o aparecimento de raízes nas porções superiores das estacas. Sem irrigação diária em substrato arenoso, a porção superior do substrato resseca, estimulando a planta a produzir raízes apenas no terço inferior da estaca.



Figura 41 - Estacas de *A. castaneifolia* evidenciando o desenvolvimento predominante das raízes no terço inferior das estacas.



Figura 42 - Estacas de *S. humboldtiana* evidenciando o desenvolvimento de raízes em toda a extensão das estacas sob o solo.

Os brotos de *S. humboldtiana* que iniciaram o seu desenvolvimento abaixo da areia também apresentaram o surgimento de raízes como pode ser verificado na Figura 17, demonstrando o intenso enraizamento da espécie.



Figura 43 - Emissão de raízes pelos brotos *S. humboldtiana* que iniciaram seu desenvolvimento abaixo do solo.

Piper sp. concentrou a maioria das raízes na altura dos nós, localizados abaixo da superfície do solo (Figura 18). É importante na reprodução por macro estaquia desta espécie que sejam acondicionados o maior número possível de nós acima e abaixo do solo, tendo em vista que a alta concentração de tecido meristemático nesta região favorece a diferenciação em raízes e brotos, aumentando a quantidade destas estruturas.



Figura 44 - Estacas de *Piper sp.* evidenciando o desenvolvimento de raízes nas nodificações das estacas.

O efeito mecânico ou reforço das raízes das plantas sobre a estabilidade das encostas é atribuída, principalmente, ao aumento da resistência ao cisalhamento do solo (WU, 1995). A região da estaca onde se desenvolvem as raízes permite identificar a profundidade em que o solo será aderido pelas plantas, após as intervenções biotécnicas, influenciando assim na coesão deste e conseqüentemente a contenção do deslocamento de massa. O desenvolvimento de raízes somente na base da estaca significa que a estrutura radicular estará concentrada a partir de 15 a 20 cm de profundidade no solo. O desenvolvimento de raízes em toda a extensão da estaca agrega o solo desde a sua superfície, dificultando que a estaca seja facilmente desenterrada pela ação erosiva do solo.

Conclusões

A reprodução vegetativa por macro estaquia sem o uso de reguladores de crescimento não é viável em *B. grossularioides*, *V. guianensis*, *C. lanjouwensis*, *C. insignis*, *W. coccinea*, *V. cayennensis*, *G. glabra* e *S. mombin*.

A. castaneifolia, *S. humboldtiana* e *Piper sp.* apresentaram boa aptidão biotécnica, sendo promissoras para a restauração de ambientes degradados na Amazônia, com o emprego de técnicas de bioengenharia. *S. humboldtiana* e *A. castaneifolia*, além da elevada taxa de sobrevivência (>87% e >73% respectivamente), foram capazes de produzir rapidamente volumosa massa de brotos e de sistema radicular.

Em *Piper sp.* a taxa de sobrevivência foi superior a 70% para os três períodos de avaliação. Em comparação com as demais, apresenta uma produção de brotos inferior, porém a partir dos 90 dias de plantio se equipara em termos de massa de raízes. Para a propagação por macro estaquia de espécies com caule geniculado, como é o caso de *Piper sp.*, deve-se observar a presença de nós acima e abaixo da superfície do solo, devido ao acúmulo de tecido meristemático nestas zonas e consequente aumento do sucesso na produção de células radiculares ou foliares.

As três espécies produzem um sistema radicular bastante fasciculado. *S. humboldtiana* se distingue pelo fato de apresentar raízes em todo o comprimento da estaca. Essa característica garante maior agregação do solo pelas raízes e aumenta a estabilidade das plantas, diminuindo as chances das estacas serem desenterradas por efeito da ação erosiva do solo. *A. castaneifolia* produz raízes na base de suas estacas, enquanto em *Piper sp.* as raízes se desenvolveram predominantemente nos nós abaixo do substrato.

Em *A. castaneifolia* não houve influência do diâmetro nas variáveis de crescimento, isso expressa que o uso de estacas dentro da amplitude diamétrica estudada incorrerá em resultados de crescimento similares. Para *S. humboldtiana* e *Piper sp.*, o diâmetro das estacas tem influência positiva na quantidade de brotos com o passar do tempo (120 dias de plantio). Essas informações orientam a coleta e diminuem o tempo de seleção do material vegetativo em campo.

Em se tratando de manejo da paisagem para manutenção da qualidade e da oferta de recursos hídricos em uma região, a restauração das áreas com florestas ripárias e nascentes são de grande importância. Este estudo inédito para a região amazônica demonstrou que é possível utilizar espécies nativas (autóctones) para a produção de estacas vegetativas a serem aplicadas em técnicas de bioengenharia.

Referências bibliográficas

- ALTREITER, W.; PLUNGER, K. **Ingenieurbiologische Maßnahmen am Rio Guardador Südbrasilien**. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien. 2004. 164 pp.
- AMINAH H.; DICKB, J.MCP.; LEAKEY, R. R. B.; GRACEC, J.; SMITHB, R. I. Effect of indolebutyric acid (IBA) on stem cuttings of *Shorea leprosula*. **Forest Ecology and Management**, 72: 199 - 206. 1995.
- ARRUDA, W. C.. **Estimativa dos processos erosivos na base de operações geológicas Pedro de Moura Urucu – Coari – AM**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2005. 80 pp.
- BENTO, R. A.. **Custeio baseado em atividades das técnicas de restauração de áreas degradadas na Amazônia central**. Dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 2010. 108 pp.
- BIASI, L. A.. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, 26: (2) 309-314. 1996.
- Bizerril, M. X. A., RAW, A. Feeding behaviour of bats and dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, 14: 109 - 114. 1998.
- CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; SOUZA, V. A. **Informações sobre a estaquia do salseiro (*Salix humboldtiana* Willd.)**. Colombo: Embrapa Florestas Circular Técnica 33. 1999. 15 pp.
- CORDEIRO, I.; SECCO, R. 2010. Alchornea in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB017455>). Acesso: 06/01/2010
- DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo biotécnico de cursos de água**, Porto Alegre: EST edições, 2005. 189 pp.
- EVETTE, A.; LABONNE, S.; REY, F.; LIEBAULT, F.; JANCKE, O.; GIREL, J. History of Bioengineering Techniques for Erosion Control in Rivers in Western Europe, **Environmental Management**, 43: 972-984. 2009
- FLEMING, T. H.. Fecundity, fruiting pattern, and seed dispersal in *Piper amalago* (Piperaceae), a bat dispersed tropical shrub. **Oecologia** 51: 42 - 46. 1981.
- Fleming, T. H.. Coexistence of five sympatric *Piper* (Piperaceae) species in a tropical dry forest. **Ecology**, 66: 688 - 700. 1985.
- GRAY, D.H.; SOTIR, R. B. **Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilization: A Practical Guide for Erosion Control**. Wiley, New York. 1996. 369 pp.
- KEVERS, C.; HAUSMAN, J.; FAIVRE-RAMPART, O.; EVERS, D.; GASPARD, TH, Hormonal control of adventitious rooting: Progress and questions. **Angewandte Botanik**, 71: 71-79. 1997.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, 15: 259-263. 2006.
- KUZOVKINA, Y. A.; VOLK, T. A. The characterization of willow (*Salix* L.) varieties for

use in ecological engineering applications: Co-ordination of structure, function and autecology. **Ecological Engineering**, 35: 1178–1189. 2009.

LEAKEY, R. R. B.. Physiology of vegetative reproduction. **Encyclopedia of Forest Sciences**, Academic Press, London, UK, pp. 1655–1668. 2004.

LEAKEY, R. R. B.; NEWTON, A. C.; DICK, J. MCP. Capture of genetic variation by vegetative propagation: processes determining success. In: LEAKEY, R. R. B.; NEWTON, A. C., (eds.) **Tropical trees: the potential for domestication and the rebuilding of forest resources**. London, HMSO, 72–83. 1994.

LEAKEY, R.R.B.. The capacity for vegetative propagation in trees. In: *Attributes of trees as crop plants*, edited by M.G.R. Cannell & J.E. Jackson,. Abbots Ripton, Huntingdon: Institute of Terrestrial Ecology, 110–133. 1985

Li, X.; Zhang, L.; Zhang, Z. Soil bioengineering and the ecological restoration of riverbanks at the Airport Town. Shanghai. China. **Ecological Engineering**, 26: 304 - 314. 2006.

LIZAMA, B.; LÓPEZ-CASTAÑARES, R.; VILCHIS, V. Morphological characterization of composite latex particles by positron annihilation lifetime spectroscopy. **Mat Res Innovat**, 5: 63–66. 2001.

LORENZI, H.. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Plantarum, Nova Odessa:. 1992. 352 pp.

MAGALHÃES, R. A.; FURTADO, G. DE O. **Erosão e formas de controle**, Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, Belo Horizonte, 2001. 31pp.

Marchiori, J. N. C.. **Dendrologia das Angiospermas: das Bixáceas às Rosáceas**. Ed. da UFSM, Santa Maria. 2000. 240 pp.

MARRA, A. A.. **Technology of Wood bonding – principles in practice.**, Van Nostrand Renhold. New York, 1992. 453 pp.

MATSUMURA, S.; TOMIZAWA, N.; TOKI, A.; NISHIKAWA, K.; TOSHIMA, K. Novel Polyvinyl alcohol)-Degrading Enzyme and the Degradation Mechanism. **Macromolecules**, 32: 7753–7761. 1999.

MOLINARO, L. C.; VIEIRA, G. Aspectos ecológicos de plantaciones para restauración de áreas degradadas, II **Simposio internacional sobre restauración ecológica, Libro Resumen**, Santa Clara – Cu, p 111. 2007.

MONTEIRO, J. S.. **Influência do ângulo de plantio na propagação vegetativa de espécies utilizadas em engenharia natural**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2009. 109pp.

NASCIMENTO, J. G. C.. **A influência da erosão na regeneração de clareiras**. Tese de Doutorado, Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, . 2009.160 pp.

Nunes, J. D.; Torres, G. A.; Davide, L. C.; Salgado, C. C. 2007. Citogenética de *Piper hispidinervum* e *Piper aduncum*. P esq. agropec. bras., 42 (7) 1049–1052.

OLIVEIRA, A. C. de.; Piedade, M. T. F. Implicações ecológicas da fenologia reprodutiva de *Salix martiana* LEYB. (Salicaceae) em áreas de várzea da Amazônia Central.

Acta amazonica, 32: 377 – 385. 2002.

PAES, E. G. B.; HÖGER FILHO, G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; Brito, F. P. de. Estaquia de *Abeliox grandiflora* Hort, ex L, H, Bailey. **Cultura agrônômica**, 15: (1) 26 – 36. 2006.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**, Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa, 1993. 40 pp.

PETROBRAS (Petróleo brasileiro). Província Petrolífera de Urucu. (www2.petrobras.com.br/minisite/urucu/urucu.html). Acesso: 11/05/09.

2009.

PEZESHKI. S. R.; BROWN. C. E.; ELCAN. J. M.; DOUGLAS SHIELDS. Jr. F. Responses of Nondormant Black Willow (*Salix nigra*) Cuttings to Preplanting Soaking and Soil Moisture. **Restoration Ecology**,13: (1) 1 – 7. 2005.

PIEIDADE, M.T.F., JUNK, W.J., SOUSA JR, PT. DE, NUNES DA CUNHA, C., SCHÖNGART, J., WITTMANN, F., CANDOTTI, E. ; GIRARD, P. As áreas úmidas no âmbito do Código Florestal Brasileiro.- Em: Comitê Brasil em Defesa das Florestas e do Desenvolvimento Sustentável (ed.): Código Florestal e a ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber. **Sumários executivos de estudos científicos sobre impactos do projeto de Código Florestal. Comitê Brasil**, Brasília: 2012. 8 pp.

PIMENTEL, D.; HARVEY, C.; RESOSUDARMO, P.; SINCLAIR, K.; KURZ, D.; MCNAIR, M.; CRIST, S.; SHPRITZ, L.; FITTON, L.; SAFFOURI, R.; BLAIR, R. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. **Science**, 267: 1117 – 1122. 1995.

REDDY, R. N. **Soil Engineering: Testing, Design and Remediation**. Gene-Tech Books. 2010. 272 pp.

REIS, A.; BECHARA. F. C.; ESPÍNDOLA. M. B.; VIEIRA. N. K. Restauração de áreas degradadas: A Nucleação como base para os processos sucessionais. **Revista Natureza & Conservação**, 1 (1): 28 – 36. 2003.

REY, F.; ISSELIN-NONDEDEU, F.; BE´DE´CARRATS, A. Vegetation dynamics on sediment deposits upstream of bioengineering works in mountainous marly gullies in a Mediterranean climate (Southern Alps, France), **Plant and Soil**, 278: 149 – 158. 2005.

ROCHA, E. J. P.; RIBEIRO, J. B. M.; BRUCE, F. 2004. Avaliação da taxa de infiltração superficial em clareiras na Amazônia. (<http://projetos.inpa.gov.br/ctpetro/lworkshop/pi3/pi3-01.pdf>). Acesso: 21/05/09.

RIPPEL, M. M.; BRAGANÇA, F. DO C.. Borracha natural e nanocompósitos com argila. **Quim. Nova**, 32: 818-826. 2009

SAMPAIO, P. DE T. B.; SIQUEIRA, J. A. S. DE; COSTA, S; BRUNO, F. M. S. Vegetative propagation by mini-cuttings of preciosa (*Aniba canelilla* (H.B.K) Mez). **Acta Amazônica**, 40: 687 – 691. 2010.

SECCO, R. DE S.; GIULIETTI, A. M. 2004. Sinopse das espécies de *Alchornea* (Euphorbiaceae, Acalyphoideae) na argentina. **Darwiniana**, 42: 315-331.

SCHIECHTL, H. M.. Bioingegneria Forestale. basi - materiali da costruzioni vivi - metodi. **Tipolitografia Castaldi**- Feltre. 1973. 263 pp.

SCHIECHTL, H. M.. **Slope protection by bioengineering techniques. Geotechnical Engineering Handbook**. v. 2: Slope protection by bioengineering techniques. 2002. 679 pp.

STYCZEN, M. E.; MORGAN, R. P. C. **Engineering properties of vegetation**. In: Morgan, R. P. C.; Rickson, R. J. Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach. London: E & FN Spon, 1995. p. 5 - 58.

SUTILI, F. J.. **Manejo biotécnico do arroio Guarda-Mor: princípios, processos e práticas**. 2004. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 114 pp.

SUTILI, F. J. **Bioengenharia de solos no âmbito fluvial do sul do Brasil: Espécies aptas, suas propriedades vegetativo-mecânicas e emprego na prática**. Tese de doutorado, Universidade Rural de Viena, 2007.Viena, Áustria. 95 pp.

SUTILI, F. J.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.) e vime (*Salix viminalis* L.) para revegetação de margens de curso de água. **Ciência Florestal**, 14: (1) 13-20. 2004.

TANAKA, A.; VIEIRA, G.. Autoecologia das espécies florestais em regime de plantio de enriquecimento em linha na floresta primária da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, 36: 193 - 204. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 pp.

TODD, J.; BROWN, E.J.G.; WELLS, E. Ecological design applied. **Ecological Engineering**, 20: 421 - 440. 2003.

VASTANO JR, B.; BARBOSA, A. P.. Propagação vegetativa do piquiá (*Caryocar villosum* Pers.) por estaquia. **Acta Amazonica**, 13 (1): 143 - 148. 1983.

WU, T.H.. **Slope stabilization**. In: Morgan, R.P.C., Rickson, R.J.(Eds.), Slope Stabilization and Erosion Control: A Bioengineering Approach. London, E & FN Spon, 1995, . pp. 221-264.

WITTMANN, F. & PAROLIN, P.. Aboveground roots in Amazonian white-water forests. **Biotropica**, 37: 609-619. 2005.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; MONTERO, J. C.; MOTZER, T.; JUNK, W. J.; PIEDADE, 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: 1334-1347. 2006.

WITTMANN, F.; SCHONGART, J.; PAROLIN, P.; WORBES, M.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J.. Wood specific gravity of trees in Amazonian white-water forests in relation to flooding. **Iawa Journal**, 27 (3): 255 - 268. 2006.

Impactos da fragmentação florestal sobre os aspectos biofísicos do ciclo hidrológico

Jamerson Souza da Costa, Maria da Glória Gonçalves de Melo, Maria Astrid Rocha Liberato

Introdução

A disponibilidade de água determina onde a vida pode ocorrer e é, por sua vez, influenciada por tais vidas. O crescimento da população humana e, conseqüentemente, da demanda por recursos naturais está afetando a superfície da Terra (SAYER *et al.*, 2013). Segundo Sheil (2018), mais de um terço das superfícies continentais livres de gelo estão sendo utilizadas para atividades como agricultura, pastagens e urbanização. Hansen *et al.* (2013), apontam a perda de 1,5 bilhão de km² de cobertura arbórea em pouco mais de uma década (2000–2012). Ao mesmo tempo, as avaliações indicam aumentos significativos no número de pessoas sem acesso à água e, também, daquelas expostas às inundações (ARNELL *et al.*, 2016). Para aqueles que enfrentam essas situações, a questão é conhecer o suficiente para entender como a cobertura do solo influencia a disponibilidade de água e, a partir de então, desenvolver instrumentos de previsão e ações que garantam o acesso a esse recurso.

Cerca de 0,25% da massa atmosférica é constituída de vapor de água, o que equivale a 2,5 cm de líquido em toda a superfície da Terra; desse montante, menos de um centésimo corresponde à água nos outros estados, gotículas e gelo (SHEIL, 2018). O comportamento dessa água atmosférica, no entanto, rege a disponibilidade de água nos continentes. A vida terrestre, incluindo a vida humana, depende e impacta essa disponibilidade. Entender essas ligações e vulnerabilidades é indispensável na prevenção de eventos extremos, resultantes de alterações na cobertura do solo.

A vegetação e o clima estão intimamente relacionados, e as mudanças em um dos elos, refletem alterações no outro. Embora a compreensão dessas relações ainda esteja aquém do que a maioria de nós imagina, algumas questões já estão bastante consolidadas: sabe-se que cerca da metade da

energia solar que incide sobre a Terra é convertida na evaporação da água, resfriando a superfície terrestre (WANG; DICKINSON, 2012); que o vapor de água é dominante na estufa gasosa do nosso planeta (RAVISHANKARA, 2012); que a distribuição de nuvens e neve exerce uma grande influência sobre o albedo planetário (a porção de luz incidente refletida de volta ao espaço) e sobre o balanço energético (HE *et al.*, 2014). Reconhece-se, ainda, que a água é o fator mais limitante para a absorção de carbono pelos ecossistemas terrestres, e que as incertezas sobre a água implicam incertezas quanto à fixação de biomassa e carbono (TAYLOR *et al.*, 2017; ZHU *et al.*, 2017). Além disso, admite-se tanto a importância da água doce para a biodiversidade, no suporte a mais 126.000 espécies vegetais e animais, em 0,8% da superfície terrestre, muitas delas vulneráveis, quanto a ligação entre a biodiversidade terrestre e a umidade (SHEIL *et al.*, 2016).

Nesse artigo, revisaremos a compreensão da relação floresta-água, com foco em como a fragmentação florestal influencia os aspectos biofísicos do ciclo hidrológico, concentrando-nos nos desafios e avanços para a compreensão dessa relação entre floresta e água.

A participação das florestas no ciclo hidrológico

A vida no continente depende da água que precipita da atmosfera, independente de qual seja a forma (chuva, neve, granizo, etc.), e a demanda continua em crescimento, apesar da desigual e muitas vezes limitada disponibilidade. Segundo Ripple *et al.* (2017), desde o início da década de 1990, houve uma redução significativa na disponibilidade de água doce per capita no planeta, da ordem de mais de 25%, o que representa uma redução de mais de 2.000 m³ por pessoa. A razão da população que experimenta a escassez de água por mais de 30 dias a cada ano já chega a dois terços, e mais de meio bilhão de pessoas convive (ou sobrevive) com a escassez hídrica durante todo o ano (MEKONNEN; HOEKSTRA, 2016). Além da escassez, a ocorrência de eventos extremos (secas e inundações), com resultados desastrosos, também cresceu no último século, vitimando fatalmente mais de 18 milhões de pessoas até 2013 (SHEIL, 2014).

Embora muito do vapor d'água atmosférico tenha origem nos oceanos, muito também é reciclado no continente. De acordo com Schneider *et al.* (2017), 61% da precipitação anual no planeta deriva dos ambientes continentais, sendo os 39% restantes provenientes dos oceanos. A maior parte

da precipitação incidente no interior dos continentes deriva da umidade produzida pelos próprios ecossistemas continentais. Mais da metade da umidade atmosférica continental é resultado da evapotranspiração das plantas, ainda que não haja um consenso quanto à fração exata (WEI *et al.*, 2017). Dados analisados por Sterling *et al.* (2013) estimaram uma redução de até 6% na umidade atmosférica global, em razão de alterações da cobertura do solo, o que somado à demanda crescente por água impactam negativa e diretamente o ciclo da água.

As taxas de precipitação dependem da variação na produção de umidade pelos ambientes continentais (ZHAO *et al.*, 2016). A Bacia Amazônica, por exemplo, figura entre as principais fontes de vapor d'água para áreas localizadas a favor do vento (VAN DER ENT *et al.*, 2010). Considerando as grandes distâncias que a umidade percorre na atmosfera antes de precipitar (500–5.000 km), alterações da cobertura do solo em larga escala podem influenciar de forma crucial essa parte do ciclo hidrológico (VAN DER ENT; SAVENIJE, 2011). A avaliação dessa relação, conduzida por Wang-Erlandsson *et al.* (2018), concluiu que mesmo em bacias hidrográficas importantes, como a Bacia Amazônica, a precipitação foi mais influenciada pelas mudanças no uso do solo ocorridas fora da bacia.

Para Sheil (2018), apesar da sofisticação cada vez maior dos modelos de simulação climática, ainda existem muitos problemas com esses modelos, aumentando as incertezas das previsões relativas aos efeitos das mudanças no ciclo hidrológico. Isso constitui, segundo Marotzke *et al.* (2017), um grande desafio para determinar a disponibilidade futura de água. Variações na velocidade dos ventos, padrões de circulação, temperatura, umidade e cobertura vegetal entre as diferentes regiões do planeta não são capturadas nesses modelos, o que torna deficientes as previsões em escalas muito amplas (JIAN *et al.*, 2016). A ausência da caracterização de processos biológicos nesses modelos resulta nas discrepâncias e incertezas muitas vezes observadas, pois omitem e/ou deturpam processos-chave e mecanismos que estão diretamente ligados às etapas do ciclo hidrológico (SHEIL, 2018).

A evapotranspiração como fonte significativa da umidade atmosférica

A umidade atmosférica pode derivar de várias fontes e processos: evaporação a partir das águas abertas, do solo, da interceptação do

precipitado e da evapotranspiração. Como visto anteriormente, muito da precipitação sobre o continente é reciclado dos próprios ecossistemas continentais e, segundo Sheil (2018), mais da metade disso deriva da transpiração das plantas. Todas as plantas superiores controlam quando e quanto de vapor de água é liberado. Folhas e outras partes da planta são tipicamente cerosas e relativamente impermeáveis, com a maior parte das trocas gasosas e perda de água ocorrendo através dos poros estomáticos (AZCÓN-BIETO; TALÓN, 2013). Os estômatos controlam, simultaneamente, a entrada de dióxido de carbono na folha e a emissão de vapor de água por transpiração, regulando a temperatura das folhas (MATTHEWS *et al.*, 2017). Esses poros ajustáveis evoluíram há cerca de 400 milhões de anos atrás e influenciam o ciclo hidrológico do planeta desde então (BRODRIBB; MCADAM, 2017). O controle desses poros determina as trocas gasosas, incluindo vapor de água e dióxido de carbono, entre o espaço intercelular das plantas e a atmosfera externa. O comportamento do poro estomático visa otimizar a fixação de carbono, sendo capaz de ajustar-se às condições ambientais (como a disponibilidade de água). Mas, de acordo com Matthews *et al.* (2017), o entendimento dessas relações ainda está em construção. Além disso, as árvores capturam nutrientes pela absorção de água do solo, dessa forma, o aumento nas taxas de transpiração pode ser uma resposta à baixa disponibilidade de nutrientes no ambiente (HUANG *et al.*, 2017).

A dinâmica da transpiração é bastante complexa. Os estômatos das árvores tropicais geralmente fecham após algumas horas de fotossíntese intensa, devido ao esgotamento temporário da disponibilidade de água, embora esse comportamento varie entre as espécies e de acordo com as condições ambientais (ZHANG *et al.*, 2013). Azcón-Bieto e Talón (2013) asseveram que existem processos que de alguma forma coordenam a abertura e o fechamento estomático entre as folhas de uma planta e mesmo dentro das folhas, e que podem levar a padrões variados de liberação de umidade. Além disso, muitos tipos de plantas, nos diversos biomas, continuam a perder água num certo grau, deixando seus estômatos abertos à noite, num processo de transpiração que estaria relacionado à competição por nutrientes (SHEIL, 2018). Por isso, é tão desafiador o desenvolvimento de um modelo que integre todos esses processos e relações (MATTHEWS *et al.*, 2017).

A água que evapora de superfícies úmidas, incluindo aquela interceptada e mantida na vegetação, é também uma das principais fontes de umidade

atmosférica. A quantidade de vapor de água emitida pelas florestas geralmente ultrapassa a de outras formações vegetais e até a evaporação a partir de águas abertas. A Bacia Amazônica, por exemplo, evapora 1,37 m de água por ano (FISHER *et al.*, 2009). A grande área foliar e raízes capazes de acessar a umidade, mesmo quando as camadas mais superficiais do solo estão secas, mantém as altas taxas de transpiração; além disso, algumas árvores têm a capacidade de capturar a umidade de névoas ou orvalho e, em seguida, reevaporar, em um processo frequentemente impulsionado pela vegetação epifítica (WANG *et al.*, 2017).

Os solos florestais são mais profundos, mais porosos e mais permeáveis do que outros solos, aumentando a infiltração e o estoque de umidade e reduzindo o escoamento superficial. Apesar da constante associação feita por hidrólogos entre o aumento da disponibilidade hídrica e a diminuição na cobertura vegetal arbórea, o ganho de fluxo num curto prazo se contrapõe à perda na precipitação a longo prazo, portanto, a fragmentação ou a perda florestal em uma área pode aumentar o escoamento local, mas pode reduzir a precipitação regional em uma quantidade maior (VIGLIZZO *et al.*, 2016). Além do mais, Thompson *et al.* (2010) e Filoso *et al.* (2017) enfatizam que comparar terras abertas com florestas densas negligencia as relações não lineares, como infiltração, dessecação do solo, precipitação e efeitos em escala, fornecendo um panorama incompleto.

De acordo com Malmer *et al.* (2010), apesar do crescente número de estudos, sabe-se menos sobre a influência da restauração e da expansão florestal na água do que se supõe. Apesar do declínio na produção local de água em áreas florestais jovens, a produção muda e pode ser recuperada à medida que a vegetação amadurece, e essa tendência escapa aos estudos de curto prazo (FILOSO *et al.*, 2017). Os avanços nos estudos têm demonstrado cada vez mais que mudanças na cobertura florestal, como a fragmentação e o desmatamento, influenciam o clima local e regional (LAWRENCE; VANDECAR, 2015). A redução e/ou a perda da cobertura florestal geralmente se correlaciona com o declínio da pluviosidade (chuvas e névoas), embora essas correlações e os relacionamentos causais sejam difíceis de provar, dada a impossibilidade de replicação e das múltiplas influências potenciais (SHEIL, 2018).

Os efeitos das florestas sobre a condensação e a circulação atmosférica

O vapor d'água condensa quando o ar está suficientemente saturado. O limite de saturação depende, segundo Després *et al.* (2012), da temperatura, da pressão e das superfícies disponíveis. Os núcleos de condensação, regiões em que as partículas têm a capacidade de promover a condensação, dependem de dois fatores principais: a química da superfície (higroscopicidade) e o tamanho das partículas, uma vez que partículas maiores tendem a reunir mais água (DESPRÉS *et al.*, 2012). Enquanto partículas maiores, como grãos de pólen e esporos de fungos podem promover a formação de gotículas sem aumentos de tamanho, partículas menores precisam crescer antes de desempenhar esse papel (HASSETT *et al.*, 2015).

É importante ressaltar que, além de poeira, fumaça e sais marinhos, muitos materiais biológicos, como bactérias, vírus, pólen, esporos e detritos orgânicos também constituem a porção particulada da atmosfera, numa proporção comparável às partículas minerais; e esses valores podem ser maiores em regiões florestadas (FRÖHLICH-NOWOISKY *et al.*, 2016). Mudanças na abundância, características ou dinâmica desses aerossóis podem impactar o ciclo hidrológico, mas essas relações não são lineares (FAN *et al.*, 2016). Amato *et al.* (2017) detectaram material genético de mais de 28.000 espécies de bactérias e 2.600 espécies eucariontes, principalmente fungos, em amostras de água coletada de nuvens, na Estação Meteorológica da Montanha Dôme – França; muito desse material metabolicamente ativo.

Como discorre Sheil (2018), a química da superfície e o tamanho das partículas atmosféricas podem ser alterados pelos produtos da decomposição de compostos orgânicos voláteis (COV), na atmosfera. Cerca de 75% desses COV são relativamente reativos e duram menos de um dia na atmosfera (como o isopreno), envolvendo vias químicas variadas (SHEIL, 2018). Conforme EHN *et al.* (2014), as alterações químicas implicam na perda da volatilidade desses compostos, que aderem às superfícies das partículas, acumulando-se e permitindo, mesmo às partículas menores, atingir tamanhos que possibilitem a formação de gotículas.

A maioria dos COV tem origem biológica e as florestas são as principais fontes (TIAN *et al.*, 2016). De acordo com GU *et al.* (2017), o constituinte principal parece ser o isopreno, produzido principalmente nas regiões tropicais, onde

as plantas estão estressadas pelo calor, sendo significativa a produção pelas árvores, com consideráveis variações na região Amazônica. O isopreno mostra uma capacidade de aumentar a cobertura de nuvens durante períodos de estresse térmico, diminuindo a temperatura e estimulando a precipitação (SHEIL, 2018). A fragmentação e a perda de cobertura vegetal podem modificar as emissões desses compostos. Bateman *et al.* (2017) esclarecem, ainda, que os efeitos da poluição atmosférica, decorrentes de atividades antropogênicas, podem mascarar a influência da perda de áreas florestais sobre as chuvas, uma vez que a fumaça de queimadas ou processos industriais reduz a agregação promovida pelas partículas derivadas do isopreno liberado sobre florestas, e essas implicações precisam ser exploradas nos estudos que tratam do ciclo da água.

Wright *et al.* (2017) mostraram que a transpiração florestal desempenha outro papel significativo, que é fornecer umidade para as chuvas de monções na zona de transição entre áreas úmidas e secas ao sul da Amazônia. Como propõe Sheil (2018), regiões que geram altas taxas de evaporação desenvolvem zonas de menor pressão, que aspiram o ar de regiões vizinhas. Esse ar converge, sobe e esfria e a umidade condensa, provocando chuvas que podem superar a evaporação local. Assim, regiões com maior área foliar atrairiam ventos de regiões com área foliar menor. Essa relação implica que grandes áreas florestadas atraem ativamente a umidade de outras regiões, num processo denominado de “bomba biótica” (SHEIL, 2018).

De acordo com Makarieva *et al.* (2013) e Sheil (2018), a bomba biótica explica, por exemplo, a manutenção da alta pluviosidade no interior da Amazônia continental, enquanto em áreas sem floresta, o declínio das chuvas nas regiões mais interiores se acentua com o aumento da distância em relação às áreas costeiras. Esse efeito de atrair chuvas para os interiores continentais requer florestas biologicamente funcionais (MAKARIEVA *et al.*, 2013). Dessa forma, a fragmentação da floresta nativa e a substituição por outros tipos de cobertura, como culturas agrícolas, interrompem os processos ecossistêmicos que garantem a funcionalidade dessas áreas.

Implicações da fragmentação florestal para o ciclo da água

As florestas sempre-verdes mantêm a umidade relativamente alta durante todo o ano, mesmo em períodos secos; na Amazônia, por exemplo, essa capacidade exerce um papel fundamental na determinação das chuvas

na região de transição ao sul da região (WRIGHT *et al.*, 2017). A transpiração no período seco permite a ocorrência de algumas chuvas e a retenção dessa umidade facilita o retorno da estação chuvosa, evitando a mudança abrupta, como ocorre nas regiões mais secas (SHEIL, 2018). A redução da cobertura florestal, cada vez mais fragmentada, pode implicar na alteração dessa dinâmica e na redução das taxas transpiratórias e, por conseguinte, numa diminuição ainda maior de chuvas no período seco.

O impacto do desflorestamento sobre a pressão atmosférica local e, portanto, sobre a probabilidade de chuva subsequente também existe, como apontam Makarieva *et al.* (2014). A partir da análise de dados de pressão e precipitação de estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, localizadas dentro e fora da floresta Amazônica, esses pesquisadores verificaram que os dias de chuva na área florestada da Amazônia são precedidos por um período de maior pressão, condizentes com o acúmulo de vapor de água. Nas regiões mais periféricas e desmatadas, os resultados mostram uma queda de pressão antes das chuvas, sugerindo que esses locais não sustentam evaporação suficiente para provocar chuva localmente, dependendo do movimento de massas de ar originadas em outras áreas (MAKARIEVA *et al.*, 2014).

Se chuvas no interior do continente dependem de grandes áreas florestadas e contíguas, a fragmentação provocada pelo desmatamento pode mudar potencialmente as condições interiores do continente, de úmido para seco, com implicações catastróficas, como já ocorre com a perda de vegetação da Floresta Atlântica, onde a dessecação tem resultado no declínio das chuvas, aumento das secas e, por consequência, elevação do número de incêndios (ZEMP *et al.*, 2017).

De acordo com McVicar *et al.* (2012), se os padrões regionais na abundância relativa de vapor de água geram e estabilizam ventos, então a redução da cobertura vegetal e o aumento do dióxido de carbono atmosférico reduzem a umidade, levando a uma redução da precipitação e dos ventos relacionados. Uma série de dados históricos já indica um declínio em longo prazo na intensidade dos ventos tropicais (MCVICAR *et al.*, 2012).

A abordagem de processos biológicos nas análises dos padrões de precipitação pode auxiliar o entendimento da dinâmica que determina esses fenômenos (SAKAZAKI *et al.*, 2017). Além dos métodos genéticos que estão sendo utilizados para identificação da microbiota constituinte dos aerossóis,

como foi visto, o uso de técnicas de geoprocessamento e imagens de satélite já permitem o diagnóstico e o monitoramento de padrões ambientais e climáticos em escala global. Contudo, estudos em escalas locais não são passíveis de interpretação a partir de comportamentos atmosféricos de larga escala (SAKAZAKI *et al.*, 2017).

Considerações finais

A vida e meio de subsistência de bilhões de pessoas dependem do acesso à água, sendo necessário salvaguardar os processos dos quais esse acesso depende. Por isso, é preciso entender como o ciclo hidrológico funciona e do que ele depende. A complexidade e o número de fatores envolvidos dificultam essa compreensão de forma completa, fragilizando algumas previsões e modelos.

O que se sabe é que as mudanças na cobertura do solo impactam a umidade atmosférica, a temperatura, os aerossóis e os movimentos das massas de ar, influenciando o ciclo hidrológico em várias escalas espaciais e temporais; que as florestas tropicais desempenham um papel significativo; e que a perda de cobertura florestal e, conseqüentemente, da atividade estomática associada, reduz a evaporação e aumenta a disponibilidade de dióxido de carbono atmosférico. Para além da influência exercida pela área de cobertura florestal, propriedades intrínsecas de cada floresta, como fenologia foliar e emissão de gases voláteis, igualmente influenciam as condições climáticas. A complexidade desses aspectos e seus efeitos dificulta a generalização.

Numa comparação com florestas plantadas, por exemplo, as florestas nativas mantêm a temperatura do sub-bosque amena durante o dia, gerando uma inversão atmosférica local à noite, e mantendo esse estrato úmido, influenciando como o vapor de água é liberado. A diversidade de espécies das florestas nativas também reduz a vulnerabilidade a mudanças e perturbações externas, estabilizando as repostas climáticas. Ou seja, não há uma linearidade nas relações floresta-água.

A perda ou a fragmentação florestal em larga escala reduz a umidade atmosférica, a formação de nuvens, a ocorrência de chuvas; e aumenta a possibilidade de secas mais intensas. As atividades antrópicas são os principais motores dessas alterações, provocando, também, a rápida liberação de grandes quantidades de dióxido de carbono. Nesse sentido, a

restauração da cobertura vegetal é fundamental para a estabilização do ciclo da água. Contudo, os desafios ultrapassam os aspectos biofísicos. A concepção e implementação de arranjos institucionais nas escalas local, regional e transcontinental tem um papel fundamental para a compreensão e, de maneira mais significativa, nas ações de manutenção de um ciclo hidrológico resiliente.

Referências bibliográficas

AMATO, P.; JOLY, M.; BESAURY, L.; OUDART, A.; TAIB, N.; MONÉ, A. I.; DEGUILLAUME, L.; DELORT, A. M.; DEBROAS, D. Active microorganisms thrive among extremely diverse communities in cloud water. **PLoS One**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 01-22, 17 aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182869>.

ARNELL, N. W.; BROWN, S.; GOSLING, S. N.; GOTTSCHALK, P.; HINKEL, J.; HUNTINGFORD, C.; LLOYD-HUGHES, B.; LOWE, J. A.; NICHOLLS, R. J.; OSBORN, T. J.; OSBORNE, T. M.; ROSE, G. A.; SMITH, P.; WHEELER, T. R.; ZELAZOWSKI, P. The impacts of climate change across the globe: a multi-sectoral assessment. **Climatic Change**, [s. l.], v. 134, n. 3, p. 457-474, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1281-2>.

AZCÓN-BIETO, J.; TALÓN, M. (ed.). **Fundamentos de Fisiología Vegetal**. 2. ed. Madrid: McGraw-Hill, 2013.

BATEMAN, A.; GONG, Z.; HARDER, T.; SÁ, S.; WANG, B.; CASTILLO, P.; CHINA, S.; LIU, Y.; O'BRIEN, R.; PALM, B. Anthropogenic influences on the physical state of submicron particulate matter over a tropical forest. **Atmos. Chem. Phys.**, [s. l.], v. 17, n. 3, p. 1759-1773, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5194/acp-17-1759-2017>.

BRODRIBB, T. J.; MCADAM, S. A. M. Evolution of the stomatal regulation of plant water content. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 174, p. 639-649, jun. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1104/pp.17.00078>.

DESPRÉS, V.; HUFFMAN, J. A.; BURROWS, S. M.; HOOSE, C.; SAFATOV, A.; BURYAK, G.; FRÖHLICHNOWOISKY, J.; ELBERT, W.; ANDREAE, M.; PÖSCHL, U. Primary biological aerosol particles in the atmosphere: a review. **Tellus B: Chemical and Physical Meteorology**, [s. l.], v. 64, n. 1, p. 01-58, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3402/tellusb.v64i0.15598>.

EHN, M.; THORNTON, J. A.; KLEIST, E.; SIPILÄ, M.; JUNNINEN, H.; PULLINEN, I.; SPRINGER, M.; RUBACH, F.; TILLMANN, R.; LEE, B. A large source of low-volatility secondary organic aerosol. **Nature**, [s. l.], v. 506, p. 476-479, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature13032>.

FAN, J.; WANG, Y.; ROSENFELD, D.; LIU, X. Review of aerosol-cloud interactions: mechanisms, significance, and challenges. **Journal of the Atmospheric Sciences**, [s. l.], v. 73, p. 4221-4252, nov. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1175/JAS-D-16-00371>.

FILOSO, S.; BEZERRA, M. O.; WEISS, K. C.; PALMER, M. A. Impacts of forest restoration on water yield: a systematic review. **PLoS One**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 01-26, 17 aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183210>.

FISHER, J. B.; MALHI, Y.; BONAL, D.; ROCHA, H. R.; ARAUJO, A. C.; GAMO, M.; GOULDEN, M. L.; HIRANO, T.; HUETE, A. R.; KONDO, H. The land-atmosphere water flux in the tropics. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 15, n. 11, p. 2694-2714, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01813.x>.

FRÖHLICH-NOWOISKY, J.; KAMPF, C. J.; WEBER, B.; HUFFMAN, J. A.; PÖHLKER, C.; ANDREAE, M. O.; LANG-YONA, N.; BURROWS, S. M.; GUNTHER, S. S.; ELBERT, W.; SU, H.; HOOR, P.; THINES, E.; HOFFMANN, T.; DESPRÉS, V. R.; PÖSCHL, U. Bioaerosols in the earth system: climate, health, and ecosystem interactions. **Atmospheric Research**, [s. l.], v. 182, p. 346-376, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.07.018>.

GU, D.; GUENTHER, A. B.; SHILLING, J. E.; YU, H.; HUANG, M.; ZHAO, C.; YANG, Q.; MARTIN, S. T.; ARTAXO, P.; KIM, S.; SECO, R.; STAVRAKOU, T.; LONGO, K. M.; TÓTA, J.; SOUZA, R. A. F.; VEGA, O.; LIU, Y.; SHRIVASTAVA, M.; ALVES, E. G.; SANTOS, F. C.; LENG, G.; HU, Z. Airborne observations reveal elevational gradient in tropical forest isoprene emissions. **Nature Communications**, [s. l.] v. 8, p. 01-07, 23 may 2017. DOI: <http://doi.org/10.1038/ncomms15541>.

HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; MOORE, R.; HANCHER, M.; TURUBANOVA, S.; TYUKAVINA, A.; THAU, D.; STEHMAN, S.; GOETZ, S.; LOVELAND, T. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. **Science**, [s. l.], v. 342, n. 6160, p. 850-853, 15 nov. 2013. DOI: <http://doi.org/10.1126/science.1244693>.

HASSETT, M. O.; FISCHER, M. W.; MONEY, N. P. Mushrooms as rainmakers: how spores act as nuclei for raindrops. **PLoS One**, [s. l.], v. 10, n. 10, p. 01-10, 28 oct. 2015. DOI: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0140407>.

HE, T.; LIANG, S.; SONG, D. X. Analysis of global land surface albedo climatology and spatial temporal variation during 1981-2010 from multiple satellite products. **J. Geophys. Res. Atmos.**, [s. l.], v. 119, n. 17, p. 10281-10298, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1002/2014JD021667>.

HUANG, G.; HAYES, P. E.; RYAN, M. H.; PANG, J.; LAMBERS, H. Peppermint trees shift their phosphorus-acquisition strategy along a strong gradient of plantavailable phosphorus by increasing their transpiration at very low phosphorus availability. **Oecologia**, [s. l.], v. 185, n. 3, p. 387-400, 2017. <http://doi.org/10.1007/s00442-017-3961-x>.

JIAN, M.; GREGORY, R. F.; BRIAN, J. S.; GANG, H.; JIE, H.; CHANGMING, D. Will surface winds weaken in response to global warming? **Environ. Res. Lett.**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 01-08, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1088/1748-9326/11/12/124012>.

LAWRENCE, D.; VANDECAR, K. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. **Nature Clim. Change**, [s. l.], v. 5, p. 27-36, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1038/nclimate2430>.

MAKARIEVA, A.; GORSHKOV, V.; SHEIL, D.; NOBRE, A.; BUNYARD, P.; LI, B. L. Why does air passage over forest yield more rain? Examining the coupling between rainfall, pressure, and atmospheric moisture content. **Journal of Hydrometeorology**, [s. l.], v. 15, p. 411-426, feb. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1175/JHM-D-12-0190.1>.

MAKARIEVA, A.; GORSHKOV, V.; SHEIL, D.; NOBRE, A.; LI, B. L. Where do winds come from? A new theory on how water vapor condensation influences atmospheric pressure and dynamics. **Atmos. Chem. Phys.**, [s. l.], v. 13, p. 1039-1056, 2013. DOI: <http://doi.org/10.5194/acp-13-1039-2013>.

MAROTZKE, J.; JAKOB, C.; BONY, S.; DIRMEYER, P. A.; O’GORMAN, P. A.; HAWKINS, E.; PERKINSKIRKPATRICK, S.; LE QUERE, C.; NOWICKI, S.; PAULAVETS, K. Climate research must sharpen its view. **Nature Clim. Change**, [s. l.], v. 7, p. 89–91, feb. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1038/nclimate3206>.

MATTHEWS, J. S.; VIALET-CHABRAND, S. R.; LAWSON, T. Diurnal variation in gas exchange: the balance between carbon fixation and water loss. **Plant Physiology**, [s. l.], v. 174, p. 614–623, jun. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1104/pp.17.00152>.

MCVICAR, T. R.; RODERICK, M. L.; DONOHUE, R. J.; LI, L. T.; VAN NIEL, T. G.; THOMAS, A.; GRIESER, J.; JHAJHARIA, D.; HIMRI, Y.; MAHOWALD, N. M. Global review and synthesis of trends in observed terrestrial near-surface wind speeds: implications for evaporation. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 416, p.182–205, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.10.024>.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Four billion people facing severe water scarcity. **Science Advances**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 01–06, 12 feb. 2016. DOI: <http://doi.org/10.1126/sciadv.1500323>.

RAVISHANKARA, A. Water vapor in the lower stratosphere. *Science*, [s. l.], v. 337, n. 6096, p. 809–810, 17 aug. 2012. DOI: <http://doi.org/10.1126/science.1227004>.

RIPPLE, W. J.; WOLF, C.; NEWSOME, T. M.; GALETTI, M.; ALAMGIR, M.; CRIST, E.; MAHMOUD, M. I.; LAURANCE, W.F. World scientists’ warning to humanity: a second notice. **Bioscience**, [s. l.], v. 67, n. 12, p. 1026–1028, dec. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1093/biosci/bix125>.

SAKAZAKI, T.; HAMILTON, K.; ZHANG, C.; WANG, Y. Is there a stratospheric pacemaker controlling the daily cycle of tropical rainfall? **Geophys. Res. Lett.**, [s. l.], v. 44, n. 4, p. 1998–2006, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1002/2017GL072549>.

SAYER, J.; SUNDERLAND, T.; GHAZOUL, J.; PFUND, J. L.; SHEIL, D.; MEIJAARD, E.; VENTER, M.; BOEDHIHARTONO, A. K.; DAY, M.; GARCIA, C. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, Washington DC, v. 110, n. 21, p. 8349–8356, 21 may 2013. DOI: <http://doi.org/10.1073/pnas.1210255110>.

SCHNEIDER, U.; FINGER, P.; MEYER, C. A.; RUSTEMEIER, E.; ZEISE, M.; BECKER, A. Evaluating the hydrological cycle over land using the newly corrected precipitation climatology from the Global Precipitation Climatology Centre (GPCC). **Atmosphere**, [s. l.], v. 8, n. 52, p. 01–17, mar. 2017. DOI: <http://doi.org/10.3390/atmos8030052>.

SHEIL, D. Forests, atmospheric water and an uncertain future: the new biology of the global water cycle. **Forest Ecosystems**, [s. l.], v. 5, n. 19, p. 01–22, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1186/s40663-018-0138-y>.

SHEIL, D. How plants water our planet: advances and imperatives. **Trends in Plant Science**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 209–211, apr. 2014. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.tplants.2014.01.002>.

SHEIL, D.; LADD, B.; SILVA, L. C.; LAFFAN, S. W.; VAN HEIST, M. How are soil carbon and tropical biodiversity related? **Environmental Conservation**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 231–241, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1017/S0376892916000011>.

STERLING, S. M.; DUCHARNE, A.; POLCHER, J. The impact of global land-cover change on the terrestrial water cycle. **Nature Clim. Change**, [s. l.], v. 3, p. 385-390, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1038/nclimate1690>.

TAYLOR, P. G.; CLEVELAND, C. C.; WEIDER, W. R.; SULLIVAN, B. W.; DOUGHTY, C. E.; DOBROWSKI, S. Z.; TOWNSEND, A. R. Temperature and rainfall interact to control carbon cycling in tropical forests. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 20, n. 6, p. 779-788, jun. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1111/ele.12765>.

THOMPSON, S. E.; HARMAN, C. J.; HEINE, P.; KATUL, G. G. Vegetation-infiltration relationships across climatic and soil type gradients. **J. Geophys. Res. Biogeosci.**, [s. l.], v. 115, p. 01-12, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1029/2009JG001134>.

TIAN, H.; LU, C.; CIAIS, P.; MICHALAK, A. M.; CANADELL, J. G.; SAIKAWA, E.; HUNTZINGER, D. N.; GURNEY, K. R.; SITCH, S.; ZHANG, B. The terrestrial biosphere as a net source of greenhouse gases to the atmosphere. **Nature**, [s. l.], v. 531, p. 225-228, 09 mar. 2016. DOI: <http://doi.org/10.1038/nature16946>.

VAN DER ENT, R. J.; SAVENIJE, H. H. G. Length and time scales of atmospheric moisture recycling. **Atmos. Chem. Phys.**, [s. l.], v. 11, p. 1853-1863, 2011. DOI: <http://doi.org/10.5194/acp-11-1853-2011>.

VAN DER ENT, R. J.; SAVENIJE, H. H. G.; SCHAEFLI, B.; STEELE-DUNNE, S. C. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. **Water Resources Research**, [s. l.], v. 46, p. 01-12, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1029/2010WR009127>.

VIGLIZZO, E.; JOBBÁGY, E.; RICARD, M.; PARUELO, J. Partition of some key regulating services in terrestrial ecosystems: meta-analysis and review. **Sci. Total Environ.**, [s. l.], v. 562, p. 47-60, aug. 2016. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.201>.

WANG, K.; DICKINSON, R. E. A review of global terrestrial evapotranspiration: observation, modeling, climatology, and climatic variability. **Reviews of Geophysics**, [s. l.], v. 50, p. 01-54, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1029/2011RG000373>.

WANG, L.; KASEKE, K. F.; SEELY, M. K. Effects of non-rainfall water inputs on ecosystem functions. **WIREs Water**, v. 4, n. 1, p. 01-18, jan/feb. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1002/wat2.1179>.

WANG-ERLANDSSON, L.; FETZER, I.; KEYS, P. W. VAN DER ENT, R. J.; SAVENIJE, H. H. G.; GORDON, L. J. Remote land use impacts on river flows through atmospheric teleconnections. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, [s. l.], v. 22, p. 4311-4328, 2018. DOI: <http://doi.org/10.5194/hess-22-4311-2018>.

WEI, Z.; YOSHIMURA, K.; WANG, L.; MIRALLES, D. G.; JASECHKO, S.; LEE, X. Revisiting the contribution of transpiration to global terrestrial evapotranspiration. **Geophys. Res. Lett.**, [s. l.], v. 44, p. 2792-2801, mar. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1002/2016GL072235>.

WRIGHT, J. S.; FU, R.; WORDEN, J. R.; CHAKRABORTY, S.; CLINTON, N. E.; RISI, C.; SUN, Y.; YIN, L. Rainforest-initiated wet season onset over the southern Amazon. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, Washington DC, v. 114, n. 32, p. 8481-8486, 08 aug. 2017. DOI: <http://doi.org/10.1073/pnas.1621516114>.

ZEMP, D. C.; SCHLEUSSNER, C. F.; BARBOSA, H. M. J.; HIROTA, M.; MONTADE, V.; SAMPAIO, G.; STAAL, A.; WANG-ERLANDSSON, L.; RAMMIG, A. Self-amplified Amazon forest loss due to vegetation-atmosphere feedbacks. **Nature Communications**,

[s. l.], v. 8, p. 01-10, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1038/ncomms14681>.

ZHANG, Y. J.; MEINZER, F. C.; QI, J. H.; GOLDSTEIN, G.; CAO, K. F. Midday stomatal conductance is more related to stem rather than leaf water status in subtropical deciduous and evergreen broadleaf trees. **Plant, Cell & Environment**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 149-158, jan. 2013. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02563.x>.

ZHAO, T.; ZHAO, J.; HU, H.; NI, G. Source of atmospheric moisture and precipitation over China's major river basins. **Frontiers of Earth Science**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 159-170, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11707-015-0497-4>.

ZHU, Z.; PIAO, S.; XU, Y.; BASTOS, A.; CIAIS, P.; PENG, S. The effects of teleconnections on carbon fluxes of global terrestrial ecosystems. **Geophys. Res. Lett.**, [s. l.], v. 44, n. 7, p. 3209-3218, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1002/2016GL071743>.

Organizadores

Martina Iorio é pesquisadora e doutora em Economia pela Universidade de Roma Tre (IT). Formada em Administração pela Universidade Federico II de Nápoles (IT), obteve um mestrado em Economia do Desenvolvimento na Universidade de Roma Tre. Após um estágio na Leeds Metropolitan University (UK), ela estudou como PhD visitante na Universidade Federal do Pará (UFPA) de Belém (BR) realizando pesquisas sobre desenvolvimento e gestão da água. Entre 2013 e 2017, participou, como pesquisadora do projeto AguaSocial (FP7 – PEOPLE Marie Curie Action), financiado pela União Europeia. Atualmente pesquisadora da ENEA – Agência Nacional para inovação tecnológica, energia e desenvolvimento econômico sustentável, Itália.

Gilberto de Miranda Rocha é doutor em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo (BR), professor titular na Universidade Federal do Pará – UFPA de Belém (BR) e diretor general do Núcleo de Meio Ambiente – NUMA da UFPA (BR). É formado em Geografia pela UFPA (BR), com mestrado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (BR) e pós-doutorado em Ordenamento Territorial pela Université Paris 13NORD (FR). Entre 2013 e 2017, participou como pesquisador do projeto AguaSocial (FP7 – PEOPLE Marie Curie Action), financiado pela União Europeia.

Salvatore Monni é doutor em Economia do Desenvolvimento, professor associado de Política Econômica e Diretor do PPG em Empresa Cooperativa na Universidade de Roma Tre (IT). É formado em Economia pela Universidade La Sapienza (IT) e possui mestrado em Economia do Desenvolvimento pela Universidade de Sussex (UK). Ele foi coordenador de dois projetos FP7PEOPLE – Marie Curie Action: SHUMED (Desenvolvimento Humano Sustentável para Países do mediterrâneo) e AguaSocialL (Inovação Social no Setor de Tratamento de Água no Brasil). Ele também coordenou CLUSDEV MED (Cluster de Desenvolvimento no Mediterrâneo), um projeto MS20 RISE H2020.

Autores

Ana Maria De Albuquerque Vasconcellos

Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém/PA, Brasil.

Andrew Swan

Leeds Sustainability Institute, Leeds Beckett University, Leeds, LS2 9EN, UK.

Anne Schiffer

School of Arts, Leeds Beckett University, Leeds LS1 3HE, UK.

Barbara Brollo

Università La Sapienza, Roma, Italia.

Elena Paglialunga

Università degli Studi di Urbino, Carlo Bo

Fabício Jacques Sutili

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS, Brasil.

Flavia Marucci

Università di Roma Tre, Roma, Italia.

Gil Vieira

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus/AM, Brasil.

Ingo Wahnfried

Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus/AM, Brasil.

Jamerson Souza Da Costa

Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus/AM, Brasil.

Jéssica Muniz

Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus/AM, Brasil.

José Tarcísio Alves Ribeiro

Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém/PA, Brasil.

Márcio Teixeira Bittencourt

Núcleo de Meio Ambiente – NUMA/UFPA, Belém/PA, Brasil.

Maria Astrid Rocha Liberato

Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus/AM, Brasil.

Maria da Gloria Gonçalves de Melo

Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus/AM, Brasil.

Mário Vasconcellos Sobrinho

Núcleo de Meio Ambiente – NUMA/UFPA, Belém/PA, Brasil.

Marjorie Barros Neves

Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém/PA, Brasil.

Nicola Caravaggio

Università di Roma Tre, Roma, Italia.

Paulo de Tarso Barbosa Sampaio

Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Manaus/AM, Brasil.

Pedro Pablo Cardoso Castro

Business School, Leeds Beckett University, Leeds. LS13HB., UK.

Peter Mam de Toledo

Universidade Federal do Pará – UFPA, Belém/PA, Brasil.

Raquel da Silva Medeiros

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus/AM, Brasil.

Robson Disarz

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Brasília/DF, Brasil.

Ronaldo Mendes

Núcleo de Meio Ambiente – NUMA/UFPA, Belém/PA, Brasil.

Sabrina Alesiani

Università di Roma Tre, Roma, Italia.

Sérgio Castro Gomes

Universidade da Amazônia – UNAMA, Belém/PA, Brasil.

Valeria Costantini

Università di Roma Tre, Roma, Italia



ISBN: 978-65-88151-08-2



CBL

9 786588 151082