ANÁLISE SOCIOECONÔMICA DE CUSTO-BENEFÍCIO NAS DECISÕES DE INFRAESTRUTURA

A comprovação da inviabilidade das hidrelétricas na Bacia do Rio Tapajós usando o Guia ACB do Governo Federal

SUMÁRIO



Ilha de vegetação próxima a Santarém, no Pará

1. INTRODUÇÃO 5

2. POR QUE UMA ACB SOCIOECONÔMICA DAS UHES DO TAPAJÓS? 11
   - Por que uma Análise Socioeconômica de Custo-Benefício (ACB)? 11
   - Por que as Usinas Hidrelétricas (UHEs)? 17
   - Por que as UHEs da Bacia do Rio Tapajós? 21

3. PARA O PAÍS, INVESTIR NESSAS UHES É PERDER (MUITO) DINHEIRO: PRINCIPAIS RESULTADOS 25
   - Quais projetos comparamos e como comparamos? 25

4. MUITO PIOR QUE O ENCOMENDADO: O QUE AS EXTERNALIDADES E A ANÁLISE DE RISCO NOS CONTAM? 37
   - Externalidades econômicas: subestimadas, mas com peso local 41
   - Análise probabilística: resultados conservadores e robustez para encerrar a discussão de vez 43

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 45

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 51

CLIQUE sobre os títulos para navegar entre os capítulos

1.

INTRODUÇÃO

WWF-BRASIL E A AGENDA DE INFRAESTRUTURA

O WWF-Brasil é uma organização comprometida com o desenvolvimento sustentável, justo e inclusivo, que atua há 27 anos em defesa dos direitos e interesses dos brasileiros em todos os biomas.

Sua missão é combater as trajetórias de degradação ambiental e construir um futuro no qual as pessoas vivam em harmonia com a natureza, com preservação da biodiversidade e uso racional dos recursos naturais, em benefício das gerações atual e futuras.

Nessa ótica, o WWF-Brasil estabelece como um dos seus pilares estratégicos a promoção de infraestruturas que respondam aos desafios contemporâneos de desenvolvimento e sustentabilidade, se comprometendo a impulsionar um desenvolvimento que harmonize com as comunidades e que traga efeitos positivos à sociedade brasileira.

PRECISAMOS DE INFRAESTRUTURA CONFIÁVEL E EFICIENTE

Uma rede de infraestrutura confiável e eficiente em quantidade e qualidade é imprescindível para sustentar desenvolvimento econômico, social e ambiental de um país, o que exige significativos investimentos públicos e privados em novos ativos e renovação dos existentes. No caso brasileiro, as lacunas ainda existentes em termos de estoque e qualidade das infraestruturas exigem taxas crescentes de investimento no setor nas próximas décadas.

O **RELATÓRIO NEW CLIMATE ECONOMY** (2016) estima que investimentos globais em infraestrutura precisam sair dos atuais US$ 3,4 tri para **US$ 6 tri** anuais em 2030.



© Adriano Gambarini / WWF-Brasil

Santarém, no Pará



Pôr do sol no lago Seringalhinho, Parque Nacional de Jaú, próximo a Manaus, Amazonas, Brasil

© Juan Pratginestos / WWF

SUPRINDO LACUNAS DE RACIONALIDADE NA ESCOLHA DE PROJETOS

O país carrega um histórico conhecido de implementações pouco eficientes e impactantes de grandes projetos de infraestrutura. Isso inclui desde obras inacabadas e empreendimentos injustificáveis e de baixa interlocução com as populações diretamente atingidas, até a ampla deficiência no cumprimento de salvaguardas socioambientais na execução de projetos na ponta. Além de outros fatores, isso evidencia a vulnerabilidade do processo de decisões de investimento prévio à implementação das obras em todos os setores, sejam de energia, transportes, hidráulicos etc.

Dessa forma, diante da inconsonância no processo decisório de projetos de infraestrutura, o WWF-Brasil tem procurado contribuir para aprimorar a tomada de decisões anterior à etapa de investimento, buscando garantir impactos socioambientais e territoriais positivos já a partir do estágio preliminar de planejamento das infraestruturas.

A ênfase recai sobre a priorização dos objetivos do projeto e a escolha de alternativas estratégicas mais sustentáveis, superando soluções que apenas mitiguem impactos de implementação já conhecidos.

Esse esforço visa a construir uma ponte entre o planejamento estratégico e a execução, promovendo uma abordagem mais abrangente e orientada na escolha do empreendimento para o bem-estar e a sustentabilidade da sociedade, enquanto evita influências políticas locais ou interesses setoriais.

A partir dessa perspectiva, assim como de englobar visões de futuro mais integradas, estratégicas e que questionem o papel das infraestruturas, foi que passamos a olhar para o método da **Análise Socioeconômica de Custo-Benefício (ACB)**. O Método ACB, com aplicação ainda incipiente no Brasil, é uma ferramenta potencialmente forte e crucial para melhorar o processo de decisão de investimentos no país. Ela permite uma análise mais consciente e fundamentada do projeto, crucial para contemplar impactos socioambientais e territoriais, riscos de desempenho, fatores climáticos, tecnológicos e conformidade com projeções socioeconômicas, entre outros aspectos. Entendemos que ampliar seu alcance passa a ser primordial para a construção de um debate qualificado.

O presente estudo utilizou as recomendações metodológicas do **GUIA ACB DO GOVERNO FEDERAL**, parâmetros macroeconômicos apostos no Catálogo Federal para uso em ACBs, e estimativas setoriais trazidas pela EPE.



Construção da UHE de Belo Monte

© Carol Quintanilha / Greenpeace

AVALIAÇÃO SOCIOECONÔMICA DAS USINAS DO TAPAJÓS COMO ESTUDO DE CASO

O WWF-Brasil empreendeu uma ACB socioeconômica com o propósito de avaliar a proposta de construção de quatro grandes usinas hidrelétricas (UHEs) previstas na Bacia do Rio Tapajós (UHEs Jatobá, Cachoeira dos Patos, Cachoeira do Caí e Jamanxim)[1].

A UHE São Luiz do Tapajós não faz parte deste estudo porque teve seu processo de licenciamento ambiental arquivado pelo IBAMA em 2016.

Essa análise possui dois enfoques primordiais: a avaliação desses projetos em si e a verificação da pertinência do uso dessa ferramenta de planejamento à montante da tomada de decisão de investimento.

CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA E UM PONTO FINAL NO DEBATE DAS UHES DO TAPAJÓS

Com esse estudo, o WWF-Brasil espera trazer uma contribuição concreta, a partir de um ferramental disponível e oficial, ao debate metodológico e processual das tomadas de decisão de investimentos no país. Entendemos que o uso de ferramentas de avaliação socioeconômica em estágios iniciais das decisões de investimento, como a Análise de Custo-Benefício Preliminar aqui conduzida, permite uma análise mais consciente e fundamentada do projeto.

Além disso, o caso específico aplicado às grandes usinas hidrelétricas projetadas para a Bacia do Tapajós, a partir de um racional e argumento puramente econômico, espera encerrar definitivamente qualquer plano energético dessa natureza e porte para a região e analogamente para a Amazônia. **Os resultados desse estudo enfatizam a inviabilidade econômica das UHEs propostas.** As perdas econômicas impostas à sociedade brasileira estimadas pela ACB ao se escolher a construção das UHEs do Tapajós é de no mínimo R$ 11,81 bilhões, com a perspectiva de impactar negativamente até R$ 34 bilhões. Esse diagnóstico contrasta com a alternativa de um mix de energia renovável não hídrica, composto por fontes como eólica, solar e biomassa, que proporcionaria benefícios em quantidade, qualidade e estabilidade equivalentes ao país.

Quando os altos riscos das hidrelétricas são observados ao lado da perspectiva de destruição de valor social associado às suas externalidades, tem-se evidência suficiente para que haja mudanças em relação ao planejado para os empreendimentos hidrelétricos na Bacia do Rio Tapajós: sua tempestiva desconsideração.

O **RELATÓRIO COMPLETO** segue à risca o modelo de uma ACB clássica e está

DISPONÍVEL AQUI

Esta publicação apresenta uma síntese e reflexões baseadas no relatório original.

2.

POR QUE UMA ACB SOCIOECONÔMICA DAS UHES DO TAPAJÓS?



Construção da UHE de Belo Monte

POR QUE UMA ANÁLISE SOCIOECONÔMICA DE CUSTO-BENEFÍCIO (ACB)?

MÉTODO CONSAGRADO E QUE TRAZ RACIONALIDADE À PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS

A ACB socioeconômica é um método utilizado para avaliar um projeto de investimento com base nos efeitos incrementais a serem produzidos ao longo de todo o seu ciclo de vida, comparados a um cenário sem o projeto. Ela considera os custos (incluindo externalidades) e os benefícios (incluindo intangíveis) expressos em uma métrica monetária comum. Tem horizonte de longo prazo e ajuda a computar indicadores de viabilidade que expressam o custo de oportunidade para a sociedade.

É um método consagrado em políticas públicas e amplamente utilizado em países como Chile, Reino Unido, Austrália, África do Sul e Coreia do Sul, além de instituições multilaterais. A ACB é uma ferramenta importante para informar o processo de tomada de decisão de investimentos públicos em infraestrutura – independentemente da forma de implementação –, pois reduz subjetividades, classifica alternativas e evidencia riscos e incertezas para qualificar as escolhas em conflito.

A aplicação da ACB, principalmente quando ocorre na fase estratégica (*upstream planning*), quando é chamada de **ACB Preliminar**, auxilia na concepção e priorização dos projetos, pois permite considerar efeitos de riscos (como os impostos pela mudança do clima), testar diferentes desenhos de projeto e premissas tecnológicas, mensurar os efeitos de serviços ecossistêmicos e tratar perspectivas de demanda e sensibilidades a variáveis importantes. Projetos avaliados por uma ACB Preliminar apresentam maior grau de maturidade e robustez, aumentando suas chances de sucesso na entrega dos resultados socioeconômicos esperados.

!

COMO ENDEREÇAR O CONFLITO DE ESCOLHA?
O estudo tem como motivação a resposta às seguintes perguntas de fundo:

? Dada a legítima necessidade social de aumentar a geração de energia elétrica, é apropriado buscar esse aumento por meio da construção de UHEs na Bacia do Rio Tapajós?

? Considerando os graves impactos socio-biofísico-culturais envolvidos, acredita-se que os benefícios da geração de energia elétrica são suficientes para justificar a escolha pelas barragens?

? Caso o aumento na geração de energia elétrica se desse por fontes alternativas, como renováveis não hídricas, seriam estas mais caras, ou trariam impactos ainda maiores?



Construção da UHE de Belo Monte

© Carol Quintanilha / Greenpeace

SOB A ÓTICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA E NÃO DO EMPREENDEDOR

A avaliação socioeconômica se diferencia da avaliação financeira (ou privada, sob a ótica do empreendedor), ao comparar projetos – por vezes bastante distintos – que atendam demandas da sociedade. Nesse sentido, **prevalece a lógica de avaliar o interesse social antes da escolha sobre a melhor forma de supri-lo.** A ACB é o método que permite sistematizar essa avaliação, ranqueando quais alternativas agregam maiores benefícios com os menores custos.

Essa visão abrangente e imparcial supera os interesses do empreendedor ao considerar os **BENEFÍCIOS** não monetários (como melhorias na saúde pública, redução de acidentes, valorização do patrimônio natural e cultural etc.) e as **EXTERNALIDADES** (emissão de gases de efeito estufa – GEE, variação de serviços ecossistêmicos etc.), que mesmo não sendo transacionados em mercados, são relevantes para a sociedade. Além disso, a ACB socioeconômica considera custos sociais ao descontar impostos e subsídios, bem como taxas e tarifas, pois são meras transferências entre agentes econômicos (famílias, usuários, firmas e governo) da mesma sociedade.

AS TARIFAS E A PERSPECTIVA DE RETORNO FINANCEIRO SÃO RELEVANTES. A mudança é que esses pontos serão considerados após a verificação de viabilidade socioeconômica do projeto.

A aplicação da ACB no setor segue a recomendação do Tribunal de Contas da União (TCU, 2017)[2], após avaliar as **LIÇÕES APRENDIDAS** com o desenvolvimento de barragens na Amazônia.

APRIMORAMENTO ÀS DECISÕES DE INVESTIMENTO DO SETOR ENERGÉTICO

O planejamento no setor elétrico nacional é bastante consolidado e faz uso de sofisticado modelo de decisão de investimentos que pondera questões de viabilidade financeira e técnica, visando alcançar uma composição ótima de custo mínimo nas soluções de geração de energia. Com essas indicações, a expansão do setor se dá por meio de leilões de geração e atos regulatórios correlatos.

Usualmente, estudos de viabilidade técnica e econômica (EVTE) são requeridos para balizar as decisões relacionadas aos projetos de desenvolvimento. Os EVTEs, no entanto, concentram-se em buscar alternativas PARA o projeto em vez de explorar alternativas AO projeto, como ocorre em avaliações de custo-benefício.

Nessa lacuna de planejamento, a ACB representa o complemento no qual a avaliação dos elementos não quantificáveis pelos modelos comuns do setor (modelos de rede) passa a ser realizada. É justamente por isso que o estudo deve ocorrer durante a fase de planejamento pré-viabilidade, reduzindo listas longas de alternativas para listas curtas.

Assim, a ACB Preliminar é de extrema importância para projetos de infraestrutura – como hidrelétricas –, pois é conduzida na fase inicial, momento ideal para avaliar o investimento de forma objetiva e ponderar impactos socioeconômicos, garantindo uma decisão fundamentada, livre de suposições.

Especialmente para projetos energéticos, a aplicação da ACB Preliminar na fase de concepção promove a eficiência na alocação de recursos e contribui para a redução de assimetrias de informação, permitindo uma comparação justa entre projetos com enfoque no bem-estar, questões que vão além das decisões privadas de investimento. A ACB pode fornecer aos órgãos federais protagonistas do setor os parâmetros para a comparação entre os retornos socioeconômicos de diferentes projetos, guiando a decisão dos tipos de leilões e quais fontes energéticas devem ser incentivadas ou reguladas, tendo em vista o benefício socioeconômico que trarão para a sociedade.

USO DO GUIA ACB DO GOVERNO FEDERAL

Recentemente, o Governo Federal propôs o **Modelo de Cinco Dimensões (M5D)**[3] para avaliar projetos de investimento social, buscando uniformidade e consistência nas decisões de forma a aprimorar a qualidade do investimento público no Brasil. Esse modelo envolve um processo sucessivo de desenvolvimento de propostas, considerando

a aderência à estratégia, | **a relação custo-benefício,** | **o modelo de contratação,** | **os recursos disponíveis e** | **a viabilidade das entregas.**

Sua **segunda dimensão** requer, explicitamente, uma avaliação socioeconômica de custo-benefício – é nessa etapa que listas longas de alternativas estratégicas para fazer frente às demandas da sociedade são reduzidas para listas curtas com base nas alternativas mais promissoras.



Praia de Alter do Chão, no Rio Tapajós

© Adriano Gambarini / WWF-Brasil



Rio Tapajós, em Itaituba

©Adriano Gambarini / WWF-Brasil

Para operacionalizar a ACB no Brasil, o Governo Federal publicou o **Guia geral de análise socioeconômica de custo-benefício de projetos de investimento em infraestrutura (Guia ACB)**[4], referencial metodológico que traz definições, recomendações de abordagem e roteiro para a realização de análises de custo-benefício no Brasil, que é complementado por um *toolbox* que conta com Catálogo de Parâmetros do IPEA, manuais setoriais e recomendações específicas para o tratamento do risco climático.

Segundo o próprio Guia ACB, "seu principal objetivo é fornecer diretrizes e recomendações a fim de padronizar a metodologia de avaliação de projetos e programas, visando sua aplicação sistemática à seleção e priorização de investimentos.

Tal prática é elemento essencial de um sistema formal de gestão de investimentos de interesse público, reconhecido como principal entrave para a efetividade e qualidade do investimento em infraestrutura no Brasil (Banco Mundial, 2017; FMI, 2018)."

Apesar de seu grande potencial em aprimorar a tomada de decisões, a aplicação da ACB no Brasil é ainda incipiente, e ampliar seu alcance passa a ser crucial para melhorar o processo de decisão de investimentos. Nesse sentido, este estudo de caso aplicado às UHEs do Tapajós se torna uma importante contribuição para a aplicação do método.

POR QUE AS USINAS HIDRELÉTRICAS (UHES)?

EXPANSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA É NECESSÁRIA E LEGÍTIMA

Energia elétrica é uma necessidade humana legítima. Estimativas da Empresa de Pesquisa Energética (EPE)[5] indicam que até 2031 o Brasil terá um aumento de 36% no consumo de energia, exigindo investimentos de R$ 192 bilhões e envolvendo custos operacionais de R$ 145 bilhões para suprir a demanda. Com isso, ganha força a necessidade de discussão quanto ao modelo de geração de energia que será adotado para atender à crescente demanda e garantir bem-estar, saúde, conectividade e produção econômica proporcionados pela energia elétrica.

As usinas hidrelétricas são a maior fonte de produção, tendo gerado 55,3% da energia elétrica do país em 2021. Embora seja um modelo largamente difundido, sua ampliação é discutida devido a fatores climáticos e restrições relacionados a outros usos da água que podem impactar diretamente na quantidade de energia entregue ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

ENERGIA ELÉTRICA

Até 2031

36%
aumento no consumo de energia

Investimentos de

R$ 192 bi

Custos operacionais

R$ 145 bi

PRECISAMOS GERAR ENERGIA COM NOVAS GRANDES HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA?

A necessidade de ampliar a geração de energia no Brasil é inquestionável. Porém surge a discussão de como aumentar a capacidade energética.

As usinas hidrelétricas (UHEs) são mesmo mais eficientes para suprir a demanda projetada? O que o histórico desses projetos revela?

A Amazônia é uma região de grandes dimensões, com grande diversidade ambiental e social. Na mesma proporção dessa diversidade e magnitude foi que surgiram no território os grandes projetos de infraestrutura e desenvolvimento. Sob esse prisma, diversas intervenções territoriais aconteceram, com especial atenção para as promovidas pelo setor de energia, com certa tração a partir da década de 1980, quando foi possível testemunhar casos como das UHEs Balbina e Samuel, que causaram danos ambientais significativos e produção elétrica abaixo do esperado.



© Shutterstock

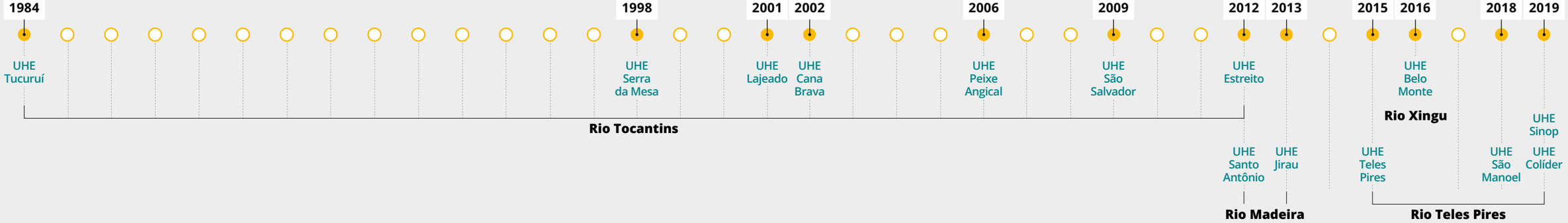
Hidrelétrica de Santo Antônio, no Rio Madeira

Não obstante, o planejamento de aproveitamentos hidrelétricos para a cena amazônica se voltou para usinas nos rios Madeira, Xingu e Tapajós que, somadas às do Rio Tocantins, podem vir a representar cerca de 40% do parque gerador elétrico nacional. As grandes hidrelétricas na região Norte começaram com o barramento do Rio Tocantins em 1984 pela UHE Tucuruí. Após um hiato de 14 anos, vieram na sequência nada menos que seis usinas – UHE Serra da Mesa (1998), UHE Lajeado (2001), UHE Cana Brava (2002), UHE Peixe Angical (2006), UHE São Salvador (2009) e UHE Estreito (2012). O Rio Madeira também foi palco de megaprojetos como a UHE Santo Antônio (2012) e UHE Jirau (2013). Nada diferente acontece no Rio Teles Pires – um dos principais afluentes do Rio Tapajós e até então de curso livre –, barrado pela UHE Teles Pires (2015), para na sequência abrigar a UHE São Manoel (2018), a UHE Sinop (2019) e a UHE Colíder (também em 2019). E, por fim o Rio Xingu, detentor da polêmica UHE Belo Monte (2016).



Construção da usina hidrelétrica de São Manoel

AS GRANDES HIDRELÉTRICAS NA REGIÃO NORTE



A ciência acumula vastas evidências de que a expansão desse modelo traz consequências negativas, especialmente em florestas tropicais como a Amazônia. Os impactos socioambientais são consideráveis e difíceis de mitigar ou compensar adequadamente, além de a geração de energia não se traduzir em desenvolvimento local.

Adicionalmente, o desmatamento na região amazônica e a mudança do clima podem afetar a capacidade de produção de energia, como observado durante o fenômeno El Niño, que pode reduzir a capacidade de geração de energia hidrelétrica.

Embora a ACB aqui proposta não se preze a discutir a expansão da matriz energética nacional via UHEs, e sim de um grupo específico de usinas na região amazônica, seus resultados contribuem para esse debate maior.

Sabe-se que é crucial reavaliar a ampliação do modelo hidrelétrico no Brasil, considerando alternativas mais sustentáveis e com menor impacto econômico, ambiental e social, e o caso das UHEs do Tapajós traz elementos concretos à discussão.

POR QUE AS UHES DA BACIA DO RIO TAPAJÓS?

A INTENÇÃO DE CONSTRUIR USINAS HIDRELÉTRICAS NA BACIA AINDA É REAL

Segundo o Sistema de Informação de Geração (Siga) da Agência Nacional de Energia Elétrica do Brasil (ANEEL), existem na bacia hidrográfica do Rio Tapajós 51 empreendimentos hidrelétricos em operação e nove usinas em fase de construção. O cenário, no entanto, pode ser muito mais intricado, já que o total de possíveis novas barragens identificadas para o território passa de 50.

Destas, quatro em especial, a UHE Jatobá, no Rio Tapajós, e as UHEs Cachoeira dos Patos, Cachoeira do Caí e Jamanxim, no Rio Jamanxim, todas localizadas na bacia hidrográfica do Rio Tapajós, chamam atenção pelo seu porte e potencial de geração de impactos, como a inundação de uma extensa área de mais de 100 mil hectares, a liberação de mais de 100 milhões de tCO_2 na atmosfera, a transformação no modo de vida de comunidades indígenas e tradicionais, perda de meios de subsistência tradicionais, além de impor novos padrões de deslocamento no território.

BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPAJÓS

51

empreendimentos hidrelétricos em operação

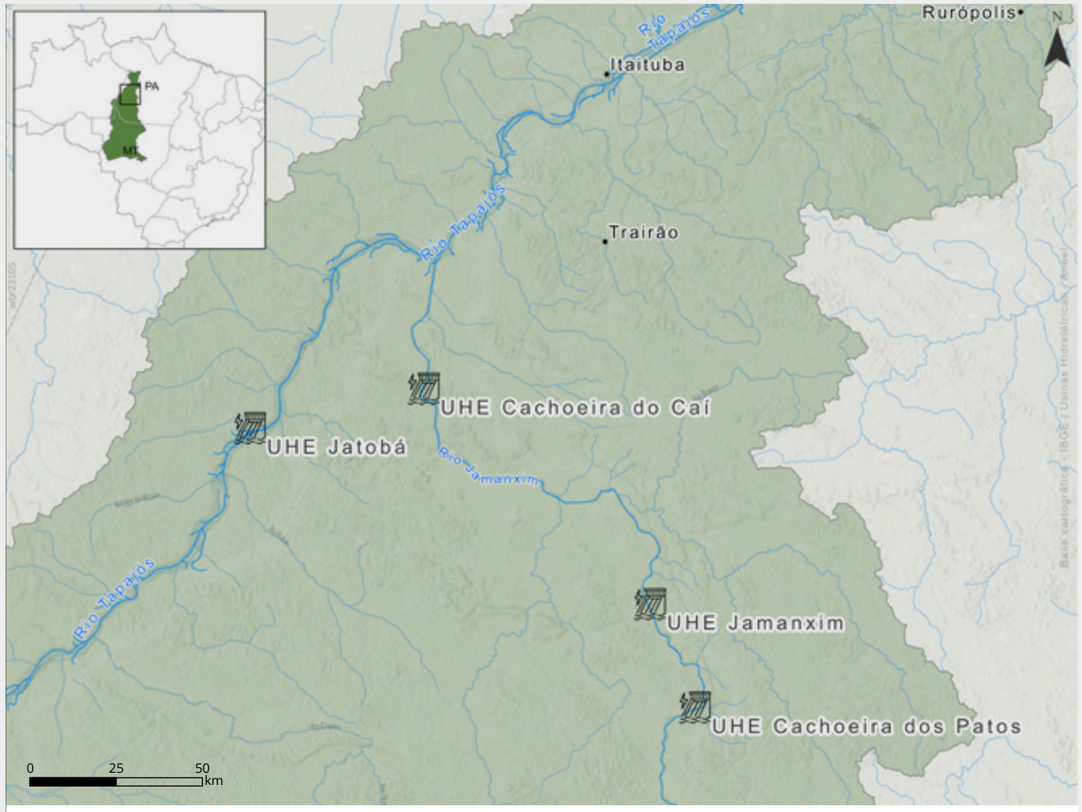
9

usinas em fase de construção



Santarem, no Pará

© Adriano Gambarini / WWF-Brasil



A UHE Jatobá (1.650MW) teve seus estudos de viabilidade finailzados em 2017 e consta ativa no banco de dados da ANEEL com "EVTE aceito"; ou seja, pode vir a compor os leilões de energia e figura, ao lado de outras 15 usinas, nos estudos do PDE 2031.

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) prorrogou para fim de 2023 o prazo dos estudos de viabilidade técnica e econômica (EVTE) das três usinas no Rio Jamanxim - UHE Cachoeira dos Patos (528 MW), UHE Cachoeira do Caí (802 MW) e UHE Jamanxim (881 MW).

!

DESAFIOS DO SETOR ELÉTRICO E O PAPEL DAS FONTES RENOVÁVEIS NÃO HÍDRICAS:

A crescente necessidade de energia despachável (capacidade de uma fonte ser acionada de acordo com a demanda) no setor elétrico enfrenta desafios devido aos altos custos e impactos ambientais das usinas termelétricas movidas a combustíveis fósseis. Novos projetos hidrelétricos com reservatórios são inviáveis socioeconomicamente, e usinas sem barragens de reservação (a fio d'água) não fornecem energia despachável e enfrentam o risco de produção abaixo do esperado (como ocorre com Belo Monte e ocorreria com as UHEs do Tapajós). Já o mercado livre de energia, de importância crescente, favorece fontes de implantação rápida e com menor risco, mas que tampouco agregam despachabilidade ao sistema. O governo, nesse contexto, busca garantir oferta confiável em detrimento das fornecedoras primárias de energia, sendo que a integração de fontes renováveis e o intercâmbio entre sistemas são os desafios para se minimizar a sazonalidade dessas fontes.



© Adriano Gambarini / WWF-Brasil

Rio Tapajós,
em Novo Airão

IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO DA BACIA DO TAPAJÓS

A Bacia do Tapajós representa quase 6% do território brasileiro, atravessando quatro estados, 30 Unidades de Conservação, 34 Terras Indígenas e mais de 36 milhões de hectares de florestas. Ela se destaca por sua importância nacional e global e seu papel crucial na preservação da biodiversidade. Suas reservas e territórios indígenas tornam-a ainda mais relevante para a conservação da região.

Contudo, a visão de futuro para a Bacia do Tapajós encontra-se ameaçada pelos impactos iminentes não só das hidrelétricas, como apontado anteriormente, mas também por outros grandes projetos de infraestrutura, como ferrovias e hidrovias, bem como a expansão de atividades agropecuárias, garimpo ilegal, exploração madeireira e grilagem de terras. Essas atividades podem comprometer o modo de vida das comunidades regionais, incluindo os povos indígenas, comunidades tradicionais, quilombolas e pescadores. **A preservação da Bacia do Tapajós é de extrema relevância para mitigar os impactos negativos dessas atividades.**

Além disso, a bacia possui um potencial significativo de fomentar o desenvolvimento econômico sustentável, promovendo atividades de baixo impacto como as turísticas de base comunitária e o aproveitamento sustentável dos diversos e ricos produtos da sociobiodiversidade, gerando riquezas para as gerações presentes e futuras.

BACIA DO TAPAJÓS



6%
do território brasileiro

4
estados

30
Unidades de Conservação

34
Terras Indígenas

+de 36
milhões de hectares de florestas

A Bacia do Tapajós é fundamental para assegurar o bem-estar das comunidades locais, a preservação da biodiversidade e a integridade dos ecossistemas. Além disso, representa uma oportunidade de se pensar desenvolvimento de maneira que evite impactos significativos para toda a sociedade.

3.

PARA O PAÍS, INVESTIR NESSAS UHES É PERDER (MUITO) DINHEIRO: PRINCIPAIS RESULTADOS



Construção da UHE de Belo Monte

QUAIS PROJETOS COMPARAMOS E COMO COMPARAMOS?

COMPARAÇÕES JUSTAS: AS UHES VERSUS MIX DE RENOVÁVEIS NÃO HÍDRICAS

Conforme o método ACB (assim como Guia ACB), a avaliação da viabilidade socioeconômica de um projeto é dada pelo seu efeito incremental, ou seja, a alternativa avaliada (no caso, as 4 UHEs no Tapajós) em comparação com outras formas de se atender aos mesmos objetivos sociais subjacentes: entregar energia ao Sistema Interligado Nacional (SIN). Assim, foi estabelecida uma combinação de fontes geradoras alternativas, composta exclusivamente por renováveis não hídricas (denominada de Mix).

O **RELATÓRIO COMPLETO DA ACB**, em especial seus anexos, compara não só o Mix, mas diversas outras combinações de fontes geradoras, além de fontes individuais – todos resultados reforçam as mesmas conclusões aqui apresentadas.

Para efeito de simulação, é considerado um **mix que injeta exatamente a mesma quantidade de energia líquida no SIN e com a mesma confiabilidade**, pois endereça a mesma demanda de energia e atende aos mesmos usuários ligados à rede de distribuição do mercado regulado (consumidores residenciais, comerciais, industriais e institucionais). Para tanto, deve operar a partir de um mesmo ano de início e durante exatamente o mesmo período de operação que as UHEs.

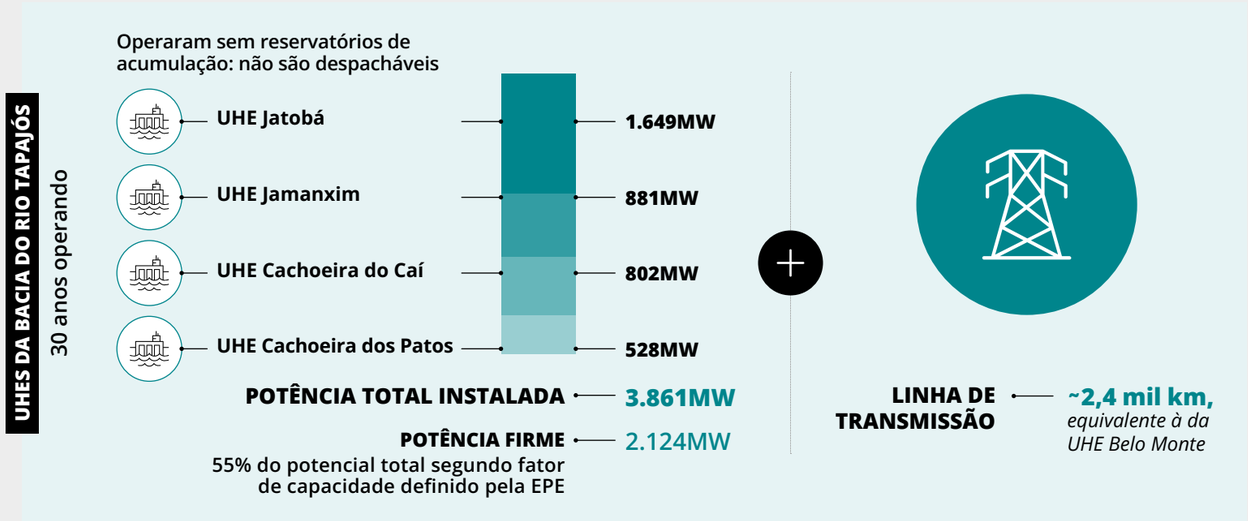
COMPARANDO DOIS PROJETOS DIFERENTES QUE ENTREGAM EXATAMENTE O MESMO BENEFÍCIO PARA A SOCIEDADE

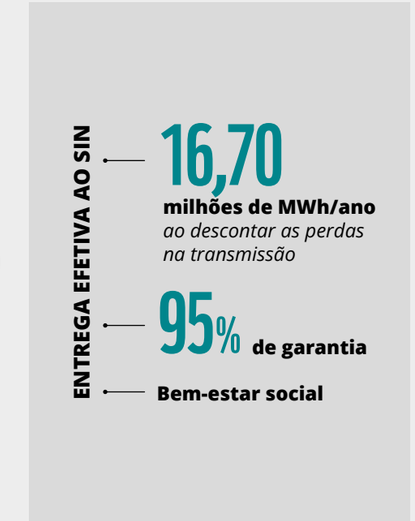
UHEs da Bacia do Rio Tapajós e suas linhas de transmissão (LT) versus Mix de energias renováveis não hídricas e suas linhas de transmissão

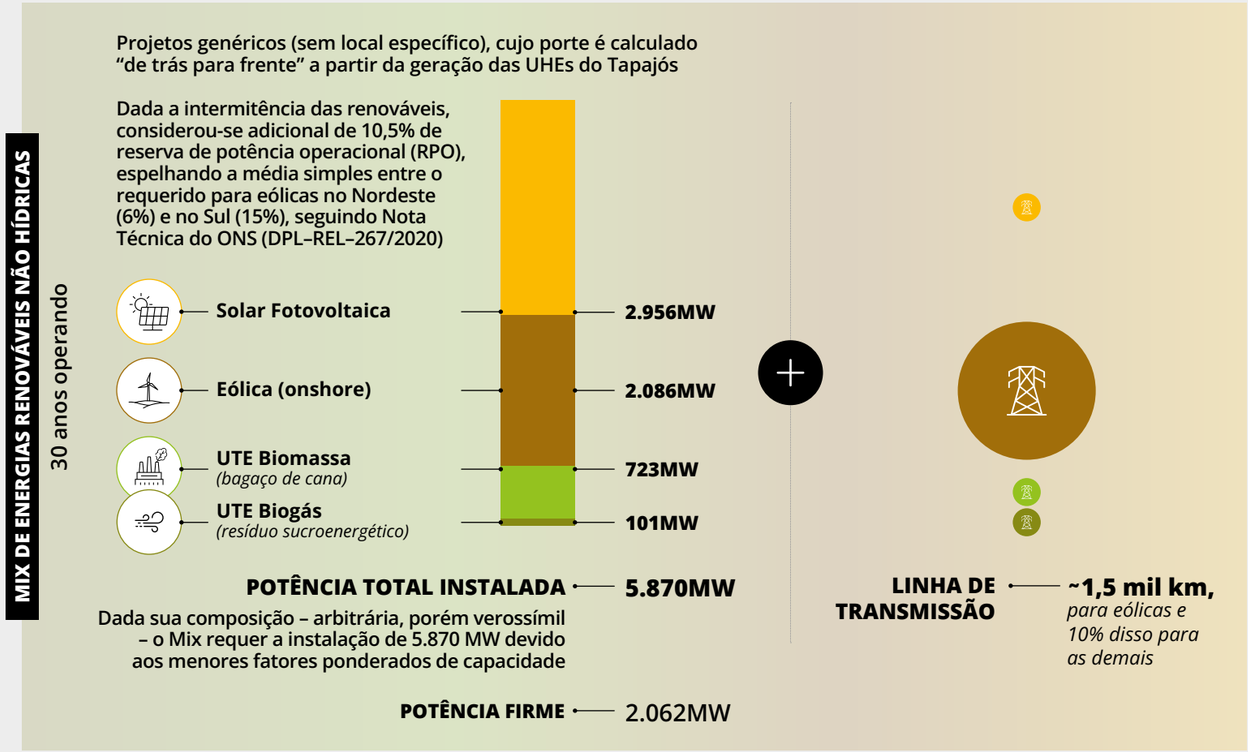
POR QUE ESSES PROJETOS SÃO COMPARÁVEIS?
O conceito de Unidade AUTOSSUFICIENTE de análise

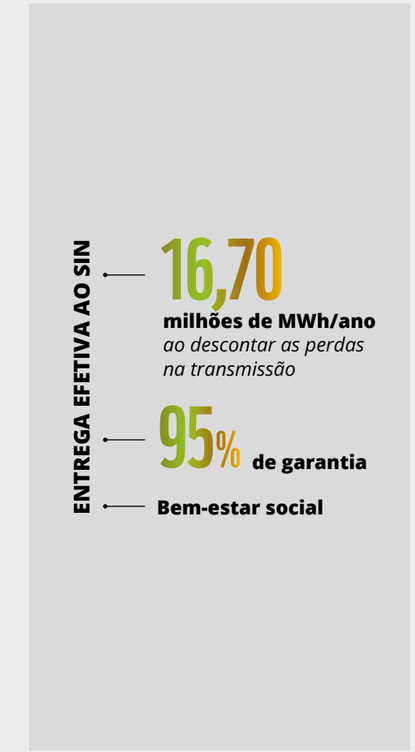
Conforme o Guia ACB, os projetos comparados devem compor unidades autossuficientes de análise – ou seja, devem conter todos os elementos que se fazem necessários para que a geração dos benefícios almejados seja possível.

No caso do setor de energia elétrica, significa que tanto as UHEs como o Mix incluam as linhas de transmissão necessárias para que haja a entrega dessa energia ao SIN (incluindo também as perdas que ocorrem nesse transporte). Adicionalmente, no caso do Mix, significa considerar a inclusão de Reserva de Potência suficiente para cobrir a eventual intermitência dessas fontes.









Valores com data-base de preços de 2021 (tal como no caderno EPE).

Data-base de planejamento (ano 0): 2022.

Ano 1 do fluxo monetário de custos, benefícios e externalidades: 2023.

Prazo médio de construção de uma UHE = 3,3 a 3,6 anos segundo EPE, considerado como 4 anos no caso Tapajós (2023–2026).

Vida útil de 30 anos, iniciados no ano seguinte à implantação, 2027 (segundo EPE para UHEs)

Início da implantação das usinas hidrelétricas no ano 1 e do Mix no ano 3. Início da operação de ambas no ano 5 e tempo de operação de 30 anos. O Mix tem vida útil menor, o que requer reinvestimento que se inicia com tempo suficiente para que comece outro ciclo de geração de energia um ano após o término da vida útil do investimento original.

Dentre os principais indicadores de viabilidade de uma análise de custo-benefício, destaca-se o **Valor Social Presente Líquido Comparativo (ΔVSPL).** Trata-se da diferença entre VSPL do cenário de projeto (UHEs) e do cenário base (Mix de energias renováveis não hídricas) e pode ser definido como sendo o somatório dos benefícios e custos líquidos apurados a cada período por todo o horizonte da análise, trazido a valor presente por meio da **TAXA SOCIAL DE DESCONTO (TSD)**. Em outras palavras, valor presente social líquido comparativo é a soma dos fluxos líquidos descontados, para o qual um valor negativo significa que o projeto é socialmente inviável quando comparado ao cenário base.

TAXA SOCIAL DE DESCONTO (TSD): Para se reduzir o fluxo de custos, benefícios e externalidades, que se estende por 30 anos, em um único valor atual e que pode ser comparado a quaisquer outras opções de investimento (valor presente líquido), deve-se descontá-lo por uma taxa que represente o custo de oportunidade de aplicação alternativa do recurso. No caso da ACB, é utilizada a Taxa Social de Desconto (TSD), estimada especificamente para a avaliação de investimentos em infraestrutura, conforme definição do Governo Federal.

A TSD é de 8,5% ao ano, com limiar de 5,7% ao ano em um cenário otimista e de 11,4% ao ano em um cenário pessimista. Nota-se que o PDE 2031 (EPE, 2022) utiliza a taxa de desconto de 8% que, mesmo não representando a taxa social propriamente dita, está bastante próxima.



Fonte: IPEA, 2022

Assim, conforme o Guia ACB, para obtermos o ΔVSPL, é preciso calcular o fluxo de benefícios, custos e externalidades (positivas e negativas) ao longo da vida útil estabelecida do projeto e sua alternativa. Para que seja uma avaliação socioeconômica (e não financeira), também se exige que os valores estejam a **PREÇOS SOCIAIS**.

Outro indicador relevante na análise ACB é a razão entre o benefício e o custo (B/C). Quando o resultado da razão B/C é inferior a 1, ou seja, os custos são maiores que os benefícios, o projeto deve ser descartado. Custos superiores aos benefícios representam a subtração de recursos limitados que poderiam ser utilizados em projetos alternativos. No caso do ΔVSPL, resultados negativos indicam o descarte do projeto analisado em detrimento da alternativa.



Expedição pela Amazônia, em 2021

PREÇOS SOCIAIS E APLICAÇÃO DE FATORES DE CONVERSÃO: Ao adotar a ótica da sociedade, a ACB utiliza preços sociais (também chamados de preços sombra), e não necessariamente os preços de mercado (preços observados). Os preços sociais: i) **corrigem as distorções embutidas nos preços de mercado, que incluem impostos, subsídios, taxas e tarifas (transferências entre agentes econômicos da mesma sociedade)**; ii) **consideram a disposição a pagar dos usuários para incrementos de bem-estar** e iii) **incluem as externalidades, positivas ou negativas**.

Para a consideração de custos econômicos diretos dos projetos (despesas de capital (Capex) e operacionais (Opex) das UHEs e Mix, incluindo linhas de transmissão e intermitência, consultados junto ao PDE 2031 da EPE) em detrimento a valores de mercado, os fatores de conversão constantes do Catálogo de Parâmetros do IPEA[6], calculados para esse fim, foram aplicados.



Fordlândia, no Rio Tapajós

© Adriano Gambarini / WWF-Brasil

COMPOSIÇÃO DO VALOR SOCIAL PRESENTE LÍQUIDO COMPARATIVO (ΔVSPL)

O ΔVSPL é composto pela diferença entre o VSPL do projeto (UHEs) e sua alternativa (Mix). O VSPL de cada projeto é obtido a partir do seu benefício econômico subtraídos os seus custos diretos e suas externalidades. O valor negativo do ΔVSPL indica a inviabilidade das UHEs frente ao Mix

UHES DA BACIA DO RIO TAPAJÓS

BENEFÍCIOS

R$48,33 bi

Valor econômico de 16,7 milhões de MWh/ano

CUSTOS DIRETOS

R$36,73 bi

- **Capex** (investimento)
- **Linhas de transmissão**
- **Opex** (operação e manutenção)
- **Combustível** (UTE requerem)
- **Repex** (iguala vida útil – 30 anos)
- **Intermitência** (adicional para renováveis)

EXTERNALIDADES

R$6,06 bi

- **Emissões GEE** (perda de estoque C por supressão vegetal dos lagos e LT, desmatamento)
- **Perda/ganho de atividade econômica**
- **Perda de Serviços Ecossistêmicos**

FLUXO R$ DESCONTADO

30 anos de operação

R$5,54 bi

Valor Social Presente Líquido (VSPL)

Valor Social Presente Líquido Comparativo (ΔVSPL) = – R$11,81 bi

MIX DE ENERGIAS RENOVÁVEIS NÃO HÍDRICAS

R$48,33 bi

Valor econômico de 16,7 milhões de MWh/ano

R$30,34 bi

- **Capex** (investimento)
- **Linhas de transmissão**
- **Opex** (operação e manutenção)
- **Combustível** (UTE requerem)
- **Repex** (iguala vida útil – 30 anos)
- **Intermitência** (adicional para renováveis)

R$0,64 bi

- **Emissões GEE** (foram embutidas emissões do ciclo de vida todo das fontes)
- **Perda/ganho de atividade econômica**
- **Perda de Serviços Ecossistêmicos**

R$17,35 bi

Valor Social Presente Líquido (VSPL)

Taxa Social de Desconto: **8,5%/ano**
(IPEA, 2022)

BENEFÍCIOS

A valoração dos benefícios foi realizada com base no aumento da oferta de energia ao SIN (16,70 milhões de MWh/ano), considerando a disposição a pagar dos usuários em seu mercado regulado.

São R$ 6,232 milhões anuais, com alocação temporal entre o 5º e o 30º ano.

Em valor social presente (mediante aplicação da Taxa Social de Desconto – TSD), **a valoração dos benefícios resulta em R$ 48,33 bilhões que cada um dos projetos** (UHEs e o Mix) gera.

BENEFÍCIOS

Valorados em

R$ 48,33 bi

para cada um dos projetos

—

CUSTOS DIRETOS

Custos a preços de mercado estimados com base nos parâmetros setoriais, em grande parte compilados a partir do caderno denominado "Parâmetros de Custos – Geração e Transmissão" do PDE 2031 (EPE, 2022), e posteriormente convertidos em preços sociais com base no Catálogo de Parâmetros do IPEA.

Dado que os benefícios sociais são os mesmos, a opção mais vantajosa do ponto de vista social (de melhor relação benefício/custo) é decidida pelo conjunto de custos e de externalidades.

Custos sociais diretos (Capex e Opex) variam significativamente entre as UHEs e o Mix. Em valor social presente:

UHEs: Capex de R$ 23,82 bi; Opex de R$ 0,62 bi; LT com custo de R$ 12,29 bi. TOTAL = R$ 36,73 bi.

Mix: Capex de R$ 17,35 bi; Opex maior, de R$ 1,26 bi; Custo com as LT é menor, de R$ 4,90 bi, e os gastos com combustível para as UTEs, a biomassa e o biogás são de R$ 2,40 bi. A reserva de potência, dada a maior intermitência das fontes, é de R$ 4,42 bi. TOTAL = R$ 30,34 bi.

O Mix apresenta custos diretos menores que os das UHEs em R$ 6,39 bi.

CUSTOS DIRETOS

do Mix são menores que os das UHEs em

R$ 6,39 bi

—

EXTERNALIDADES

Embora diversas externalidades sejam reconhecidas, foram consideradas as mais consagradas e com informações disponíveis, estimadas com base na literatura acadêmica e dados governamentais:

Emissões de gases de efeito estufa: perda do estoque de carbono na biomassa pela supressão florestal na área dos lagos e das LT, além do desmatamento induzido; emissões relativas à emissão de gases de efeito estufa operacionais.

Perdas e ganhos de atividades econômicas: perdas nas atividades pesqueiras, de produção agrícola, de oportunidade de extração de produtos madeireiros e não madeireiros. Ganho de oportunidade de atividade econômica nas áreas legalmente desmatadas.

Perda de serviços ecossistêmicos: de regulação do ciclo hidrológico e de provisão de habitat.

As externalidades da UHEs somam, em valor social presente, R$ 6,06 bilhões.

Para o Mix, considerou-se duas externalidades que independem de locais de instalação específicos: emissão de gases de efeito estufa (inclui emissões de ciclo de vida completo) e consumo de água nas UTEs.

O Mix gera R$ 0,64 bi em externalidades consideradas.

Resultados incrementais e testes de sensibilidade compõem a análise das externalidades entre as UHEs e o Mix *(ver Análise Probabilística, pg 37)*.

=

INDICADOR DE [NÃO] VIABILIDADE

Valor Social Presente Líquido Comparativo (ΔVSPL)

Com as estimações dos benefícios, custos diretos e externalidades sociais das UHEs do Tapajós e do Mix de renováveis não hídricas, foi possível realizar a avaliação de retorno econômico comparativo entre elas.

O resultado indica que implantar as UHEs em detrimento ao Mix de fontes renováveis não hídricas gera um **ΔVSPL negativo de R$ 11,81 bilhões**.

Além disso, a razão Benefício/Custo é de 0,72. Segundo o Guia ACB, **os projetos com ΔVSPL negativos e razão B/C inferior a 1 devem ser rejeitados.**

Logo, esses resultados apontam a inviabilidade das UHEs.

INDICADOR DE [NÃO] VIABILIDADE

ΔVSPL negativo de

R$ 11,81 bi



Construção da UHE de Belo Monte

MAS O QUE ISSO QUER DIZER?

Os indicadores da ACB (ΔVSPL e razão B/C) comprovam a inviabilidade das UHEs na Bacia do Tapajós e apresentam o Mix de fontes renováveis não hídricas como a melhor opção para gerar a demanda que será entregue ao Sistema Integrado Nacional.

Ainda, os indicadores revelam a incapacidade do projeto de UHEs em atender aos critérios de valor social agregado ao ponto de possibilitar a compensação entre beneficiários e prejudicados.

Conforme a diretriz do custo de oportunidade, o projeto alternativo (no caso, o Mix) deve ser implementado, permitindo a alocação dos recursos escassos naquilo que alcança resultados mais apropriados para a sociedade.

INDICADOR DE [NÃO] VIABILIDADE

O ΔVSPL indica que **investir nas UHEs e não no Mix gera uma perda de valor social da ordem de R$ 11,81 bilhões.**

Essa diferença de valores representa aproximadamente 38% dos custos e externalidades do próprio Mix, ou seja, **se pode gerar 38% a mais de energia elétrica com as renováveis não hídricas pelo mesmo custo social que teriam as UHEs do Tapajós.**

CUSTO SOCIAL

O **custo social direto** (antes das externalidades) das UHEs é de R$ 36,73 bilhões, enquanto o do Mix é de R$ 30,34 bilhões. Isso significa que, mesmo antes de serem contabilizadas as externalidades, a sociedade ganha R$ 6,39 bilhões ao optar pelo Mix de renováveis não hídricas.

EXTERNALIDADES

A supressão da vegetação florestal para conformação dos lagos das UHEs torna a opção uma emissora líquida de CO_2, externalidade valorada em R$ 3,79 bi (valor social presente).

A emissão comparativa de gases de efeito estufa das UHEs do Tapajós em relação ao Mix de renováveis não hídricas inverte totalmente a lógica de energia "limpa" comumente associada à fonte hídrica, e prova não se tratar de estratégia de mitigação da mudança do clima – ao contrário, **investir nas UHEs é contribuir de forma significativa para o agravamento da crise climática.**

A valoração de alguns dos serviços ecossistêmicos que se arrisca perder com as UHEs ajuda a revelar os riscos associados ao barramento do último grande rio de fluxo livre da Amazônia brasileira, abrigo de sociobiodiversidade ímpar.

INVESTIR NAS UHES GERA

R$ 11,81 bi
de perda de valor social

38%
a menos de energia elétrica do que as **renováveis não hídricas** pelo mesmo custo social

Custo social direto de
R$ 36,73 bi

R$ 6,39 bi
a mais que o Mix de renováveis não hídricas

R$ 3,79 bi
em emissão líquida de CO_2 *(valor social presente)*

4.

MUITO PIOR QUE O ENCOMENDADO: O QUE AS EXTERNALIDADES E A ANÁLISE DE RISCO NOS MOSTRAM?

A metodologia de ACB socioeconômica pressupõe a consideração das externalidades, mas mesmo antes de sua inclusão já se observa a inviabilidade das UHEs frente ao Mix. As linhas de transmissão e demais aspectos da composição da unidade autossuficiente de análise (intermitência e compatibilização de vida útil) revelam que **as UHEs apresentam um custo muito maior do que as renováveis não hídricas no ciclo de 30 anos de geração de energia.**

A inclusão das externalidades aumenta o custo comparativo das UHEs, pois ao promoverem a supressão de áreas florestais (99 mil ha apenas na formação dos lagos), geram a perda de carbono estocado que se converte em CO_2 na atmosfera. Ao longo de seu ciclo de vida, as fontes renováveis não hídricas do Mix também emitem gases de efeito estufa, mas em proporções muito diminutas. No balanço comparativo das emissões ao longo dos 30 anos de operação, as hidrelétricas emitem 129 milhões de tCO_2 a mais, não podendo, claramente, serem vistas como “limpas”.

O resultado padrão da ACB inclui ainda outras externalidades locais e regionais, como as variações nas atividades produtivas nas áreas afetadas, as perdas na atividade pesqueira que afetam as comunidades ribeirinhas a montante e a jusante, além de impor prejuízos à pesca comercial, promover a perda de serviços ecossistêmicos regionais sobre as atividades de pecuária e sojicultura e a perda de serviços ecossistêmicos de provisão de habitat.

Além das externalidades, a metodologia de ACB também pressupõe **análise de riscos**: na Amazônia, um dos mais notáveis é o de desempenho. A **mudança do clima** e o desmatamento afetam o ciclo hidrológico, com perspectivas de reduzir o fator de capacidade firme de energia na Bacia do Rio Tapajós, tal como desvendado por modelagem hidrológica.

O risco de **sobrecustos** e **atrasos** também são típicos e tendem a se materializar para todas as fontes geradoras de energia. Historicamente, todavia, as UHEs se destacam por apresentarem tanto sobrecustos como atrasos muito superiores aos das demais fontes, como a solar e a eólica. Quando o comportamento histórico desse risco é adicionado tanto para as UHEs quanto para o Mix, nota-se um incremento significativo da diferença (para pior) das barragens amazônicas.

O efeito cumulativo dos custos, externalidades e riscos superiores das UHEs em relação ao Mix chega a negativos R$ 34 bilhões, e aponta para uma ordem de grandeza tamanha que supera em R$ 3,7 bilhões o custo direto do próprio Mix, que é de R$ 30,3 bilhões.

Em outras palavras: optar pelas fontes renováveis não hídricas e não pelas UHEs permite gerar o dobro de energia e ainda economizar R$ 3,7 bilhões.

VALORES INCREMENTAIS DO ΔVSPL CONSIDERANDO ANÁLISE DE RISCOS

Valores incrementais do Valor Social Presente Líquido Comparativo e da análise de risco (prevista na Metodologia ACB), considerando o impacto da mudança do clima, sobrecustos e atrasos nas obras.

R$ 0 bi | - R$ 5 bi | - R$ 10 bi | - R$ 15 bi | - R$ 20 bi | - R$ 25 bi | - R$ 30 bi | - R$ 35 bi

RESULTADO PADRÃO DA ACB: - R$ 12 BI

- R$ 6,4 bi
- R$ 4,5 bi
- R$ 0,9bi

PREJUÍZOS INCREMENTAIS EVIDENCIADOS PELA ANÁLISE DE RISCO

- R$ 2,8 bi
- R$ 16,8 bi
- R$ 2,6 bi

CUSTOS DIRETOS

Resultado apenas didático!

A metodologia pressupõe a consideração das externalidades

PARÂMETROS:
Fator de Capacidade, Capex, Opex, combustíveis... os mesmos usados no PDE e PNE

CONVERSÃO PARA PREÇOS SOCIAIS:
parâmetros do IPEA para bens e serviços nacionais e mão de obra

INTERMITÊNCIA:
10,5% de reserva de potência adicional pela intermitência das renováveis

COMBUSTÍVEL:
custos para o bagaço de cana e a biomassa

RESIDUAL E REPEX
para equiparar a vida útil em operação por 30 anos:

30 anos | 25 anos | 20 anos

EXTERNALIDADES

GLOBAIS:

EMISSÕES DE GEE: perda de estoque de C (supressão vegetal dos lagos e LTs, desmatamento induzido) e ACV do Mix. Valoração pelo custo social do carbono

UHEs suprimem > 100 mil ha de florestas (não é energia limpa).

LOCAIS E REGIONAIS:

· **Variação nas atividades produtivas** (perdas e ganhos com pecuária, agricultura e atividades de extração).

· **Perdas na atividade pesqueira** (afetando as comunidades ribeirinhas e a pesca comercial).

· **Perda de serviços ecossistêmicos** de provisão de habitat e regionais (sobre as atividades de pecuária e sojicultura).

Além dessas, outras externalidades reconhecidas, mas não incluídas no estudo incluem alterações i) na **estrutura de coesão social**; (ii) no **pulso de inundações**; (iii) na **conectividade fluvial** e (iv) nos **serviços ecossistêmicos hidrológicos**. Detalhamentos a seguir.

MUDANÇA DO CLIMA

Aumenta os custos em

24%

Modelagem dos efeitos hidrológicos apontam **redução no fator de capacidade firme de energia** na bacia acarretando risco de desempenho.

EXEMPLO: Belo Monte tem capacidade instalada de 11.223 MW, potência firme de 4.571 MW e gerou, em meados de 2021, ~500 MW devido a menores precipitações.

SOBRECUSTOS

São típicos para todas as fontes, mas variam muito entre elas: **UHEs são notórias geradoras de sobrecustos!**

Análise de sensibilidade ao **SOBRECUSTO MÉDIO** do setor

70,6% UHEs

12,6% Mix

Os orçamentos das UHEs devem ser aumentados em ~75% para ter 50% de chance de que os custos finais estejam dentro do previsto *(Callegari, Szklo & Schaeffer, 2018)*[7].

ATRASOS

Análise de sensibilidade ao atraso médio do setor (2 anos UHEs vs Mix)

ATRASOS MÉDIOS DO SETOR:

2,5 anos | 0,4 anos | 0.0 anos

EXEMPLO: UHE Belo Monte teve seu prazo inicial dobrado.

TOTAL

Considerando o efeito dos **CUSTOS**, **EXTERNALIDADES** e **RISCOS** associados à **MUDANÇA DO CLIMA**, **SOBRECUSTOS** e **ATRASOS**, investir nas UHEs traz um

PREJUÍZO da ordem de **R$ 34 bi** à sociedade brasileira.

Optar pelas fontes renováveis não hídricas **PERMITE GERAR O DOBRO DE ENERGIA** e

ECONOMIZAR R$ 3,7 bi

OUTROS RISCOS

RISCOS CONHECIDOS E NÃO CONSIDERADOS: [8]

- **Conflitos sociais;**
- **Judicialização;**
- **Violação dos direitos humanos;**
- **Impactos diferenciados de gênero e violência e**
- **Destruição dos meios de subsistência e locais sagrados.**



Construção da usina hidrelétrica de Belo Monte

EXTERNALIDADES ECONÔMICAS: SUBESTIMADAS, MAS COM PESO LOCAL

Externalidades, por definição, englobam todos os efeitos gerados pelo projeto que recaem sobre terceiros e que, quando negativos, não são devidamente compensados (diferentemente de efeitos reconhecidos e incorporados aos custos do projeto, a exemplo do reassentamento involuntário). Gerar externalidades é inevitável, o que faz sua inclusão na ACB obrigatória: projetos distintos que atendem ao mesmo objetivo (como é o caso das UHEs vs. o Mix) ou alternativas distintas de um mesmo projeto (traçado A ou B de uma ferrovia) podem ter externalidades radicalmente diferentes.

Determinados efeitos, mesmo quando reconhecidos, não são compensáveis ou sequer facilmente quantificáveis e/ou valoráveis devido à sua natureza. Nesta ACB, efeitos negativos altamente relevantes das UHEs não puderam ser plenamente incluídos, tais como:

- **alterações na estrutura e coesão social das populações tradicionais, não compensáveis monetariamente**
- **mudanças no pulso de inundação, com consequências negativas para todo o ecossistema a jusante**
- **perda de serviços ecossistêmicos hidrológicos "exportados" para outras regiões do país**
- **alterações na conectividade fluvial, gerando perda de diversidade e biomassa, simplificação da estrutura trófica**
- **interrupção de rotas migratórias e extinções locais da fauna associada**

Dos efeitos incluídos, o de maior valor foi referente às **emissões de GEE (R$ 5,12 bi, 84,5% das externalidades totais das UHEs em valor presente)**: as áreas florestadas no bioma Amazônico são responsáveis por um vasto estoque de carbono (R$ 4,36 bi), além de emitirem CO_2 e CH_4 pelos lagos (R$ 0,76 bi). O conjunto de externalidades das atividades econômicas se subdivide no custo de oportunidade de uso do solo (tanto perdas quanto ganhos) e na perda na atividade pesqueira. Seu valor monetário, negativo em R$ 0,30 bi, é sensivelmente inferior ao das emissões de GEE e representa 5% dos totais, embora seja altamente relevante em âmbito local – é maior que o PIB do município de Trairão-PA e afeta 13 mil pessoas.

Dois efeitos na provisão de serviços ecossistêmicos (SE) puderam ser quantificados e valorados: i) regulação do ciclo hidrológico e ii) provisão de habitat. No primeiro, associou-se a perda de cobertura vegetal com a queda na produtividade da soja e pecuária regional, na própria Amazônia. Seu valor (R$ 0,09 bilhões) é baixo em relação às demais (1,5%), mas equivale à produção agrícola anual de Novo Progresso-PA, município com a maior área plantada na região. Caso a perda de SE hidrológicos "exportados" para outras regiões do país tivesse sido quantificada, capturaria as consequências negativas para a valiosa produção agrícola no Centro-Oeste e no Sudeste.

A provisão de habitat, por fim, baseou-se em 35 estudos que valoram esse SE em R$ 2,36 mil ha/ano na média, com intervalo mínimo e máximo de R$ 0,57 e 4,16 mil ha/ano, o que se equipara ao valor da pecuária regional (R$ 1,90 mil ha/ano). Como forma conservadora, fez-se uso na ACB do valor mínimo do SE, que resultou em negativos R$ 0,55 bi (9,1% das externalidades totais) – equivalente ao Opex (custos operacionais) das UHEs. Caso se optasse pelo parâmetro médio, a externalidade seria de R$ 2,28 bi (3,7 vezes o Opex e mais da metade do valor das emissões de GEE).

EFEITOS INCLUÍDOS

Emissões de GEE

R$ 5,12 bi



84,5%

das externalidades totais das UHEs em valor presente

As áreas florestadas no bioma Amazônico são responsáveis por um vasto estoque de carbono

R$ 4,36 bi

ANÁLISE PROBABILÍSTICA: RESULTADOS CONSERVADORES E ROBUSTEZ PARA ENCERRAR A DISCUSSÃO DE VEZ

O resultado extremamente negativo das UHEs comparado ao Mix de renováveis não hídricas foi reforçado pela **análise probabilística de risco** (simulação de Monte Carlo). Após 9.999 sorteios aleatórios de possíveis variações para diversos elementos de riscos e incertezas da análise, **foi observado que em 50% das vezes as UHEs apresentaram prejuízos entre R$ 22,6 bi e R$ 33,8 bi.** A mediana apontou para um resultado negativo de R$ 27,7 bilhões em valor social presente líquido comparativo. Além disso, foi encontrada uma chance irrisória (0,01%) de se obter algum resultado positivo para as UHEs, sendo que o índice Benefício/Custo foi superior a 0,5 apenas 45,6% das vezes.

A análise de Monte Carlo incluiu os seguintes elementos, tanto para as UHEs quanto para o Mix:

incidência de atrasos

incidência de sobrecustos

variações nos parâmetros de Capex e Opex

variabilidade no clima futuro (mudança do clima)

fatores de capacidade

parâmetro de estoque de carbono na área de vegetação florestal

parâmetro de emissão de CO_2

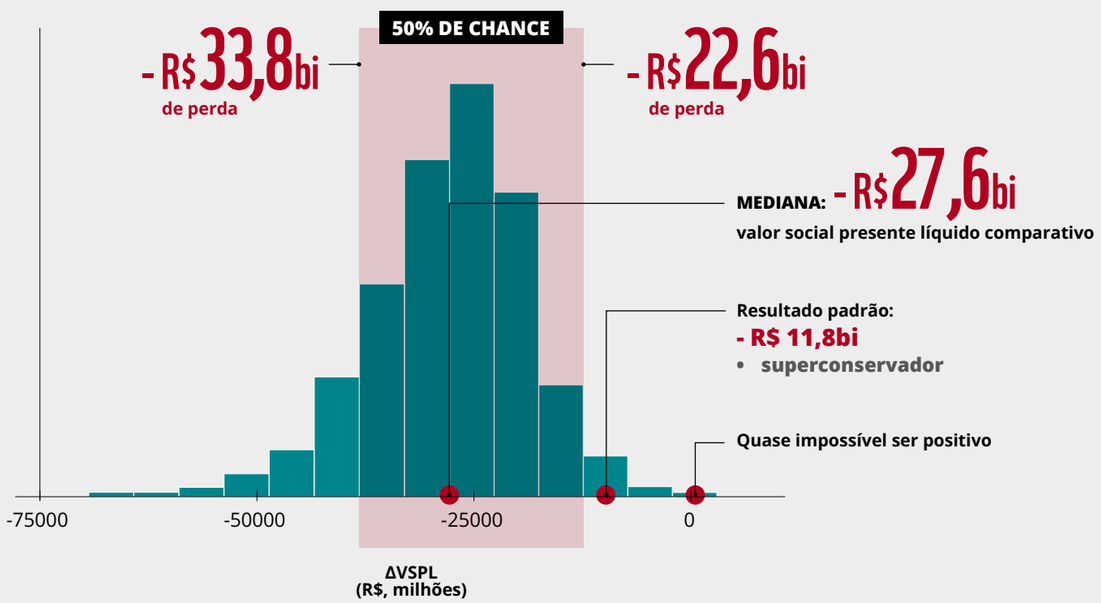
extensão do desmatamento induzido

parâmetro de controle do desmatamento na Amazônia

A **ANÁLISE DE MONTE CARLO** é uma técnica estatística para lidar com incertezas (na modelagem) e riscos (externos) do projeto. Realiza diversos sorteios aleatórios de variáveis chave, respeitando seus padrões de distribuição. Com base na leitura integrada de seus resultados, concede robustez à tomada de decisão.

A análise probabilística de risco reforça os resultados já contundentes da avaliação individual dos efeitos da mudança do clima, dos sobrecustos e atrasos, concluindo com robustez que investir nas UHEs do Tapajós é inaceitável.

DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE DO ΔVSPL





5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa análise serve como estudo de caso para a incipiente adoção da metodologia de ACB Preliminar no âmbito do planejamento nacional e é evidência de sua aplicabilidade e relevância.

Pelo lado do **MÉTODO**, ressalta-se o referencial aportado pelo **Guia ACB** e pelo toolbox produzido especialmente para uso nas avaliações custo-benefício, sobretudo o **Catálogo de Parâmetros Federais** do IPEA (que permitiu a aplicação dos fatores de conversão dos custos diretos, além de estabelecer a Taxa Social de Desconto) e o **Anexo ao Guia ACB de Risco Climático**[9]. Essas publicações padronizam conceitos, nomenclaturas e ritos, reduzem assimetrias e permitem a comparabilidade e a aferição de resultados.

As metodologias, adotadas em conjunto com as informações oriundas do planejamento setorial em energia elétrica (sistematizadas pela EPE, a exemplo dos "Parâmetros de Custos – Geração e Transmissão" do PDE 2031), permitiram a expedita elaboração da ACB Preliminar em estrita aderência ao planejamento setorial com alto grau de confiabilidade dos resultados. Essa robustez não se dá pela "infalibilidade" das estimativas utilizadas – ao contrário, se dá pelo reconhecimento de seus limites e aplicação de testes sistemáticos de sensibilidade e de análise probabilística de risco.

A condução da análise seguindo o Guia ACB também concede transparência na avaliação dos projetos de investimento, facilitando a comunicação com as partes interessadas e o entendimento dos motivos para se optar por uma alternativa em detrimento de outras.



© Zig Koch / WWF

Igarapé no Rio Juruena



Vista aérea do Rio Amazonas

© Nicolas Villaume / WWF-US

Pois, para além de parâmetros que contemplem objetivos pretendidos pelos governos e demais tomadores de decisão quanto a planos de desenvolvimento, o contexto político-institucional, as aspirações de crescimento econômico e as metas sociais e ambientais do país devem compor o complexo processo de escolha (*trade-offs*), em especial os relacionados aos investimentos em infraestrutura. Por sua vez, essas complexas discussões não só podem como devem ser compartilhadas com quem será afetado – a sociedade brasileira.

Os **RESULTADOS** da ACB Preliminar aplicada às UHEs do Tapajós também revelam o benefício da aplicação tempestiva do método no ciclo de planejamento a montante (*upstream planning*): **descartar definitivamente as quatro hidrelétricas na Bacia do Rio Tapajós em detrimento aos projetos de geração energética renováveis não hídricos promove a economia de ao menos R$ 11,81 bilhões, podendo atingir mais de R$ 34 bilhões.** O montante é suficiente para gerar, com as mesmas fontes do Mix de energia renovável não hídrica, um total de 38% a mais de energia elétrica.

Mesmo que os recursos economizados sejam destinados para outros setores, estes representam cerca de 6% do nível de investimentos médio da economia nacional nos últimos anos. Economizar valores dessa natureza se torna essencial frente à restrição fiscal e permite direcionar recursos para alternativas que agregam benefícios legítimos à sociedade. Considerações como essa só podem ser realizadas mediante o contraste de alternativas – é o custo de oportunidade que importa.

A **ACB Preliminar aporta VISÃO SOCIOECONÔMICA à tomada de decisão**, avaliando a viabilidade para a sociedade brasileira como um todo antes de se debruçar (e comprometer recursos e tempo) sobre questões técnicas (estudos de engenharia e de impacto ambiental) e financeiras (ótica do empreendedor, que é apenas um dos vários membros da sociedade). As particularidades regionais, tal como a ímpar biodiversidade amazônica, também compuseram o extenso rol de atributos avaliados na ACB: mesmo que parcialmente, os **serviços ecossistêmicos foram valorados lado a lado aos custos diretos de investimento e operação** (expressos a preços sociais).

Esta **ACB** contribui de forma direta ao atendimento às recomendações tecidas pelo TCU no Acórdão 2.723/2017. Neste, apontam-se as falhas de visão sistêmica e olhar socioeconômico amplo para a avaliação da viabilidade de barragens na Amazônia.



Visão aérea da barragem Teles Pires no Rio Teles Pires

A identificação, quantificação e **valoração monetária de várias das externalidades**, tanto positivas quanto negativas, foi possível graças ao vasto arcabouço de conhecimento disponível para a região do projeto. A aplicação da ACB em locais distintos, no entanto, pode encontrar maiores restrições. Externalidades como a poluição de corpos hídricos, contaminação de solos, poluição atmosférica, degradação de ecossistemas e outros podem ser auferidas de forma regional e disponibilizadas em catálogos para uso em ACBs, a exemplo do que já ocorre no Chile, Reino Unido e outros. De forma a instrumentalizar futuras análises, seria imprescindível a potencialização de investimentos na sistematização de publicações científicas e técnicas que permitam parametrizar efeitos sociais e ambientais para comparações futuras paulatinamente mais racionais e justas.

Esta ACB Preliminar contribui ainda no preenchimento da lacuna de conhecimento identificada por Athayde et al. (2019)[10], autores que apontam a necessidade de se realizar avaliações de custos e benefícios socioeconômicos de barragens existentes e planejadas nos sistemas fluviais amazônicos.

Finalmente, o WWF-Brasil espera que a monetização ora realizada de apenas alguns dos serviços ecossistêmicos de provisão, regulação, suporte e culturais, providos pela Bacia do Rio Tapajós, ilumine a compreensão da amplitude, da abrangência e do valor intrínseco desse último grande rio de fluxo livre da Amazônia brasileira, abrigo de socio-biodiversidade ímpar. Nenhuma decisão acerca desse território, seja para a implantação de infraestruturas ou implementação de políticas, deve ser tomada sem essa compreensão e – em última instância – respeito.



Rio Madeira na barragem da Usina de Santo Antônio

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Este documento é baseado no **RELATÓRIO COMPLETO DA ACB**. Consulte para uma compreensão abrangente e detalhada do contexto e das conclusões.

DISPONÍVEL AQUI

1 THA, D. & STUCCHI, D. (2023) Avaliação Socioeconômica de Custo-Benefício (ACB) de Usinas Hidrelétricas na Bacia do Rio Tapajós. Kralingen Consultoria Pinhais - PR.

2 TCU – Tribunal de Contas da União: Acórdão 2.723/2017 – TCU – Plenário. DISPONÍVEL AQUI

3 BRASIL. Estruturação de propostas de investimento em infraestrutura: Modelo de cinco dimensões. Brasília - DF: Ministério da Economia, 2023. DISPONÍVEL AQUI

4 BRASIL. Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura. Brasília - DF: Ministério da Economia, Versão 3, 2022. DISPONÍVEL AQUI

5 EPE. Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2031 (PDE 2031). Rio de Janeiro - RJ: Empresa de Pesquisa Energética, 2022. DISPONÍVEL AQUI

6 BRASIL e IPEA. Catálogo de Parâmetros – Anexo do Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura. Brasília - DF e Rio de Janeiro - RJ: Ministério da Economia e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Versão 1, 2022. DISPONÍVEL AQUI

7 Callegari C.L., Szklo A, Schaeffer R: Cost overruns and delays in energy megaprojects: how big is big enough? Energy Policy 2018, 114:211–220. DISPONÍVEL AQUI

8 Castro E: Produção de conhecimento sobre hidrelétricas na área de ciências humanas no Brasil. Novos Cad NAEA 2018, 21:31– 59. DISPONÍVEL AQUI

Ferraco A.L.: Belo Monte dam: a case for third generation rights legitimacy. Rev Andin Estud Polit 2018, 8:104–122. DISPONÍVEL AQUI

Scabin FS, Pedroso Junior NN, Cruz JC da C: Judicialização de grandes empreendimentos no Brasil: uma visão sobre os impactos da instalação de usinas hidrelétricas em populações locais na Amazônia. R Pós Ci Soc 2014, 11:130–150. DISPONÍVEL AQUI

Riethof M: The international human rights discourse as a strategic focus in socio-environmental conflicts: the case of hydro-electric dams in Brazil. Int J Hum Rights 2017, 21:482– 499. DISPONÍVEL AQUI

Jaichand V, Sampaio AA: Dam and be damned: the adverse impacts of Belo Monte on indigenous peoples in Brazil. Hum Rights Q 2013, 35:408–447. DISPONÍVEL AQUI

Castro-Diaz L, Lopez MC, Moran E: Gender-differentiated impacts of the Belo Monte Hydroelectric Dam on downstream fishers in the Brazilian Amazon. Hum Ecol 2018, 46. DISPONÍVEL AQUI

Heiskel TM: Recognizing women in the struggle for social and environmental justice in the context of the Belo Monte hydropower dam in the Brazilian Amazon. MS Thesis. Norwegian University of Life Sciences; 2016. DISPONÍVEL AQUI

Bro AS, Moran E, Calvi MF: Market participation in the age of big dams: the Belo Monte Hydroelectric Dam and its impact on rural agrarian households. Sustainability 2018, 10. DISPONÍVEL AQUI

Athayde S: Introduction: indigenous peoples, dams and resistance in Brazilian Amazonia. Tipiti: J Soc Anthropol Lowl South Am 2014, 12:80–92. DISPONÍVEL AQUI

9 BRASIL e GIZ. Riscos Climáticos – Anexo do Guia Geral de Análise Socioeconômica de Custo-Benefício de Projetos de Investimento em Infraestrutura. Brasília - DF: Ministério da Economia e Deutsche Gesellscha ft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, com apoio técnico de Kralingen Consultoria, Versão 1, 2022. DISPONÍVEL AQUI

10 ATHAYDE, S.; MATHEWS, M.; BOHLMAN, S. et al. Mapping research on hydropower and sustainability in the Brazilian Amazon: advances, gaps in knowledge and future directions. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 37, p. 50–69, 2019. DISPONÍVEL AQUI

Construção da usina hidrelétrica de Belo Monte

© Daniel Beltrá / Greenpeace

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Análise socioeconômica de custo-benefício nas decisões de infraestrutura [livro eletrônico] : a comprovação da inviabilidade das hidrelétricas na Bacia do rio Tapajós usando o Guia ACB do Governo Federal / Alexandre Gross...[et al.]. -- Brasília, DF : Fundo Mundial Para a Natureza, 2024.
PDF

Outros autores: Silvia Zanatta, Daniel Thá, Roberta Rodrigues.
Bibliografia.
ISBN 978-65-89267-08-9

1. Custos - Administração 2. Infraestrutura (Economia) 3. Usinas hidrelétricas 4. Usinas hidrelétricas - Projetos e construção I. Gross, Alexandre. II. Zanatta, Silvia. III. Thá, Daniel. IV. Rodrigues, Roberta.

24-189326 CDD-621.312134

Índices para catálogo sistemático:

1. Usinas hidrelétricas : Engenharia 621.312134

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

WWF-BRASIL
Diretor Executivo
Maurício Voivodic

FICHA TÉCNICA

AUTORES
Texto:
Alexandre Gross, Silvia Zanatta *(Especialistas de Conservação)*
Daniel Thá *(Kralingen Consultoria)*
Roberta Rodrigues *(A&F Conversa)*
Revisão:
Helga Correa Wiederhecker, Rodrigo Balbueno *(Especialistas de Conservação)*

Projeto gráfico e design editorial: Laboota
Imagens:
Mariana Baptista *(estagiária de comunicação)*,
Leonardo Azevedo, *(analista de engajamento)*
Regiane Guzzon *(Analista de Engajamento)*
Edição:
Roberta Rodrigues *(A&F Conversa)*