



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



Conservation Strategy Fund | Conservação Estratégica | SÉRIE TÉCNICA | EDIÇÃO 48 | Setembro de 2016

Impactos econômicos da construção da hidrelétrica de São Luiz do Tapajós: uma análise do provimento de serviços ecossistêmicos

Camila Jericó-Daminello
Susan Edda Seehusen
Irene Burgués Arrea
Aaron Bruner
Ane A. C. Alencar
Valderli Piontekowski

A missão da CSF é apoiar a conservação dos ecossistemas e a promoção da qualidade de vida por meio de estratégias movidas pela economia ambiental. Nossos treinamentos, análises e conhecimentos tornam o desenvolvimento mais inteligente, quantificam benefícios da natureza, e criam incentivos duradouros para a conservação.

© Conservation Strategy Fund - CSF
ISBN: 978-85-99451-09-0

Brazil Office

Conservação Estratégica

Estrada Dona castorina, 124, Horto, Rio de Janeiro - Rio de Janeiro
CEP 22460-320 / Telefone: +55 21 3875-8235

United States Offices

Conservation Strategy

Tel 707-829-1802 Fax 707-829-1806
1160 G Street Suite A-1 Arcata, California 95521
Tel 707-822-5505 Fax 707-822-5535
1636 R Street NW, Suite 3, Washington, DC 20009

Bolivia Office

Conservacion Estrategica

Calle Pablo Sánchez Nº 6981 Irpavi - (entre Calles 1 y 2) Casilla: 3-12297
La Paz, Bolivia Telephone +591 2 272-1925

Peru Office

Conservacion Estrategica

Calle Víctor Larco Herrera Nº 215
Lima, Peru Teléfono : (+51-1) 6020775

Fotografias: Camila Jericó-Daminello

Diagramação e capa: Frederico Celente Lorca

Impressão: Athalaia Gráfica

O download deste documento pode se feito na página eletrônica:
www.conservation-strategy.org/pt/reports

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

Impactos econômicos da construção da hidrelétrica de São Luiz do Tapajós: uma análise do provimento de serviços ecossistêmicos

Camila Jericó-Daminello [[Conservação Estratégica - CSF](#)]

Susan Edda Seehusen [[Conservação Estratégica - CSF](#)]

Irene Burgués Arrea [[Conservação Estratégica - CSF](#)]

Aaron Bruner [[Conservação Estratégica - CSF](#)]

Ane A. C. Alencar [[Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM](#)]

Valderli Piontekowski [[Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia - IPAM](#)]



Disclaimers

Este documento foi possível graças ao apoio do povo norte-americano através da Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID) e do seu programa de Biodiversidade no Desenvolvimento de Paisagem e Infraestrutura (BUILD). As opiniões aqui expressas são de responsabilidade dos autores e não necessariamente refletem a visão da USAID ou do Governo dos Estados Unidos.

Nenhum dos conteúdos aqui expressos substitui a consulta livre, prévia e informada que deve ser realizada com os grupos tradicionais, ribeirinhos e indígenas, que podem ser afetados pela possibilidade de implementação do projeto hidrelétrico.



Agradecimentos

Nós, autores, gostaríamos de agradecer a todas as pessoas que se dispuseram a trocar informações, discutir e contribuir para que este estudo fosse realizado.

A João Andrade, Fernanda Alvarenga, Daniel Kieling, Alfonso Malky Harb, Thaís Vilela, Luís de Camões Boaventura, Maurício Torres e Amy Duchelle, pelas importantes considerações técnicas, e a Isaura Lago, Cíntia Andrade e Marion Le Failler, pelo auxílio logístico.

A Luiz Matos de Lima, Rozeninho Saw, CAK Pereira Matos, a toda a comunidade do Pimental e aos municípios de Santarém e Itaituba, pela cordialidade com que nos receberam e pela disponibilidade de conversar conosco.

Ao Instituto Chico Mendes para a Biodiversidade, em especial aos gestores e analistas das unidades de conservação localizadas na bacia do Rio Tapajós, ao Ministério Público Federal do Pará, à Associação Comunitária de Pimental, à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Produção de Itaituba e ao GT Infraestrutura pela troca de ideias e discussões.



Índice

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Disclaimer | 04 |
| Agradecimentos | 06 |
| Lista de Figuras / Lista de Quadros / Lista de Tabelas | 10 |
| Siglas | 11 |
| Nota sobre o cancelamento da UHE São Luiz do Tapajós / Note about the cancellation of São Luiz do Tapajós dam | 12 |
| Resumo executivo | 13 |
| Executive summary | 16 |
| 1. Introdução | 18 |
| 1.1 A bacia do rio Tapajós – a nova fronteira de produção de energia | 19 |
| 1.2 O Médio-Baixo Tapajós – serviços ecossistêmicos, população e bem-estar humano | 21 |
| População local e regional | 23 |
| 1.3 O status quo do licenciamento de grandes empreendimentos hidrelétricos na Amazônia | 24 |
| 1.4 Impactos socioambientais associados a empreendimentos hidrelétricos | 26 |
| 2. Qual é o objetivo deste estudo? | 28 |
| 3. Metodologia | 31 |
| 3.1 Descrição geral | 32 |
| 3.1.1 Diagnóstico e problematização | 32 |
| 3.1.2 Cenários de desmatamento: zona alagada e desmatamento adicional | 33 |
| 3.1.3 Populações a serem afetadas | 37 |
| 3.1.4 Impactos econômicos a serem analisados e seus cálculos | 38 |
| 3.1.4a Perda de renda de subsistência | 39 |
| 3.1.4b Redução da qualidade da água | 42 |
| 3.1.4c Aumento das emissões de gases de efeito estufa (CO ₂ e) | 44 |
| 3.1.5 Síntese: impactos econômicos, serviços ecossistêmicos, populações afetadas e cálculos dos valores | 50 |
| 4 Resultados | 52 |
| 4.1 Vetores de impactos aos ecossistemas e serviços ecossistêmicos | 53 |
| 4.2 Vetores de mudança | 54 |
| 4.2.1 Desmatamento zona alagada e adicional | 54 |
| 4.3 Grupos-alvo afetados | 57 |
| 4.4 Impactos econômicos | 58 |
| 4.4.1 Perda de renda de subsistência | 59 |
| 4.4.2 Redução da qualidade da água | 60 |
| 4.4.3 Aumento das emissões de gases de efeito estufa (CO ₂ e) | 61 |
| 5. Compilação dos resultados das análises dos impactos econômicos | 62 |
| 6. Conclusões e recomendações | 64 |
| 7. Bibliografia | 66 |

Lista de figuras

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. As 43 hidrelétricas previstas para a bacia do rio Tapajós. Em destaque a região do Médio-Baixo Tapajós | 19 |
| Figura 2. Alguns serviços ecossistêmicos providos na região do Médio-Baixo Tapajós | 22 |
| Figura 3. Relação entre população e desmatamento nos municípios de abrangência das UHEs Jirau e Santo Antônio | 35 |
| Figura 4 Cenários de desmatamento zona alagada e adicional | 36 |
| Figura 5. Impactos econômicos analisados: perda de renda de subsistência, redução da qualidade de água e aumento das emissões de gases de efeito estufa | 38 |
| Figura 6 Resumo dos cenários c1, c2 e c3 para as emissões de gases de efeito estufa (CO ₂ e) | 48 |
| Figura 7 Estimativa de desmatamento da zona alagada e adicional dos cenários c1, c2 e c3 no período entre 2019-2048 | 55 |
| Figura 8. Emissões de tCO ₂ equivalente ao desmatamento da zona alagada e adicional para os três cenários, ao longo dos 30 anos de análise | 61 |

Lista de quadros

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1. Especificidades do projeto UHE São Luiz do Tapajós | 20 |
| Quadro 2. Falhas no licenciamento de empreendimentos hidrelétricos. | 25 |
| Quadro 3. Cálculo da perda anual de renda de subsistência | 41 |
| Quadro 4. Cálculo dos custos da redução da qualidade da água | 42 |
| Quadro 5. Cálculo das emissões do desmatamento projetado para o cenário c1 (linha de base) | 46 |
| Quadro 6. Cálculo das emissões da zona alagada para o cenário c2 | 46 |
| Quadro 7. Cálculo das emissões da zona alagada para o cenário c3 | 47 |
| Quadro 8. Cálculo das emissões do desmatamento adicional para os cenários c2 e c3 | 48 |

Lista de tabelas

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Síntese: análise dos impactos econômicos, serviços ecossistêmicos, populações afetadas e cálculo dos valores | 50 |
| Tabela 2. Desmatamento, zona alagada e adicional, dos cenários c1, c2 e c3 de acordo com as áreas a serem afetadas | 56 |
| Tabela 3. Populações a serem afetadas consideradas no presente estudo | 58 |
| Tabela 4. Valor presente das três análises realizadas | 63 |

Lista de Siglas

| | |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AAI | Avaliação Ambiental Integrada |
| APA | Área de Proteção Ambiental |
| BACEN | Banco Central do Brasil |
| BCL | Biome Carbon Loss |
| CH ₄ | Gás metano |
| CLPI | Consulta e Consentimento Livre, Prévio e Informado |
| CO ₂ | Dióxido de carbono |
| CO ₂ e | Dióxido de carbono equivalente |
| COP | Conference of Parties |
| EIA-RIMA | Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental |
| FLONA | Floresta Nacional |
| Ha | Hectares |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INPE | Instituto de Pesquisas Espaciais |
| IPAM | Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia |
| IPCA | Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo |
| KM | Quilômetros |
| KM ² | Quilômetros quadrados |
| kW | Quilo Watts |
| L/s | Litros por segundo |
| LP | Licença prévia |
| LT | Linha de transmissão |
| M ³ | Metros cúbicos |
| MW | Mega Watts |
| MWh | Mega Watts hora |
| NPV | Net present value |
| O&M | Operação e manutenção |
| OIT | Organização Internacional do Trabalho |
| PA | Projetos de Assentamento |
| PARNA | Parque Nacional |
| PEN-CIFOR | Poverty and Environment Network – Center for International Forestry Research |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PIC | Projetos Integrados de Colonização |
| PRODES-INPE | Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais |
| RESEX | Reserva Extrativista |
| tCO ₂ e | Toneladas de dióxido de carbono equivalente |
| TI | Terra Indígena |
| UCs | Unidades de Conservação |
| UHE | Usina Hidrelétrica |
| UHE S. L. do Tapajós | Usina da Hidrelétrica de São Luiz do Tapajós |
| VPL | Valor Presente Líquido |

Nota sobre o cancelamento da UHE São Luiz do Tapajós

No momento em que o presente estudo foi finalizado (Fevereiro de 2016), o processo de licenciamento da UHE São Luiz do Tapajós se encontrava bloqueado, mas ainda passível de desenvolvimento. Ao fim do processo de publicação (Setembro de 2016), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) cancelou o processo de licenciamento da UHE São Luiz do Tapajós, inviabilizando a sua construção.

Note about the cancellation of São Luiz do Tapajós dam

At the time of the study's completion in February 2016, Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) suspended the licensing process for the São Luiz do Tapajós dam. At the time of the study's publication in September 2016, IBAMA formally cancelled the São Luiz do Tapajós dam's environmental license, officially invalidating its construction.



Resumo Executivo

A exemplo de experiências anteriores de construções de barragens na região amazônica, os resultados obtidos neste estudo mostram que a UHE São Luiz do Tapajós – se construída – impactará a qualidade e a quantidade ofertada de diversos serviços ecossistêmicos, reduzindo o bem-estar de milhares de pessoas, principalmente das que vivem próximas à área destinada à construção da usina.

Este estudo contribui para o debate público sobre a UHE São Luiz do Tapajós ao calcular não só o impacto da construção da usina sobre a renda de subsistência das famílias, mas também ao analisar em detalhe o efeito da UHE São Luiz do Tapajós sobre dois importantes serviços ecossistêmicos: qualidade da água e regulação climática.

Apesar de reconhecermos que outros serviços ecossistêmicos, como o turismo e o habitat de determinadas espécies são igualmente importantes, não estimamos os seus valores econômicos pela falta de precisão dos dados disponíveis. Além de diversos desafios metodológicos, tal imprecisão pode levar a dupla contagem e, conseqüentemente, a possível superestimação de seus valores. Como contrapartida, a não inclusão desses outros serviços ecossistêmicos na análise tende a gerar estimativas mais conservadoras. Portanto, é preciso cautela ao interpretar a magnitude dos resultados obtidos neste estudo.

Para melhor quantificar os efeitos da construção da UHE São Luiz do Tapajós sobre os dois serviços ecossistêmicos e sobre a renda de subsistência, consideramos ainda três cenários de desmatamento. Para a construção desses cenários, consideramos não só o desmatamento resultante da área a ser alagada, mas o que foi denominado de “desmatamento adicional”, gerado pela influência do projeto hidrelétrico nas dinâmicas migratórias da região.

No cenário no qual a UHE São Luiz do Tapajós é construída, e assumindo um padrão de desmatamento similar ao que ocorreu em torno das UHEs de Belo Monte, Jirau e Santo Antônio, por exemplo, a área desmatada, considerando tanto a área do reservatório quanto o desmatamento adicional, é superior a 507 mil ha. Neste, ao final de 30 anos de análise¹, as 28.190 famílias a serem afetadas pelo desmatamento perderiam uma renda de subsistência de, aproximadamente, R\$1.4 bilhões (US\$ 430 milhões²).

Especificamente sobre os serviços ecossistêmicos, temos que a diminuição da qualidade da água na área da barragem e a jusante dessa implica, para alguns

1 O período de análise é de 2019-2048. Valor presente referente a Janeiro de 2016.

municípios, num gasto adicional com a aquisição de sistemas de tratamento de R\$ 62.5 milhões (US\$ 18.780 milhões²). Tal valor corresponde não só à implementação do sistema, mas também aos custos anuais de manutenção ao longo de 30 anos.

Ainda para esse cenário, os resultados mostram que mais de 70 milhões de toneladas de CO₂e seriam emitidos para a atmosfera, com a construção e o funcionamento da UHE São Luiz do Tapajós. Em termos monetários, o valor presente dessas emissões, para os 30 anos de análise, seria igual a R\$ 471 milhões (US\$ 141 milhões²). Esse valor representaria não só um custo para o Brasil, em termos de emissões adicionais não previstas nas metas nacionais, mas também um custo para a sociedade global, caso sejam considerados os efeitos resultantes das mudanças climáticas³.

Finalmente, ao somarmos todos os resultados monetários obtidos para esse cenário, temos que o valor presente é de, aproximadamente, R\$ 1.9 bilhões (US\$ 590 milhões³). Ou seja, em 30 anos, esse valor representa o custo total – em função das perdas de renda e dos dois serviços ecossistêmicos – não contabilizado atualmente no projeto de construção da UHE São Luiz do Tapajós.

Sendo assim, os resultados obtidos neste estudo contribuem para reforçar a necessidade de contabilizar tais perdas nas análises dos empreendimentos e de como essas afetarão a todos, especialmente as populações locais. Por outro lado, por mais que este projeto hidrelétrico seja julgado como benéfico para a sociedade brasileira, as perdas aqui apresentadas, e outras não mencionadas, deveriam ser contabilizadas e soluções apropriadas deveriam ser buscadas. O objetivo maior é que o progresso do país não seja construído sem uma reflexão sobre suas populações vulneráveis.

Atualmente, o processo de licenciamento ambiental no Brasil não leva em consideração todos os custos sociais e ambientais que um projeto de infraestrutura pode trazer. As análises de viabilidade dos empreendimentos consideram apenas a perspectiva do empreendedor, sem considerar os impactos aos serviços ecossistêmicos que sustentam e beneficiam milhares de pessoas tanto numa escala local, quanto regional. Tendo em vista que grandes empreendimentos hidrelétricos têm seus custos subdimensionados, além de terem seus processos de licenciamento e análise de impactos falhos, incompletos e insustentáveis, recomendamos que a discussão e a metodologia aqui apresentadas sejam aplicadas para apoiar e melhor direcionar o planejamento energético.

2 USD 1,00 = R\$ 3,33, taxa cambial média de 2015 (IPEAdata, 2016).

3 (Fearnside, 2015a; Souza, 2015)



Executive Summary

This report examines the potential impact of the São Luiz do Tapajós dam, planned to be built in the Amazon region of Brazil. It calculates the consequences of the project on the income of households in the region and on the quality and quantity of two important ecosystem services: water and climate regulation.

In our primary scenario, the total costs associated with the project, but not formally accounted for, are approximately R\$ 1,9 billion (US\$ 590 million) from 2019 to 20484. Assuming a deforestation pattern similar to those around the Belo Monte, Jirau and Santo Antonio dams, the total area deforested would exceed 507,000 hectares. The 28,190 families that would be affected by deforestation would lose approximately R\$ 1,4 billion (US\$ 430 million) in income from subsistence activities. Moreover, the decrease of water quality in the dam area and downstream implies, for some municipalities, an additional expenditure of R\$ 62,5 million (US\$ 18,78 million) on the acquisition, installation, and maintenance of water treatment systems.

Regarding climate regulation, the study shows that the construction and operation of the São Luiz do Tapajós dam would release more than 70 million tons of CO_{2e} into the atmosphere. The present value of these emissions for the 30 years of analysis equals R\$ 471 million (US \$ 141 million).

This analysis does not take into account potential losses from other equally important ecosystem services, such as tourism and habitat provision for several species. The reason for this omission is a lack of accurate data, which could lead to problems such as double counting. Therefore, the results above should be seen as a lower bound on socioeconomic and environmental losses associated with the project.

The results of this study reinforce the need to include social and environmental consequences in the financial analysis of development projects. Currently, the environmental licensing process in Brazil does not take into account all of the social and environmental costs that an infrastructure project can bring. Consequently, costs of large hydroelectric projects are often underestimated. Our recommendation is that the discussion and methodology presented in this report should be used to support energy planning decision making.

4 The present value is for January 2016. USD 1,00 = R\$ 3,33, average exchange rate in 2015 (IPEAdata, 2016).



Introdução

1.1 A bacia do rio Tapajós – a nova fronteira de produção de energia

O desenvolvimento econômico brasileiro dos últimos 40 anos, o crescimento demográfico e a política pública de ampliação de acesso à eletricidade vêm provocando uma considerável pressão no setor energético como um todo (Goldemberg & Lucon, 2007). Para atender a demanda crescente por energia elétrica, o Governo Federal resgatou propostas de projetos hidrelétricos para a Amazônia, desenvolvidos nas décadas de 1970 e 1980 pelo governo militar (Souza-Júnior, 2014). Um dos principais projetos daquela época, destinado à região da bacia do rio Tapajós, no estado do Pará, foi retomado com a publicação, em 2008, do relatório “Estudos de Inventário Hidrelétrico das Bacias dos Rio Tapajós e Jamanxim”, tornando a região a nova fronteira do desenvolvimento hidrelétrico nacional (Eletronorte, 2008).

Neste inventário, foram apresentadas 43 potenciais usinas hidrelétricas para a bacia do rio Tapajós (WWF, 2013). Destas, quatro se encontram em fase de construção (Colíder, Sinop e São Manoel, no rio Teles Pires, e Salto Apiacás, no rio Apiacás), e três indicadas no Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2024 como usinas previstas (Teles Pires, no rio Teles Pires, São Luiz do Tapajós e Jatobá, no rio Tapajós) (ANEEL, 2016; Brasil, 2015) (Fig. 1).

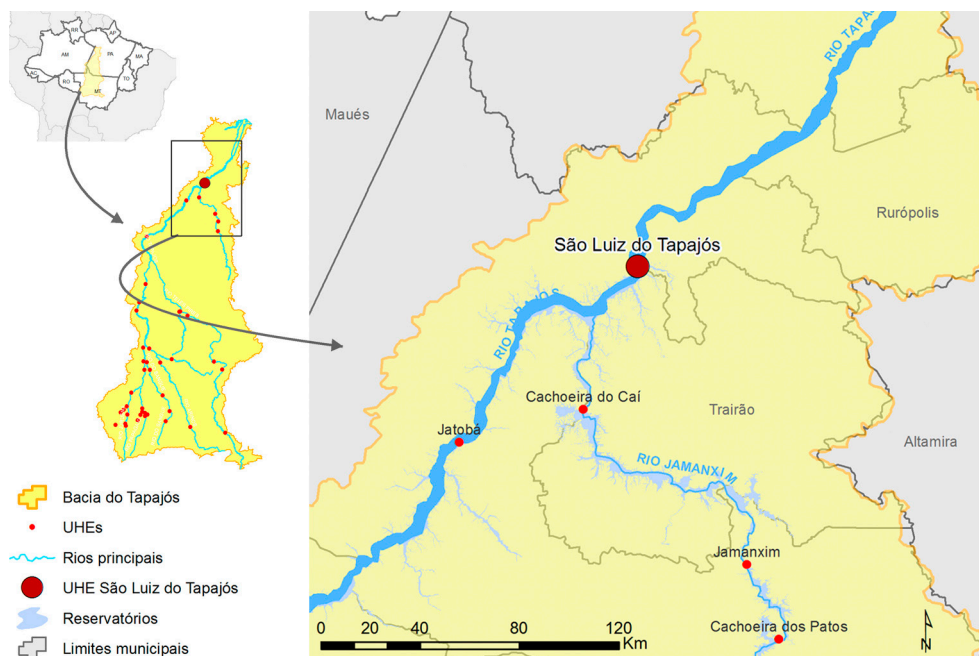


Figura 1. As 43 hidrelétricas previstas para a bacia do rio Tapajós. Em destaque a região do Médio-Baixo Tapajós

Dentre as usinas hidrelétricas previstas para a bacia do rio Tapajós, a UHE São Luiz do Tapajós terá a maior potência instalada e energia firme, além de contar com o maior reservatório previsto (Eletronorte, 2008). A sua potência instalada esperada representa 72% da prevista para a UHE Belo Monte e é, aproximadamente, três vezes maior do que as apresentadas pelas usinas Jirau e Santo Antônio (ANEEL, 2016). Abaixo estão descritas algumas das características específicas do planejamento da UHE São Luiz do Tapajós (Quadro 1).

UHE São Luiz do Tapajós

Usina plataforma, um novo conceito de usina apresentado pela Eletrobras, é uma alternativa mais sustentável de empreendimento hidrelétrico. No entanto, há críticas sobre a abstração deste conceito, que não apresenta estudos específicos que considerem os impactos deste tipo de usina (Souza-Júnior, 2014);

Potência instalada total prevista de 8.040MW em duas casas de força – principal de 7.740MW e complementar de 300MW – e energia firme total prevista de 4.012MW médios;

Reservatório, com área total prevista de 720km², sendo 376km² de área inundada (o restante é a calha natural do rio). Nível máximo esperado de profundidade é de 50m.

Três Unidades de Conservação tiveram seus limites alterados, pois as dimensões do empreendimento (incluindo reservatório) sobrepor-se-ia às áreas protegidas. O Parque Nacional da Amazônia (1,68% de sua área), a Floresta Nacional de Itaituba I e a Floresta Nacional de Itaituba II (2,5% e 7,9% de suas áreas respectivamente), foram desafetados. No entanto, ainda sim, caso a hidrelétrica seja construída, as Florestas Nacionais de Itaituba I e II seriam afetadas em 0,04% e 4,62% de suas áreas respectivamente (Lei N° 12.678 de 25 de Junho de 2012);

A época de maior contingente de trabalhadores para as obras poderá reunir por volta de **13.000 pessoas (o que representaria um aumento de 50% da população urbana de Itaituba, por exemplo)**;

Custo total esperado de R\$28.461 x 10⁶ (custos de R\$3.540 por kW instalado e R\$82,83 por MWh para a data base de março de 2013 – com LT e O&M);

(Fonte: Eletrobras & CNEC Worley Parsons, 2014)

Quadro 1. Especificidades do projeto UHE São Luiz do Tapajós

Mesmo a UHE São Luiz do Tapajós sendo o foco deste estudo, não se pode desconsiderar as outras obras de infraestrutura previstas para a região (algumas já em desenvolvimento). Estas fazem parte do Plano Plurianual Territorial Participativo da região do Tapajós, que, dentre vários setores, investirá em diversas obras de infraestrutura (SPI/Ministério do Planejamento, 2014). De uma forma geral, são obras que visam a facilitar o escoamento de produtos oriundos do Mato Grosso, em especial a soja, através da hidrovia e rodovias até o porto de Miritituba e, de lá, para os portos do hemisfério norte. Há também uma expectativa de que essas obras possam impulsionar a economia local. Além dessas, há também a proposta de outras usinas hidrelétricas que, juntamente com a UHE São Luiz do Tapajós, comporiam o Complexo Hidrelétrico do Tapajós (Fonseca & Mota, 2015; Souza-Júnior, 2014).

A UHE São Luiz do Tapajós não se destaca somente por suas especificidades técnicas e de produção de energia, mas também pelos enormes impactos esperados em uma região de extrema relevância para a proteção da biodiversidade e manutenção das culturas locais indígena e ribeirinha.

1.2 O Médio-Baixo Tapajós – serviços ecossistêmicos, população e bem-estar humano

Parte integrante da bacia do rio Amazonas, a bacia do rio Tapajós estende-se pelos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso e Rondônia, compreendendo quatro sub-bacias: Teles Pires, Juruena, Jamanxim e Arinos (Souza-Júnior, 2014).

A região do Médio-Baixo Tapajós se refere à parte baixa da bacia e é formada principalmente pelos rios Tapajós e Jamanxim. Essa apresenta predominantemente uma cobertura de Floresta Ombrófila Densa e uma típica diversidade de ecossistemas transicionais amazônicos, como as florestas aluviais e igarapés perenes e/ou sazonais. As águas do rio Tapajós são claras e cristalinas e apresentam boa qualidade em toda a bacia. De uma forma geral, a cobertura florestal de toda a região do Médio-Baixo Tapajós está em estado bastante preservado. A diversidade de habitats promove a existência de grande biodiversidade, com expressivas taxas de endemismo (Ecology Brasil, 2014c; Lima, 2010).

Os ecossistemas preservados desta região têm crucial importância para a sobrevivência e o bem-estar humano ao proverem serviços ecossistêmicos à população local, regional e global. Os serviços ecossistêmicos, definidos como os benefícios provindos dos ecossistemas (MA, 2005), podem ser categorizados em serviços de provisão, regulação, culturais e de suporte, como descritos abaixo (Fig. 2):



Serviços de Provisão são produtos e matérias-primas obtidos dos ecossistemas (MA, 2005). De uma forma geral, os ecossistemas florestais, como é no caso da região do Médio-Baixo Tapajós, fornecem uma grande diversidade de serviços ecossistêmicos de provisão que promovem tanto a sobrevivência e o bem-estar das populações locais, quanto o fluxo de renda, quando comercializados. São exemplos deste tipo de serviço os mais diversos alimentos - **frutos**, brotos, folhas, raízes, caça, peixes e produtos agrícolas -, a água potável, as plantas medicinais e a madeira (Myers, 1997).



Serviços de Regulação são benefícios obtidos pela regulação do funcionamento dos ecossistemas (MA, 2005). Áreas florestadas, como a região do Médio-Baixo Tapajós, são estoques naturais de gases de efeito estufa, principalmente CO₂ e CH₄, que se encontram armazenados tanto na biomassa, quanto nos solos, auxiliando na manutenção da regulação climática global. Além disso, a floresta representa papel relevante na regulação climática nos níveis locais e regionais, importante para o contexto de altas temperaturas da região Norte do Brasil. São também reguladoras da qualidade do ar e do **regime de chuvas**, além de servirem como áreas de amortecimento contra a propagação de algumas doenças e pragas (Foley et al., 2007; Myers, 1997).



Serviços Culturais são benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas, que surgem a partir de experiências de contato com a natureza (MA, 2005). Os ecossistemas e seus serviços podem ser considerados a base da cultura de diversas sociedades e no caso da bacia do rio Tapajós isso não é diferente (Heckenberger et al., 2007). Na região do Médio-Baixo Tapajós há importantes sítios arqueológicos e lugares sagrados para determinadas etnias como, por exemplo a etnia Munduruku. As comunidades ribeirinhas também são populações tradicionais que apresentam a sua identidade muito atrelada ao ambiente e local em que vivem (Greenpeace Brasil, 2015). Além disso, esta região dispõe de diversas áreas usufruídas para o turismo e **recreação**. Em especial, na época da seca, há a formação de praias ao longo do rio que atraem um grande número de turistas (Ecology Brasil, 2014a).



Serviços de Suporte: são responsáveis por promover a existência de todos os outros serviços ecossistêmicos (MA, 2005). Ciclagem de nutrientes, produção primária, **habitats de diversas espécies** e manutenção de patrimônio genético, são alguns exemplos de serviços de suporte providos por florestas e bacias conservadas, como a da região do Médio-Baixo Tapajós (Myers, 1997). Um exemplo desta importância é o fato de diversas Unidades de Conservação localizadas nesta região terem sido classificadas como áreas prioritárias de importância biológica muito alta (Brasil, 2004).

Figura 2. Alguns serviços ecossistêmicos providos na região do Médio-Baixo Tapajós

População local e regional

As populações local e regional da região do Médio-Baixo Tapajós apresentam forte miscigenação portuguesa, nordestina e indígena. Estão localizadas em áreas urbanas e rurais, estas últimas caracterizadas por: áreas privadas rurais, assentamentos, projetos de colonização, vilas e comunidades ribeirinhas (Monteiro et al., 2014).

A colonização de toda essa região foi realizada de forma induzida, propiciada pela abertura das rodovias Transamazônica e BR-163, importantes vias terrestres no território do Médio-Baixo Tapajós. As terras ali localizadas foram palcos de processos de especulação fundiária e grilagem, que seguiram atraindo cada vez mais famílias para a região. Salvo algumas exceções, os municípios localizados nessa região são frutos da expansão dessas áreas de colonização (Alencar et al. 2004).

A população urbana vive basicamente de prestação de serviços e da comercialização de produtos, brutos e beneficiados, provenientes das áreas naturais do entorno. Produtos florestais madeireiros e não madeireiros, como os pescados, apresentam os volumes mais expressivos destes comércios. Além destes, destacam-se os produtos originados do extrativismo mineral, como o ouro e o diamante (Monteiro et al., 2014).

A população rural, em todas as suas áreas de incidência, apresenta forte dependência de pequenas plantações familiares e do consumo e comercialização de recursos florestais. Esta dependência dos ecossistemas do entorno é potencializada devido à precária assistência pública prometida a essas pessoas, principalmente por parte dos programas de colonização (Cunha, 2009). A população ribeirinha é um grupo integrante da população rural e que merece destaque neste estudo. Esta vive em comunidades e vilas tradicionais localizadas ao longo do rio Tapajós, que apresentam,

em média, mais de 100 anos de existência. Foram contabilizadas 64 comunidades ribeirinhas no trecho do rio Tapajós entre os municípios de Itaituba e Santarém, cada uma contendo, em média, 40 famílias. Além das fontes de renda já descritas anteriormente, algumas comunidades apresentam parte desta associada ao artesanato e ao turismo ecológico. No entanto, de uma maneira geral, os benefícios sociais são as principais fontes monetárias para essas famílias (Amaral et al., 2009).

Diferente dos grupos mencionados acima que foram classificados de acordo com a sua localização, a população indígena se encontra distribuída em diferentes áreas. Em toda a região do Médio-Baixo Tapajós há por volta de 9.624 indígenas que residem em núcleos urbanos, áreas rurais (assentamento e comunidades ribeirinhas) e também em Terras Indígenas (TI) específicas (IBGE, 2010). De acordo com a Avaliação Ambiental Integrada (AAI), nesta região encontram-se, pelo menos, 12 etnias indígenas: Apiaká, Arapium, Arara Vermelha, Borari, Cara Preta, Cumarurara, Jaraqui, Maytapu, Munduruku, Tapajó, Tupaiu, Tupinambá (Ecology Brasil, 2014b). Apesar da diversidade étnica, há a predominância dos Mundurukus.

O povo Munduruku é bastante conhecido pelas migrações e por sua intensa dinâmica de criação e abandono de aldeias, impulsionada por vários motivos, como escassez de recursos naturais e proteção de território (FUNAI; PPTAL; GTZ, 2008)⁵. Dentre as áreas habitadas pelos Mundurukus, destaca-se a TI Sawré Muybu. Esta, ainda não homologada, está sendo autodemarcada pelos próprios indígenas com auxílio de pesquisadores voluntários. Por estar localizada na área de influência do projeto da UHE São Luiz do Tapajós, estima-se que 7% da sua área seja alagada pelo reservatório. Por este motivo, passou a ser uma das principais lutas dos movimentos de resistência contra a barragem (FUNAI, 2013).

1.3 O status quo do licenciamento de grandes empreendimentos hidrelétricos na Amazônia

Os serviços ecossistêmicos locais e o bem-estar das populações situadas na região são ameaçados por grandes obras de infraestrutura, como as hidrelétricas. Isto se dá, principalmente, pela falta de planejamento adequado, por análises insatisfatórias dos impactos associados e por problemas no licenciamento dessas obras. Os diferentes processos e etapas do licenciamento têm como objetivo ter um melhor entendimento do que está sendo proposto naquele empreendimento e quais as consequências do mesmo e, a partir deste ponto, adequar o projeto e propostas ou até, em casos mais extremos, impedir que haja andamento de determinado projeto.

5 É sabida a existência de grupos e comunidades quilombolas na região do Médio-Baixo Tapajós, mas pouco conhecimento se tem sobre esses grupos.

Mas, diferente do que é esperado, atualmente o licenciamento dessas obras apresenta grandes falhas, impedindo que problemas graves de execução e adequação às leis e normas sejam evitados. Só no caso da UHE São Luiz do Tapajós, até o final de 2015 foram movidas 21 Ações Cíveis Públicas pelo Ministério Público Federal.

Sendo assim, o importante papel do licenciamento na tomada de decisão sobre a implementação do projeto fica negligenciado (Fearnside, 2015c; ISA, 2015). No caso da UHE Belo Monte, por exemplo, diversos problemas do licenciamento se mantiveram, mesmo com a emissão das licenças. Dentre as diversas lacunas encontradas nos processos e documentos de licenciamentos, destacam-se as lacunas dos estudos sobre os impactos ambientais, como a perda da qualidade da água, os impactos sobre a biodiversidade e sobre os povos indígenas afetados (ISA, 2015).

Licenciamentos incompletos e falhos atrasam obras e representam custos econômicos, sociais e ambientais

Por mais que o processo de licenciamento de grandes hidrelétricas seja obrigatório, sua qualidade, quantidade de informações e efetiva comunicação técnica de planejamento e impactos ainda são inadequados, frente à complexidade e magnitude de empreendimentos deste porte. Documentos importantes, como o Estudo de Impacto Ambiental, apresentam fraco suporte científico, com conteúdos incompletos e falta de robustez nas previsões de impactos esperados. Suas análises apresentam fraca contextualização local e regional, com pouca ou quase nenhuma comunicação com as populações direta e indiretamente afetadas, além de existirem projeções sobre efeitos cumulativos (impactos ao longo do tempo ou em regiões de influência indireta) ou sobre relações ecológicas complexas e suas importâncias em contextos sociais e econômicos. No caso dos estudos técnicos, falhas importantes em cálculos e projeções são encontradas, cronogramas de construção, enchimento do reservatório e as ações de mitigação e compensação são dessincronizados. Como consequência dessas falhas, há atrasos nas licenças e nas aprovações dos estudos, causando atrasos nas etapas do licenciamento e na construção do empreendimento hidrelétrico, o que retarda o começo do funcionamento das atividades. Estes atrasos implicam em aumento nos custos do empreendimento. No caso da UHE Belo Monte, por exemplo, desde o seu planejamento até o leilão, houve um aumento de, pelo menos, 15% dos custos totais do empreendimento.

(Fonte: ISA, 2015; Greenpeace Brasil, 2015; 2016; The Economist, 2013).

Quadro 2. Falhas no licenciamento de empreendimentos hidrelétricos.

1.4 Impactos socioambientais associados a empreendimentos hidrelétricos

Em especial na região amazônica, o uso da terra é bastante modificado com a chegada de empreendimentos hidrelétricos, principalmente pela atração de imigrantes. Vindos em busca de opções de trabalho e na expectativa de melhores condições de vida, boa parte destas pessoas, que chegam aos municípios próximos às obras, permanece na região após a finalização da construção, provocando um rápido aumento populacional. E é sabido que grande parte da conversão de florestas a outros usos da terra nestas áreas, se dá por este fluxo migratório (Alencar & Piontekowski, 2014).

A questão dos imigrantes é um importante impacto social, já que os municípios próximos aos empreendimentos ficam com o dever de dar assistência pública a essas pessoas, mesmo sem condições para isso (Fearnside, 1999; Barreto et al., 2011; Souza-Júnior, 2014). No entanto, são as populações tradicionais as que mais são afetadas pelas usinas hidrelétricas na Amazônia. Ribeirinhos e indígenas têm suas terras, meios de vida e cultura modificados.

Atualmente, as populações locais dependem fortemente do acesso a diversos recursos naturais, principalmente as rurais, indígenas e ribeirinhas que precisam destes recursos para sua subsistência. Dentre os diferentes impactos às populações locais, destacam-se os que alteram a qualidade e a quantidade dos serviços ecossistêmicos providos localmente e que são utilizados por essas populações.


A vida das populações rurais, ribeirinhas e indígenas, está pautada nos diversos serviços ecossistêmicos presentes na região: a água é utilizada para consumo humano, animal e para o deslocamento; o peixe é fonte de alimento e renda; os produtos retirados da floresta podem servir de alimento, como matéria prima e ter uso medicinal; as diferentes paisagens apresentam relevância religiosa e estão conectadas com as culturas tradicionais locais; o turismo também se faz uma importante fonte de renda nas comunidades e mu-

Dentre os diferentes impactos às populações locais, destacam-se os que alteram a qualidade e a quantidade dos serviços ecossistêmicos providos localmente e que são utilizados por essas populações.

nicípios. Modificações no provimento destes serviços causam profundas alterações no bem-estar e sobrevivência dessas pessoas.

Sendo assim, o presente estudo focou em alguns serviços ecossistêmicos que serão impactados caso a UHE São Luiz do Tapajós seja construída, para entender como esta afetaria a economia de grupos locais. Sendo assim, o importante papel do licenciamento na tomada de decisão sobre a implementação do projeto fica negligenciado (Fearnside, 2015c; ISA, 2015). No caso da UHE Belo Monte, por exemplo, diversos problemas do licenciamento se mantiveram, mesmo com a emissão das licenças. Dentre as diversas lacunas encontradas nos processos e documentos de licenciamentos, destacam-se as lacunas dos estudos sobre os impactos ambientais, como a perda da qualidade da água, os impactos sobre a biodiversidade e sobre os povos indígenas afetados (ISA, 2015).





Qual é o objetivo
deste estudo?

O objetivo deste estudo é analisar quais seriam os impactos aos serviços ecossistêmicos e como as pessoas que deles se beneficiam poderiam ser economicamente afetadas, caso a UHE São Luiz do Tapajós seja construída.

Justificamos esta análise com dois argumentos principais. O primeiro diz respeito à falta de informação para a sociedade civil como um todo, especialmente para as populações locais que são diretamente afetadas por estes empreendimentos. O segundo está relacionado à importância da inclusão de externalidades nas análises de empreendimentos, já que estas não são de fato consideradas, mas representam importantes custos econômicos, sociais e ambientais.

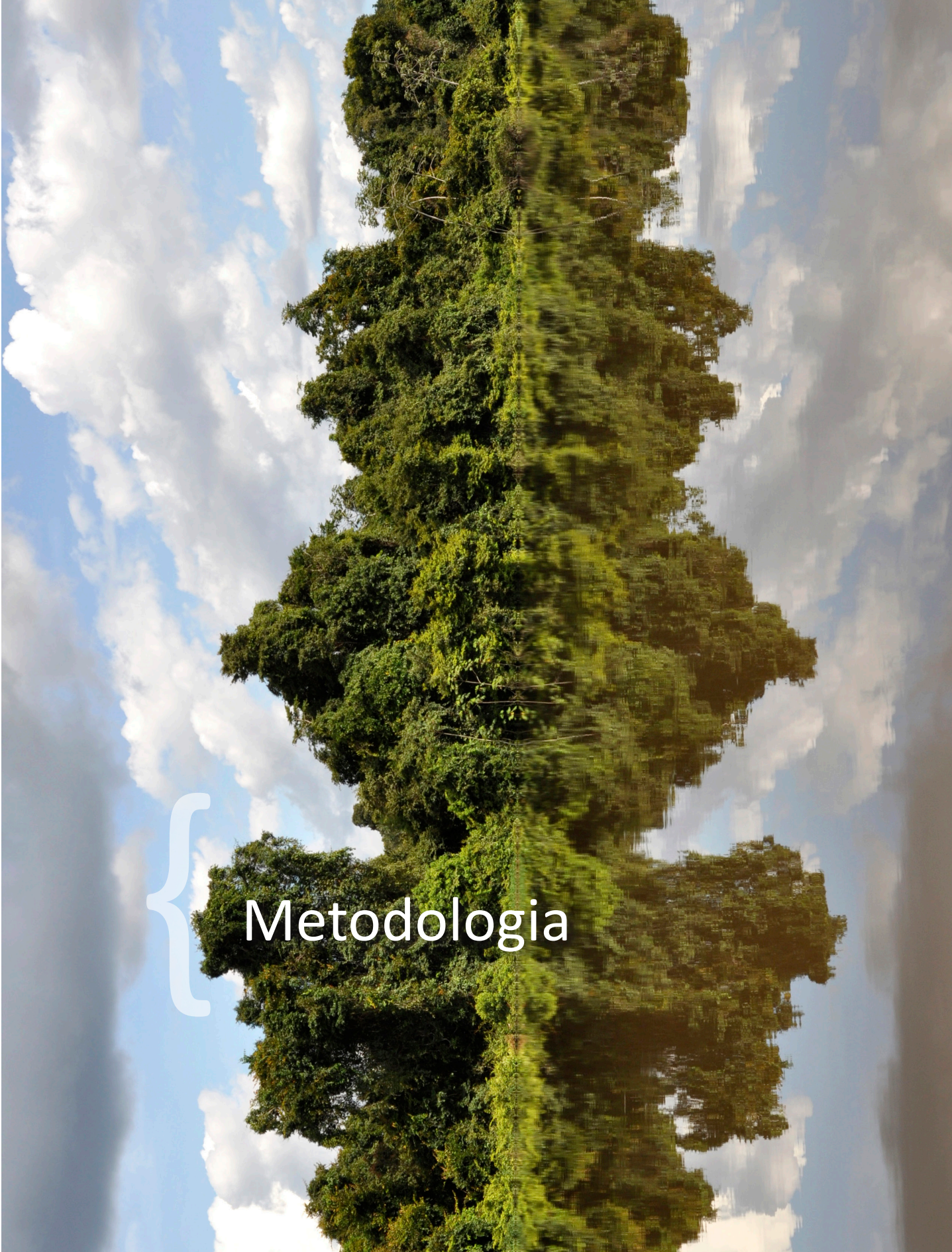
Em relação à falta de informação, através de observações locais e conversas com lideranças e atores, foi possível perceber que há uma grave falta de informação e comunicação entre os diferentes agentes envolvidos. Governos (federal, estadual e municipal), movimentos locais e regionais, instituições governamentais, empresas e consórcios apresentam pouco ou quase nenhum diálogo, seja para a simples divulgação de informações, seja para a construção de elos ou estratégias mais comprometidas com os anseios e questionamentos locais. No caso da UHE São Luiz do Tapajós, municípios inteiros, populações urbanas, rurais, comunidades ribeirinhas e povos indígenas ao redor do empreendimento poderão ser diretamente impactados. No entanto, o que se observou é que essas pessoas pouco ou nada sabem de como realmente seriam estes impactos, quais suas proporções e como isto influenciaria o seu dia a dia.

Dentro deste contexto, a valoração econômica de serviços ecossistêmicos é uma forma de se entender como essas populações seriam afetadas pelo empreendimento. Na nossa perspectiva, dentre as diversas análises possíveis sobre serviços ecossistêmicos, a valoração econômica dos mesmos permite indicar em termos econômicos quais são os impactos da perda de serviços específicos para as pessoas que deles dependem. Esta é uma análise que está sujeita a juízo de valor, dentre outras limitações intrínsecas, o que, por sua vez, não limita sua utilização com a finalidade de dar suporte a uma tomada de decisão. Desta forma, com informações concretas em mãos, os diferentes atores, envolvidos na problemática sobre a possibilidade da construção da UHE São Luiz do Tapajós, poderiam ter maior clareza sobre quais as consequências de se tomar uma decisão em detrimento de outra.

Esta discussão tem também importâncias práticas no desenvolvimento de questões sobre esse projeto. No momento deste estudo (Fevereiro de 2016), este empreendimento se encontra sem a Licença Prévia (LP) necessária para que a etapa

de leilão possa ser cumprida. A LP não foi concedida devido a uma ação do Ministério Público que exigiu a realização de um processo de Consulta e Consentimento Livre, Prévio e Informado (CLPI) oficial junto aos grupos indígenas a serem diretamente afetados pela barragem. Desde então, todo o processo de negociação e desenvolvimento da UHE São Luiz do Tapajós se encontra parado. Legalmente, o Ministério Público se apoiou na Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e na Constituição Brasileira. Para que o processo da UHE São Luiz do Tapajós possa ser legalmente desenvolvido, é obrigatório que a CLPI seja feita com todos os povos tradicionais que serão impactados diretamente pelo empreendimento.

O segundo ponto desta justificativa diz respeito às externalidades resultantes da construção do empreendimento hidrelétrico. Os impactos ambientais podem ser quantificados por meio econômica, como a realizada por este estudo, de forma que possam ser contabilizados pelas construtoras, governo federal e tomadores de decisão. É de crucial importância a valoração destas externalidades socioambientais, seguida pela incorporação das mesmas aos cálculos de custos e análises custo-benefício de grandes projetos de infraestrutura, como é o caso da implementação de uma usina hidrelétrica do porte de UHE São Luiz dos Tapajós. Os valores aqui apresentados não substituem nenhum processo de consulta adequado, que pode indicar valores dados pelas próprias comunidades afetadas. Por outro lado, podem indicar perdas que são facilmente entendidas, mas comumente negligenciadas.



Metodologia

3.1 Descrição geral

O presente estudo buscou identificar quais seriam os impactos econômicos às populações afetadas, relacionados aos provimentos de serviços ecossistêmicos, caso a UHE São Luiz do Tapajós fosse construída. Para isso, adotamos como linha lógica a abordagem gradual do TEEB para avaliar os benefícios da natureza (TEEB, 2010), permitindo que, uma vez mapeados esses benefícios, tenhamos uma maior clareza sobre os possíveis impactos esperados. Assim, primeiro, identificamos quais seriam os serviços ecossistêmicos a serem impactados por esse empreendimento, entendendo assim, quais os reais impactos de uma barragem deste porte para os serviços e suas provisões. Em seguida, dentre todos os serviços ecossistêmicos identificados, priorizamos aqueles cuja alteração de provimento afetaria a sobrevivência e bem-estar das populações locais e regionais. Por fim, analisamos o impacto da perda desses serviços ecossistêmicos para as pessoas afetadas, através da valoração econômica dos mesmos.

O método de pesquisa adotado teve diferentes etapas que permitiram o desenvolvimento do estudo até sua conformação final e estes se encontram descritos a seguir:

3.1.1 Diagnóstico e problematização

Esta etapa se baseou em duas importantes frentes de busca de dados e informações robustas. A primeira foi uma vasta revisão bibliográfica. Mais de 120 artigos, estudos e livros foram revisados para melhor entendermos, não só quais as características antropológicas, ecológicas e socioeconômicas da região do Médio-Baixo Tapajós, mas também quais foram os impactos causados por empreendimentos hidrelétricos já instalados em florestas tropicais, com foco na Amazônia brasileira. As principais fontes de consulta foram o EIA, que contém dados oficiais sobre os impactos esperados caso este empreendimento seja construído (Eletrobras & CNEC Worly Parsons, 2014); o RIMA, que é a forma de comunicação desta projeção de impactos para a sociedade (Eletrobras, 2014); e a AAI, que apresenta projeções de impactos considerando a bacia como um todo e outros empreendimentos (Ecology Brasil, 2014a,b,c).

A segunda frente de busca de informações se deu por meio de entrevistas com atores-chave locais e regionais, realizadas principalmente durante uma viagem de campo. O objetivo dessa pesquisa de campo era entender melhor quais impactos eram esperados por estas pessoas que vivem e entendem bastante da realidade local. Algumas das instituições entrevistadas foram:

- Ministério Público Federal, a principal instituição pública responsável por garantir que as decisões do governo estejam de acordo com os princípios constitucionais de defesa dos direitos sociais, da ordem jurídica e do regime democrático;
- Fundação Nacional do Índio, instituição governamental responsável por proteger e promover os povos indígenas, a partir de estudos de identificação, regularização fundiária e desenvolvimento sustentável. Sua atuação também envolve controlar e propor mitigações para os impactos esperados de obras de infraestrutura, como as hidrelétricas;
- Instituto Chico Mendes para a Biodiversidade, instituição federal que gerencia as Unidades de Conservação federais;
- Associação Comunitária do Pimental, associação da principal comunidade que poderá vir a ser alagada pelo reservatório da UHE São Luis do Tapajós;
- Movimento Tapajós Vivo, movimento de resistência local contra o barramento do rio Tapajós e de outras obras que poderão impactar o mesmo;
- Lideranças Mundukuru, etnia indígena mais populosa da região e a principal a ser impactada pela possibilidade de chegada desse empreendimento.

3.1.2 Cenários de desmatamento: zona alagada e desmatamento adicional

A seguir, foram realizadas projeções de cenários do desmatamento a ser causado, caso a UHE São Luiz do Tapajós fosse construída. Este foi dividido em dois, a zona alagada foi determinada como sendo a área esperada do reservatório⁶. Já o desmatamento adicional foi estipulado como sendo toda a área além do reservatório, desmatada por influência do projeto hidrelétrico. A partir destes dois vetores de mudança de paisagem e uso da terra, foram criados cenários futuros que nos permitiram estabelecer a quantidade de área desmatada por causa da possível construção da barragem, qual a abrangência espacial de impacto aos serviços ecossistêmicos e quais populações seriam afetadas em cada

6 A área prevista para o reservatório pelo EIA é de 720km², sendo que 376 km² seriam de área firme a ser alagada. No entanto, nas nossas projeções, a área alagada foi de 424 km², isto porque, o modelo de desmatamento do presente estudo foi um recorte do modelo de Alencar e Piontekowski (2014) que considerou a interação entre todas as usinas projetadas para a bacia do Rio Tapajós. E como resultado desta análise, observou que o reservatório previsto para UHE Jatobá teria influência sobre a área de reservatório prevista para a UHE São Luiz do Tapajós, provocando um aumento de 11% desta última.

caso. Estas projeções foram feitas baseadas no modelo de desmatamento para as 43 usinas hidrelétricas planejadas para toda a bacia do rio Tapajós através do programa DINAMICA EGO⁷ (Alencar & Piontekowski, 2014). Um recorte foi feito, delimitando a possível área de influência do projeto da UHE São Luiz do Tapajós, desconsiderando, em parte, os efeitos das outras hidrelétricas planejadas para a bacia.

A projeção de cenários futuros a partir da modelagem é um método prospectivo para simular incertezas e riscos associados com o tema em questão, com intuito de facilitar o planejamento de ações e assim auxiliar em tomadas de decisão. Os cenários construídos foram:

Cenário c1

Este cenário se caracteriza pela projeção de desmatamento entre 2019 e 2048, caso não haja a construção da UHE São Luiz do Tapajós, ou seja, é o cenário que mantém o status quo. Neste cenário, assumimos uma taxa média de desmatamento da série histórica entre os anos de 2010 a 2014 para a área num raio de 120km ao redor de onde está prevista a hidrelétrica, mapeados pelo PRODES-INPE (Programa de Monitoramento do Desflorestamento na Amazônia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Este dado foi utilizado para a calibração inicial do modelo, que, ao projetar o desmatamento a cada ano, gerou uma taxa nova de desmatamento baseada na quantidade de floresta remanescente do ano anterior e na influência de diversas outras variáveis⁷.

Cenário c2

Neste cenário, há a inclusão da UHE São Luiz do Tapajós, admitindo que esta seja construída no ano de 2019. Para a projeção de desmatamento deste cenário, inferiu-se que 20% da população a ser atraída pelo empreendimento manter-se-iam na região influenciando a dinâmica de uso do solo. A escolha da taxa de 20% foi baseada no estudo de Barreto et al. (2011) que a adotou para análises similares sobre UHE Belo Monte.

⁷ Software DINAMICA EGO, versão 2.4.1 (Soares-Filho et al., 2014). Além dos mapas da paisagem inicial e final, as variáveis explicativas ao desmatamento utilizadas para a realização da calibração, validação e projeção futura dos desmatamentos foram: mapas de vegetação, solo, áreas protegidas, distância de estradas, distância dos rios principais, distâncias de aglomerado populacional, atração urbana, altitude, declividade, distância de áreas de pastagem, distância de áreas desmatadas e categorias fundiárias.

Para estimar o aumento populacional a ser esperado com a chegada deste empreendimento, utilizou-se como base a taxa de crescimento populacional dos municípios de abrangência das UHEs de Jirau e Santo Antônio, ambas em Rondônia, no auge das suas construções. Ou seja, foi verificado, na base de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), o crescimento populacional antes da construção das UHEs e no auge da construção, estimando, assim, o total de pessoas que migraram para a região, atraídas pela construção dessas UHEs. A taxa referente aos municípios da bacia do Tapajós foi utilizada para os anos que antecederiam a construção da UHE São Luiz do Tapajós, enquanto que a taxa associada aos municípios de abrangência das UHEs em Rondônia foi aplicada para os anos após 2019, ano estimado para o início da construção.

Para estimar a relação entre o aumento populacional e o aumento do desmatamento, foi utilizada a correlação dada para esses dois fatores entre os anos de 2008 e 2013 nos municípios de abrangência das UHEs de Jirau e Santo Antônio. O histórico de dados de desmatamento anual utilizado para a análise é decorrente do PRODES-INPE e a população é do IBGE. Essa relação gerou uma função de ajustamento entre as duas variáveis (Fig. 3).

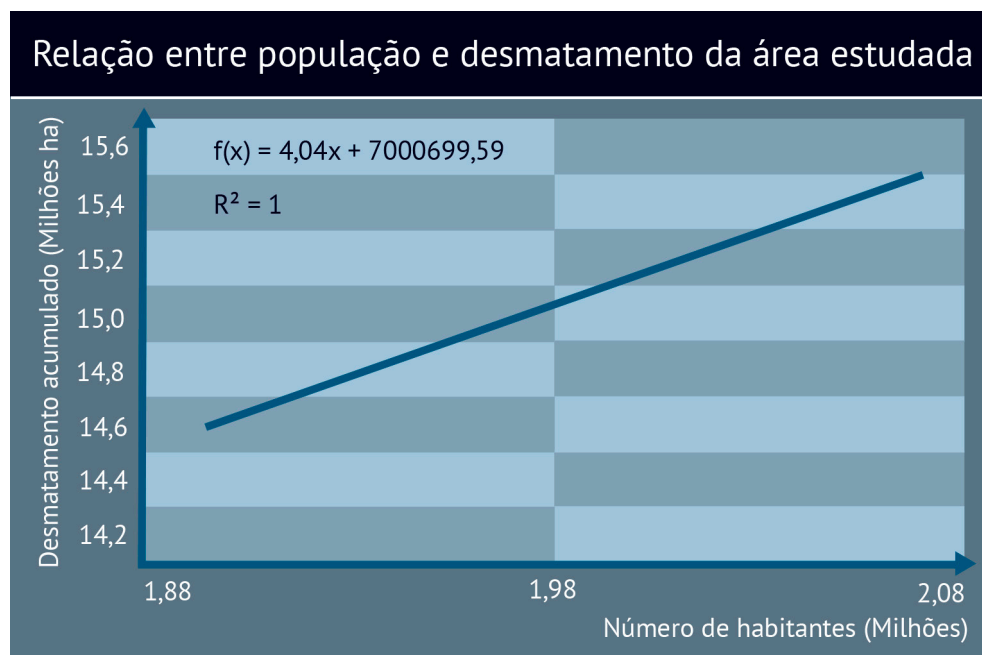


Figura 3. Relação entre população e desmatamento nos municípios de abrangência das UHEs Jirau e Santo Antônio

Cenário c3

Este cenário também se caracteriza pela construção da UHE São Luiz do Tapajós em 2019, no entanto, para projetar o seu desmatamento, foram utilizadas como base as dinâmicas de desmatamento observadas nas proximidades das UHEs Belo Monte, Jirau e Santo Antônio mapeadas pelo PRODES-INPE.

Para identificar como o desmatamento se comportou ao longo do tempo nessas outras hidrelétricas, foram analisados os dados de desmatamento de quatro anos antes do início das obras e quatro anos depois. Quanto à análise espacial foram criados 20 buffers de 10 km de raio cada, totalizando 200 km contados a partir do local de construção de cada uma das UHEs observadas. Dentro dos buffers foram excluídas todas as áreas de Unidades de Conservação e Terras Indígenas, dado que não é permitido o desmatamento nestas áreas. O que se observou foi que o desmatamento ocorrido depois do início das obras apresentou taxas superiores nos primeiros 120 km, em relação ao desmatamento antes do início da construção das UHEs, enquanto que, após os 120 km, o desmatamento nos dois períodos, antes e depois do início das obras, se manteve com padrão semelhante. Assim, a área com raio de 120km foi considerada a de influência das UHEs na dinâmica de desmatamento.

Os dados desta análise foram utilizados para projetar o desmatamento na área de influência da UHE São Luiz do Tapajós, num raio de 120 km a partir do local previsto para a sua construção.

| Projeções de desmatamento da zona alagada e adicional | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| c1 Sem UHE S.L. do Tapajós e com crescimento tendencial da população | c2 Com UHE S.L. do Tapajós e com permanência de 20% das pessoas que migrarem para a região atraídas pelas obras | c3 Com UHE S.L. do Tapajós e com aumento na taxa de desmatamento proporcional ao ocorrido no entorno da UHEs Belo Monte, Jirau e St. Antônio |

Figura 4 Cenários de desmatamento zona alagada e adicional

Na etapa de projeção dos cenários futuros, para cada um dos cenários simulados foi implementado um construtor de estradas, que, à medida que o modelo era executado e sob um conjunto de parâmetros favoráveis, novas estradas foram inseridas ao mapa.

Para melhor representar a estimativa do desmatamento foi adicionado ao modelo um sistema de saturação local, responsável por manter uma área mínima de remanescente florestal por área. Assim, foi definido que, a cada quadrante de 400 hectares, no máximo 80% poderia ser desmatado. Esse percentual foi definido depois de analisar o histórico de desmatamento da região e constatar que cerca de 88% dos quadrantes têm no máximo 80% desmatado.

Essa estrutura para a modelagem espacial, tem como base a construção de estradas e a alta probabilidade de uma célula ser desmatada, em decorrência de fatores como acesso e proximidade do mercado, além de características edafoclimáticas, e tem sido repetida na construção de cenários de desmatamento por diversos autores que trabalham com o tema na Amazônia (Soares-Filho et al. 2004, Soares-Filho et al. 2010, Stickler et al. 2013).

3.1.3 Populações a serem afetadas

Este estudo teve como foco a análise dos impactos econômicos a serem sofridos pelas populações local e regional, impactadas pela mudança esperada de provimento dos serviços ecossistêmicos. Para isso, focamos em dois grandes grupos: (1) população rural, considerando também ribeirinhos e indígenas; e (2) municípios, levando em consideração toda a sua população, ou seja, urbana e rural.

(1) População rural, ribeirinha e indígena

Neste grupo, consideramos a população que está localizada fora dos centros urbanos. É importante salientar que, caso o empreendimento seja instalado na região, uma parcela desta população será realocada.

(2) Municípios

Este grupo envolve os municípios cuja população seria afetada pela mudança de provimento do serviço ecossistêmico.

As estimativas de população foram feitas com base nos censos de 2010 e indígena (IBGE, 2010), no tamanho médio da família no Estado do Pará (IBGE, 2013a) e nas taxas médias geométricas de crescimento populacional do Estado do Pará (IBGE, 2013b).

A definição de quais municípios e grupos populacionais seriam afetados pelo empreendimento varia de acordo com o serviço ecossistêmico a ser analisado. Serviços que são impactados, pelo desmatamento da zona alagada e adicional, tiveram suas áreas e tamanho populacional estimados a partir das projeções de

cenários de desmatamento. Já as análises dos serviços ecossistêmicos relacionados às águas do rio Tapajós tiveram suas estimativas baseadas no consumo daquelas águas, ou seja, quais municípios se beneficiam das águas daquele trecho de rio.

3.1.4 Impactos econômicos a serem analisados e seus cálculos

Nesta etapa, já se encontram priorizados os serviços ecossistêmicos “chave” a serem analisados. Esses serviços foram separados em três grupos: perda de renda de subsistência, redução da qualidade de água e aumento das emissões de gases de efeito estufa (Fig. 5).

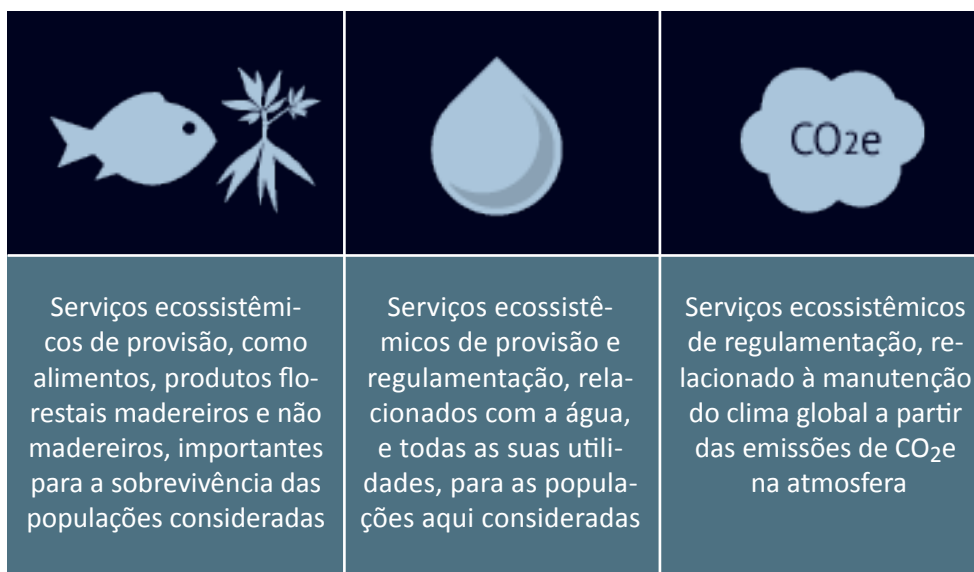


Figura 5. Impactos econômicos analisados: perda de renda de subsistência, redução da qualidade de água e aumento das emissões de gases de efeito estufa

Entendemos, que, ao escolher somente alguns serviços ecossistêmicos para serem analisados e terem seus impactos calculados, estamos subestimando os possíveis impactos econômicos de um empreendimento do porte da UHE São Luiz do Tapajós. Esta escolha expressa importantes limites do nosso estudo, por não incorporar outros serviços ecossistêmicos e seus valores, que também são relevantes para as populações locais e regionais, como, por exemplo, os serviços socioculturais.

Por fim, para a realização dos cálculos dos valores dos impactos econômicos, cada análise apresentou uma metodologia diferente, que será detalhada nas próximas seções. No entanto, dado que os serviços ecossistêmicos priorizados apresentam fluxos anuais, para todas as análises foi realizado o cálculo do valor

presente (VP). Este permite trazer valores de cada ano futuro para o presente, quando aplicada uma taxa de desconto (Hanley & Barbier, 2009).

O VP foi calculado para um período de 30 anos, entre os anos de 2019 e 2048⁸. Ou seja, consideramos que a construção de UHE São Luiz do Tapajós se iniciaria no ano de 2019 e as análises tiveram esta data como ponto de partida. Os cálculos foram realizados com ajuste de inflação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Para as taxas de câmbio, foi utilizada a taxa média anual do ano de 2015, informada pela base de dados do Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEAdata), que teve como fonte Banco Central do Brasil, Boletim, Seção Balanço de Pagamentos (Bacen / Boletim / BP). A taxa de desconto social foi estipulada em 6%.

$$PV(x_t) = x_t [(1 + i)^{-t}]$$

onde,

PV é o valor presente;

x é custo ao longo do tempo;

t é o tempo (em anos);

i é a taxa de desconto.



3.1.4a Perda de renda de subsistência

Áreas florestais preservadas e rios com água de alta qualidade, mantêm a provisão dos serviços ecossistêmicos necessários à subsistência e à renda de populações rurais, ribeirinhas e indígenas, como é observada na região do Médio-Baixo Tapajós. Por ser uma área florestada preservada, seus principais serviços de provisão são os produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

Os produtos florestais madeireiros são utilizados para a construção de casas, canoas, casas de farinha etc. Essa região é rica em madeiras nobres como o Cedro Rosa (*Cedrela* sp.) e o Angelim (*Hymenolobium* sp.) (Eletrobras & CNEC Worley Parsons, 2014; Melo Jr. et al., 2013). Já os produtos florestais não madeireiros são de uso familiar e importantes fontes de renda, dentre eles destaca-se o Açáí (*Euterpe* sp.), a Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsia*) e as ervas medicinais diversas, como o cipó-curimbó (*Tanaecium nocturnum*) (Greenpeace Brasil, 2015; FUNAI, 2013). Há também uma relevante produção familiar de mandioca, além do feijão e da banana (FUNAI, 2013; FUNAI/PPTAL/GTZ, 2008).

A caça e a pesca são as principais fontes proteicas dessas populações, sendo que a segunda também é utilizada como fonte de renda (Ecology Brasil, 2014a; Souza-Júnior., 2014). Há na região caça de espécies como o jabuti (*Chelonoidis* sp.) e o

8 Esta data foi estipulada com base na reportagem de Rodrigues, E.; Gamarski, R.; Moura, R. M. “Programa de investimentos em energia elétrica prevê R\$186 bilhões até 2018” (O Estado de São Paulo, 11/8/2015).

caititu (*Pecari tajacu*), e peixes como o tucunaré (*Cichla sp.*) e matrinxã (*Brycon sp.*) (Souza e Silva, 2008; Tapajós Vivo, 2009; Funai, 2013; Amaral et al., 2009).

Como explicitado, os serviços de provisão são de extrema relevância para a renda de subsistência das famílias. Porém, por mais relevantes que esses sejam para as famílias ali presentes, não são considerados no planejamento de usinas hidrelétricas e nem nos processos de tomada de decisão dos gestores públicos e empreendedores. A construção de hidrelétricas na Amazônia tem sido marcada pela realocação de famílias para periferias de cidades, onde, frequentemente, deixam de ter acesso aos rios e aos serviços de provisão providos por florestas preservadas. Comunidades ribeirinhas, rurais e indígenas perdem o rio como fonte de pescado, dentre outros usos (ISA, 2015). Além disso, a degradação ambiental e o desmatamento fazem com que essas famílias deixem de ter acesso aos recursos de qualidade que hoje acessam sem custos.

A degradação é entendida como um importante impacto, pois pode ser provocada por diferentes causas, como a poluição e as queimadas causadas pelo adicional populacional atraído pelo empreendimento; à fragmentação ecológica e sistêmica que poderá ocorrer com a alteração do fluxo do rio e da dinâmica natural dos ecossistemas de várzea; dentre outros.

Para a realização do cálculo da perda de subsistência e renda para estas famílias, foi utilizada a metodologia da transferência de benefício. Como estudo base, foi selecionado o publicado por Duchelle et al. (2014), pela robustez da metodologia e dados e semelhança da região estudada. Esse estudo foi realizado em treze comunidades localizadas na região da Reserva Extrativista Chico Mendes, no estado do Acre, no sudoeste da Amazônia Brasileira. Nesse, foi calculada a contribuição dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros e de pequenas plantações de coivara para a renda anual individual. Os produtos florestais incluem: “produtos coletados na floresta crus ou processados, incluindo plantas, frutas, sementes, caça (mamíferos, peixes e insetos), lenha e madeira”, já os cultivados são “grãos, frutos e vegetais cultivados” (tradução livre de Duchelle et al., 2014, pág 5). Foram coletados dados de 112 unidades familiares através da metodologia de valoração contingente, na qual os comunitários entrevistados estimavam quanto seria a sua disposição a pagar pelos produtos florestais madeireiros e não madeireiros, coletados no período de 1 ano, e por todos os produtos cultivados pelo mesmo período. Toda a coleta de dados foi feita com base nas diretrizes do Poverty and Environment Network (PEN-CIFOR).

A valoração econômica, em especial a metodologia de valoração contingente, é

uma ferramenta contexto-específica, ou seja, sua análise e resultados dependem fortemente do contexto para o qual ela foi desenvolvida e posteriormente aplicada (Bateman, et al. 2002), o que pode ser entendido como um limite da utilização da transferência de benefícios em situações que utilizam essa ferramenta. No caso da utilização do estudo de Duchelle et al. (2014) como fonte de dados para o presente estudo, considerou-se que as comunidades estudadas pelos autores e as analisadas no presente estudo apresentam similaridades relevantes, como estarem localizadas no bioma amazônico e o fato de terem os produtos florestais madeireiros e não madeireiros como principais fontes de subsistência e renda.

O nosso cálculo da perda de renda de subsistência foi, então, feito com base nos dados de Duchelle et al. (2014) e nas estimativas de populações afetadas pelo desmatamento da zona alagada e adicional. Além disso, assumimos que a perda de renda de subsistência seria em 50% da renda inicial. O cálculo foi definido da seguinte forma:

Cálculo da perda de renda de subsistência:

$$PRS = (RS_{Fam} * NFA) X 50\%$$

onde,

PRS: Perda de renda de subsistência (R\$/ano);

RS_{Fam}: Renda de subsistência familiar anual (R\$/família/ano);

NFA: Número de famílias afetadas.

Quadro 3. Cálculo da perda anual de renda de subsistência



3.1.4b Redução da qualidade da água

As águas do rio Tapajós apresentam diversos usos na região. Municípios e comunidades ribeirinhas dependem exclusivamente das águas desse rio no consumo cotidiano, como para beber, higiene pessoal, pesca e locomoção (escoamento de produção, acesso às outras regiões, monitoramento de invasores em áreas particulares e comunitárias etc.) (Amaral et al., 2009; Tapajós Vivo, 2009; Souza-Júnior, 2014; Eletrobras, 2014; IDESP, 2014).

A revisão de estudos sobre os impactos de hidrelétricas mostra que a construção das barragens causa forte redução na qualidade da água na área do reservatório e à jusante da barragem (Agostinho et al., 1992; MME et al., 1994). Isto se dá porque a barragem interfere na dinâmica de fluxo de água, transformando áreas lóticas, ou seja com fluxos de águas correntes, em lânticas, águas paradas ou com pouca movimentação (Agostinho et al., 1992). Toda essa alteração do

regime hídrico do rio, mesmo que somente em uma porção do mesmo, acaba por promover a deterioração da qualidade de água (MME et al., 1994). Um exemplo desse impacto foi observado nas comunidades e municípios a montante e jusante da UHE Tucuruí.

Assim, baseados em estudos e experiências prévias, inferimos que, caso haja a implementação da UHE São Luiz do Tapajós, é esperada uma redução na qualidade da água utilizada pelos municípios localizados na área do reservatório e a jusante da barragem. Logo, para manter a qualidade de água nos níveis atuais, será necessária a construção e a manutenção de estações de tratamento de água. Podemos estimar o valor do serviço ambiental de provimento de água em quantidade e qualidade a partir do método de custos evitados. Ou seja, quanto os municípios evitam de custos por não precisarem implementar e manter um sistema de tratamento de água convencional, além de arcar com os custos anuais de manutenção deste tratamento?

Para estimar tais custos, utilizou-se como base os dados publicados por Mierzwa et al. (2008). Neste estudo, os autores identificaram os custos de implantação e manutenção um sistema de tratamento de água pelo processo convencional. O processo convencional se caracteriza por realizar um ciclo completo de tratamento de água, utilizado tradicionalmente em municípios. Dentre as principais etapas estão a coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção com cloro. Para a realização deste estudo, os autores coletaram informações através de consultas com fornecedores de insumos destes sistemas de tratamento, entrevistas com órgãos públicos especializados e revisão de literatura.

Com base neste estudo, foram estimados os custos evitados com o tratamento de água, aplicando o seguinte cálculo:

Cálculo dos custos da redução da qualidade da água:

$$CRQA = CI_{ETA} + PV * CM_{ETA}$$

onde,

CRQA: Custos da redução da qualidade da água
(R\$/no período de 30 anos);

CI_{ETA} : Custos de implantação de uma estação de tratamento de água (R\$);

PV: Valor presente (para o período entre 2019 e 2048);

CM_{ETA} : Custos de manutenção de um sistema de tratamento de água
(R\$/ano);

Quadro 4. Cálculo dos custos da redução da qualidade da água

Serviços ecossistêmicos de provisão são de extrema relevância para a renda de subsistência das famílias. Porém, não são considerados no planejamento de usinas hidrelétricas.





3.1.4c Aumento das emissões de gases de efeito estufa (CO₂e)

A região do Médio-Baixo Tapajós é rica em áreas de floresta que estocam gás carbônico, um dos principais gases de efeito estufa. Em 2012, a área deste estudo, composta pelos sete municípios: Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis, Belterra, Santarém e Altamira, apresentava uma cobertura florestal de, aproximadamente, 84.49% (INPE, 2012).

Dentro deste contexto, embora as condicionantes legais exijam que o empreendedor desmate uma parte da área destinada ao reservatório antes do alagamento, a experiência na Amazônia demonstra que isto raramente ocorre. Na UHE Balbina, por exemplo, estima-se que 33 milhões de metros cúbicos de madeira de valor comercial tenham sido submergidos com o alagamento do reservatório (Arteaga et al., 2010). Mesmo este número caindo para 14 milhões de m³ na UHE Tucuruí (Monosowski, 1990) e 13.4 milhões na UHE Belo Monte (Souza-Júnior et al., 2006), esses ainda são valores expressivos que determinam as taxas de emissão de gás metano, outro importante gás de efeito estufa, para a atmosfera.

Embora hidrelétricas sejam tradicionalmente consideradas fonte de energia limpa, diversos estudos mostram que, ao se calcular as diferentes formas de emissão por parte das barragens (desmatamento, alagamento de biomassa da área do reservatório e o próprio funcionamento da hidrelétrica) e os diferentes gases que são emitidos na atmosfera (gás carbônico e gás metano), esses cálculos de emissões reduzem os benefícios destas fontes de energia, quando comparadas a outras (Fearnside, 2015a; Fearnside, 2015b).

Assim, caso a UHE São Luiz do Tapajós seja construída, o carbono, que antes se encontrava estocado na biomassa florestal e no solo, será emitido para atmosfera como CO₂ e CH₄, respectivamente, devido ao desmatamento e à decomposição da biomassa alagada no reservatório. Isso acarretará um volume adicional de emissões de CO₂ equivalente na atmosfera. Atualmente, os inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa não consideram as emissões provenientes de hidrelétricas. A única menção a esta fonte é feita nas estimativas de emissões devido à mudança de uso da terra, que, originalmente, era floresta e passou a ter outro uso, como, por exemplo, um reservatório. Assim, estimativas de emissões de CH₄ e CO₂, da zona alagada ou desmatamento adicional, não são contabilizadas ao se planejar a construção e implementação de uma hidrelétrica (COPPE; IVIG; PPE, 2006).

As estimativas dos custos das emissões de gases de efeito estufa foram feitas

com base no preço de US\$ 3,80 para a tonelada de CO₂ equivalente em todo o tempo de análise, baseado no preço médio do mercado voluntário de carbono no ano de 2014 (Ecosystem Market Place, 2015) e nos cenários de desmatamento previamente apresentados.

Para projetar as emissões de gases de efeito estufa, foi necessário diferenciar a zona alagada do desmatamento adicional, isto porque é esperado que as emissões se comportem de forma diferente nos dois casos. Com isso, os cenários criados anteriormente foram incrementados para que as emissões fossem melhor estimadas.

Cenário c1: Linha de base - Projeção das emissões sem a construção de UHE São Luiz do Tapajós.

Cenário c2: Emissões com a construção de UHE São Luiz do Tapajós, assumindo:
Zona alagada: desmatamento total prévio (20% madeira extraída / 80% queimada);
Desmatamento adicional: com permanência de 20% das pessoas que migram para região atraídas pelas obras.

Cenário c3: Emissões com a construção de UHE São Luiz do Tapajós, assumindo:
Zona alagada: sem desmatamento prévio, ou seja, toda biomassa alagada;
Desmatamento adicional: com aumento na taxa de desmatamento proporcional ao ocorrido no entorno das UHE Belo Monte, Jirau e Santo Antônio.

Para o cálculo dos estoques de carbono acima do solo, foi utilizado como base o estudo de Baccini et al. (2012). Neste, os autores elaboram um mapa que apresenta o estoque de carbono acima do solo, em florestas tropicais da América, África e Ásia. Estes mapas foram sobrepostos com os mapas gerados em nossos cenários, para identificar as áreas de projeção de desmatamento e o quanto de carbono estocado é estimado para cada pixel a ser desmatado. Como os dados extraídos de Baccini et al. (2012) eram em carbono, foi utilizada a taxa de conversão de 3.67 para CO₂ e de 1.34 para CH₄.

Emissões do desmatamento projetado sem UHE São Luiz do Tapajós (linha de base)

O cálculo das emissões relacionadas ao desmatamento projetado para a região, mesmo sem a construção da UHE São Luiz do Tapajós, também foi feito para o período de 2019 a 2049. Aqui também houve sobreposição do mapa de carbono (Baccini et al., 2012) com o gerado em nosso cenário, a fim de estimar a quan-

tidade de carbono estocado em cada pixel de floresta que poderia ser desmatada. Considerou-se no cálculo que, do volume total de carbono estocado acima do solo, 85% seria emitido na atmosfera pelo desmatamento (HOUGHTON et al., 2000).

Cálculo das emissões do desmatamento projetado para o cenários c1

$$EDA_{CO_2} = EtDAC * 0.85 * FC_{CO_2}$$

onde,

EDA_{CO_2} : Emissões anuais de CO_2 do desmatamento (tCO_2 /ano);
 $EtLBC$: Estoque de carbono da área projetada para desmatamento no cenário de linha de base (tC /ano);
 FC_{CO_2} : Fator de conversão de C para CO_2 .

Quadro 5. Cálculo das emissões do desmatamento projetado para o cenário c1 (linha de base)

Emissões da zona alagada

Para o cálculo relacionado às emissões da zona alagada do reservatório, foram utilizadas metodologias distintas dependendo do cenário em questão.

No cenário c1, como não há a construção da UHE, as emissões referentes à zona alagada são iguais a zero.

No cenário c2, assumiu-se a extração de 20% da madeira e a queima de 80%, ambos no primeiro ano de construção da barragem. Os 20% de madeira extraída não foram contabilizados como carbono emitido para a atmosfera. Já os 80% foram estimados seguindo a fórmula de cálculo abaixo:

Cálculo das emissões da zona alagada para o cenário c2: queima

$$ER_{CO_2} = QRC * 0.8 * FC_{CO_2}$$

onde,

ER_{CO_2} : Emissões do reservatório de CO_2 (tCO_2e);
 QRC : Quantidade no reservatório de carbono (tC);
 FC_{CO_2} : Fator de conversão de C para CO_2 .

Quadro 6. Cálculo das emissões da zona alagada para o cenário c2

Para o cálculo relacionado às emissões da zona alagada para o cenário c3, se aplicou o modelo Biome Carbon Loss (BCL) (Lima et al., 2007), que permite estimar as emissões anuais de CO_2 e CH_4 da superfície de um reservatório. Ainda de acordo com Lima et al. (2007), todo o carbono emitido para atmos-

fera, a partir de um reservatório, pode ser dividido da seguinte forma: 73% de CO₂ e 27% de CH₄ (valores médios) e estas estimativas foram utilizadas no nosso cálculo. Ao final, se utilizou um Global Warming Potential (GWP) de 86 para a conversão de CH₄ em CO₂e.

O BCL é um cálculo anual de quantidade de carbono presente no reservatório e a estimativa de emissões de carbono é feita através da diferença entre o ano anterior e o ano presente. As fórmulas de cálculo se encontram abaixo:

Cálculo das emissões da zona alagada para o cenário c3: modelo BCL

(e1) = (C_o/5) e^(0.3t) + (C_o/5) e^(0.3t) + C_o/2

(e2) = (e1) t-1 – (e1) t

(e3) = (e2) * %CO₂ * FCCO₂

(e4) = (e2) * %CH₄ * FCCH₄ * GWP₈₆

(e5) = (e3) + (e4)

onde,
e1: Estoque de carbono do reservatório;
e2: Emissões de carbono do reservatório;
e3: Emissões de CO₂;
e4: Emissões de CO₂e originadas a partir das emissões de CH₄;
e5: Emissões de CO₂e no ano t;
Co: Quantidade total de carbono no reservatório no tempo inicial (início do alagamento) (tC);
t: Tempo da existência da zona alagada (anos);
%CO₂: Proporção de CO₂ do volume de C emitido do reservatório;
%CH₄: Proporção de CH₄ do volume de C emitido do reservatório;
FCCO₂: Fator de conversão de C em CO₂;
FCCH₄: Fator de conversão de C em CH₄;
GWP86: Global warming potential do CH₄.

Quadro 7. Cálculo das emissões da zona alagada para o cenário c3

Este modelo é conservador, pois não considera as emissões de metano resultantes da passagem das águas profundas pelas turbinas. Lima et al. (2007) estimam as variações dessas emissões, denominadas de “águas de baixo”, e indicam que estas podem representar 50% de todas as emissões causadas pelo empreendimento hidrelétrico (Deustua, 2011). No entanto, mesmo com grande relevância, estas emissões não foram consideradas no presente estudo devido, principalmente, a falta de informação específica.

Emissões do desmatamento adicional (excluindo a zona alagada)

Para o cálculo das emissões relacionadas ao desmatamento adicional, foi estimada a perda do estoque de carbono para os cenários c2 e c3. Os cálculos foram feitos para o período de 2019 a 2049, também utilizando o estudo de Baccini et al. (2012) como base. Como na estimativa do cenário c1, aqui também houve sobreposição do mapa de carbono (Baccini et al., 2012) com os gerados em nossos cenários. O volume total de carbono estocado acima do solo, a ser emitido pelo desmatamento, foi mantido em 85% (Houghton et al., 2000).

Cálculo das emissões do desmatamento adicional para os cenários c2 e c3

$$EDA_{CO_2} = EtDAC * 0.85 * FC_{CO_2}$$

onde,

EDA_{CO_2} : Emissões anuais de CO₂ do desmatamento (tCO₂/ano);

$EtDAC$: Estoque de carbono da área projetada para desmatamento adicional (tC/ano);

FC_{CO_2} : Fator de conversão de C para CO₂.

Quadro 8. Cálculo das emissões do desmatamento adicional para os cenários c2 e c3

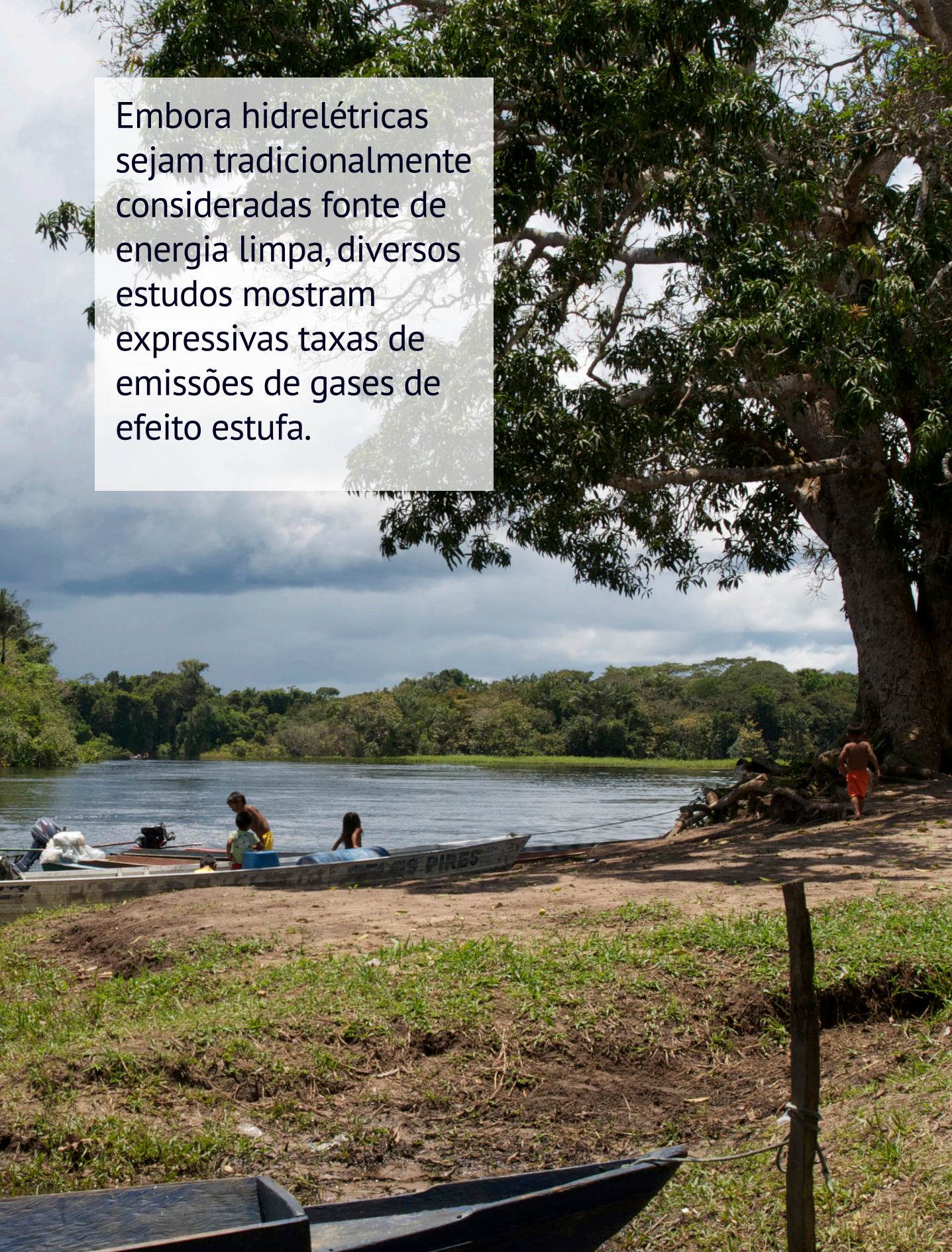
Emissões totais, adicionais e seus valores

Finalmente, para isolar o impacto ao desmatamento causado pela UHE São Luís do Tapajós, estimou-se a diferença entre as emissões dos cenários c2 e c3 das emissões que ocorreriam no c1 (linha de base, ou seja, sem projeto). Para essas emissões adicionais, também foi calculado o valor presente.

| Modelo | Emissões de CO ₂ e | | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cenários | c1 | c2 | c3 |
| Pressupostos zona alagada | (Não há zona alagada) | Extração de 20% e queima de 80% da biomassa | Alagamento de 100% da biomassa |
| Pressupostos desmatamento adicional | CO ₂ e emitidos do desmatamento projetado sem a presença da UHE | CO ₂ e emitidos do desmatamento adicional projetado com a permanência de 20% da população atraída pela UHE | CO ₂ e emitidos do desmatamento adicional projetado de acordo com o observado nas UHEs Belo Monte, Jirau e Santo Antônio |

Figura 6 Resumo dos cenários c1, c2 e c3 para as emissões de gases de efeito estufa (CO₂e)

Embora hidrelétricas sejam tradicionalmente consideradas fonte de energia limpa, diversos estudos mostram expressivas taxas de emissões de gases de efeito estufa.



3.1.5 Síntese: impactos econômicos, serviços ecossistêmicos, populações afetadas e cálculos dos valores

| Análise do impacto econômico | Principais <i>drivers</i> das mudanças | Serviços ecossistêmicos impactados | Quais são os impactos? |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Perda da renda de subsistência | Realocação das famílias e desmatamento direto e indireto | Serviços florestais de provisão (madeireiros e não madeireiros) | Impedimento ao acesso aos recursos naturais |
| Redução da qualidade da água | Construção da barragem e desmatamento | Regulação e manutenção da qualidade da água | Redução da qualidade da água |
| Aumento das emissões de gases de efeito estufa | Zona alagada e desmatamento adicional que promove a emissão de CO ₂ e | Regulação climática | Efeito estufa e aquecimento global |

Tabela 1. Síntese: análise dos impactos econômicos, serviços ecossistêmicos, populações afetadas e cálculo dos valores

| Populações impactadas | Como serão afetados? | Método de valoração econômica |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Comunidades rurais, ribeirinhas e indígenas | Diminuição da renda de subsistência | Transferência de benefício |
| Comunidades localizadas à beira do Rio Tapajós, nas regiões a montante e a jusante da área da barragem. | Diminuição na qualidade de água de consumo direto e indireto | Preço de mercado / custos evitados |
| Comunidade global | Aumento da temperatura média global | Preço de mercado |



Resultados



4.1 Vetores de impactos aos ecossistemas e serviços ecossistêmicos

A construção de uma hidrelétrica em uma região da Amazônia causa desmatamento, devido ao alagamento do reservatório e à necessidade de abrir áreas para a construção de edifícios e estruturas, estradas e as linhas de transmissão (Eletrobras, 2014). Adicionalmente, causa intenso desmatamento, em consequência do fluxo de chegada de um grande número de imigrantes, atraídos pela possibilidade de emprego e novas oportunidades devido à presença (ou somente a especulação da chegada) do empreendimento hidrelétrico. Após o término da construção de uma usina hidrelétrica, do total de pessoas que chegam a uma região, parte vai embora, mas outra permanece, influenciando a dinâmica de desmatamento local (Alencar & Piontekowski, 2014).

Além do desmatamento, a construção de uma barragem implica em mudanças na dinâmica natural de um rio e em suas propriedades físico-químicas. A barragem por si só é um impedimento físico da movimentação de componentes químicos, sedimentos e biodiversidade presentes no rio. O controle das águas do rio passa a ser feito pelas comportas da barragem, influenciando as variações naturais da temperatura e velocidade da água e a dinâmica de cheias e vazantes (Agostinho et al., 1992; Santana et al., 2014; ISA, 2015; WCD, 2000). Essas modificações no rio impactam direta e indiretamente as pessoas que dele se beneficiam, como os pescadores. São muitas as espécies de peixes que dependem da regulação natural das águas para manter os seus processos biológicos como alimentação, reprodução e migração (Agostinho et al., 1992; Santana et al., 2014). Além disso, a passagem dos peixes que se encontram no reservatório para a região a jusante, pode levar à morte ou injúria desses animais, fazendo com que a pesca a jusante seja mais impactada, com considerável redução da produção e qualidade pesqueira local (Juras et al., 2004; Santana et al., 2014).

Alterações na qualidade da água também interferem nas taxas de sobrevivência das populações de peixes (Fearnside, 2001). Mesmo com lacunas de informação, sabemos que, com a pouca movimentação das águas represadas, há mudanças de temperatura e de dissolução de gases, como o oxigênio e o gás carbônico, diminuindo a qualidade da água (principalmente a do reservatório e a jusante) e influenciando a taxa de sobrevivência dos peixes (Agostinho et al., 1992). Além disso, por causa da inundação, há a eliminação de algumas áreas importantes que servem de habitat para esses animais, como as corredeiras, matas de galerias, áreas alagáveis e lagoas marginais (MME/MMA, 2011).

Há também riscos de extinção, já que há a presença de espécies endêmicas de peixes ornamentais principalmente na região das Corredeiras de São Luiz do Tapajós, local onde está planejada a barragem. Essas são espécies especialistas por serem bastante sensíveis a qualquer mudança no ambiente (Ecology Brasil, 2014cq; Lima, 2010).

Ademais, a barragem de UHE São Luiz do Tapajós está prevista para uma área adjacente ao Parque Nacional da Amazônia. Sendo assim, estão previstas alterações na paisagem, como a diminuição de áreas de praia, o desaparecimento das cachoeiras, do mirante, de trilhas e de grande parte da área de infraestrutura para visitantes (Eletrobras, 2014).

Agostinho et al. (1992) destacam que as barragens provocam impactos agudos e de grandes proporções num curto período que, em geral, são mais facilmente previstos. Mas não se pode negligenciar os impactos crônicos que levam mais tempo para serem percebidos, por ocorrerem gradualmente e de forma holística. Estes são impactos indiretos e mais complexos, mas não menos importantes.

4.2 Vetores de mudança

4.2.1 Desmatamento zona alagada e adicional

Para a projeção do desmatamento da zona alagada e adicional, a ser causado pela UHE São Luiz do Tapajós, foram elaborados três cenários diferentes de desmatamento (Figura 11).

O cenário c1 é caracterizado pela não construção da UHE São Luiz do Tapajós. O desmatamento projetado aqui está relacionado com a tendência dos últimos anos de aumento populacional e dinâmica de uso da terra. Neste cenário foi estimado que 277.243 ha seriam desmatados no período de análise, ou seja, de 30 anos.

No cenário c2 consideramos o desmatamento que ocorreria com a previsão de construção da UHE São Luiz do Tapajós. No entanto, assumimos que somente 20% das pessoas que migrariam para lá, atraídas pelo empreendimento, se instalariam definitivamente na região. Neste caso, o desmatamento total projetado (zona alagada e adicional) seria de 424.477 ha. Ou seja, haveria um aumento de 53,1% do desmatamento em relação ao cenário c1, no mesmo período de análise.

Por fim, no cenário c3, a possibilidade de construção da UHE São Luiz do Tapajós também foi considerada. No entanto, o desmatamento foi estimado a

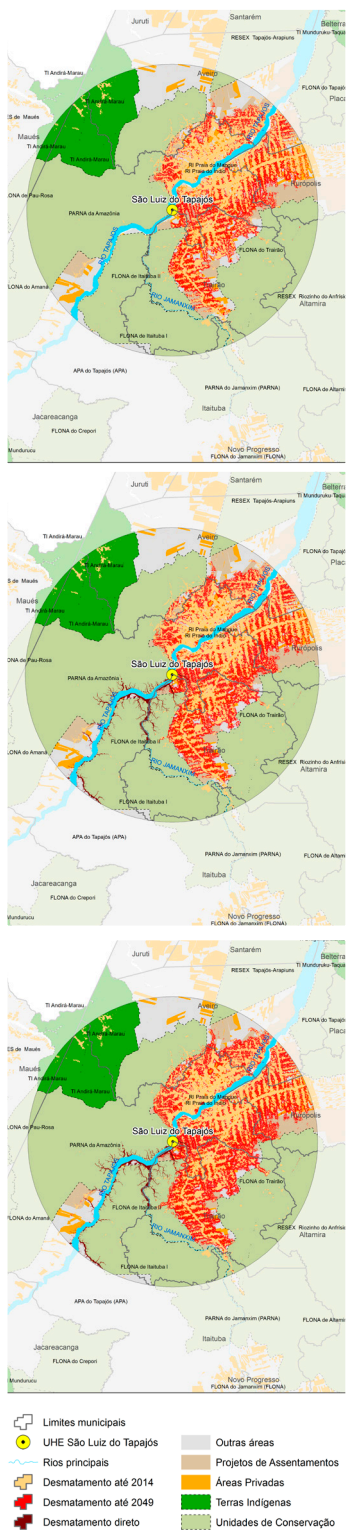


Figura 7 Estimativa de desmatamento da zona alagada e adicional dos cenários c1, c2 e c3 no período entre 2019-2048

partir do desmatamento que ocorreu em torno das UHEs de Belo Monte, Jirau e Santo Antônio, considerando um buffer de 120km a partir da área de construção. Nesse, o desmatamento total (zona alagada e adicional) é de 507.206 ha, ou seja, 82,9% a mais do que no cenário c1 e 19,5% a mais do que no cenário c2.

Ao observar os mapas gerados a partir dos cenários (Fig. 7), os desmatamentos projetados para os cenários c2 e c3 se diferenciam do cenário c1, principalmente, em relação à área que seria alagada. Ou seja, o desmatamento projetado em ambos os cenários com a barragem é bastante próximo ao cenário sem a presença desta, quando comparadas as áreas além da prevista para o reservatório.

A espacialização projetada do desmatamento nos diferentes cenários pode ser melhor entendida com os dados da tabela 2. Nesta, todo o desmatamento projetado está distribuído entre municípios, terras privadas, assentamentos, unidades de conversação e terras indígenas. Em linhas gerais, o desmatamento projetado aumenta em todos os casos quando se comparam os cenários. Ou seja, caso o empreendimento seja construído, todas as diferentes classificações de áreas serão afetadas. No entanto, destaca-se o aumento observado nas áreas pertencentes às Unidades de Conservação e às Terras Indígenas. Em algumas dessas áreas, não há desmatamento projetado para o cenário c1, mas esta situação se modifica quando são apresentadas as projeções dos cenários c2 e c3. Como é o caso da FLONA de Itatuba I e a Área de Proteção Ambiental (APA) do Tapajós, no caso das unidades de conservação, e a terra indígena Praia do Índio, que apresenta desmatamento somente no contexto do cenário c3.

Desmatamento, direto e indireto, dos cenários 1, 2 e 3 de acordo com as áreas afetadas

| Tipo de área | Descrição | Cenários (Hectares) | | |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Municípios | Altamira | 64 | 95 | 125 |
| | Aveiro | 37.783 | 47.330 | 61.842 |
| | Itaituba | 101.690 | 153.290 | 179.162 |
| | Rurópolis | 49.963 | 61.438 | 71.617 |
| | Trairão | 96.489 | 131.146 | 160.702 |
| Áreas privadas | - | 71.597 | 73.487 | 79.483 |
| Assentamentos | Dinópolis, Novo Mundo, Rio Bonito, São Benedito, Mario Braule Pinto da Silva, Urucurituba, Araipacupu, Nova Brasília II, Santa Rita, Santa Luzia, Nossa Senhora de Fátima, Anjo da Guarda, Brasília Legal, Rio Cupari, Tapajós, Ypiranga, Nova União, Arixí, Rio Cupari II, Rio Cigano, Água Azul, Miritituba, Cristalino, Cristalino II, Cupari, Esperança do Trairão, Pimental e Boa Vista do Caracol | 87.768 | 109.360 | 129.505 |
| Unidade de Conservação | RESEX Riozinho do Anfrísio | 64 | 95 | 124 |
| | FLONA do Trairão | 167 | 564 | 2.235 |
| | FLONA de Itaituba I | 0 | 2.457 | 2.462 |
| | FLONA de Itaituba II | 823 | 17.410 | 23.057 |
| | PARNA Amazônia | 662 | 9.123 | 14.693 |
| | PARNA do Jamanxim | 24 | 43 | 571 |
| | APA do Tapajós | 0 | 1.643 | 1.643 |
| Terras Indígenas | Praia do Índio | 0 | 0 | 1 |

Tabela 2. Desmatamento, zona alagada e adicional, dos cenários c1, c2 e c3 de acordo com as áreas a serem afetadas

4.3 Grupos-alvo afetados

De acordo com os resultados dos cenários de projeção de desmatamento e sua espacialização, foi possível identificar quais populações seriam afetadas para cada uma das análises. Sendo assim, sete municípios estariam dentro do raio de influência da UHE São Luiz do Tapajós: Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis, Belterra, Santarém e Altamira, com uma população total em torno de 583.908 habitantes (IBGE, 2010). Um olhar mais aproximado destaca uma importante diferença entre os municípios, isto porque Itaituba, Santarém e Altamira são importantes polos regionais e apresentam mais de 70% de seus habitantes em áreas urbanas, enquanto Trairão, Aveiro e Rurópolis têm uma expressiva população rural que representa mais de 60% de sua população total (IBGE, 2010).

Abaixo, estão divididos os dois grupos-alvo criados a partir dos resultados espacializados dos cenários de desmatamento. A tabela 3 traz informações mais detalhadas dos mesmos.

População rural, ribeirinha e indígena dos municípios de Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis e Altamira, e da TI Praia do Índio.

Grande parte dessas pessoas teria suas áreas de vivência, onde coletam e usufruem de serviços ecossistêmicos para o seu bem-estar, afetadas pela área da zona alagada e pelo desmatamento adicional projetado nos cenários c2 e c3. A outra parte, por volta de 1404 pessoas, seria realocada, pois componentes estruturais da construção, como o canteiro de obras, o reservatório e as linhas de transmissão, afetariam diretamente áreas residenciais e comunitárias (Colônia Pimental/ PA Ypiranga-Comandante Teixeira, Tucunaré, Montanha Mangabal, Vila Pimental, Vila São Francisco, Vila Piriquito, dentre outras localizadas nas margens direita e esquerda do Rio Tapajós e também nas ilhas) (Eletrobras, 2014).⁹

Municípios como um todo, ou seja, toda a sua população, urbana e rural. Os municípios considerados foram: Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis, Belterra, Santarém e Altamira.

⁹ O EIA considera somente que 1100 pessoas sejam realmente desalojadas. As outras 300 pessoas teriam que ser reorganizadas na mesma área em que se encontram atualmente. No entanto, para o presente estudo, tomaremos o número total como o sendo de pessoas a serem realocadas.

| População Impactada (grupo) | Análise do impacto e econômico | Número de pessoas impactadas (2019) | | Número de famílias impactadas | Município onde estão localizados |
|----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| | | Total | % indígenas | | |
| População rural, ribeirinha e indígena | Perda de renda de subsistência | 94.413 | 5.57 | 27.768 | Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis e Altamira. |
| Municípios | Redução da qualidade da Água | 590.480 | 1.65 | 173.671 | Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis, Belterra e Santarém |

* A análise de emissões de gases de efeito estufa (CO₂e) não foi diretamente relacionada com nenhum grupo populacional local ou regional específico, por influenciar toda a comunidade global.

Tabela 3. Populações a serem afetadas consideradas no presente estudo

A realocação das famílias gera um importante impacto às formas de vida das populações rurais, ribeirinhas e indígenas. A exemplo do que se sucedeu na UHE Belo Monte, ao serem desalojadas de suas casas devido ao empreendimento hidrelétrico, as famílias seguiram para loteamentos localizados em periferias urbanas ou em áreas rurais que não apresentavam condições semelhantes àquelas em que moravam antes da construção. Além de não se reconhecerem culturalmente nesses novos lugares de moradia, essas pessoas se viam impossibilitadas de ter acesso aos serviços ecossistêmicos de que antes dependiam e passaram a basear sua subsistência em produtos comercializados em mercados (ISA, 2015). Começaram, assim, a ter gastos econômicos, que antes não tinham, para suprir a sua subsistência.

4.4 Impactos econômicos

Nesta seção, apresentamos os resultados das análises dos três impactos econômicos realizadas neste estudo. Para cada um, houve cálculos e parâmetros específicos já mencionados anteriormente, mas melhor detalhados a seguir.



4.4.1 Perda de renda de subsistência

De acordo com a área de abrangência identificada para esta análise, foi considerada a dependência da população rural, ribeirinha e indígena dos municípios de Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis e Altamira, em relação aos produtos florestais madeireiros e não madeireiros como fonte de subsistência e renda. Isso porque são estes os municípios afetados pelo desmatamento da zona alagada e adicional, projetado nos cenários que preveem a construção da UHE São Luiz do Tapajós (c2 e c3). Atualmente são, ao todo, 94.413 pessoas (IBGE, 2010 ajustado às taxas populacionais de IBGE, 2013b) que dependem destes produtos providos pelos ecossistemas da região.

Para a Transferência de Benefício, foi utilizado o estudo de Duchelle et al. (2014), no qual foi estimado que, em média, esta renda é de US\$ 663,00/per capita (com Desvio Padrão de US\$ 35,00). Valores para o período entre o ano de 2006-2007.

Utilizando a taxa cambial de US\$ 1,00 = R\$ 2,13, referente a data de 1/Jan/2007 (Oanda, 2016) e a inflação do IPCA de 1.74% (período de Jan/2007 a Jan/2016) (Banco Central do Brasil, 2016), o valor da renda per capita anual em Reais para o momento presente (Janeiro de 2016) é de R\$ 2.457,00. Multiplicando este valor por 3,4, considerado o tamanho médio de uma família no Estado do Pará (IBGE, 2013a), tem-se que a renda familiar anual em Reais é de R\$ 8.355,00, considerando subsistência e fonte de renda dependentes dos produtos florestais madeireiros e não madeireiros.

Ao todo, é previsto que 27.768 famílias (previsão para o ano de 2019) seriam afetadas pelo desmatamento, tanto da zona alagada quanto da adicional, e perderiam acesso aos recursos florestais madeireiros e não madeireiros, que elas usufruem atualmente. Considerando que esta perda reflete uma redução de 50% da renda de subsistência inicial, caso a UHE São Luiz do Tapajós seja construída, cada uma das famílias deixará de obter uma renda anual de subsistência de R\$ 4.177,00 (Janeiro de 2016).

Substituindo os componentes da fórmula de cálculo de perda de renda de subsistência pelos valores descritos acima, tem-se que R\$ 115.996.047 é o valor da perda só no ano de 2019 de renda de subsistência, considerando todas as famílias afetadas. Já o valor presente da perda de renda de subsistência para todas as famílias, no período entre 2019-2048, é de R\$ 1.432.838.348.



4.4.2 Redução da qualidade da água

Caso a barragem da UHE São Luiz do Tapajós seja construída, é esperado que haja uma relevante diminuição da qualidade da água do rio Tapajós. Assim, todos os municípios e, conseqüentemente, seus habitantes, que vivem às margens do rio, tanto na região do reservatório, quanto a jusante deste, serão afetados. Considerando os dados do IBGE (2010) e as taxas de população citadas anteriormente, temos que, no ano previsto de construção da UHE São Luiz do Tapajós, 173.671 famílias urbanas, rurais, ribeirinhas e indígenas seriam impactadas. Essas são residentes dos municípios de Itaituba, Trairão, Aveiro, Rurópolis, Belterra e Santarém.

Assim, para que a água consumida e abastecida a todos os moradores dos municípios afetados seja de qualidade semelhante ao período anterior à barragem, foi inferido que seria necessária a implementação de um sistema de tratamento de água por município.

Cada um desses sistemas de tratamento, apresentado no estudo de Mierzwa et al. (2008), tem capacidade de produção de 100L/s, o que é suficiente para atender uma população de 43.200 pessoas com consumo 200L/dia/per capita. No entanto, considerando que a Organização Mundial da Saúde recomenda que são necessários 100L de água por pessoa para suprir suas necessidades básicas e minimizar problemas de saúde relacionados (UN-Human Rights, 2010), entendemos que os custos apresentados por Mierzwa et al. (2008) podem ser considerados para sistemas de tratamentos capazes de abastecer uma população de 86.400 pessoas, que consomem 100L/dia/per capita. De acordo com os dados do IBGE (2010) para os sete municípios considerados, existem em média 84.354 habitantes por município. Sendo assim, dado que o número de pessoas que poderiam ser beneficiadas é bastante próximo do valor médio de habitantes dos municípios afetados, foi entendido que os valores publicados eram adequados para esta análise.

Cada um desses sistemas de tratamento tem um valor de implantação de R\$ 1.432.944 e custos anuais de manutenção de R\$ 316.190 (Mierzwa et al., 2008). Ajustando esses valores pela inflação do IPCA (Banco Central do Brasil, 2016) de 1.76% (período de Jun/2006 a Jan/2016), tem-se que o custo de implantação seria de R\$ 2.521.981 e os custos anuais seriam de R\$ 556.495, para cada um dos sete municípios.

Portanto, considerando todos os custos de implantação e manutenção anual de

um sistema de tratamento de água de processo convencional, temos que o valor presente da redução da qualidade da água para cada município afetado, no período entre 2019-2048, é de R\$ 8.934.927. No entanto, se considerarmos os setes municípios afetados, temos que o VP total é de R\$ 62.544.487.



4.4.3 Aumento das emissões de gases de efeito estufa (CO₂e)


O alagamento da área do reservatório e o desmatamento adicional previstos, caso haja a construção da barragem, promoveriam, dentre outros impactos, a emissão de gases de efeito estufa estocados na biomassa. Para isolar o impacto proveniente somente da UHE São Luís do Tapajós, se estimou a diferença das emissões totais e ao longo do tempo entre o cenário c1 (linha de base, ou seja, sem projeto) e os outros dois cenários, c2 e c3 (ambos consideram a existência do projeto).

Na figura 8 estão detalhadas as emissões de CO₂, tanto da zona alagada, quanto a de desmatamento adicional para os três cenários considerados.

| Resultados | tCO ₂ e a serem emitidos na atmosfera | | |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------|-------------|
| Cenários | c1 | c2 | c3 |
| tCO ₂ e provenientes da zona alagada | 0 | 13.665.997 | 56.006.240 |
| tCO ₂ e provenientes do desmatamento adicional | 28.894.612 | 35.871.967 | 44.408.013 |
| Total de tCO ₂ e a serem emitidos na atmosfera | 28.894.612 | 49.537.964 | 100.414.253 |
| Total de tCO ₂ e a serem emitidos na atmosfera em relação ao c1 | 0 | 20.643.352 | 71.519.641 |

Figura 8. Emissões de tCO₂e equivalente ao desmatamento da zona alagada e adicional para os três cenários, ao longo dos 30 anos de análise

Estimamos o valor presente das emissões dos cenários c2 e c3 em relação ao cenário c1 para o período entre 2019 e 2048. Como mencionado anteriormente, foi utilizado o preço de US\$ 3,80 para a tonelada de CO₂ equivalente (Ecosystem Market Place, 2015). A taxa de câmbio foi de US\$ 1,00 = R\$ 3,33, referente à média do ano de 2015 (Oanda, 2016). O VP das emissões estimadas no cenário c2 é de R\$ 180.980.223, enquanto o das emissões estimadas no cenário c3 é de R\$ 471.189.165 .



Compilação dos
resultados das análises
dos impactos econômicos

Aqui estão apresentados todos os resultados das análises realizadas em relação aos seus valores presentes. No caso da análise do aumento das emissões de gases de efeito estufa (CO₂e), são comparados os cenários c2 e c3 (ambos consideram a construção da UHE São Luiz do Tapajós) com o cenário c1 (que não considera a presença da usina hidrelétrica) (Tabela 4).

| Valor presente das três análises realizadas | | | |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Cenário c2 - Desmatamento total prévio da zona alagada e permanência de 20% das pessoas que migrarem | Cenário c3 - Sem desmatamento prévio da zona alagada e aumento na taxa de desmatamento proporcional ao ocorrido no entorno das UHEs Belo Monte, Jirau e Santo Antônio. |
| Análise do impacto econômico | Número de famílias afetadas (2019) | VP em Reais (2019-2048) | VP em Reais (2019-2048) |
| Perda de renda de subsistência | 27.768 | R\$ 1.432.838.348 | R\$ 1.432.838.348 |
| Redução da qualidade da água (para os sete municípios) | 173.671 | R\$ 62.544.487 | R\$ 62.544.487 |
| Aumento das emissões de gases de efeito estufa – CO ₂ e | - | R\$ 180.980.223 | R\$ 471.189.165 |
| Total | - | R\$ 1.676.363.058 | R\$ 1.966.572.000 |

Tabela 4. Valor presente das três análises realizadas

Os valores presentes totais são relevantes no contexto dos municípios a serem afetados pela construção da UHE São Luiz do Tapajós. A soma do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios de Santarém, Itaituba, Altamira, Aveiro, Belterra, Rurópolis e Trairão, trazidos para Janeiro de 2016 (inflação do IPCA de 1.26%, período de Jan/2013 a Jan/2016), é de R\$13.917.297.240 (IBGE, 2013; Banco Central do Brasil, 2016). Isso significa que o VP total para o cenário c2 é, aproximadamente, 12.04% do PIB dos municípios, enquanto o VP total no cenário c3 é igual a 14.13%.

Se compararmos esses valores com o custo total previsto para a construção da UHE São Luiz do Tapajós, que trazido para Janeiro de 2016 (inflação do IPCA de 1.19%, período de Jan/2014 a Jan/2016), é igual a R\$33.868.513.840 (CNE-C-Worley Parsons, 2014; Banco Central do Brasil, 2016), então, o valor total do impacto econômico é 4.94% e 5.81% nos cenários c2 e c3, respectivamente.



Conclusões e recomendações

O presente estudo analisa, de forma bastante detalhada, o efeito da construção da UHE São Luiz do Tapajós sobre a renda de subsistência da população local e os impactos econômicos da usina sobre dois serviços ecossistêmicos: a qualidade da água e regulação climática. Além de trazer esses valores econômicos, o estudo evidencia também importantes lacunas e falhas dos processos de planejamento destes projetos, como ocorreu na UHE Belo Monte e ocorre atualmente no processo da UHE São Luiz do Tapajós. Mostramos que há falta de informações objetivas e sistematizadas, principalmente, sobre como as populações locais serão afetadas. A sociedade em geral, os entes governamentais, as empresas e instituições da sociedade civil também necessitam mais informações para entender os impactos dos empreendimentos e subsidiar a tomada de decisão.

Atualmente, os impactos aos serviços ecossistêmicos e, principalmente, o que eles significam para as populações locais não são fatores inseridos nas diferentes etapas de desenvolvimento dos projetos. Em parte, a desinformação discutida acima está relacionada com essa deficiência de planejamento dos empreendimentos. Por não estarem bem informadas, as populações locais não se envolvem de forma efetiva em suas reivindicações. E, por outro lado, por não serem consideradas nos projetos, acabam marginalizadas ao longo de todo o processo de planejamento.

Dentro deste contexto, os resultados encontrados neste estudo se mostram importantes e contribuem para o debate público. Os valores que encontramos indicam que os custos relacionados à perda dos serviços ecossistêmicos são extremamente relevantes, principalmente para a comunidade local, e as suas incorporações podem influenciar a viabilidade de empreendimentos hidrelétricos. Estes são custos reais, que não são internalizados nas análises de custo-benefício desses projetos. Estes valores são bastante expressivos, se considerarmos que, nos dois cenários que preveem a construção da usina hidrelétrica (c2 e c3), eles se encontram entre R\$ 1.6 – 1.9 bilhões. No entanto, estes também podem ser considerados subestimados, já que não foram identificados todos os valores dos serviços ecossistêmicos aqui analisados, além de não analisarmos todos os serviços ecossistêmicos que serão afetados, caso ocorra a construção da barragem em questão. Ademais, serviços ecossistêmicos culturais, que serão drasticamente impactados, são de extrema importância, mas de valoração complexa e, muitas vezes, discutível.

Adicionalmente, a não incorporação objetiva dos impactos ambientais, sociais e seus valores econômicos nas tomadas de decisão sobre os empreendimentos causa atrasos e embargos às obras, o que aumenta também os riscos econômicos para os próprios empreendedores, como observado, por exemplo, na UHE Belo Monte. Assim, é necessário que instrumentos de planejamento e instrumentos de avaliação de impactos passem a considerar, de forma efetiva, estes custos.



Bibliografia

AGOSTINHO, A. A., JÚLIO JR., H. F. e BORGHETTI, J. R. (1992). “Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para a sua atenuação. Um estudo de caso: reservatório de Itaipu.” UNIMAR, 14, 89-107.

ALENCAR, A. A. C.; NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DIAZ, M. C. V.; SOARES-FILHO, B. (2004). Desmatamento na Amazônia: indo além da “emergência crônica”. Belém: IPAM, 89p.

ALENCAR, A. A. C., e PIONTEKOWSKI, W. (2014). Cenários de desmatamento na área de influência do Complexo Hidrelétrico do Tapajós. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), 63p.

AMARAL, S.; ESCADA, M. I. S.; ANDRADE, P. R.; ALVES, P. A.; PINHEIRO, T. F.; PINHO, C. M. D.; MEDEIROS, L. C. C.; SAITO, E. A.; RABELO, T. N. (2009). Da canoa à rabeta: estrutura e conexão das comunidades ribeirinhas no Tapajós (PA). Pesquisa de Campo Jun/Jul de 2009. São José dos Campos: INPE, 30p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). BIG – Banco de Geração de Informação. <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. (Acessado em Abril/2016).

ARTEAGA, R. C., BLANCO, C. J. C., e LEITE, J. C. (2010). “Análise para diminuição de perdas no processo de geração de energia elétrica da UHE - Balbina.” Competitividade na Engenharia de Produção: inovação e sustentabilidade. Joinville, 1-12.

BACCINI, A.; GOETZ, S. J.; WALKER, W. S.; LAPORTE, N. T.; SUN, M.; SULLA-MENASHE, D.; HACKLER, J.; BECK, P. S. A.; DUBAYAH, R. FRIEDL, M. A.; SAMANTA, S.; HOUGHTON, R. A. (2012). Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. Nature Climate Change, 2, 182-185.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Calculadora Cidadão. <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>. (Acessado em Jan/2016).

BARRETO, P.; BRANDÃO JR., A.; MARTINS, H.; SILVA, D.; SOUZA JR., C.; SALES, M.; FEITOSA, T. (2011). Risco de Desmatamento Associado à Hidrelétrica de Belo Monte. Belém: AMAZON, 53p.

BATEMAN, I. J.; CARSON, R. T.; DAY, B.; HANEMANN, M.; HANLEY, N.; HETT, T.; JONES-LEE, M.; LOOMES, G.; MOURATO, S.; ÖZDEMIROGLU, E.; PEARCE, D. W.; SUGDEN, R.; SWANSON, J. (2002). Economic valuation with stated preference techniques. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 458p.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Diretoria do Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade - DCBio. (2004). Segundo relatório nacional para a convenção sobre diversidade biológica: Brasil / Ministério do Meio Ambiente. Diretoria do Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade - DCBio. -- Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 347p.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. (2015). Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. Brasília: MME/EPE, 467p.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. (Eletrobras); CNEC WORLEY PARSONS. (2014). “Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - UHE São Luiz do Tapajós - Aproveitamento hidrelétrico São Luiz do Tapajós.”

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. (Eletrobras). (2014). “Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) - UHE São Luiz do Tapajós.”

CNEC – WORLEY PARSONS. (2014). “Estudo de viabilidade do AHE São Luiz do Tapajós – Relatório final”, 1098p.

COPPE (Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia); IVIG (Instituto Virtual Internacional de Mudanças Climáticas); PPE (Programa de Planejamento Energético da COPPE). (2006). Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa. Relatório de referência. Emissões de dióxido de carbono e de metano pelos reservatórios hidrelétricos brasileiros. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 117p.

CUNHA, C. N. (2009). “Pintou uma chance legal” – o programa “Terra Legal” no interior dos projetos integrados de colonização e do polígono desapropriado de Altamira, no Pará. *Agrária*, 10/11, 20-56.

DEUSTUA, E. B. (2011). Costo Económico de las emisiones de gases de efecto invernadero en la selva sur del Perú. *Serie Técnica No.4. Conservation Strategy Fund*.

DUCHELLE, A. E., ZAMBRANO, A. M. A., WUNDER, S., BÖRNER, J., e KAINER, K. A. (2014). “Smallholder specialization strategies along the forest transition curve in southwestern Amazonia.” *World Development*, 1-10.

ECOLOGY BRASIL. (a) (2014). “Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Tapajós - Etapa 1 - Análise de Conflitos (Confl.)”, 84p.

ECOLOGY BRASIL. (b) (2014). “Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Tapajós - Etapa 1 – Diagnóstico Socioambiental (DiagSocio)”, 15p.

ECOLOGY BRASIL. (c) (2014). “Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Tapajós - Etapa 1 - Ecossistemas Aquáticos (EcoAq)”, 260p.

ECOSYSTEM MARKET PLACE. (2015). *Ahead of the Curve. State of the Voluntary Carbon Markets*.

ELETRONORTE. (2008). *Estudos de inventário hidrelétrico das bacias dos rios Tapajós e Jamanxim – relatório final*, v.1.

FEARNSIDE, P. M. (1999). Social impacts of Brazil’s Tucuruí Dam. *Environmental Management*, 24 (4), 483-495.

FEARNSIDE, P. M. (2001). “Environmental impacts of Brazil’s Tucuruí Dam: unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia.” *Environmental Management* 27 (3), 377-396.

FEARNSIDE, P. M. (a) (2015). "Emissions from tropical hydropower and the IPCC." *Environmental Science and Policy*, 50, 225-239.

FEARNSIDE, P. M. (b) (2015). "Hidrelétricas na Amazônia Brasileira: questões ambientais e sociais." In: *América Latina, Sociedade e Meio Ambiente: teorias, retóricas e conflitos em desenvolvimento*. (no prelo), por D. Floriani e A. E. (Eds.) Hevia. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná.

FEARNSIDE, P. M. (c) (2015). *Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras*. Vol.2, por P. M. Fearnside, 75-94. Manaus: INPA.

FOLEY, J. A.; ASNER, G. P.; COSTA, M. H.; COE, M. T.; DEFRIES, R.; GIBBS, H. K.; HOWARD, E. A.; OLSON, S.; PATZ, J.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. (2007). Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. *Front. Ecol. Environ.*, 5 (1), 25-32.

FONSECA, B.; MOTA, J. (9/Fev/2015). Lá vem o progresso. Pública – agência de reportagem e jornalismo investigativo. <http://apublica.org/2015/02/la-vem-o-progresso/> (Acessado em Set/2015).

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI); PROJETO INTEGRADO DE PROTEÇÃO ÀS POPULAÇÕES E TERRAS INDÍGENAS DA AMAZÔNIA LEGAL(PPTAL); COOPERAÇÃO TÉCNICA ALEMÃ (GTZ). (Orgs.). (2008). *Levantamento etnoecológico Munduruku: Terra Indígena Munduruku*. Brasília: FUNAI/PPTAL/GTZ, 194p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). (2013). "Relatório Circunstanciado de Identificação e Delimitação da terra Indígena Sawré Muybu (Pimental)/ PA." Brasília.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. (2007). Energia e meio ambiente no Brasil. *Estudos Avançados*, 21 (59), 7-20.

GREENPEACE BRASIL. (2015). *Barragens do rio Tapajós: uma avaliação crítica do estudo e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA) do aproveitamento hidrelétrico São Luiz do Tapajós*, 98p.

GREENPEACE BRASIL. (2016). *Hidrelétricas na Amazônia: um mau negócio para o Brasil e para o mundo*, 66p

HANLEY, N.; BARBIER, E. B. (2009). *Pricing nature: cost-benefit analysis and environmental policy*. Nothampton: Edward Elgar Publishing, 353p.

HECKENBERGER, M. J.; RUSSELL, J. C.; TONEY, J. R.; SCHMIDT, M. J. (2007). The legacy of cultural landscapes in the Brazilian Amazon: implications for biodiversity. *Phil. Trans. R. Soc. B.*, 362, 197-208.

HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; NOBRE, C. A.; HACKLER, J. L.; LAWRENCE, K. T.; CHOMENTOWSKI, W. H. (2000). Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon. *Nature*, 403, 301-304.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2010). Censo Demográfico 2010 - Resultados do Universo. <http://www.ibge.gov.br> (Acessado em 12/ago/2015).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (a). Projeções de população. 2013. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default.shtm (Acessado em 23/set/2015).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (b) (2013). Pesquisa nacional por amostra de domicílios - Síntese de Indicadores Sociais - 2012. Rio de Janeiro: IBGE, 278p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). (2013). Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA) - Tabela 5938 - Produto interno bruto a preços correntes, impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes total e por atividade econômica, e respectivas participações - Referência 2010. <http://www.sidra.ibge.gov.br> (Acessado em Fev/2016).

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL, ECONÔMICO E AMBIENTAL DO PARÁ (IDESP). (2014). Região de Integração Tapajós: relatório técnico. Belém: IDESP, 127p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. (2012). Projeto PRODES - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite.

<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php> (Acessado em Agosto/2015).

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). (2015). Programa Xingu. Dossiê Belo Monte – não há condições para a Licença de Operação, 172p.

IPEAdata. <http://www.ipeadata.gov.br/> (Acessado em Junho/2016).

JURAS, A. A., CINTRA, I. H. A., e LUDOVINO, R. M. R. (2004). “A pesca na área de influência da usina hidrelétrica de Tucurí, Estado do Pará.” Bol. Téc. Cient. CEPNOR, 4 (1), 77-88.

LIMA, I. B. T.; BAMBACE, L. A.; RAMOS, F. M. (2007). GHG Cycle analysis and novel opportunities arising from emerging technologies developed for tropical dams. Workshop on the Greenhouse Gas Status of Freshwater reservoirs Foz do Iguacu, Brasil, Embrapa INPE.

LIMA, F. (2010). “Diversidade, endemismo e biogeografia.” Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia, 98,4-5.

MELO JR., L. C. M.; TOURINHO, M. M.; PALHA, M. D. C. (2013). Uso de recursos naturais por comunidades ribeirinhas amazônicas: bases para as políticas de concessões florestais. Novos Cadernos NAEA, 16 (1), 79-100.

MIERZWA, J. C.; SILVA, M. C. C.; RODRIGUES, L. B.; HESPANHOL, I. (2008). Tratamento de água para abastecimento público or ultrafiltração: avaliação comparativa através dos custos diretos de implantação e operação com os sistemas convencional e convencional com carvão ativado. *Eng. Sanit. Ambient.*, 13 (1), 78-87.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). (2005). *Ecosystem and human well-being: synthesis*. Washington-DC: Island Press, 137p.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME)/ CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. (Eletrobras)/ COMITÊ COORDENADOR DAS ATIVIDADES DE MEIO AMBIENTE DO SETOR ELÉTRICO (COMASE). (1994). “Referencial para orçamentação dos programas socioambientais - volume I - Usinas Hidrelétricas.” Rio de Janeiro, 149.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME); MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE (MMA). (2011). “Relatório técnico dos resultados - Workshop para análise de alvos de conservação da biodiversidade nas bacias dos rios Tapajós e Juruena - estudos para definição de áreas críticas.”, 17.

MONOSOWSKI, E. (1990). “Lessons from the Tucuruí experience.” *Water Power and Dam Construction*, 29-34.

MONTEIRO, T.; JERICÓ-DAMINELLO, C.; SOUZA-JÚNIOR, W. C. (2014). A bacia do rio Tapajós: caracterização e contexto socioambiental. In: Souza-Júnior, W. (Org.). *Tapajós: hidrelétricas, infraestrutura e caos - elementos para a governança da sustentabilidade em uma região regular*. São José dos Campos: ITA/CTA, 15-35.

MYERS, N. (1997). The world's forests and their ecosystem services. In: Daily, G. C. (Eds.). *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington DC: Island Press, 215-237.

OANDA. <http://www.oanda.com/> (Acessado em Jan/2016).

RODRIGUES, E.; GAMARSKI, R.; MOURA, R. M. (11/Ago/2015). Programa de investimentos em energia elétrica prevê R\$186 bilhões até 2018. O Estado de São Paulo. <http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,plano-de-investimentos-em-energia-preve-r-186-bilhoes-ate-2018,1741948#> (Acessado em Agosto/2015).

SANTANA, A. C., BENTES, E. S., HOMMA, A. K. O., e OLIVEIRA, C. M. (2014). “Influência da barragem de Tucuruí no desempenho da pesca artesanal, Estado do Pará.” *RESR*, 52 (2), 249-266.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E INVESTIMENTOS ESTRATÉGICOS (SPI/Ministério de Planejamento). (2014). *PPAs Territoriais Participativos – primeiro relatório do projeto de construção dos PPAs Territoriais Participativos*, 81p.

SOARES-FILHO, B.; ALENCAR, D.; NEPSTAD, D.; CERQUEIRA, G.; DIAZ, M. C. V.; RIVERO, S.; SOLÓRZANO, S.; VOLL, E. (2004). Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém–Cuiabá corridor. *Glob Change Biol*, 10, 745–64.

SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; ANDERSON, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R.; MARETTI, C. (2010). Role of Brazilian Amazon protected áreas in climate change mitigation. ONAS, 107 (24), 10821-10826.

SOARES-FILHO, B. (2014). Dinamica Project. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/dinamica/>> (Acessado em Jan/2014).

SOUZA, O. B. (2015). Aumento do desmatamento fragiliza posição brasileira nas negociações climáticas internacionais. Instituto Socioambiental. <https://www.socioambiental.org/pt-br/noticias-socioambientais/aumento-do-desmatamento-fragiliza-posicao-brasileira-nas-negociacoes-climaticas-internacionais>. (Acessado em Maio/2016).

SOUZA E SILVA, A. F. (2008). O uso da fauna cinegética e o consumo de proteína animal em comunidades rurais na Amazônia Oriental – Reserva Extrativista Tapajós/Arapiuns, Pará – Brasil. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Zoologia, Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará, 71p.

SOUZA-JÚNIOR, W. C.; REID, J.; LEITÃO, N. C. S. (2006). Custos e benefícios do Complexo Hidrelétrico Belo Monte: uma abordagem econômico-ambiental. Lagoa Santa/ Arcata: CSF.

SOUZA-JÚNIOR, W. C. (Org.). (2014). Tapajós: hidrelétricas, infraestrutura e caos - elementos para a governança da sustentabilidade em uma região regular. São José dos Campos: ITA/CTA, 190p.

STICKLER, C. M.; COE, M. T.; COSTA, M. H.; NEPSTAD, D. C.; MCGRATH, D. G.; DIAS, L. C. P.; RODRIGUES, H. O.; SOARES-FILHO, B. (2013). Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. PNAS, 110 (23), 9601-9606.

TAPAJÓS VIVO. (2009). “Cartilha Tapajós Vivo para sempre - água para vida e não para a morte.”, 19.

TEEB. (2010). A economia dos ecossistemas e da biodiversidade para formuladores de políticas locais e regionais. Malta: Progress Press, 257p.

THE ECONOMIST. (4/Maio/2013). Dams in the Amazon: the rights and wrongs of Belo Monte, 1-6. <http://www.economist.com/node/21577073> (Acessado em Abril/2016).

TORRAS, M. (2000). The total economic value of Amazonian deforestation, 1978-1993. Ecological Economics, 33: 283-297.

UNITED NATIONS HIGH COMMISSIONER FOR HUMAN RIGHTS. (2010). The right to water - fact sheet nº35. Geneva: UN-Human Rights, 56p.

WORLD COMMISSION ON DAMS (WCD). (2000). Dams and development – a new framework for decision-making. The report of the World Commission on Dams. London/Sterling: Earthscan Publications, 404p.

WORLD WILDLIFE FUND (WWF). (2013). Development and application of an Amazon DSS in hydropower: advances and limitations (presentation version). Washington-DC.

Séries técnicas anteriores:

Estes documentos podem ser acessados no site:
www.conservation-strategy.org

Edição 1 – Análise de viabilidade sócio-econômico- ambiental de transposição de águas de bacia do Rio Tocantins para Rio São Francisco na região do Jalapão/TO (2002). Fani Mamede, Paulo Garcia e Wilson Cabral de Souza Júnior.

Edição 2 – Valoração econômica do Parque Estadual Morro do Diabolo (SP) (2003). Cristina Adams, Cristina Aznar, Ronaldo Serôa da Motta, Ramón Ortiz e John Reid.

Edição 3 – Pavimentação da BR-163 e os desafios à sustentabilidade: uma análise econômica, social e ambiental (2005). Ane Alencar, Laurent Micol, John Reid, Marcos Amend, Marília Oliveira, Vivian Zeideman e Wilson Cabral De Sousa.

Edição 4 – Custos e benefícios do complexo hidrelétrico Belo Monte: Uma abordagem econômico- ambiental (2006). Wilson Cabral de Souza Júnior, John Reid e Neidja Cristiane Silvestre Leitão.

Edição 5 – Beneficios económicos regionales generados por la conservación: el caso del Madidi (2006). Leonardo C. Fleck, Marcos Amend, Lilian Painter e John Reid.

Edição 6 – Una carretera a través del Madidi: un análisis económico ambiental (2006). leonardo c. fleck, lilian painter, john reid y marcos amend Edición extra – Análisis de costo beneficio de cuatro proyectos hidroeléctricos en la cuenca de Changuinola-Taribe (2006). Sarah Cordero, Ricardo Montenegro, Maribel Mafla, Irene Burgués e John Reid.

Edição 7 – Efectos de los proyectos de energía y transporte en la expansión del cultivo de soja en la cuenca del río Madeira (2007). María Del Carmen Vera-Díaz, John Reid, Britaldo Soares Filho, Robert Kaufmann e Leonardo C. Fleck.

Edição 8 – Análisis económico y ambiental de carreteras propuestas dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (2007). Víctor Hugo Ramos, Irene Burgués, Leonardo C. Felck, Gerardo Paiz, Piedad Espinosa, e John Reid.

Edição 9 – Análisis ambiental y económico de proyectos carreteros en la Selva Maya, un estudio a escala regional (2007). Dalia Amor Conde, Irene Burgués, Leonardo C. Felck, Carlos Manterota e John Reid.

Edição 10 – Tenosique: análisis económico-ambiental de un proyecto hidroeléctrico en el Río Usumacinta (2007). Israel Amescua, Gerardo Carreón, Javier Marquez, Rosa Maria Vidal, Irene Burgués, Sarah Cordero e John Reid.

Edição 11 – Critérios econômicos para a aplicação do Princípio do Protetor-Recebedor; estudo de caso do Parque Estadual dos Três Picos (2007). Juliana Strobel, Wilson Cabral De Souza Júnior, Ronaldo Seroa Da Motta, Marcos Amend e Demerval Gonçalves.

Edição 12 – Carreteras y Áreas Protegidas: un análisis económico integrado de proyectos en el norte de la amazonia boliviana (2007). Leonardo C. Felck, Lilian Painter e Marcos Amend.

Edição 13 – El efectos Chalalán: un ejercicio de valoración económica para una empresa comunitaria (2007). Alfonso Malky, Cándido Pastor, Alejandro Limaco, Guido Mamani, Zenón Limaco e Leonardo C. Felck.

Edição 14 – Beneficios y costos del mejoramiento de la carretera Charazani-Apolo (2007). Lia Peñarrieta Venegas e Leonardo C. Felck.

Edição 15 – El desafío de Mapajo. Análisis costo-beneficio de la empresa comunitaria Mapajo Ecoturismo Indígena (2008). Liccette Chavarro, Alfonso Malky e Cecilia Ayala.

Edição 16 – Valoración económica de los servicios turísticos y pesqueros del Parque Nacional Coiba (2008). Ricardo Montenegro, Linwood Pendelton e John Reid.

Edição 17 – Eficiência econômica, riscos e custos ambientais da reconstrução da rodovia BR-319 (2009). Leonardo C. Felk.

Edição 18 – Factibilidad económica y financiera de la producción de caña de azúcar y derivados en el norte del departamento de La Paz (2009). Alfonso Malky e Juan Carlos Ledezma.

Edição 19 – Factibilidad financiera y proyección de negocios para la producción de cacao en el norte del departamento de La Paz (2010). Alfonso Malky e Sophia Espinoza.

Edição 20 – Estrategias de conservación a lo largo de la carretera Interoceánica de Madre de Dios, Perú: una análisis económico – espacial (2010). Leonardo C. Felck, María del Carmen Vera-Díaz, Elena Borasino, Manuel Glave, Jon Hak e Carmen Josse.

Edição 21 – El Filtro de Carreteras: un análisis estratégico de proyectos viales en la Amazonía (2011). Alfonso Malky, Juan Carlos Ledezma, John Reid e Leonardo C. Felk.

Edição 22 – Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada en el noroeste amazónico de Bolivia (2012). Alfonso Malky, Daniel Leguía e Juan Carlos Ledezma.

Edição 23 – Costos y beneficios del proyecto hidroeléctrico del río Inambari (2012). Jose Serra Vega, Alfonso Malky e John Reid.

Edição 24 – Costos de oportunidad de evitar la deforestación en el Área de Amortiguamiento de la Zona Baja de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas (RECC) (2013). Marcela Aguirre, Daniel Leguía e Alfonso Malky.

Edição 25 – Cooperación e incentivos para conservar el bosque amazónico en comunidades kichwas: un análisis desde la economía experimental (2014). David Campoverde.

Edição 26 – La caza de fauna silvestre en la región amazónica del noreste de Ecuador: Análisis bioeconómico de su uso como fuente de proteína para nacionalidades indígenas (2014). Enrique De La Montaña, Rocío Moreno-Sánchez e Jorge Higinio Maldonado.

Edição 27 – Análisis de costos de oportunidad de la iniciativa de implementación temprana REDD en el sector Güejar-Cafre. Departamento del Meta – Colombia (2014). Viviana Zamora e Alfonso Malky.

Edição 28 – Comportamiento de pescadores frente a distintos arreglos institucionales en la Estrella Fluvial de Inírida. Amazonía Colombiana (2014). Paula Zuluaga e Marcela Franco.

Edição 29 – Valor económico de la conservación de la fuente de agua a través de la confiabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en Tarapoto empleando experimentos de elección (2014). Iván Licich.

Edição 30 – Viabilidade Econômica de Negócios Sustentáveis da Biodiversidade em Áreas Protegidas: Lições e recomendações (2014). Fernanda R. P. De Alverenga e John Reid.

Edição 31 – Economic comparison to alternatives to building on Goat Islands: Does Jamaica need to sacrifice a world class conservation site in order to build a world class port?, 2014. Aaron Bruner, Charles Magnan, Richard Rice e John Reid.

Edição 32 – Análisis económico y socioambiental de los proyectos de interconexión Pucallpa-Cruzeiro do Sul (2015). Alvaro Hopkins, Alfonso Malky, Manuel Glave, Rocío Ventocilla, Juan Carlos Ledezma e Alexs Arana.

Edição 33 – Integrando costos económicos en la búsqueda de áreas prioritarias para la conservación de especies en la Amazonía occidental (2015). Janeth Lessmann.

Edição 34 – Determinantes de las decisiones sobre el uso del suelo de hogares ribereños de la Amazonía baja peruana (2015). Javier Montoya.

Edição 35 – Pave the Impenetrable? An economic analysis of potential Ikumba-Ruhija road alternatives in and around Uganda's Bwindi Impenetrable National Park (2015). Rhona Barr, Irene Burgués, Stephen Asuma, Anna Behm Masozera e Maryke Gray.

Edição 36 – Capacidad de adaptación al cambio climático en comunidades indígenas de la Amazonía peruana (2015). Guillermo Carlos.

Edição 37 – Identificación de elementos prioritarios para establecer esquemas de incentivos económicos en comunidades indígenas: caso Mocagua-Leticia (Colombia) (2015). Isaí Victorino.

Edição 38 – Fortaleciendo los incentivos de conservación de bosques: Un acercamiento a los factores que inciden en la aplicación del incentivo del Programa Socio Bosque en Ecuador (2015). Marco Robles.

Edição 39 – Efecto de la complejidad institucional sobre la deforestación en la Amazonía colombiana (2015). Diego Lizcano.

Edição 40 – Insumos técnicos para fortalecer las concesiones de manglar en Ecuador a través de Socio Bosque: combinando técnicas de valoración económica y juegos experimentales (2015). Rocío Moreno-Sánchez, Jorge Maldonado, David Campoverde, Carlos Solís, Camilo Gutiérrez e Aaron Bruner.

Edição 41 – Análisis comparativo de costos financieros y riesgos socio-ambientales de distintas rutas para la Interconexión Eléctrica Colombia-Panamá (2016). David Campoverde, Irene Burgués Arrea, María del Carmen, Vera Díaz e Aaron Bruner.

Edição 42 – El Programa Socio Bosque en la provincia de Sucumbíos, Ecuador: Costos de oportunidad y preferencias de los propietarios. Carlos Solis e Alfonso Malky.

Edição 43 – Análisis de costos del Programa COMSERBO-Pando en Bolivia. Sophía Espinoza, Alfonso Malky e Aaron Bruner.

Edição 44 - Palau's sea cucumber fisheries: the economic rationale for sustainable management. Rhona Barr, Nina Ullery, Irvin Dwight e Aaron Bruner.

Edição 45 - Preferencias de los usuarios del bosque por participar en el Programa COMSERBO-Pando: Insumos técnicos para una expansión estratégica y eficiente. Sophía Espinoza, Carlos Solís, Alfonso Malky e Aaron Bruner.

Edição 46 - La paz es mucho más que palomas: beneficios económicos del acuerdo de paz en Colombia, a partir del turismo de observación de aves (2016). Jorge Maldonado, Rocío Moreno- Sánchez, Sophía Espinoza, Aaron Bruner, Natalia Garzón e John Myers.

REALIZAÇÃO



APOIO



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE