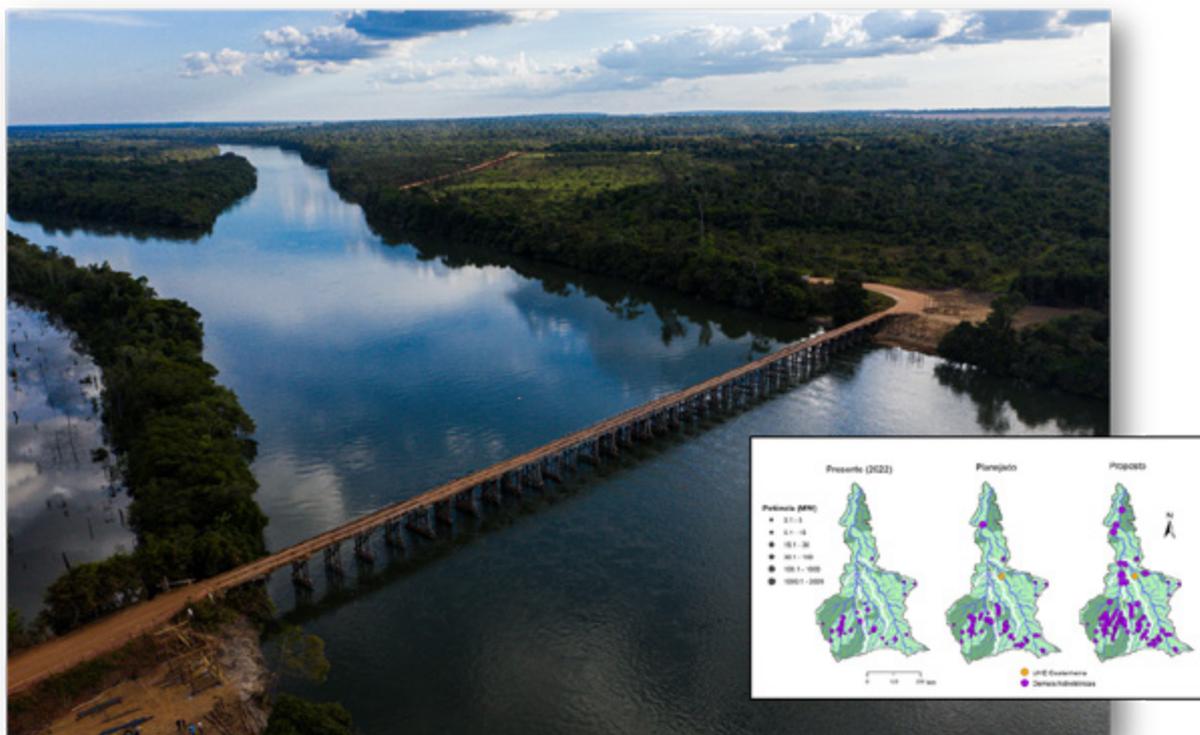


LAUDO TÉCNICO: ANÁLISE DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E LICENCIAMENTO DA UHE CASTANHEIRA

Bacia do Rio Juruena, sub-bacia do Rio Arinos



Miami e Cuiabá
Outubro de 2022

REALIZAÇÃO:



APOIO:





LAUDO TÉCNICO: ANÁLISE DA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E LICENCIAMENTO DA **UHE CASTANHEIRA**

Bacia do Rio Juruena, sub-bacia do Rio Arinos

OPERAÇÃO AMAZÔNIA NATIVA - OPAN

EQUIPE: Prof. Dra. *Simone Athayde* - Professora Associada, Departamento de Estudos Socioculturais e Globais e Centro de Estudos Latinoamericanos e Caribenhos, Universidade Internacional da Flórida - FIU. MSc. *Renata Utsunomiya* - Estudante de doutorado, PROCAM - USP e Universidade Internacional da Flórida - FIU.

COLABORADORES: Prof. Dr. Evandro Mateus Moretto - Professor Associado, Escola de Artes, Ciências e Humanidades - EACH, Universidade de São Paulo – USP. Prof. Dr. Thiago Couto, Pesquisador de Pós-doutorado, Laboratório de Rios Tropicais, Florida International University. Rede Internacional de Pesquisa sobre Barragens Amazônicas - RBA/ADN/RIRA **EQUIPE DA OPAN:** Adriana Werneck Regina, Adriele Précoma, Andreia Fanzeres, Cristian Felipe Rodrigues Pereira, Marcos Ramires e Ricardo Carvalho.

CITAÇÃO: Athayde, S.; Utsunomiya, R.; Couto, T. ; Moretto E. M.; Werneck-Regina, A.; Précoma, A.F.A.; Fanzeres, A.M.P; Ramires, M.M. Pereira, C.F.R. e Carvalho, R.C. 2022. Laudo Técnico. Análise Técnica da Avaliação de Impactos Cumulativos no Processo de Planejamento e Licenciamento da UHE Castanheira, bacia do rio Juruena, sub-bacia do rio Arinos, MT, Brasil. Miami e Cuiabá: Florida International University (FIU) e Operação Amazônia Nativa (OPAN).

**Miami e Cuiabá
Outubro de 2022**

SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO	5	5.2.1 Encadeamento (Tiering)	41
LISTA DE ABREVIATURAS	8	5.2.2 Fase de definição do escopo	44
1. INTRODUÇÃO	10	5.2.2.1 Escala temporal	45
2. BREVE CARACTERIZAÇÃO DA BACIA E DO EMPREENDIMENTO	14	5.2.2.2 Escala espacial	45
3. ARCABOUÇO CONCEITUAL E DE POLÍTICAS PÚBLICAS	19	5.2.2.3 Consulta pública e/ou consulta a partes interessadas	46
3.1 Conceitos-chave e etapas da Avaliação de Impactos Cumulativos	19	5.2.2.4 Conceito de Componente Ambiental ou Social Selecionado (CASS)	47
3.2 Políticas de impactos cumulativos no Brasil e no mundo	25	5.2.3 Fase de diagnóstico ou análise retrospectiva	48
3.3 Boas práticas em Avaliação de Impacto Cumulativo	27	5.2.4 Fase de análise de impactos	49
4. METODOLOGIA	29	5.2.4.1 Análise prospectiva	49
4.1 Base conceitual e metodológica	29	5.2.4.2 Avaliação de significância	50
4.2 Análise documental	30	5.2.5 Medidas de mitigação, gestão e acompanhamento	51
4.3 Análise de Componentes Ambientais ou Sociais Selecionados (CASS)	30	5.2.6 Discussão geral	51
4.4 Análise de conectividade hidrológica	35	5.3 Conectividade hidrológica	58
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38	5.4 Análise dos Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS)	63
5.1 Conceitos e abordagens utilizados nos instrumentos de planejamento e licenciamento ambiental	38	5.4.1 Água	64
5.2 Avaliação dos critérios de boas práticas para AIC nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental	40	5.4.1.1 Fósforo total, uso do solo na bacia e tributários do reservatório da UHE Castanheira	65
		5.4.1.3 Análises não realizadas e lacunas de conhecimento	72
		5.4.1.4 Recomendações para o CASS Água	78



5.4.2 Peixes e Pesca	79	7. REFERÊNCIAS	129
5.4.2.1 A ictiofauna da bacia do Juruena	79	ANEXOS	141
5.4.2.2 A ictiofauna dos rios Arinos e dos Peixes	82	ANEXO I – Cálculos das análises de conectividade hidrológica	141
5.4.2.3 Espécies migratórias e impactos cumulativos	84	ANEXO II - Relatórios de reuniões para tratar de questões relativas a impactos cumulativos	142
5.4.2.4 A pesca de subsistência, indígena, esportiva e comercial	90	ANEXO III – Cartas e manifestos de povos Indígenas, comunidades locais e sociedade em geral	142
5.4.2.5 Recomendações para o CASS Peixes e Pesca	98		
5.4.3 Cadeias causais e impactos cumulativos nos CASS	99		
5.5 Implicações para a reprodução física e cultural dos Povos Indígenas	107		
5.5.1 Navegação no rio Arinos	111		
5.5.2 Espécie de importância cultural – Tracajá	113		
5.5.3 Espécie de importância cultural – Tutãra e Waribubutsa	114		
5.5.4 Avaliação de impactos de espécies de importância cultural	115		
6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	119		
6.1 Parecer da equipe técnica	119		
6.2. Respostas às perguntas norteadoras	120		
6.3 Síntese das recomendações para os CASS Água e Peixes e Pesca	127		
6.3.1 Recomendações para o CASS da Água	127		
6.3.2 Recomendações para o CASS de Peixes e Pesca	128		

SUMÁRIO EXECUTIVO

Este laudo técnico visa contribuir para a construção de estratégias voltadas ao planejamento regional integrado e à sustentabilidade da bacia do rio Juruena (MT), bem como para a defesa de direitos socioambientais difusos e dos direitos dos povos indígenas e comunidades tradicionais. O objetivo específico é analisar de que forma a avaliação de impactos cumulativos foi abordada nos instrumentos de planejamento e licenciamento da Usina Hidrelétrica Castanheira (UHE Castanheira), proposta para ser implementada a aproximadamente 120 km da foz do rio Arinos (município de Juara), afluente da margem direita do rio Juruena.

A partir do quadro preocupante de impactos socioeconômicos, culturais e ambientais resultantes da possível instalação da UHE Castanheira na sub-bacia do rio Arinos documentados em instrumentos de planejamento e de licenciamento, bem como em outras análises, foi identificada a necessidade da realização de estudos aprofundados sobre os possíveis impactos cumulativos da UHE Castanheira.

Este laudo técnico visa contribuir para preencher esta importante lacuna de conhecimento, trazendo elementos para uma discussão dos possíveis impactos cumulativos potenciais advindos da construção da UHE Castanheira. A partir da análise dos documentos de planejamento e de licenciamento relevantes, apresenta-se um conjunto de conclusões e recomendações destinadas aos órgãos competentes, às populações mais diretamente afetadas, incluindo os povos indígenas Apiaká, Kayabi, Munduruku, Rikbaktsa e Tapayuna, e à sociedade em geral. Cabe ressaltar que esta análise tem caráter exploratório, utilizando-se de dados e informações já existentes, apresentados nos documentos que subsidiam o planejamento e o licenciamento da UHE Castanheira. Esses documentos incluíram a Avaliação Ambiental Integrada (AAI) da Bacia do Rio Juruena (EPE, 2010; 2011); O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Castanheira (EPE, 2015a); e o Estudo do Componente Indígena (ECI) da UHE Castanheira (EPE e MRS, 2017). Além desses documentos centrais, realizou-se a revisão de literatura científica pertinente, bem como de outros documentos relevantes.

As perguntas que nortearam a elaboração deste trabalho foram definidas em reuniões realizadas com a equipe da Operação Amazônia Nativa (OPAN) e incluem: 1. De que forma os impactos cumulativos (aditivos e sinérgicos) advindos da possível construção da UHE Castanheira foram contemplados nos documentos que embasam o processo de planejamento e de licenciamento da UHE Castanheira? Foram empregados princípios, métodos e abordagem adequados a parâmetros de boas práticas definidos de acordo com a literatura pertinente nacional e internacional? 2. Até que ponto as análises realizadas em escala de bacia pela AAI foram levadas em consideração pelo EIA (encadeamento)? 3. Quais as principais implicações de impactos cumulativos relativos para a resiliência socioecológica da bacia e relativas aos povos indígenas e às comunidades locais, a partir da possível instalação da UHE Castanheira?

4. Que diretrizes e boas práticas para a avaliação de impactos cumulativos poderiam ser utilizadas no processo de tomada de decisão relativo à UHE Castanheira? Que recomendações de metodologias e análises podem ser relevantes para os órgãos competentes? 5. Quais são as principais lacunas de conhecimento e hipóteses a serem aprofundadas na compreensão dos impactos cumulativos?

Este laudo está organizado em cinco seções principais. A primeira parte inclui uma breve caracterização do projeto da UHE Castanheira e da bacia do Rio Juruena e sub-bacia do Arinos, no que tange às suas características socioeconômicas e ambientais, bem como uma descrição dos principais documentos e instrumentos utilizados no processo de planejamento e licenciamento do empreendimento. Em seguida, apresenta-se um apanhado do arcabouço conceitual adotado para este trabalho, incluindo conceitos-chave, principais políticas de impactos cumulativos no Brasil e no mundo, e uma síntese de boas práticas em processos de avaliação de impactos cumulativos (AIC) com base na literatura de referência. Na sequência, descreve-se a metodologia utilizada para as análises quantitativas e qualitativas realizadas, tanto com foco em temas transversais como no encadeamento entre instrumentos de planejamento e gestão (*tiering*, em inglês) e na análise de conectividade hidrológica, como análises mais específicas realizadas para os Componentes Ambientais e Sociais Seleccionados (CASS), incluindo o desenvolvimento de hipóteses exploratórias e cadeias causais. Por fim, finaliza-se este laudo técnico com a apresentação de conclusões, respostas às perguntas norteadoras, e recomendações técnicas destinadas a subsidiar o processo de tomada de decisão da UHE Castanheira, com sugestões de estudos adicionais necessários à compreensão de temas críticos relativos à viabilidade socioambiental do empreendimento.

Como principais conclusões deste esforço interdisciplinar, tem-se: a falta de consideração e inclusão de critérios de boas práticas para a avaliação de impactos cumulativos nos instrumentos de planejamento e de licenciamento, principalmente em relação ao EIA da UHE Castanheira; as falhas no encadeamento e desarticulação entre conceitos, metodologias e tópicos considerados nos instrumentos de planejamento e de licenciamento; a provável quebra irreversível de conectividade da bacia do Juruena a partir da construção da UHE Castanheira, que se configura como uma das piores opções locais para hidrelétricas na bacia em relação à perda de conectividade hidrológica; importantes lacunas de informações, de conhecimento importantes e de recomendações relativas a vários temas e impactos cumulativos, tais como: a ictiofauna, a pesca e espécies de peixes migratórios; possíveis impactos cumulativos sobre espécies de gastrópodes e moluscos bivalves de importância cultural, especialmente para o povo Rikbaktsa; cenários de desmatamento atualizados e riscos de perdas de matas ciliares, e suas implicações para a fauna aquática, habitats e ecossistemas, ictiofauna, populações indígenas, pescadores profissionais e outros grupos humanos; falta de consideração e conhecimentos sobre impactos sobre a vazão à jusante do reservatório, interações com conectividade hidrológica, mudanças climáticas,

desmatamento e sustentabilidade da biota aquática, dos ambientes e de populações humanas; lacunas sobre o risco de eutrofização e concentração de fósforo, alterando a qualidade da água, e seus impactos socioecológicos cumulativos; análises de cenários de geração de energia considerando-se o contexto atual e futuro de mudanças climáticas; riscos de etnocídio e violação de direitos indígenas constitucionais; e alternativas energéticas e locacionais a partir da utilização de ferramentas tecnológicas e análises computacionais disponíveis, que podem informar análises robustas que considerem a otimização da potência de geração relativa a critérios de manutenção de serviços ecossistêmicos críticos de bacias amazônicas.

Com base nos resultados obtidos, indica-se a inviabilidade técnica da UHE Castanheira no que tange aos impactos socioecológicos cumulativos, à quebra crítica de conectividade hidrológica que a mesma poderá causar no sistema fluvial Tapajós-Juruena-Arinos-Peixes, e à sobrevivência física e cultural dos povos indígenas que habitam a região. Como alternativas, recomenda-se o desenvolvimento de estudos complementares sobre as lacunas acima, bem como a atualização de dados, informações e análises realizadas na AAI, incluindo o conjunto de CGHs, PCHs e UHEs existentes, planejadas e propostas para a bacia do Juruena. Finalmente, recomenda-se adoção de boas práticas em planejamento e gestão ambiental, a criação do Comitê de Bacia Hidrográfica para a bacia do Juruena, e a possível utilização do instrumento de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) para a bacia do Tapajós, garantindo ampla participação da sociedade civil e partes interessadas em todos estes processos.

LISTA DE ABREVIATURAS

AAE - Avaliação Ambiental Estratégica

AAI - Avaliação Ambiental Integrada

AAR - Área de Abrangência Regional

ACP - Ação Civil Pública

ANA - Agência nacional de águas e saneamento básico

AIA - Avaliação de Impacto Ambiental

AIC - Avaliação de Impacto Cumulativo

AID - Área de Influência Direta

AII - Área de Influência Indireta

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

CASS - Componente Ambiental e Social Selecionado

CGH - Central Geradora Hidrelétrica

CCLPI - Consulta e Consentimento Livre, Prévio e Informado

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPUE - Captura por Unidade de Esforço

CSF - Conservation Strategy Fund

DCI - Dendritic Connectivity Index - Índice de Conectividade Dendrítica

DCIi - Índice de Conectividade Dendrítica - imigrantes

DCIp - Índice de Conectividade Dendrítica - potamódromos

EIA - Estudo de Impacto Ambiental

EI - Estudo de Impacto Ambiental do Componente Indígena

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

EVTE - Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica

FIU - Florida International University

FUNAI - Fundação Nacional dos Povos Indígenas

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

IQA - Índice de Qualidade da Água

IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza

LI - Licença de Instalação

LO - Licença de Operação

LP - Licença Prévia

MME - Ministério de Minas e Energia

MPF - Ministério Público Federal



MPMT – Ministério Público Estadual de Mato Grosso

OIT – Organização Internacional do Trabalho

OPAN – Operação Amazônia Nativa

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PBA – Projeto Básico Ambiental

PBA-CI – Projeto Básico Ambiental do Componente Indígena

PDE – Plano Decenal de Expansão de Energia

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

RGP – Registro Geral da Pesca

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SEMA – MT – Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Mato Grosso

SIN – Sistema Interligado Nacional de geração e transmissão de energia

TNC – The Nature Conservancy

UHE – Usina Hidrelétrica

TI – Terra Indígena

UC – Unidade de Conservação

WCS – Wildlife Conservation Society

1. INTRODUÇÃO

O presente laudo técnico visa contribuir para a elaboração de estratégias voltadas à proteção da Bacia Hidrográfica do Juruena e à defesa de direitos socioambientais difusos e dos direitos dos povos indígenas, comunidades tradicionais e populações potencialmente ou já atingidas por projetos de infraestrutura, empreendimentos hidrelétricos e extrativismo na região. O objetivo específico deste trabalho é analisar de que forma a avaliação de impactos cumulativos foi considerada nos instrumentos de planejamento e de licenciamento da Usina Hidrelétrica Castanheira, proposta para ser implementada a aproximadamente 120 km da foz do rio Arinos (município de Juara), afluente da margem direita do rio Juruena.

A UHE Castanheira esteve prevista no Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) e no Plano Decenal de Energia de 2023, com previsão para início das operações em 2028 (Brasil, 2021). A UHE Castanheira é um dos empreendimentos prioritários do Plano de Parcerias e Investimentos (PPI) do governo federal atualmente. Esta hidrelétrica foi identificada nos estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do Rio Juruena realizados pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), e aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 2011. A EPE é a agência responsável pelos estudos de impacto ambiental. A condução do processo de licenciamento da usina é de responsabilidade da Secretaria Estadual de Meio Ambiente de Mato Grosso - SEMA/MT. A EPE contratou os serviços do consórcio Habtec Mott MacDonald - Novaterra para a realização dos estudos de impacto ambiental (EPE, 2022).

O projeto da UHE Castanheira prevê o alagamento de uma área de 94,7 Km², com uma capacidade de geração prevista para 140 MW, sendo 98,43 MW de energia firme. Os investimentos previstos são da ordem de R\$ 15.426.000,00 (INESC, 2022). O licenciamento ambiental desta hidrelétrica está na fase prévia de avaliação de viabilidade ambiental do empreendimento e da realização de audiências públicas, as quais foram canceladas e/ou paralisadas desde 2018. O próximo passo do processo de licenciamento deste projeto deveria compreender a realização de audiências públicas. Em maio de 2022, aconteceram duas reuniões organizadas pela EPE para apresentação do ECI aos indígenas, uma na TI Erikpatsa e outra na TI Apiaká-Kayabi. Em relação aos povos indígenas, existe também a necessidade de garantir a execução de um processo de Consulta e Consentimento Livre, Prévio e Informado (CCLPI) satisfatório junto aos povos e comunidades Indígenas a serem afetados pelo empreendimento, seguindo os dispositivos da Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (Organização Internacional do Trabalho/OIT, 1989), da qual o Brasil é signatário. Com a pandemia Covid-19, o processo de licenciamento ficou parcialmente paralisado.

O projeto e os estudos de impacto ambiental da UHE Castanheira têm sido alvo de uma série de controvérsias, questionamentos e representações movidas junto ao MPF pela sociedade civil (Fundação Oswaldo Cruz, 2022). Estes questionamentos relacionam-se às

preocupações de populações indígenas, pescadores, moradores locais e organizações não-governamentais e são relativas aos aspectos principais mencionados a seguir.

A sub-bacia do rio Arinos é a região com a maior diversidade de espécies de peixes catalogadas na Bacia do rio Juruena, sendo a maioria formada por espécies migradoras que se movimentam ao longo da calha principal do rio ou de seus tributários para reprodução, alimentação e/ou crescimento das larvas (Silva et al., 2021). Com o barramento, muitas espécies de importância local e regional para a pesca, tanto de subsistência, como comercial e esportiva, poderão sofrer diversos impactos e redução em suas populações, ou até mesmo extinção local, causando danos sociais e ambientais difíceis de serem avaliados, dada a falta de informação suficiente para orientar o processo de decisão. Esta falta de informação diz respeito principalmente à ausência ou precariedade dos estudos de avaliação de impactos cumulativos nos instrumentos de planejamento e de licenciamento da UHE Castanheira, incluindo a desconsideração das várias pequenas usinas já em operação na bacia, bem como as pequenas e grandes hidrelétricas planejadas ou propostas para a região (MPMT, 2021).

O projeto irá causar impactos que podem ser tanto irreversíveis, ou impossíveis de serem quantificados ou mitigados em relação ao patrimônio arqueológico e cultural regional e à reprodução física e cultural dos povos Indígenas que dependem do rio Arinos e seus afluentes para suas atividades culturais e de soberania alimentar, contrariando dispositivos estabelecidos na Constituição Brasileira de 1988 (CEPEDES; OPAN, 2020). Um exemplo de impactos culturais impossíveis de serem quantificados ou mitigados inclui importantes rituais de casamento entre o Povo Rikbaktsa, para o qual são utilizadas as conchas do bivalve *tutãra* na língua Rikbaktsa, nome científico *Paxyodon syrmatophorus*, o qual corre risco de desaparecimento caso a construção da UHE Castanheira se concretize (Athila, 2020, 2019; Callil, 2019; EPE and MRS, 2017).

A área de influência direta da UHE Castanheira é ocupada tradicionalmente por indígenas de isolamento voluntário pertencentes ao grupo étnico dos Tapayuna ou Beíço-de-Pau, os quais não foram considerados nos programas de mitigação e/ou compensação propostos pela EPE e a empresa MRS Estudos Ambientais, responsáveis pela elaboração do Estudo do Componente Indígena (EPE and MRS, 2017; Paes, 2019). Parte dos últimos 160 representantes deste povo no Brasil depende do rio Arinos para sobreviver.

O projeto da UHE Castanheira tem sua viabilidade econômica questionada. De acordo com uma análise de custo-benefício realizada pela Conservation Strategy Fund (CSF), os impactos negativos destacados foram as emissões de gases de efeito estufa, a perda econômica gerada pela inundação de áreas produtivas e a diminuição da renda econômica dos pescadores presentes no rio Arinos. Dentre os impactos positivos, foi destacada a geração de energia elétrica (Vilela and Gasparinetti, 2018). Os resultados deste estudo sugerem que o projeto de construção

da UHE Castanheira não é viável financeiramente. A partir de dados do empreendimento, utilizados em análises dos indicadores tradicionais de viabilidade do projeto, os autores concluíram que, caso fosse construída, a UHE Castanheira poderia gerar um prejuízo de aproximadamente R\$ 408 milhões aos investidores. Acrescentando-se os custos dos impactos negativos destacados acima (sem considerar as perdas materiais e culturais sofridas pelos povos Indígenas), foi calculada uma perda potencial do projeto de aproximadamente R\$ 589 milhões.

A partir deste quadro, que incluiu a realização de reuniões com diversos pesquisadores e atores envolvidos no processo de análise da viabilidade ambiental do empreendimento, as quais vêm sendo facilitadas pelo Ministério Público Estadual do Mato Grosso (MPE MT), foi identificada a necessidade da realização de estudos mais aprofundados sobre os possíveis impactos cumulativos (aditivos e sinérgicos, ver conceitos-chave no item 3.1 a seguir) da UHE Castanheira. O presente trabalho visa contribuir para preencher esta lacuna de conhecimento, trazendo elementos para uma discussão dos possíveis impactos cumulativos advindos de uma possível construção da UHE Castanheira na sub-bacia do rio Arinos. Cabe ressaltar que esta análise tem caráter exploratório, que utilizou dados e informações já existentes, apresentados nos documentos que embasam o planejamento e o licenciamento da UHE Castanheira, conforme descrito no item 4-Metodologia. Assim, não foram realizadas coletas de dados primários e nem modelagens mais complexas. Para estas, seria necessária a coleta de dados adicionais em um horizonte de tempo maior, além do envolvimento de uma equipe multidisciplinar com várias especialidades, incluindo a consulta e colaboração com atores que detêm conhecimentos relevantes a serem considerados, como seria recomendável em uma análise aprofundada de impactos cumulativos realizada como parte de um Estudo de Impacto Ambiental, por exemplo.

Como veremos a seguir, a Avaliação de Impactos Cumulativos pode incluir um conjunto diversificado de procedimentos, análises e modelagens, algumas destas realizadas no âmbito da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) da bacia do rio Juruena. O propósito aqui é avaliar de que forma e até que ponto os documentos contemplam critérios, elementos e análises de impactos cumulativos, visando contribuir para o entendimento destes e para identificar lacunas importantes de conhecimento e possíveis estudos de seguimento.

Perguntas norteadoras:

As perguntas norteadoras descritas abaixo foram definidas durante reuniões realizadas com a equipe da OPAN, e foram utilizadas para guiar as análises e recomendações apresentadas neste documento.

1. De que forma os impactos cumulativos (aditivos e sinérgicos) advindos da possível construção da UHE Castanheira foram contemplados nos documentos que embasam o processo de planejamento e de licenciamento da UHE Castanheira? Foram

- empregados princípios, métodos e abordagem adequados a parâmetros de boas práticas definidos de acordo com a literatura pertinente nacional e internacional?
2. Até que ponto as análises realizadas em escala de bacia pela AAI foram levadas em consideração pelo EIA (encadeamento)?
 3. Quais as implicações de impactos cumulativos relativos para a resiliência socioecológica da bacia e relativas aos povos indígenas e as comunidades locais, a partir da possível instalação da UHE Castanheira?
 4. Que diretrizes e boas práticas para a avaliação de impactos cumulativos poderiam ser utilizadas no processo de tomada de decisão relativo à UHE Castanheira? Que recomendações de metodologias e análises podem ser relevantes para os órgãos competentes?
 5. Quais são as principais lacunas de conhecimento e hipóteses a serem aprofundadas na compreensão dos impactos cumulativos?

Estrutura do documento:

Este laudo está organizado em cinco seções principais. A primeira parte inclui uma breve caracterização do projeto da UHE Castanheira e da bacia do rio Juruena e sub-bacia do Arinos no que tange às suas características socioeconômicas e ambientais, bem como uma descrição dos principais documentos e instrumentos utilizados no processo de planejamento e licenciamento do empreendimento. Em seguida, apresenta-se um apanhado do arcabouço conceitual adotado para este trabalho, com conceitos-chave, principais políticas de impactos cumulativos no Brasil e no mundo e uma síntese de boas práticas em processos de avaliação de impactos cumulativos (AIC) com base na literatura de referência.

Na sequência, descreve-se a metodologia utilizada para as análises quantitativas e qualitativas realizadas, tanto com foco em temas transversais como no encadeamento entre instrumentos de planejamento e gestão (*tiering*, em inglês) e a análise de conectividade hidrológica, como análises mais específicas realizadas para os Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS), contemplando o desenvolvimento de hipóteses exploratórias e cadeias causais. Por fim, finaliza-se este laudo técnico com a apresentação de conclusões, respostas às perguntas norteadoras e recomendações técnicas destinadas a subsidiar o processo de tomada de decisão da UHE Castanheira, incluindo sugestões de estudos adicionais necessários à compreensão de temas críticos relativos à viabilidade socioambiental do empreendimento.

2. BREVE CARACTERIZAÇÃO DA BACIA E DO EMPREENDIMENTO

A bacia do rio Tapajós incorpora as bacias dos rios Teles Pires e Juruena, os quais representam importantes cursos hídricos no estado de Mato Grosso, e onde estão programadas outras dezenas de Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs), Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) e hidrelétricas (UHE). A UHE Castanheira é a maior entre os projetos hidroenergéticos planejados para a região da bacia do rio Juruena, a partir dos estudos de inventário da bacia existentes. Esse número exclui as hidrelétricas já aprovadas e construídas, segundo dados da própria Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL 2022). O inventário do potencial energético da bacia do rio Juruena, realizado pela EPE entre 2006 e 2009 e aprovado pela ANEEL em 2010, identificou 22 locais potenciais para a instalação de barragens hidrelétricas, com uma potência somada de 8.831MW (Figura 1).

A bacia do rio Juruena abarca uma área de 190.931 Km² e estende-se por 1.080 km. Os três maiores tributários do Juruena são o rio do Sangue, o rio Arinos e o rio dos Peixes, todos da margem direita. A bacia do Juruena inclui 39 municípios, com uma população total em 2010 de 749.440 pessoas, das quais 14.237 declararam-se indígenas (1,89% da população da bacia). A bacia abrange 22 Terras Indígenas, que ocupam cerca de 27% de sua área total. A diversidade étnica da bacia tem uma significância especial, uma vez que abriga 12 dos 31 povos do estado do Mato Grosso (EPE, 2017).



Figura 1. – Mapa da bacia do rio Juruena no estado de Mato Grosso, com a localização das sub-bacias do Alto Juruena, Sangue, Arinos, Peixes e Baixo Juruena. No canto direito, embaixo, localização dos aproveitamentos selecionados nos estudos de inventário da bacia do rio Juruena, com destaque para a o aproveitamento ARN-120 - UHE Castanheira. Fonte: EPE (2011, 2015).

O projeto da UHE Castanheira localiza-se no baixo curso do rio Arinos, a 120 Km da sua foz e do encontro de suas águas com o rio Juruena no estado de Mato Grosso. Caso esta hidrelétrica venha a ser implementada, terá uma capacidade instalada de 140 MW, cujo reservatório poderá

ocupar uma área de 9.470 hectares (94,7 km²), com uma extensão de 67 km no rio Arinos. A maior parte da área do reservatório (99,96%) pertence ao município de Juara e o restante no município de Novo Horizonte do Norte (0,04%) (EPE, 2015a).

Segundo informações apresentadas no EIA da UHE Castanheira, a sub-bacia hidrográfica do rio Arinos está localizada integralmente no estado do Mato Grosso, com cerca de 59.000 km² de área e abrangendo 14 municípios (tamanho semelhante ao estado da Paraíba). O rio Arinos nasce na Serra Azul, no município de Nobres, e percorre cerca de 760 km até desaguar no rio Juruena. Esta sub-bacia representa 30,9% da área da bacia, reforçando a importância deste tributário para a região banhada pelo rio Juruena (EPE, 2017). Os seus principais afluentes são o rio dos Peixes e o Arinos (EPE, 2015a). O trecho do rio Arinos, onde a construção da UHE Castanheira está prevista, apresenta várias corredeiras e outros obstáculos, além de uma diversidade única de ambientes de importância para a fauna aquática e para a diversidade de espécies de peixes, incluindo espécies migradoras de importância destacada para a pesca (EPE, 2015a). Neste trecho, a vazão média na cheia (mês de março) é da ordem de 1.350 m³/s e na seca (agosto) de 450 m³/s (EPE, 2015a).

A bacia do rio Juruena é ainda pouco conhecida em relação à sua ictiofauna, entendida como o conjunto de espécies de peixes de uma região. Estima-se uma riqueza de aproximadamente 228 espécies para toda a bacia, número que pode estar consideravelmente subestimado tendo em vista a paucidade de levantamentos sistemáticos nas várias sub-bacias e tributários do rio Juruena (EPE, 2011, 2015b; Ohara and Loeb, 2016; Silva et al., 2021). Os estudos da ictiofauna realizados tanto na Avaliação Ambiental Integrada (AAI), como no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE Castanheira sugerem que a região pode abrigar um grande número de espécies ainda desconhecidas da ciência (EPE, 2010, 2011, 2015b).

A UHE Castanheira é uma das sete grandes hidrelétricas previstas no Plano Decenal de Energia 2030, com data estimada de entrada em operação, caso o projeto prossiga, em 2028 (Brasil, 2021). O Estudo de Impacto Ambiental foi finalizado e entregue, sendo a próxima etapa prevista a realização de audiências públicas. A responsabilidade do Estudo de impacto ambiental foi da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) a qual contratou os serviços do consórcio Habtec Mott MacDonald – Novaterra para a realização dos estudos necessários, finalizados e publicados em 2015. A EPE, sob orientação da FUNAI¹, contratou a MRS Estudos Ambientais para a realização do Estudo do Componente Indígena, finalizado e publicado em 2017 (EPE, 2017). A Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Mato Grosso (SEMA/MT) é o órgão ambiental responsável pelo licenciamento da UHE Castanheira, emitindo o Termo de Referência que orientou o Estudo de Impacto Ambiental da UHE Castanheira.

¹ Termos de Referência com base nos Ofícios n° 790/2013/DPDS/FUNAI-MJ), n° 623/2014/PRES/FUNAI-MJ e n° 758/2014/PRES/FUNAI-MJ, no âmbito do Processo n° 08620.084296.2012/60 (EPE, 2017).

No Estudo de Impacto Ambiental foram definidas três tipos de áreas para a avaliação dos impactos da construção e operação da UHE Castanheira: a) Área de Abrangência Regional (AAR); Área de Influência Indireta (All); e Área de Influência Direta (AID). A AAR compreende toda a sub-bacia hidrográfica do rio Arinos. A AAR considerou os 14 municípios inseridos total ou parcialmente nos limites da bacia hidrográfica do rio Arinos (EPE, 2015b). A All corresponde à região do baixo trecho do rio Arinos a partir da sua foz até as proximidades da cidade de Porto dos Gaúchos em relação aos meios físico e biótico, considerando a bacia de contribuição do reservatório e a continuidade dos remanescentes florestais. Para o componente socioeconômico, a All englobou os municípios de Juara e Novo Horizonte do Norte, que terão terras alagadas com a formação do reservatório da usina, e que também possam ser polo de atração à região, com destaque para Juara e Porto dos Gaúchos. A AID compreende às áreas necessárias para implantação do empreendimento, incluindo reservatório, canteiro de obras, alojamentos, bota-fora, empréstimo, vias e locais das obras, além de trecho de 2 Km do rio à jusante da usina e a Área de Preservação Permanente (APP) do reservatório. Segundo o RIMA, para alguns estudos socioeconômicos, a AID inclui também a sede urbana do município de Juara, pois deverá servir como núcleo principal de apoio às obras (EPE 2015a).



Figura 2. Localização das Terras Indígenas Apiaka-Kayabi, Japuira e Erikpatsa na Bacia do rio Juruena, em relação à área prevista para a construção da UHE Castanheira. Fonte: EPE (2017).

O Estudo do Componente Indígena realizado no âmbito do licenciamento da UHE Castanheira abrangeu os povos Apiaká, Kayabi e Munduruku da Terra Indígena (TI) Apiaka-Kayabi, e o povo Rikbaktsa das TIs Japuira e Erikpatsa (Figura 2). Estas TIs localizam-se nos municípios de Brasnorte e Juara. Segundo informações do ECI, os Rikbaktsa entendem que as TIs Erikpatsa, Japuira e Escondido são parcelas de um mesmo território e que o trânsito de seu povo é livre no território formado pelas

três TIs. A TI Apiaká-Kayabi apresentou no censo de 2010 uma população de 805 pessoas, a TI Erikpatsa 908 pessoas, e a TI Japuira 357 pessoas. É importante considerar que esses números estão bastante desatualizados. Esses quatro povos têm um longo e imemorial processo de ocupação da região e mantêm relações de interdependência física, ecológica, cultural e simbólica com os diversos ecossistemas e biodiversidade representados na bacia do rio Juruena e com a sub-bacia do rio Arinos em particular (informações adicionais estão disponíveis no ECI, bem como nas análises e resultados dos CASS apresentados neste documento).

Segundo o RIMA da UHE Castanheira, os principais benefícios de implementação da usina incluem:

- fortalecimento das atividades de comércio e serviços e aumento da receita tributária;
- geração de emprego e renda na fase de construção;
- geração de energia elétrica.
- Os principais impactos negativos sociais e ambientais identificados no EIA/RIMA da UHE Castanheira incluem:
- perda de vegetação nativa na área do reservatório, com impactos sobre a fauna;
- redução de terras e perda de benfeitorias no entorno do reservatório;
- interferências sobre áreas de concessão de direitos minerários;
- impactos sobre sítios arqueológicos e bens culturais relativos aos povos Indígenas da região;
- intensificação de processos erosivos;
- risco de ocorrências de sismicidade induzida;
- alterações nos níveis do lençol freático;
- alteração / impactos sobre o acesso, a qualidade e a disponibilidade da água;
- alterações no mercado imobiliário;
- interferência no sistema viário;
- impacto negativo sobre a atividade de pesca profissional, desportiva e de subsistência;
- alteração da dinâmica de transporte e deposição de sedimentos do rio;
- impactos e alterações na fauna aquática;
- impactos sobre a diversidade e abundância de espécies de peixes, com ênfase para interrupção de rotas de espécies migradoras;
- aumento da população e a pressão sobre a infraestrutura existente de serviços essenciais;

- potencial aumento da incidência de doenças na população local;
- interferência sobre atividades de turismo e lazer.

De acordo com o Estudo do Componente Indígena, os principais impactos específicos sobre as terras e povos indígenas a serem atingidos pela construção da UHE Castanheira incluem:

- geração de expectativas em Relação à UHE Castanheira nas comunidades indígenas;
- alteração na organização social, política e cultural dos Povos Indígenas;
- interferência nas relações comerciais estabelecidas em torno da Castanha-do-Brasil;
- sobrecarga nas atividades de comércio e serviços, prejudicando também os indígenas (ex: acesso à saúde);
- potencial aumento da incidência de doenças, drogas e álcool na população indígena;
- restrição de acesso a áreas usadas nas atividades produtivas e limitação para obtenção de recursos naturais;
- interferência na disponibilidade de recursos florestais e nas atividades de caça;
- aumento de conflitos na atividade de pesca;
- interferência no estoque pesqueiro;
- interferência/ comprometimento das atividades de pesca de tracajás e coleta de ovos;
- interferência no uso da fauna de caramujos e conchas (impacto cultural).

Além desses impactos, identificados no EIA e no ECI, pode-se adicionar a questão do risco de perda da segurança e soberania alimentar das populações indígenas; o aumento de conflitos interétnicos; a perda de conectividade hidrológica da bacia do Juruena; o aumento do desmatamento ilegal na região, pelo aporte de pessoas, serviços e abertura de estradas; e o comprometimento da geração de energia elétrica planejada inicialmente, devido a alterações nos períodos de chuva e seca resultantes das mudanças climáticas (ver discussão sobre CASS e cadeias causais).

3. ARCABOUÇO CONCEITUAL E DE POLÍTICAS PÚBLICAS

3.1 Conceitos-chave e etapas da Avaliação de Impactos Cumulativos

Para fins deste trabalho, definimos os principais conceitos a serem utilizados nas análises apresentadas, adotando a literatura acadêmica e técnica. A ciência e a prática da Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) representam alguns dos temas ambientais, sociais, técnicos e de governança mais complexos e urgentes da atualidade. Globalmente, nota-se uma atenção e preocupação sem precedentes sobre problemas de efeitos ou impactos cumulativos, como mudanças climáticas, insegurança hídrica, poluição do ar e água, perda de habitats para a vida selvagem, e declínio da biodiversidade (Blakley, 2021). Neste trabalho, os termos efeito ou impacto cumulativo serão usados como sinônimos.

O campo da AIC está em constante evolução, inexistindo, até o momento, um procedimento aceito globalmente (Canter and Ross, 2010; Cardinale and Greig, 2013; Sánchez, 2020). A avaliação de impactos cumulativos prevê a análise dos impactos, dos riscos e da incerteza de um determinado projeto ou grupos de projetos (ex: estradas, hidrelétricas, portos, campos petrolíferos, usinas de tratamento de resíduos, estruturas urbanas, etc.) sobre componentes ambientais e sociais valorizados (CASS) em um processo de planejamento regional (Sánchez, 2020). Esses CASS podem incluir água, recursos pesqueiros, solo, sítios arqueológicos, valores estéticos e/ou culturais e outros (Cardinale and Greig, 2013; Hegmann et al., 1999).

A avaliação de impactos cumulativos subentende um processo iterativo inter e transdisciplinar de coleta e análise de dados e informações específicos, relacionados a potenciais impactos socioecológicos advindos de um determinado projeto ou grupos de projetos colocalizados, seja(m) ele(s) de infraestrutura, mineração, extração de petróleo, ou outras atividades com potencial de poluição e/ou degradação ambiental, além de efeitos socioculturais e econômicos. Esses impactos, em escala de projeto(s), devem ser analisados de forma interativa e integrada, seja a partir das relações entre os impactos de um único projeto (ex: contaminação por mercúrio afetando a biodiversidade aquática e a saúde humana), ou relacionados a outras ações, projetos e programas do passado, presente e futuro que tenham afetado ou possam afetar a região e os CASS em foco (Sánchez, 2020).

Os impactos ou efeitos cumulativos são mudanças sociais e/ou ambientais causadas por uma determinada ação que é somada ou associada aos efeitos de outros projetos, fenômenos ou ações do passado, presente e futuro (Blakley 2021). Existem inúmeros tipos de efeitos ou impactos cumulativos, como aditivos, interativos, sinérgicos, antagonísticos, combinados, sequenciais, exponenciais, e outros (ver

Blakley, 2021). Para fins deste documento, serão considerados dois tipos principais de impactos cumulativos (Figura 3): a) aditivos, que podem ser decorrentes da interação de efeitos da mesma natureza ou de naturezas diferentes, mas que sempre geram o mesmo efeito resultante (ex: hidrelétricas construídas em cascata impactando o fluxo da água dos rios). b) sinérgicos são decorrentes de efeitos de naturezas diferentes que resultam em um efeito também de natureza diferente (ex: assoreamento e contaminação dos rios por atividades combinadas de desmatamento, descarga de agrotóxicos e de efluentes domésticos (Hegmann et al., 1999; Seitz et al., 2011).

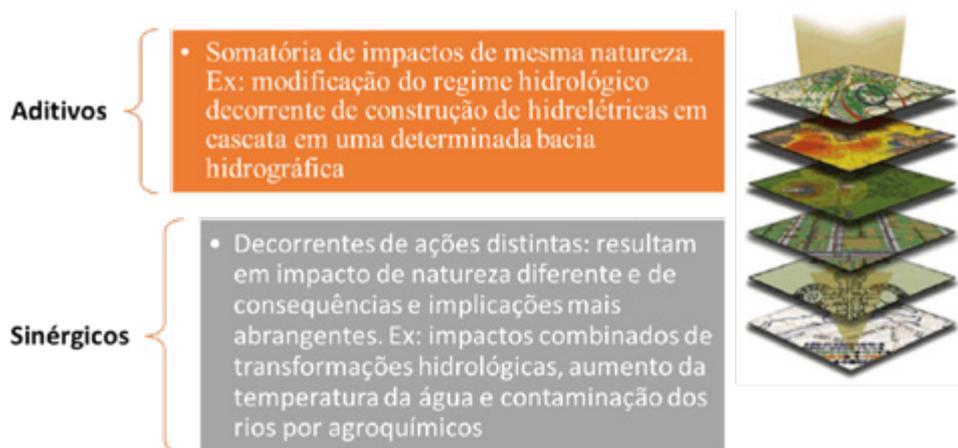


Figura 3. Definição de impactos cumulativos, diferenciados em impactos aditivos e sinérgicos. Elaboração dos autores.

As diversas análises envolvidas em processos de avaliação de impactos cumulativos têm por objetivo informar o processo de tomada de decisão e a avaliação de riscos de diferentes projetos. Segundo Cardinale and Greig (2013), um dos maiores desafios para desenvolvedores de projetos em mercados emergentes é a realização de avaliações e gestão dos impactos cumulativos e riscos relativos às suas atividades. Avaliações de impactos cumulativos de alta qualidade técnica e científica são fundamentais para embasar processos de planejamento e gestão regional, bem como a mitigação e/ou compensação efetivas desses impactos quando for o caso. Isto é especialmente importante no momento presente, em que a humanidade enfrenta diversas crises e a incerteza é alta, pela interação de fatores como mudanças climáticas e imprevisibilidade de padrões climáticos (IPCC, 2021); o aumento de demanda e conflitos por acesso e uso da água (Chen et al., 2021); a perda inestimável de biodiversidade em escalas locais e globais (IPBES, 2019); os efeitos socioeconômicos da pandemia Covid-19 (Nicola et al., 2020); a instabilidade econômica e política (Athayde et al., 2022; Klingemann and Hoffmann-Lange, 2018); a degradação de serviços ecossistêmicos (Scholes et al., 2018), entre outros. Avaliações de impactos cumulativos falhos ou realizados de forma inapropriada são frequentemente alvo de notícias e de batalhas legais entre proponentes ou empresas e grupos de interesse. Blakley (2021) adverte que os impactos cumulativos ambientais, sociais e culturais de diversas atividades como mineração, complexos energéticos e industriais, construção de estradas, projetos de agricultura e drenagem

e outros são experienciados não somente no momento presente, mas ao longo de múltiplas gerações.

Segundo Sánchez (2020), uma AIC pode ser requerida como parte de um único EIA, bem como para grupos de projetos co-localizados. A legislação dos Estados Unidos e Canadá determina que no âmbito de um EIA, deve-se considerar os impactos não somente do projeto em análise, mas de outros existentes ou planejados, bem como os efeitos remanescentes de ações passadas. O autor enfatiza que o escopo mínimo para se avaliar impactos cumulativos é analisar conjuntamente os impactos de todas as instalações de um projeto, inclusive aquelas operadas por terceiros ou as que serão implantadas no futuro.

Cardinale e Greig (2013) explicam que AICs são processos interativos envolvendo diferentes atores sociais ou partes interessadas, que requerem o envolvimento de várias equipes multidisciplinares e uma estrutura de governança efetiva e eficiente. Além disso, esses processos tomam tempo e requerem uma grande intensidade de dados.

Uma AIC pode ser um capítulo específico do EIA, ou integrada à análise dos impactos sobre cada componente específico. O governo canadense (Hegmann et al. 1999), a International Finance Corporation (IFC, Cardinale e Greig, 2013), Sánchez (2020) e mais recentemente Blakley (2021), definiram diferentes etapas em processos de Avaliação de Impactos Cumulativos, as quais possuem vários fatores em comum e são brevemente descritas abaixo (Figuras 4 e 5):

1. Definição do escopo: processos de avaliação de impactos cumulativos normalmente iniciam-se com a delimitação do escopo do projeto, considerada a fase mais importante de uma AIC. Na fase de escopo, são definidas perguntas-chave de importância local e regional, e a determinação de limites e focos temporais e espaciais da análise. Num segundo momento, são identificados os componentes de valor do ecossistema ou sistema socioecológico considerado, os CASS – Componentes Ambientais e Sociais Seleccionados (em inglês, VECs – *Valued Ecosystem Components*). Para Blakley, esta identificação dos CASS (segundo a nomenclatura adotada aqui, proposta originalmente por Sánchez, 2020) ocorre na fase de escopo, concomitantemente à definição dos limites do sistema, projeto ou região em foco. A seleção ou definição dos CASS deve partir de uma análise ampla do contexto socioambiental regional, incluindo levantamentos de dados secundários e informação geográfica, consulta pública, ou, minimamente, consulta a partes interessadas. São exemplos de CASS água, ictiofauna, vida ou organismos aquáticos, pesca, florestas ou cobertura vegetal, conhecimento indígena ou local, manifestações culturais, territórios indígenas, solo, etc. Na Figura 4 dos instrumentos e passos propostos pelo IFC, a fase de escopo seria correspondente aos Passos 1 e 2 da Avaliação de Impactos Cumulativos. Esta proposta também inclui um componente transversal de análise do arcabouço legal, institucional, e de arranjos de governança, o qual é desenvolvido continuamente ao longo do processo.



Figura 4. Etapas ou passos da Avaliação de Impactos Cumulativos propostos pela International Finance Corporation. Adaptado e traduzido de Cardinale e Greig (2013). Este instrumento tem seis etapas ou passos iterativos: Fase de scoping (passos 1 e 2); determinação de linhas de base para os VECs ou CASS (passo 3); avaliação da contribuição do projeto para impactos cumulativos (passo 4); avaliação da significância dos impactos para a viabilidade e sustentabilidade dos VECs ou CASS (passo 5); e desenho e implementação de medidas mitigadoras para a gestão de riscos e impactos cumulativos (passo 6).

2. Análise retrospectiva, identificação e condição dos CASS: num segundo momento, após a definição dos CASS, parte-se para a análise retrospectiva e determinação da condição dos CASS no momento presente. A identificação dos impactos parte dos CASS como receptores de impactos, traçando cadeias causais até as principais fontes. Nesta etapa, é muito importante contar com a disponibilidade de dados e informações confiáveis e fidedignos, que possibilitem a construção de linhas de base robustas e dados históricos sobre como os CASS vêm mudando ou sofrendo transformações ao longo do tempo. Os estudos de base podem requerer dados primários, e devem-se usar indicadores adequados para descrever o estado atual de cada componente, e, se possível, o seu estado em alguma data de referência no passado. Esta fase corresponde ao Passo 3 do instrumento proposto pelo IFC. Tal análise geralmente requer a atuação conjunta de equipes interdisciplinares na definição de métricas, dados disponíveis e métodos adequados aos CASS em questão (ver exemplo na Tabela 1 abaixo):

CASS OU CVE Componente de valor do ecossistema	Métrica	Dados disponíveis e fontes	Lacunas de dados e conhecimento	Método(s)
Enguia americana	% da população sobrevivendo a 11 UHEs para os locais de reprodução	Imagens de satélite, dados da literature para UHEs de mesma dimensão	Não há dados de campo para habitat da enguia para modelar área (ha) e % de habitats apropriados entre as UHEs. Precisa-se taxa de mortalidade através de UHEs	Modelo populacional quantitativo (biologia/ecologia)
Conhecimento tradicional sobre a pesca (ribeirinhos)	Distribuição e uso do conhecimento na população	Literatura científica (nem sempre de fácil acesso)	Sem informações quantitativas de distribuição, sem informações detalhadas sobre espécies conhecidas	Entrevistas, questionários, análise de redes sociais (análise da distribuição)

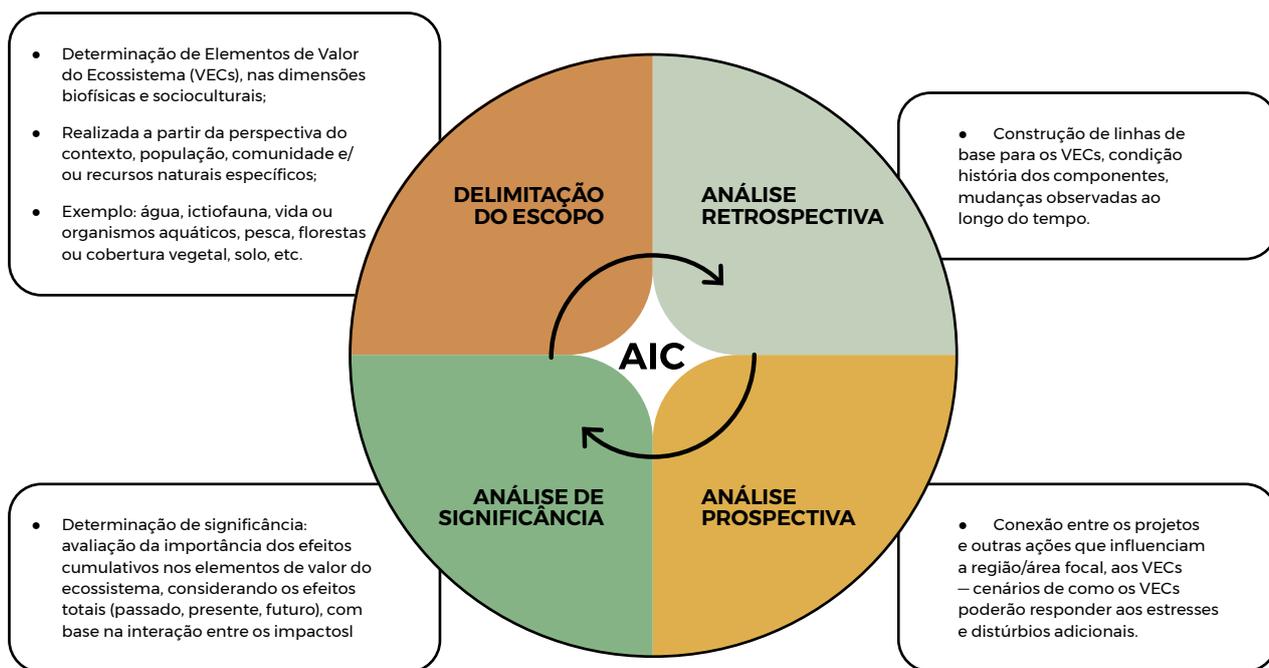
Tabela 1. Exemplo de indicadores (métricas), dados e métodos utilizados para a Análise de Impactos Cumulativos sobre CASS hipotéticos da Enguia americana (segundo Cardinale e Greig, 2013) e sobre o conhecimento local sobre a pesca (elaboração própria).

3. Análise Prospectiva: esta fase envolve a identificação dos impactos cumulativos e a sua significância para as condições futuras dos CASS. Diversas ferramentas podem ser usadas para esta análise, incluindo modelagens e análises de cenários (Sánchez, 2020). A modelagem espacial pode ser usada para a previsão de diversos impactos, como a perda aditiva de habitats em estudo realizado por Evans e Kiesecker (2014), citado por Sánchez (2020). Os cenários são histórias ou configurações plausíveis de condições futuras de um sistema socioecológico, condicionadas e fundamentadas em conjuntos coerentes de hipóteses sobre os possíveis comportamentos futuros de variáveis estabelecidas para a análise do estado passado, presente e futuro dos CASS (Sánchez, 2020). Os cenários podem ser quantitativos ou qualitativos, e podem expressar possíveis futuros pelo uso de símbolos e imagens, textos narrativos, ou outros formatos (ver Figura 6). O objetivo dos cenários não é produzir previsões com precisão, mas sim considerar uma variedade de futuros possíveis. No instrumento proposto pelo IFC, a análise prospectiva corresponde ao passo 4.

4. Análise de Significância: esta última fase de uma AIC inclui a avaliação da importância ou significância dos efeitos cumulativos nos elementos de valor do ecossistema, considerando os efeitos totais (passado, presente, futuro), e levando-se em consideração a interação entre os impactos (Blakley, 2021). Conforme enfatiza Sánchez (2020), esta é uma questão complexa, pois mesmo que a contribuição mais pontual de um determinado projeto para a degradação de um CASS seja relativamente pequena, o efeito cumulativo pode ser significativo, especialmente se algum limiar (do inglês *threshold*) for ultrapassado. Um limiar é definido com base na abordagem de sistemas socioecológicos complexos como um limite além do qual o CASS pode sofrer uma degradação irreversível, perdendo a possibilidade de auto-recuperação. Por exemplo, qual seria

o percentual de área de habitat que precisa ser mantido para assegurar a viabilidade de populações de onças pintadas? Sánchez (2020) sugere que na falta de informações científicas robustas (o que, em muitos casos é mais a regra do que a exceção em relação à biodiversidade Amazônica), pode-se arbitrar limites aceitáveis de mudanças por meio de uma combinação entre conhecimento científico e consulta a partes interessadas, ou articulação de conhecimentos indígenas e locais. Os CASS podem ser classificados ou avaliados em termos de classes qualitativas de vulnerabilidade ou resiliência em face às pressões ou impactos de diversas fontes acumuladas sobre o componente. Neste caso, o efeito final sobre o CASS é o que mais importa, ou seja, a consideração de todos os fatores de mudança e pressão advindos não somente do projeto em questão, mas de outros projetos e ações do passado, presente e futuro, a partir da própria definição de impactos cumulativos. No instrumento proposto pelo IFC, a análise prospectiva corresponde ao passo 5.

ETAPAS DA AVALIAÇÃO DE IMPACTO CUMULATIVO (AIC)



Fonte: A partir de Blakey (2020).

Figura 5. Etapas de Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) a partir de Blakey (2021).

O instrumento proposto pelo IFC (Cardinale e Greig, 2013) considera ainda mais uma etapa para a AIC, dirigida à gestão, monitoramento e supervisão dos impactos cumulativos (Figura 4, passo 6). Sánchez (2020) identifica esta etapa como mitigação e monitoramento. Ele defende que, da mesma forma que os impactos cumulativos resultam da ação de diversos atores e diversas fontes, as ações de gestão, mitigação e monitoramento também requerem uma coordenação intersetorial e supervisão governamental. Franks et al. (2010) apresentam uma proposta de escala de níveis de cooperação entre diversos atores e partes interessadas para a gestão de impactos cumulativos, desde a troca de

informações até o compartilhamento de dados ou soma de recursos e esforços para iniciativas e programas de gestão. Um exemplo apresentado por Sánchez (2020) refere-se ao mecanismo de gestão ambiental *cap and trade*, em inglês ou “limitar e comercializar”, adotado nos Estados Unidos desde a década de 1980, no qual é estabelecido um limite para o total de emissões aceitáveis em uma determinada região, de modo que a entrada de novas fontes só é possível se houver redução de emissões de uma fonte existente. Esses mecanismos podem ser entendidos para a gestão de impactos sobre a biodiversidade, mas devem ser sujeitos a análises científicas rigorosas e independentes, bem como envolver a consulta pública, para evitar o seu uso indiscriminado, o que pode acarretar em resultados indesejáveis em termos sociais e ambientais.

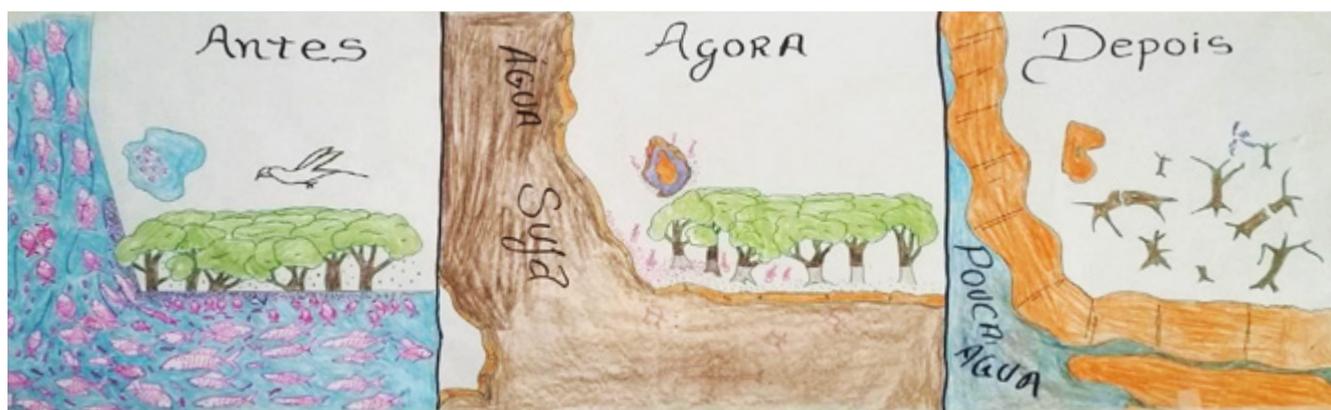


Figura 6. Representação visual dos impactos cumulativos sobre o CASS Água, preparado por Darlisson Apiaká durante oficina realizada pelo Fórum Teles Pires em 2016. Pode-se interpretar as fases de uma AIC, que incluem a Análise Retrospectiva e linhas de base (antes); a Avaliação dos CASS no presente momento (agora); e a Análise Prospectiva do CASS “Água” no futuro (depois).

3.2 Políticas de impactos cumulativos no Brasil e no mundo

O cenário da Avaliação de Impactos Cumulativos no cenário internacional é diversificado, com poucos países apresentando regulamentação consistente para aplicação da AIC. Inglaterra e Austrália possuem prática e regulamentação mais estabelecidas, porém as leis não são claras para orientar a prática. O Canadá possui diretrizes e documentos com maior clareza para a prática, porém não considera a AIC como obrigatória. A prática de AIC no mundo, protagonizada por esses países mencionados, tem sido motivada, sobretudo, pelo setor de indústrias extrativas, principalmente devido a cobranças dos poderes executivo e legislativo que enfatizam os riscos de efeitos cumulativos destas atividades em recursos hídricos (Olajungu et al, 2021). Como um campo teórico-metodológico recente, um desafio atual é a formação de profissionais. Além disso, outro fator que varia entre países é a estrutura de gestão e planejamento em diferentes escalas espaciais (planejamentos locais, regionais, nacionais), e setoriais. Um dos maiores problemas é a fragilização das instituições responsáveis pela Avaliação de Impactos (Sánchez, 2020).

No Brasil, a resolução CONAMA 001/86 que regulamenta a Avaliação de Impacto Ambiental cita que a análise de impactos ambientais deve contemplar “propriedades cumulativas e sinérgicas”, porém destina-se apenas a escala de projetos, não descreve o conceito e nem oferece diretrizes para sua prática. Algum progresso em relação à avaliação de impactos em níveis de planejamento vem sendo observado no país.

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) tem como objetivo principal avaliar impactos cumulativos e sinérgicos que podem ser ocasionados pelo conjunto dos aproveitamentos hidrelétricos propostos pela política energética (Tucci, Mendes, 2006). Com isso, a AAI pode ser utilizada para estabelecer limites de mudança ambiental aceitáveis para indicadores chave nas bacias hidrográficas para orientar a tomada de decisão (Olagunju, 2021). Em 2004 houve o primeiro termo de referência para elaboração de uma Avaliação Ambiental Integrada voltada para aproveitamentos hidrelétricos no Brasil, elaborada para a bacia do rio Uruguai, motivada pelas incertezas durante o licenciamento da UHE Barra Grande. Esse termo de referência foi elaborado conjuntamente pelos Ministérios de Minas e Energia e o de Ambiente, o IBAMA, a Advocacia Geral da União e o Ministério Público e, desde então, passou a ser utilizado como referência para elaboração da AAI, que passou a ser utilizada no planejamento energético pela Empresa de Pesquisa Energética.

No setor de petróleo e gás houve também uma regulamentação, através da portaria interministerial n. 198/2012, entre Ministério do Meio Ambiente e o Ministério de Minas e Energia, para realização do Estudo Ambiental de Área Sedimentar, no caso de exploração de petróleo off-shore. E em alguns estados, como Minas Gerais e Bahia, a AAE vem sendo utilizada para avaliar impactos ambientais de planejamentos regionais (Olagunju, 2021; Sánchez e Silva-Sánchez 2008)

Apesar de avanços recentes, ainda persistem desafios para a prática mais efetiva da AIC no Brasil. Entre esses desafios Sánchez (2020) cita: regulamentação ultrapassada; falta de definições e procedimentos claros para aplicação; pouco conhecimento técnico e metodológico; responsabilidade de impacto ambiental sob responsabilidade de empresas privadas com acesso limitado à informação ambiental e com foco no lucro; conflitos de competências institucionais; falta de troca de informações entre agências ambientais e instituições; prática não regulada de AAE e AAI. Além destes, com relação a AIC em nível de projeto há deficiências como análise limitada para áreas de influência direta e indireta (ver Athayde et al. 2019a para hidrelétricas); limites de bacias hidrográficas ignorados na área de influência, entre outros.

Uma lacuna importante relativa ao escopo e à regulamentação de AICs no Brasil refere-se às implicações dos efeitos cumulativos dos empreendimentos sobre grupos humanos, o que pode gerar impactos cumulativos significativos na dimensão sociocultural. Gracio e Almeida (2009) observam que os EIAs enfatizam fortemente a dimensão dos impactos ambientais, com pouco destaque e profundidade para as consequências destes para os grupos humanos, ou dimensão social. Além

disso, a própria conceituação de impacto social é problemática na legislação brasileira, uma vez que este é referido como decorrente ou derivado dos impactos ambientais, o que limita o entendimento dos impactos sociais, e dos potenciais efeitos sociais cumulativos advindos de um projeto. Grácio e Almeida (2009) destacam a ausência de um procedimento de licenciamento que tenha como foco grupos sociais impactados por empreendimentos, os quais além de causarem impactos ambientais, também afetam outros aspectos dos grupos afetados, incluindo sistemas de conhecimento indígenas e locais, organizações sociais e políticas, aspectos culturais e econômicos, entre outros. Os autores mencionam que esta lacuna é reforçada ao observarmos que as avaliações dos estudos técnicos e a concessão de licenças são entendidas como ferramentas da política ambiental e são competências majoritariamente ligadas aos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA, com exceção do envolvimento da FUNAI no caso de populações indígenas, e da Fundação Palmares no caso de envolvimento de comunidades quilombolas.

3.3 Boas práticas em Avaliação de Impactos Cumulativos

Existem muitos obstáculos para a gestão de boas práticas em processos de avaliação de impactos cumulativos. Cardinale e Greig (2013) mencionam alguns fatores como a falta de dados de base, a incerteza associada a ações antecipadas do futuro, capacidade limitada dos governos, e ausência de esquemas de planejamento estratégico, setoriais ou integrados. Dependendo do contexto ou do projeto em foco, uma AIC pode requerer a participação de vários atores ou partes interessadas, demandando a liderança de órgãos do governo ou comitês gestores.

Boas práticas em análise de impactos cumulativos envolvem um engajamento contínuo entre diversos atores, incluindo comunidades locais, desenvolvedores de projetos, iniciativa privada, órgãos do governo, organizações da sociedade civil, entre outros. Na prática, o desenho e implementação efetivos de uma AIC situam-se geralmente além da capacidade financeira e técnica de um único empreendedor, e transcende a responsabilidade de um único órgão.

Cardinale e Greig (2013) sugerem que a implementação de boas práticas em AIC deve seguir padrões e recomendações internacionais, como as que constam em instrumentos dos governos canadenses e norte-americanos (Hegmann et al. 1999; CEQ 1997). Canter and Ross (2008) apresentam uma síntese de “boas lições” para a articulação de princípios de boas práticas em AIC. Abaixo, apresenta-se uma síntese de princípios e critérios de boas práticas em AIC a partir da literatura de referência (Athayde et al., 2019b; Blakley, 2021; Canter and Atkinson, 2010; Cardinale and Greig, 2013; Gunn and Noble, 2011; Hegmann et al., 1999; Sánchez, 2020). Alguns destes critérios originam-se e aplicam-se em processos de avaliação de impacto ambiental de forma mais ampla:

- Utilização de uma perspectiva baseada em componentes sociais e ambientais de valor, os CASS, utilizada para planejamento e condução dos estudos.

- Condução da fase de scoping incluindo a consulta pública na definição dos CASS;
- Aplicação de avaliação dos CASS a partir de dados e informações robustas e de fontes confiáveis, devidamente documentados;
- Os efeitos cumulativos em CASS específicos são usados para integrar os efeitos dos projetos em escalas locais, regionais e estratégicas;
- AICs são empregadas como base para endereçar a sustentabilidade socioambiental;
- Uma abordagem de gestão adaptativa é utilizada para aperfeiçoar a prática da AIC se fundamentando na aprendizagem a partir da prática e com base em experiências passadas e estudos de caso;
- AICs são desenvolvidas para informar processos de tomada de decisão, ao invés de servirem como instrumentos para garantir a aprovação de projetos deletérios a CASS de especial importância social e/ou ecológica;
- AICs podem fazer parte de processos mais abrangentes e integrados de planejamento regional, para os quais pode-se utilizar instrumentos efetivos e participativos de planejamento e gestão, como por exemplo as Avaliações Ambientais Estratégicas (AAE);
- As análises dos CASS são realizadas por equipes interdisciplinares de pesquisadores trabalhando de forma integrada, incluindo, quando pertinente, a consideração de conhecimentos indígenas e locais;
- Deve-se buscar o encadeamento de instrumentos de avaliação e gestão de impactos, da escala local (EIA) até a escala regional ou estratégica (AAE).

Neste trabalho, foram consideradas a presença ou ausência de vários princípios e critérios de boas práticas em AIC nos instrumentos de planejamento e licenciamento da bacia do rio Juruena e da UHE Castanheira, conforme descreve-se na Metodologia a seguir.

4. METODOLOGIA

4.1 Base conceitual e metodológica

Para fins desta análise, foram adotados conceitos e procedimentos estabelecidos em instrumentos de avaliação e gestão de impactos ambientais em escala nacional e internacional, como o livro de referência do Professor Luis Enrique Sánchez (Sánchez, 2020), e o Guia de Boas Práticas em Avaliação de Gestão de Impactos Cumulativos do International Finance Corporation (Cardinale and Greig, 2013). Apesar da existência de guias e diretrizes, é importante reconhecer que cada projeto requer um desenho de Avaliação de Impacto Cumulativo (AIC) específico ao seu contexto, aos seus objetivos, e aos componentes ambientais ou sociais selecionados em questão. Assim, apesar de estarmos adotando arcabouços conceituais e etapas de AIC como referência para as análises apresentadas, é importante considerar as especificidades requeridas pelo projeto da UHE Castanheira, bem como o contexto específico da bacia hidrográfica onde ele se insere.

Nesta análise, adotou-se o conceito de sistema socioecológico complexo para designar as bacias e sub-bacias focais em discussão. Sistemas socioecológicos complexos são sistemas integrados onde as pessoas interagem com elementos na natureza de diversas maneiras e em diferentes escalas (Liu et al. 2007). Embora muitos estudos tenham examinado as interações seres humanos-natureza, a complexidade (múltiplas interações no tempo e no espaço) não é bem compreendida. A falta de progresso nesta direção se dá em grande parte devido à separação tradicional das ciências ecológicas e sociais, incluindo a separação entre estudos e análises realizadas em estudos ligados a processos de licenciamento ambiental (Athayde et al. 2019b).

Existe um conjunto diverso de métodos e abordagens que podem ser utilizados em processos de AIC, dependendo do contexto e da disponibilidade de dados e informações, bem como de recursos financeiros e técnicos. Este trabalho foi norteado pela base conceitual e metodológica estabelecida por Sánchez (2020), complementada por definições e exemplos apresentados por Blakley (2021) e outros autores, quando pertinente. Adicionalmente, e a partir de necessidades específicas, foram consideradas definições e regulamentações de procedimentos estabelecidos na legislação brasileira, quais sejam:

- Resolução CONAMA N° 1 DE 23/01/1986: dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental.
- Resolução CONAMA 357/05: estabelece valores para a análise de variáveis físicas, químicas e biológicas para a qualidade da água.
- Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas (MME and CEPEL, 2007).
- Diagnóstico e Zoneamento Socioeconômico e Ecológico - DZEE de Mato Grosso, concluído em 2000 pela SEPLAN- Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso.
- Termos de referência orientadores do Estudo de Impacto Ambiental - EIA da UHE Castanheira, bem como do EIA Componente Indígena (ECI).

- Relatórios de reuniões e processos avaliados pelo Ministério Público Federal, bem como de outros órgãos pertinentes.
- Cartas de comunidades indígenas solicitando esclarecimentos sobre o processo de licenciamento da UHE Castanheira.
- Outros documentos, políticas e regulamentações relevantes.

4.2 Análise documental

A análise documental inicial incluiu os principais documentos do licenciamento da UHE Castanheira disponibilizados pela OPAN, bem como relatórios técnicos (incluindo dados do monitoramento independente da Opan das usinas na bacia do Juruena), cartas de comunidades indígenas e locais, além de pareceres técnicos e ações jurídicas questionando aspectos do licenciamento deste projeto em ações movidas pelo Ministério Público Federal - MPF (Anexo I). Este conjunto de informações foi revisado e codificado, sendo utilizado em complemento às análises específicas realizadas para os documentos do processo de licenciamento.

A partir do conhecimento inicial do contexto socioecológico e do processo de licenciamento da UHE Castanheira, obtido através da revisão documental e de consulta à literatura pertinente, procedeu-se a uma análise aprofundada dos documentos de suporte ao processo de licenciamento, cuja elaboração foi liderada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em conjunto com outras partes interessadas (Tabela 2).

4.3 Análise de Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS)

Para fins desta análise, adotaram-se os conceitos, nomenclatura, passos sequenciais e critérios propostos por Sánchez (2020) para processos de avaliação de impactos cumulativos, os quais são consistentes com diretrizes de outros países e propostas por autores de destaque nesta temática (Blakley, 2021; Canter, 2015; Canter and Ross, 2010; Hegmann et al., 1999). Cabe ressaltar que a metodologia de Avaliação Ambiental Integrada empregada no Brasil adota uma abordagem (Tucci and Mendes, 2006) distinta daquela utilizada neste trabalho. Além disso, é importante enfatizar que nem sempre as informações e recomendações apresentadas nos instrumentos são levadas em conta no processo de tomada de decisão (Athayde et al., 2019a; Gallardo et al., 2017).

Documento e sigla	Período de elaboração	Enfoque alvo	Referência
Estudo de Inventário e Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Juruena /AAI Juruena	2006 - 2011	Enfoque geográfico em escala de bacia, suporte para a decisão de alternativas locais para instalação de projetos hidrelétricos na bacia do rio Juruena.	(EPE, 2010; 2011)
Estudo de Impacto Ambiental da Barragem Hidrelétrica de Castanheira / EIA Castanheira	2012-2015	Enfoque em escala de projeto, definição de impactos ambientais e socioeconômicos, suporte ao processo de licenciamento e definição de ações de monitoramento, mitigação e compensação.	(EPE, 2015a)
Estudo do Componente Indígena da UHE Castanheira/ ECI Castanheira	2015-2017	Enfoque relacionado aos possíveis impactos do projeto sobre os territórios, modos de vida, e a reprodução física e cultural de povos indígenas afetados pelo projeto segundo a concepção da EPE*.	(EPE and MRS, 2017)

Um aspecto essencial na avaliação de impactos cumulativos é a seleção dos Componentes Ambientais e Sociais (CASS), conforme explica-se em seção anterior, a serem foco de análises específicas e aprofundadas. Sánchez (2020), com base na literatura e em experiências anteriores, recomenda a seleção de cinco a doze CASS em uma análise de impactos cumulativos. Para a seleção dos CASS, as diretrizes existentes recomendam uma análise ampla do contexto ambiental regional, a consulta pública, ou, minimamente, a realização de consulta a partes interessadas.

Os CASS definidos para esta avaliação do processo de análise de impactos cumulativos nos instrumentos que embasam o licenciamento ambiental da UHE Castanheira incluem: 1) água (qualidade da água, vazão, quantidade de água) e 2) peixes e pesca. A partir dos resultados das análises desses componentes, foram destacadas as principais implicações para a reprodução física e cultural dos povos indígenas. Eles foram definidos a partir de reuniões com a equipe da OPAN, considerando-se a importância da pesca e da água para a qualidade de vida das populações humanas que habitam a região a ser potencialmente impactada pelo projeto, incluindo a sobrevivência física e cultural dos povos indígenas Apiaká, Kayabi, Munduruku e Rikbaktsa.

As análises qualitativas dos CASS abordados nos instrumentos do licenciamento foram realizadas de forma integrada para temas transversais, que se aplicam a todo o processo de planejamento, e, em separado, analisando questões específicas relativas a cada CASS (ex:

qualidade da água, peixes migradores, áreas e/ou espécies sagradas para os povos indígenas). A partir das diretrizes apresentadas por Sánchez (2020), foram definidos 12 critérios para a análise de impactos cumulativos considerando-se os instrumentos de avaliação de impacto da UHE Castanheira (Tabela 2). Destes, 10 estão distribuídos através das etapas de uma Avaliação de Impacto Cumulativo, e dois foram considerados transversais, aplicando-se ao processo como um todo, e não pertencendo a nenhuma fase específica, conforme mostram-se na Figura 7 e Tabela 3. Os temas transversais incluem os critérios de encadeamento entre instrumentos (em inglês, *tiering*) e a análise de conectividade hidrológica apresentada no item a seguir.

Para cada CASS, avaliou-se de forma qualitativa como o critério foi abordado em cada um dos três instrumentos de avaliação de impactos e apoio ao licenciamento: AAI, EIA e ECI. As análises dos critérios foram codificadas em uma planilha do Excel, contendo análises realizadas nos instrumentos, inconsistências, lacunas de conhecimento, e coerência geral com boas práticas em avaliação de impactos cumulativos a partir da literatura de referência. Com base no conjunto de informações sintetizadas para as análises dos CASS, foram identificadas hipóteses e interações críticas entre os principais fatores que contribuem para os impactos cumulativos afetando um determinado CASS.

Foram desenhadas cadeias causais exploratórias baseadas em Lord (2012), que podem ser aprofundadas em estudos posteriores para informar processos de tomada de decisão. A avaliação de impacto ambiental (AIA) observa uma premissa de causalidade, que dá destaque às relações (causais) entre ações e os impactos resultantes, analisando de que forma os impactos podem ser causados por uma determinada ação ou conjunto de ações, ou outros impactos intermediários. O escopo das relações causais pode incluir dinâmicas complexas, como interações de impacto, impactos cumulativos, bem como impactos indiretos (Perdicoúlis et al., 2016; Perdicoúlis and Glasson, 2006).

A partir do diagrama proposto por Lord (2012), foram definidos fatores estressores como processos ou fenômenos causadores de transformações significativas no sistema socioecológico da bacia do rio Juruena, com ênfase para a sub-bacia do rio Arinos. A partir desses, foram identificados processos e interações de importância crítica com base nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental e na literatura sobre cada tema, a fim de levantar possíveis processos, interações e impactos cumulativos aditivos e sinérgicos relativos a cada CASS.

Como limitações desse método, podem-se citar a ausência de escala temporal e espacial; limitações para a representação da dinamicidade do sistema; ausência de diferenciação da magnitude dos impactos; a complexidade das interações pode ser de difícil compreensão; dificuldade em visualizar impactos aditivos; predomínio de relações lineares e pouco aprofundamento dos processos iterativos (*feedbacks*); subjetividade e dependência de quem participa na elaboração do diagrama. Entre as vantagens que o método oferece, estão a ampliação dos processos

e impactos identificados; a melhoria na compreensão das interações entre impactos; a melhoria na compreensão dos impactos cumulativos, sobretudo sinérgicos; a possibilidade de aplicação para levantamento de hipóteses e lacunas de conhecimento; pode ser uma ferramenta útil para o diálogo, planejamento e elaboração de cenários, gestão e monitoramento de impactos. A ampliação dos processos e impactos identificados e a possibilidade de aprofundar as interações e sinergia entre estes são as principais vantagens que levaram a escolha do método, visto que a prática de elaboração de EIA com uso de Matriz de Impactos restringe a lista de impactos identificados, a fim de levantar lacunas de conhecimento e hipóteses que são discutidas nos capítulos seguintes. As hipóteses sobre interações e impactos cumulativos de importância crítica para os CASS de água e peixes traçadas a partir da construção e análise das cadeias causais poderão subsidiar pesquisas e análises complementares, conforme sugere-se na seção de Conclusão e Recomendações.

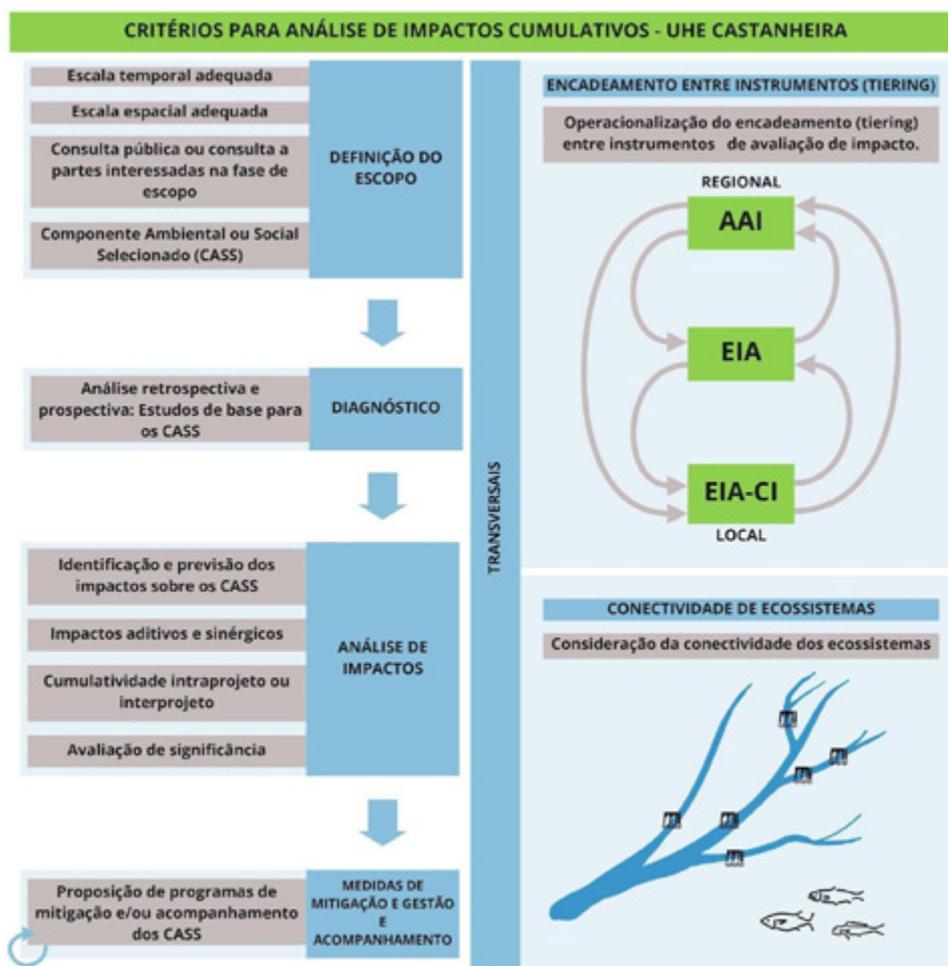


Figura 7. Fases e critérios considerados no processo de avaliação do processo de análise de impactos cumulativos nos documentos de apoio ao processo de licenciamento ambiental da UHE Castanheira na bacia do rio Juruena.

Tabela 3. Critérios utilizados para a avaliação de análises de impactos cumulativos nos documentos de apoio ao processo de licenciamento da UHE Castanheira na bacia do rio Juruena, Mato Grosso. Os critérios de base foram adaptados segundo a proposta de Sánchez (2020), porém a sua definição ou aplicação específica foi complementada por outros autores.

Critério	Definição do critério	Fontes
Encadeamento entre instrumentos	Operacionalização do encadeamento (<i>tiering</i>) entre instrumentos de avaliação de impacto.	Arts; Tomlinson; Voogd (2005; 2012); Sánchez (2020)
Conectividade de ecossistemas	Consideração e cálculos de conectividade hidrológica e fragmentação dos ecossistemas aquáticos, com ênfase para os impactos sobre espécies de peixes migradores.	Cote et al. (2009); Anderson et al. (2018); Couto et al. (2021)
Escala temporal adequada	Consideração de atividades do passado, presente e futuro que possam ter um efeito significativo no componente em análise.	Sánchez (2020)
Escala espacial adequada	Determinação de escalas espaciais adequadas para avaliação do impacto sobre o(s) componente(s) em análise.	Sánchez (2020)
Conceito de componente ambiental e social selecionado (CASS), ou componente valorizado do ecossistema (VECs)	Componentes de valor ou valorizados são atributos sociais e/ou ambientais considerados importantes para avaliar riscos e impactos cumulativos.	Hegmann et al. (1999); Cardinale and Greig (2013); Sánchez (2020)
Conceito de impactos aditivos e sinérgicos	Consideração de impactos: a) aditivos – fontes de mesma natureza se somam para causar o impacto – e.g. hidrelétricas construídas em cadeia causam impactos aditivos na qualidade da água; b) sinérgicos – combinação de impactos de diferentes fontes ou natureza – e.g. hidrelétricas: atividades agropecuárias e mineração causam impactos sinérgicos na qualidade da água.	Hegmann et al. (1999); Seitz et al. (2011); Sánchez (2020)
Cumulatividade intraprojeto ou interprojeto	Consideração de todas as atividades integrantes de um mesmo projeto (inclusive aquelas operadas por terceiros e as que serão implantadas no futuro) e de outros projetos, quando houver. Importante para evitar que o fracionamento de projetos seja desconsiderado na AIC.	Sánchez (2020)
Consulta pública ou consulta a partes interessadas na fase de escopo	A definição dos componentes ambientais ou sociais selecionados deve se basear em análise ampla do contexto ambiental regional, e na consulta pública, ou minimamente na consulta a partes interessadas (<i>stakeholders</i>).	Cardinale and Greig (2013); Sánchez (2020); Blakley (2021)
Análise retrospectiva: Estudos de base para os CASS	Realização de estudos de base usando-se dados confiáveis e descrevendo o estado do CASS em alguma data de referência no passado.	Blakley (2020); Sanchez (2020)

Identificação e previsão dos impactos sobre os CASS	Estabelecimento de cadeias causais a partir dos CASS (mapas de interações); previsão através de modelagem e/ou cenários, dependendo dos CASS; estimativa de quanto da mudança prevista pode ser atribuída ao projeto analisado em comparação com outras ações na área de estudo.	Blakley (2021); Sánchez (2020)
Avaliação de significância	Estabelecimento de limites aceitáveis de mudança nos CASS com base em conhecimento científico, consultas a painéis de especialistas, e consulta a partes interessadas. Ex: classificação de vulnerabilidade e resiliência do componente às pressões das ações e projetos avaliados, em classes/escalas qualitativas.	Blakley (2020); Sánchez (2020)
Proposição de programas de mitigação e/ou acompanhamento dos CASS	Indicação de ações de mitigação e/ou monitoramento para os CASS, incluindo coordenação intersetorial quando necessário, bem como outras boas práticas de mitigação como gestão coletiva, aberta e transparente de dados, e revisão periódica dos cenários desenhados, com redirecionamento de ações, se necessário (gestão adaptativa).	Cardinale and Greig (2013); Sánchez (2020); (Franks et al., 2010)

4.4 Análise de conectividade hidrológica

Neste trabalho, optamos por incluir análises de conectividade hidrológica de sub-bacias do rio Juruena, com destaque para a sub-bacia do rio Arinos, onde está planejada a instalação da UHE Castanheira. Estas análises foram realizadas pelo pesquisador e colaborador Dr. Thiago Couto, da Florida International University (FIU), a partir de experiências anteriores com esses cálculos, realizadas para bacias hidrográficas no Brasil e em outros países (Anderson et al., 2018; Couto et al., 2021; Grill et al., 2019; Japoshvili et al., 2021). A conectividade de habitats tem uma importância crítica para a ecologia e conservação de ecossistemas terrestres e aquáticos (Barbarossa et al., 2020; Cote et al., 2009; Grill et al., 2014). Análises de conectividade e fragmentação de rios e bacias hidrográficas constituem uma importante métrica em processos de avaliação de impactos cumulativos de hidrelétricas, principalmente no que tange aos impactos cumulativos de séries de pequenas hidrelétricas (CGHs e PCHs) e grandes hidrelétricas (UHEs) construídas em cascata, como é o caso da bacia do rio Juruena, a qual possui dezenas de CGHs e PCHs já construídas nos seus vários tributários, além de várias outras CGHs, PCHs e UHEs planejadas ou propostas (Couto et al., 2021, ver mapas mostrando os resultados desta análise no item 5.3).

Para as análises de conectividade, foi adotado o índice de conectividade dendrítica (DCI, *dendritic connectivity index*) como métrica de perda de conectividade hidrológica, que é uma estimativa da probabilidade de um peixe ser capaz de se movimentar entre dois pontos aleatórios em uma dada rede fluvial (Cote et al., 2009). O DCI pode variar de 100 (por exemplo, em uma bacia com fluxo completamente livre, sem

barreiras) até 0 (um rio de fluxo completamente bloqueado), e pode ser calculado para qualquer tamanho de rede de drenagem. As equações utilizadas para calcular o DCI permitem ajustar a perda de conectividade de acordo com o comportamento de movimentação ou migração de diferentes espécies de peixes. Além de receber respaldo em avaliações empíricas, o DCI e outros índices associados têm sido usados em diferentes partes do mundo para avaliar os impactos ecológicos da fragmentação por barragens em escala de paisagem (Grill et al., 2014, Barbarossa et al., 2020, Japoshvili et al., 2021, Grill et al., 2019, Anderson et al., 2018).

Adotaram-se duas equações de cálculo para o índice DCI, as quais são mais adequadas para a estimativa da conectividade apropriadas ao comportamento de diferentes espécies de peixes migratórios existentes na região (Cote et al., 2009; Couto et al., 2021):

1. Sub-índice DCI_p (potamódromos): provê estimativas de conectividade para peixes de comportamento potamódromo, ou seja, aquelas espécies migradoras que se movimentam inteiramente em águas doces e dentro da bacia avaliada.

$$DCI_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p^{m_{ij}} \frac{l_i}{L} \frac{l_j}{L} \times 100$$

2. Sub-índice DCI_i (imigrantes): provê estimativas de conectividade para peixes de comportamento potamódromo, mas cuja migração ocorre majoritariamente em grandes rios e a partir de bacias localizadas à jusante. Esse sub-índice se aplica principalmente às espécies migradoras de longa distância e de grande interesse para a pesca como os surubins, pacus, matrinxãs, curimbas e outros grandes bagres (Goulding et al., 2019). O DCI_i é uma adaptação do índice original ajustado para peixes diádromos, ou seja, aquelas espécies migratórias que se movimentam entre ecossistemas de água doce e salgada para completar o seu ciclo de vida (Couto et al. 2021). Nesses dois casos, os peixes necessariamente passam pela foz do rio principal contido na bacia para completar o ciclo de vida, sendo ela a principal referência espacial das rotas migratórias.

$$DCI_i = \sum_{i=1}^n p^{m_{i,mouth}} \frac{l_i}{L} \times 100$$

De maneira geral, enquanto o DCI_p considera a conectividade entre qualquer combinação de locais aleatórios dentro da rede hidrográfica, o DCI_i considera a conectividade entre locais aleatórios da rede hidrográfica em relação à foz do canal principal, onde peixes imigrantes necessariamente passam para acessar a bacia. Considerando-se a ineficácia conhecida para escadas e passagens de peixes no Brasil, ou a ausência de escadas de peixes nas sub-bacias analisadas, adotou-se a medida de 0.1 (10%) como uma medida conservadora de permeabilidade

de barreiras nas direções de jusante e montante para todas as hidrelétricas em operação, planejadas e propostas para as sub-bacias estudadas (Couto et al., 2021; Pompeu et al., 2012).

A rede de drenagem das sub-bacias incluídas nesta análise foi estruturada a partir da base espacial hidrológica para a Amazônia brasileira (bacias de nível 4) desenvolvida por Venticinque et al. (2016). Três sub-bacias do Juruena foram avaliadas quanto à perda de conectividade hidrológica: Arinos, Sangue e Alto Juruena. A localização geográfica e os atributos específicos referentes às CGHs, PCHs e UHEs para as sub-bacias analisadas foram obtidos a partir da base de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), os quais são disponibilizados publicamente e periodicamente atualizados (ANEEL, 2022). Esta base foi complementada por dados consolidados pela OPAN a partir de um acompanhamento mais próximo do andamento de projetos hidrelétricos na bacia do Juruena (OPAN, 2019). Os atributos considerados abrangem a capacidade de geração, o ano de início de operação e o status no processo de inventário e licenciamento. A partir dessas informações, foram definidos três cenários, sendo um presente e outros dois futuros (ver item 5.3):

1. Presente (2022): hidrelétricas em operação, em construção ou com autorização, com licença de implantação e outorga para construção.
2. Planejadas: projetos hidrelétricos em diversas fases do licenciamento, incluindo estudos de viabilidade, apresentação de projeto base, pedidos de outorga e demais processos que precedem a autorização para construção. Esse é o caso da UHE Castanheira, que foi incluída individualmente e em conjunto com as demais hidrelétricas planejadas nas simulações.
3. Propostas: projetos hidrelétricos que foram apenas inventariados, e que, portanto, ainda carecem até a presente análise de estudos mais aprofundados de viabilidade. Muitos desses projetos podem ser viabilizados em um futuro mais distante (~2050) em um processo que vai depender de atores políticos futuros, governança, e velocidade de expansão da infraestrutura energética na região.

Com base no ano de início da operação de cada barragem existente na região, os sub-índices DCIp e DCIi foram calculados para vários períodos, incluindo cenários futuros, a partir de uma suposta implantação da UHE Castanheira no rio Arinos, bem como considerando os dados existentes para outras hidrelétricas planejadas e propostas para as três sub-bacias analisadas. Todas as análises espaciais foram feitas em ambiente GIS e importados para o programa "R" (versão 4.0.2) para o cálculo dos índices, seguindo os códigos desenvolvidos e disponibilizados em Couto et al. (2021).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Conceitos e abordagens utilizados nos instrumentos de planejamento e licenciamento ambiental

O campo teórico e metodológico da Avaliação de Impactos Cumulativos é recente, portanto, as referências utilizadas para a definição dos conceitos de impacto, ou efeito, cumulativo e sinérgico podem variar entre os diferentes instrumentos de planejamento da Política Ambiental.

No caso da AAI, o documento de referência elaborado pelo Ministério de Meio Ambiente define o “efeito sinérgico” ou “integrado” como: “resultante destes diferentes usos e impactos na bacia sobre uma ou mais seções da mesma, produzindo efeitos indesejáveis no meio ambiente e na sociedade” (Tucci; Mendes, 2006, p.123).

No EIA da UHE Castanheira, o conceito de impacto cumulativo apresentado tem como referência um documento elaborado pela Comissão Europeia (EC, 1999), porém há incongruências entre o que o EIA apresenta e a referência utilizada (Tabela 4):

Tabela 4: Comparação entre a definição de impactos cumulativos segundo o EIA da UHE Castanheira e o documento da Comissão Europeia.

Definição Impacto Cumulativo no EIA Castanheira (EPE, 2017)	Definição Impacto Cumulativo pela Comissão Europeia (EC, 1999)
“Nos casos em que o impacto incide sobre um fator ambiental que seja afetado por outro(s) impacto(s) de forma que haja relevante cumulatividade espacial e/ou temporal nos efeitos sobre o fator ambiental em questão.”	“Impactos que resultam de mudanças incrementais causadas por outras ações passadas, presentes, ou razoavelmente previsíveis junto com o projeto”

g) Cumulatividade e sinergia (segundo European Commission, 2009)

* **Cumulativo** - nos casos em que o impacto incide sobre um fator ambiental que seja afetado por outro(s) impacto(s) de forma que haja relevante cumulatividade espacial e/ou temporal nos efeitos sobre o fator ambiental em questão.



* **Cumulativo sinérgico** - quando o efeito entre diferentes impactos causa um novo impacto.

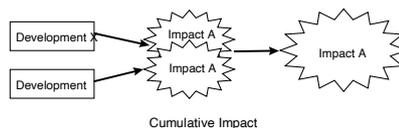


* **Não-cumulativo** - não acumula no tempo ou no espaço e não apresenta interação de qualquer natureza com outro(s) impacto(s).

Indirect Impacts: Impacts on the environment, which are not a direct result of the project, often produced away from or as a result of a complex pathway. Sometimes referred to as second or third level impacts, or secondary impacts.



Cumulative Impacts: Impacts that result from incremental changes caused by other past, present or reasonably foreseeable actions together with the project.



Impact Interactions: The reactions between impacts whether between the impacts of just one project or between the impacts of other projects in the areas.

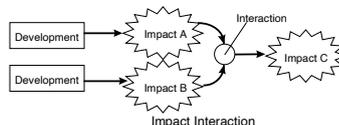


Figura 1 - Cumulatividade e Sinergia. Fonte: EIA vol. 2 (2014, p.48)

Figura 2 - Definição Cumulatividade. Fonte: EC (1999)

A referência da Comissão Europeia elaborada em 1999, a qual o EIA menciona erroneamente como elaborada em 2009, apresenta uma definição ultrapassada de impactos cumulativos. O documento não apresenta conceituação de “aditivo” e “sinérgico”, já que, provavelmente, na época esses conceitos ainda não eram claros. Porém, o EIA da UHE Castanheira, além de apresentar o conceito não coincidindo com a referência utilizada, apresenta erros que se refletem na análise. Elaborado entre 2014 e 2017, este poderia ter utilizado referenciais mais consolidados e recentes à época, como o instrumento de boas práticas do IFC (Cardinale and Greig, 2013) ou mesmo a diretriz de AIC adotada no Canadá (Hegmann et al., 1999).

Conforme explicou-se na parte introdutória deste relatório, uma AIC pode ser realizada de forma integrada à Avaliação de Impacto Ambiental de um projeto (ou a uma Avaliação Ambiental Estratégica para a análise de políticas, planos ou programas) ou em um capítulo separado do EIA (Sánchez, 2020). No caso da AAI da bacia do Juruena, é possível observar que o uso de métodos para a realização de cenários de fragilidade e sensibilidade socioambiental são boas estratégias para mapeamento dessas áreas, sobrepondo diferentes fatores socioambientais, e auxiliando a definição de alocação de projetos. Porém, ainda assim, há ausência de análises importantes para isso, como a análise de fragmentação de bacias e lacunas de conhecimentos, como descrevemos ao longo deste documento.

Com relação ao EIA e o ECI, a AIC não é incorporada nos documentos, e estes são descritos apenas como característica dos impactos levantados. Sánchez (2020, p.285) cita que a AIC visa responder perguntas, por exemplo: “Como os impactos de um único projeto se acumulam sobre determinados receptores (VECs/CASS)?”. Portanto, apenas citar que um impacto identificado é cumulativo não condiz com boas práticas e não traz informação relevante para análise, nem ressalta informações para etapas posteriores de gestão, monitoramento e mitigação/compensação. A não realização de uma AIC com definição de CASS não possibilita compreender quais receptores estão sendo afetados de forma cumulativa por diferentes processos e impactos.

De forma geral, a prática de análise e a gestão de impactos cumulativos é dificultada também pela fragmentação dos estudos, na fase de elaboração do EIA e ECI, e a não integração das ações de mitigação/compensação e monitoramento após implantação de empreendimentos. Considerando que a AIC demanda aprofundar as interações entre diferentes fatores, isto demanda uma integração das informações levantadas – como exemplo, dados sobre qualidade da água, vazão, ictiofauna e pesca – articulando diferentes estudos disciplinares para acompanhamento dessas interações e aprofundar a compreensão dos impactos cumulativos. No Brasil, muitas vezes a elaboração de EIAs e ECIs ocorre com estudos disciplinares realizados por equipes diferentes, inclusive por empresas de consultoria distintas, com pouca integração dos resultados de cada parte, e isto também se reflete durante a execução dos programas de mitigação/compensação e monitoramentos dos PBA – Plano Básico Ambiental – e PBA-CI (no caso dos indígenas) após início da operação de empreendimentos.

5.2 Avaliação dos critérios de boas práticas para AIC nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental

A partir dos critérios definidos para a avaliação da análise de impactos cumulativos nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental, foi realizada uma revisão de cada documento considerado – Avaliação Ambiental Integrada, Estudo de Impacto Ambiental e Estudo de Impacto Ambiental – Componente Indígena, onde se consideraram as etapas definidas para a AIC: definição do escopo; diagnóstico ou análise retrospectiva, análise de impactos ou análise prospectiva; e medidas de mitigação, gestão e acompanhamento.

Reproduz-se abaixo a Figura 8 com os critérios utilizados para esta análise, de forma a facilitar a visualização e entendimento das análises realizadas. Inicia-se com a descrição do critério transversal de encadeamento entre instrumentos, passando-se, então, para a análise específica dos critérios ao longo das etapas da AIC, e finalizando com a análise transversal de conectividade hidrológica. Na segunda parte dos resultados, são apresentadas análises específicas dos CASS da água, peixes e pesca.

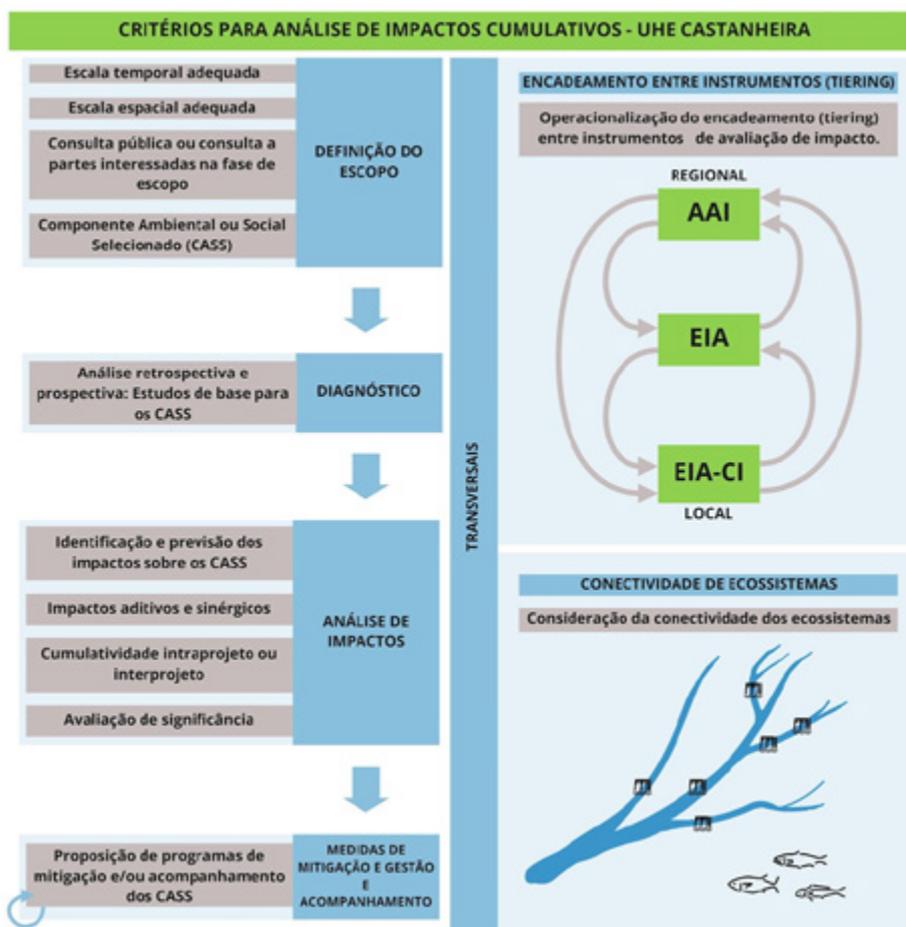


Figura 8. Etapas e critérios da Avaliação de Impactos Cumulativos baseados em boas práticas internacionais e adotados para a análise apresentada neste documento.

5.2.1 Encadeamento (*Tiering*)

A prática da análise de impacto ambiental, em tese, deveria estar intimamente conectada a processos de planejamento local e regional, nos quais utilizam-se diversos instrumentos interconectados de forma hierárquica, do mais amplo para os mais específicos, como as políticas públicas, os planos de desenvolvimento regional, os programas, e os projetos. Na escala de planejamento mais ampla, contemplando as políticas, os planos e os programas, utiliza-se o instrumento Avaliação Ambiental Estratégica, a AAE. Já no nível de projeto utiliza-se o instrumento da Avaliação de Impacto Ambiental, a AIA (Arts; Tomlinson; Voogd, 2005).

O encadeamento, do inglês *tiering*, pode ser entendido como um critério de boas práticas para a Avaliação de Impactos Cumulativos. Este encadeamento hierárquico refere à conexão e *feedbacks* entre os instrumentos de avaliação de impacto em diferentes níveis de planejamento, os quais, em teoria, devem ser preparados de forma consecutiva e integrada. Na prática, o encadeamento significa que ao preparar uma sequência de avaliações ambientais em diferentes níveis de planejamento e conectá-las, vários problemas podem ser prevenidos, minimizando o fato de os EIAs capturarem apenas um momento no tempo, tornando-se instrumentos rígidos e de difícil adaptação ao contexto dinâmico dos sistemas socioecológicos (Arts et al., 2012).



Figura 9. Encadeamento (*tiering*) de instrumentos de planejamento e avaliação de impacto ambiental. Fonte: Elaboração dos autores a partir de Arts; Tomlinson; Voogd (2005).

No caso do Brasil, no contexto da política energética, são elaborados os Planos Decenais de Energia (PDE), que retratam os planejamentos dos próximos dez anos realizados pela Empresa de Pesquisa Energética. Para isso, é utilizada a AAI – Avaliação Ambiental Integrada – para avaliar os impactos de aproveitamentos hidrelétricos em uma bacia hidrográfica – o que em parte se assemelha com uma AAE, porém há algumas diferenças metodológicas. Sendo a AAI realizada a nível de planejamento setorial (hidrelétrico) regional (bacia hidrográfica), este instrumento é previsto para trazer diretrizes a serem seguidas durante a realização de projetos, pautando direções para a elaboração de EIA de projetos hidrelétricos na bacia estudada. Porém, isso aparentemente não vem ocorrendo na prática no Brasil, como apontou Gallardo et al (2017, p.44) para o caso da UHE Teles Pires, que verificou que alguns impactos cumulativos previstos em nível de bacia

hidrográfica não foram abordados em nível de empreendimento, resultando nessa “falta de hierarquização”, o que vai contra as boas práticas e diminuiu o potencial de contribuição da AAI.

Outro problema recorrente na Avaliação de Impactos é o “fracionamento” que ocorre quando há divisão do empreendimento em fases ou etapas, avaliadas separadamente, a fim de agilizar a aprovação ou escapar da obrigatoriedade de realização de um EIA (Sánchez, 2020). Isso ocorre no caso do planejamento das PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas – planejadas em toda a bacia do Juruena, que de forma cumulativa pode impactar significativamente a fragmentação da bacia e, conseqüentemente, a fauna aquática (Couto et al. 2021).

Em relação ao caso da UHE Castanheira, alguns pontos principais foram levantados sobre o encadeamento entre o nível de planejamento – AAI da bacia do Juruena – e os níveis de projeto – EIA e EIA-Componente Indígena (ou ECI) da UHE Castanheira, são sintetizados na Figura 10.

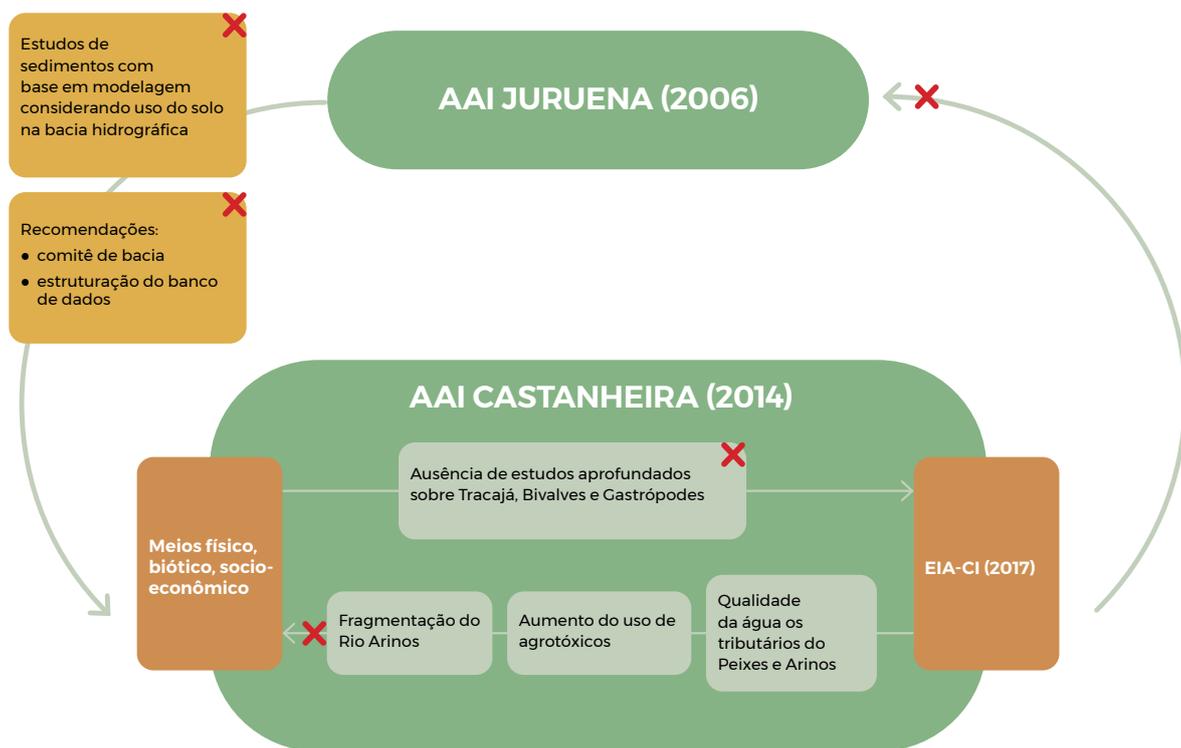


Figura 10. Diagrama representando o encadeamento entre instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira, destacando alguns problemas de conexão entre os mesmos identificados neste trabalho. Recomendações e estudos realizados na Avaliação Ambiental Integrada (AAI) não foram levados em consideração no Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Ausência de estudos aprofundados sobre tracajás, bivalves e gastrópodes de importância para os povos indígenas no EIA não puderam informar análises realizadas no ECI. Preocupações expressas pelas comunidades indígenas sobre questões como qualidade da água nos tributários dos rios dos Peixes e Arinos, aumento do uso de agrotóxicos e fragmentação do rio Arinos, com conseqüências para espécies de peixes migradores, não foram tratados no EIA.

O tempo é um primeiro fator importante, considerando-se que cada estudo elaborado é um retrato de um momento, e que na realidade das fronteiras socioecológicas Amazônicas existem múltiplos processos que podem mudar rapidamente. No caso, temos a AAI do Juruena, de 2006, o EIA da UHE Castanheira, de 2015, e o capítulo referente ao ECI, de 2017. Arts; Tomlinson; Voogd (2005) argumentam que um novo estudo deve observar o que foi levantado no anterior e validar as informações, registrando as mudanças que ocorreram desde então. No caso da região do Arinos, como será comentado adiante nas análises críticas, a questão do desmatamento e avanço das pastagens e da agricultura mecanizada na bacia do Juruena (e na sub-bacia do Arinos) foi analisada de forma a considerar o efeito no aporte de sedimentos nos rios, o que não foi realizado no EIA, que também desconsiderou os resultados da AAI sobre esse aspecto de importância regional, visto que houve um grande aumento do desmatamento nos anos anteriores à publicação do EIA. Dessa forma, não houve um encadeamento entre AAI e o EIA, visto que a AAI realizou projeções que não foram consideradas pelo EIA, que apenas cita de forma superficial a AAI no capítulo “9.3.3 - Avaliação de impactos ambientais com outros empreendimentos na bacia do rio Arinos” sem citar as diretrizes e recomendações do documento.

Dentre as recomendações da AAI, a criação do Comitê de Bacia Hidrográfica é um importante instrumento de governança das águas instituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433, 1997). Este, além de ter representação da sociedade civil e atores sociais de interesse, também possibilita a gestão de um sistema de monitoramento e uma estruturação de um banco de dados. Com isso, é possível melhorar o gerenciamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica. Porém essa recomendação, que demanda a definição de uma lei estadual e um rito formal para a instituição no nível de bacia (e instituição das unidades gerenciais das sub-bacias) ainda não foi implementada para o caso do Juruena, o que dificulta o avanço dessas ações recomendadas pela AAI. Esse sistema de monitoramento e o banco de dados podem ser uma referência para um estudo longitudinal que acompanhe a situação da bacia hidrográfica ao longo do tempo.

Os estudos realizados no nível de projeto, EIA e ECI, possuem a particularidade de serem fragmentados. Apesar de ser considerado um capítulo do EIA, o ECI possui Termo de Referência realizado pela FUNAI e segue metodologias diferentes das apresentadas no EIA. Porém, é importante ressaltar que esse “fatiamento” dos estudos na prática do licenciamento ambiental brasileiro que envolve povos indígenas traz uma série de problemas para a Avaliação de Impactos. O ECI foi realizado posteriormente ao EIA, o que em si já desarticula ambos estudos, visto que pontos levantados no ECI, significativos para os povos indígenas em questão, não são aprofundados nos estudos do EIA dos meios físico, biótico e socioeconômico. Sobretudo acerca das espécies de importância cultural, visto que elas não possuem análises aprofundadas no meio biótico, o que também traz deficiências na proposição de medidas para gestão dos impactos – discussão mais aprofundada no capítulo seguinte.

É interessante observar que o próprio ECI ressalta diversos temas importantes que deveriam ser melhor explorados pelo EIA, mas que acabam ficando sem uma análise aprofundada. Dessa forma, a etapa de participação dos povos indígenas nos estudos do ECI não é incorporada na análise integrada dos impactos, ressaltando a importância do conhecimento indígena local que pode apontar importantes hipóteses ecológicas sobre as possíveis mudanças, mas que recorrentemente é ignorado no licenciamento ambiental de projetos de desenvolvimento (Athayde et al. 2019 a; b).

A realização de uma Avaliação de Impactos Cumulativos é mais indicada para a escala de planejamento, sendo seu uso limitado para a escala de projetos. Ainda assim, é possível realizar uma AIC no nível de projeto, o que não ocorreu no caso da UHE Castanheira. Arts; Tomlinson; Voogd (2005) apontam a importância dessas dificuldades em relação ao tempo, disponibilidade de dados e hierarquia entre estudos, e reforça que a análise de impactos não pode ser vista de forma linear, com sentido único, e necessita processos interativos e de gestão adaptativa. Caso os instrumentos de planejamento e licenciamento ambiental no Brasil cumpram minimamente esses requerimentos, eles poderiam ser articulados ao Comitê de Bacia Hidrográfica, devidamente instituído de forma democrática e participativa, e poderia ser um cenário mais adequado para governança das águas e monitoramento dos recursos hídricos, articulado aos processos de planejamento e licenciamento ambiental.

5.2.2 Fase de definição do escopo

Conforme apresentou-se na seção 3, item 3.1, análises de impactos cumulativos geralmente são iniciadas com a delimitação do escopo do projeto, onde são definidas perguntas de importância local e regional, realizadas consultas a partes interessadas e atores-chave, e determinados os limites e focos temporais e espaciais da análise. Assim, caracteriza-se como uma etapa de importância crítica em qualquer AIC. Neste trabalho, com base em Sánchez (2020), para a fase de escopo foram analisados os critérios de escala temporal, escala espacial, a realização de consultas públicas ou consulta a partes interessadas, e a utilização do conceito de componente ambiental ou social selecionado (CASS). A partir da revisão dos três instrumentos de planejamento e licenciamento analisados, realizou-se uma síntese qualitativa de como os critérios foram abordados em cada um dos instrumentos. É importante enfatizar que a ausência de abordagens ou inclusão dos critérios nos instrumentos não significa um problema de qualidade ou erro nos documentos. A análise mostra simplesmente se e até que ponto os critérios de boas práticas em AIC foram contemplados nos documentos. Nas tabelas abaixo, apresenta-se a síntese das informações identificadas nos documentos para cada critério incluído na fase de escopo.

5.2.2.1 Escala temporal

Tabela 5. Análise da inclusão de critérios da fase de escopo da Avaliação de Impactos Cumulativos nos instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Escala temporal.

Definição do critério	AAI (2010)	EIA (2015)	ECI (2017)
Consideração de atividades do passado, presente e futuro que possam ter um efeito significativo no componente em análise.	<ul style="list-style-type: none"> - Inexistência de uma abordagem de gestão adaptativa, que permita atualizar as informações sobre componentes de valor do sistema socioecológico (ex: peixes, pesca, água, habitats, aspectos culturais, etc). - PCHs e CGHs não foram incluídas nas análises da AAI. - A AAI é tratada como um instrumento estanque, no qual o grau de incerteza relativo às previsões e cenários é muito grande. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os cenários utilizados no EIA não se alimentam das análises, cenários e prognósticos realizados na AAI. - Os prognósticos futuros apresentados no EIA não são rigorosos o suficiente para subsidiar programas de mitigação e compensação estabelecidos no mesmo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta dados históricos e atuais sobre a organização social e sobre a situação das Terras e Povos Indígenas. - Os horizontes temporais futuros para os impactos definidos no ECI não estão claros em relação aos componentes de água e peixes e pesca, pela falta de estudos adequados no EIA, especialmente em relação à fauna aquática e peixes migradores.

5.2.2.2 Escala espacial

Tabela 6. Análise da inclusão de critérios da fase de escopo da Avaliação de Impactos Cumulativos nos instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Escala espacial.

Definição do critério	AAI (2010)	EIA (2015)	ECI (2017)
Determinação de escalas espaciais adequadas para avaliação do impacto sobre o(s) componente(s) em análise.	<ul style="list-style-type: none"> - A escala de bacia é uma escala adequada para o objetivo da AAI segundo a legislação brasileira. - No entanto, para componentes de hidrologia e peixes e pesca, a escala deveria contemplar toda a bacia do rio Tapajós, uma vez que o rio Juruena é um dos seus principais afluentes, e que espécies migratórias utilizam toda a bacia nas suas atividades, e por vezes, além desta. 	<ul style="list-style-type: none"> - No EIA são definidas Áreas de Influência Regional, Área de Influência Direta e Área de Influência Indireta. - A definição destas áreas é problemática no que se refere a impactos diretos e indiretos. - Para os CASS de água e peixes/pesca analisados neste estudo, os impactos se estendem além das áreas definidas como influência direta, indireta e mesmo regional. - No caso da água, é evidente que ao menos a escala da sub-bacia deveria ser analisada. - No caso da ictiofauna, o impacto sobre peixes migratórios pode incidir na bacia do Tapajós. 	<ul style="list-style-type: none"> - Quem define escalas espaciais é o EIA. No caso dos povos indígenas, a escala espacial adequada seria considerar todas as áreas de uso para atividades de importância sociocultural e/ou econômica. - Em muitos casos, essas áreas estão além dos limites estabelecidos para as TIs demarcadas pelo Estado. - No ECI estas áreas foram mapeadas. Considera-se, portanto, que este critério foi contemplado no ECI, mas não houve discussão destes aspectos no EIA, por falha de integração entre os instrumentos.

5.2.2.3 Consulta pública e/ou consulta a partes interessadas

Tabela 7. Análise da inclusão de critérios da fase de escopo da Avaliação de Impactos Cumulativos nos instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Consulta pública e/ou consulta a partes interessadas.

Definição do critério	AAI (2010)	EIA(2015)	ECI (2017)
A AIC deve se basear em análise ampla do contexto ambiental regional, e na consulta pública, ou minimamente na consulta a partes interessadas (<i>stakeholders</i>).	<ul style="list-style-type: none"> - A forma como uma AAI é elaborada não possui instrumento de participação na etapa de escopo. - A participação pública ocorreu em 2010, com 2 seminários (Cuiabá e Juína), após a finalização do estudo. - Apesar de um dos objetivos envolver “incorporar contribuições e subsídios” (AAI vol 3, p.188), a consulta pós realização do estudo não permitiu a definição dos CASS pelas partes interessadas e direcionar o foco da AIC. - A contaminação por agrotóxicos e o desmatamento de mata ciliar foram problemas ambientais levantados nessas audiências, os quais não tiveram análises mais profundas no estudo da AAI. 	<ul style="list-style-type: none"> - A regulamentação do EIA no licenciamento ambiental não possui instrumento de participação na etapa de escopo. - O EIA não define CASS, e sim fatores ambientais com base no conhecimento da equipe técnica e do Termo de Referência. - Para os estudos hidrológicos, não houve consulta ou participação de partes interessadas na definição de aspectos de interesse ou relevância local. - Para a ictiofauna, consultas e contribuições dos pescadores para os estudos do EIA se deram na fase de diagnóstico, e portanto, não foram utilizadas para a definição dos tópicos de maior importância a serem abordados no EIA. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apesar do ECI ter levantado informações sobre a percepção dos povos indígenas quanto ao empreendimento, essas opiniões e percepções não foram incorporadas na fase de escopo dos estudos, devido ao fato de que o ECI foi realizado após os estudos do EIA (problema de integração EIA e ECI).

5.2.2.4 Conceito de Componente Ambiental ou Social Selecionado (CASS)

Tabela 8. Análise da inclusão de critérios da fase de escopo da Avaliação de Impactos Cumulativos nos instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Conceito de Componente Ambiental ou Social Selecionado (CASS).

Definição do critério	AAI (2010)	EIA(2015)	ECI (2017)
Componentes de valor ou valorizados são atributos sociais e/ou ambientais considerados importantes para avaliar riscos e impactos cumulativos	<ul style="list-style-type: none"> - Define o que chama de Componentes-síntese e dentro de cada um define variáveis delimitadoras. - Apesar de não utilizar a referência de AIC, essas variáveis são análogas aos CASS e para cada uma delas são realizadas projeções de mudanças futuras. - O estudo aprofunda alguns aspectos que podem ser considerados como uma análise exploratória de impactos cumulativos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Define fatores ambientais que considera relevantes, dentro da caracterização do meio físico, biótico e socioeconômico. - Não trabalha com o conceito de componente de valor, nem considera os componentes-síntese e variáveis levantados pela AAI. - Existe um problema de dissonância conceitual entre a literatura acadêmica e técnica que define impactos cumulativos e a abordagem adotada no EIA. 	<ul style="list-style-type: none"> - O ECI adota o conceito de fator ambiental e a definição de impactos cumulativos apresentados no EIA. - A análise de impactos cumulativos e a definição de CASS não é atribuição do ECI. - O estudo apresenta conteúdo relevante para uma análise de impactos cumulativos com enfoque na reprodução física e cultural dos povos indígenas.

5.2.3 Fase de diagnóstico ou análise retrospectiva

A fase de diagnóstico ou análise retrospectiva inclui a construção de linhas de base determinando a condição histórica dos componentes ambientais e sociais selecionados, bem como identificando mudanças relevantes observadas ao longo do tempo (Tabela 9).

Tabela 9. Análise da inclusão de critérios da fase de diagnóstico da Avaliação de Impactos Cumulativos nos instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Análise retrospectiva: estudos de base para os CASS de água, peixes e pesca.

Definição do critério	AAI (2010)	EIA(2015)	ECI (2017)
Análise retrospectiva: Estudos de base para os CASS. Realização de estudos de base usando dados confiáveis e descrevendo o estado do CASS em alguma data de referência no passado.	<ul style="list-style-type: none"> - Para a água, o estudo faz uma projeção do uso do solo e considera esses efeitos nas modelagens sobre os recursos hídricos. - Estabelece uma linha de base a partir de dados oficiais de anos recentes sobre mudanças de uso da terra e sua incidência sobre os recursos hídricos. - Analisa os parâmetros do índice de qualidade da água (IQA) de acordo com a classificação como rio de Classe 2, segundo a Resolução CONAMA 357/2007. - Uma lacuna foi a realização de estudos de base para a carga de agrotóxicos no rio, uma preocupação mencionada por atores sociais durante a realização de seminários técnicos. - A AAI não apresenta dados para o estabelecimento de uma linha de base para peixes e pesca como subsídio ao EIA ou outros estudos, apenas apontou lacunas de conhecimento e recomendações de estudos adicionais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os diagnósticos foram realizados da forma clássica nos meios físico, biótico e antrópico. - O EIA não utilizou dados da AAI, com ausência de comparação com as análises de mudança do uso do solo e as consequências na qualidade da água. - Não houve estudo sobre desmatamento de matas ciliares à montante, cita apenas que estão "relativamente conservadas" sem apresentar dados que comprovem a afirmação (vol1, p.508). - Para o fósforo, os valores excedem as previsões realizadas pela AAI para 2026, o que pode indicar que o desmatamento e mudança de uso do solo pode estar mais acelerado do que previu a AAI e isso pode agravar a situação da qualidade hídrica. - A ausência de modelos considerando a contribuição da bacia na alteração da qualidade da água, não permitindo compreender a cumulatividade e possíveis efeitos danosos como eutrofização. - Faltam análises e estudos sobre agrotóxicos (vol 1, p.502). - Para peixes e pesca, utiliza dados coletados em 2015 em vários pontos de levantamento da ictiofauna. Os dados apresentados são de caráter exploratório. - Faltam levantamentos detalhados de padrões de migração de peixes. - Faltam estudos sobre quelônios, gastrópodes e bivalves de importância cultural para os povos indígenas da região. - Faltam estudos quantitativos para o estabelecimento de linhas de base adequadas a serem monitoradas durante a possível fase de construção e operação da usina. 	<ul style="list-style-type: none"> - Embora a análise de impactos cumulativos não seja uma prerrogativa do ECI, em relação ao tema de reprodução física e cultural dos povos indígenas, as informações apresentadas, apesar de aprofundadas, não estabelecem referências de base para entendimento de como componentes de relevância para os povos indígenas poderão ser afetados ou exacerbados com a implementação do projeto. Ex: bivalves utilizados nos rituais Rikbaktsa. - Estudos de base realizados sobre o tema de reprodução física e cultural dos povos indígenas estabelecem a data do ECI como base para entender mudanças futuras. - A percepção dos povos indígenas sobre hidrologia e/ou ictiofauna e pesca não é considerada no EIA. - O documento reforça a importância de realizar estudos prévios à implantação do empreendimento.

5.2.4 Fase de análise de impactos

Nesta fase, realiza-se a identificação e previsão dos impactos sobre os CASS, mapeando outros projetos, ações e fatores de estresse. São estabelecidas conexões, cadeias causais e cenários de como os CASS poderão responder aos estresses e distúrbios adicionais. Para esta fase, considerou-se a análise de impactos ou análise prospectiva, e a avaliação de significância dos impactos. A avaliação de significância inclui uma discussão sobre a importância dos efeitos ou impactos cumulativos nos CASS, considerando os efeitos totais do passado, presente e futuro, com base na interação dos impactos (Sánchez, 2020; Blakley, 2021).

5.2.4.1 Análise prospectiva

Tabela 10. Análise da inclusão de critérios da fase de diagnóstico da Avaliação de Impactos Cumulativos nos instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Fase de análise de impactos ou análise prospectiva para os CASS de água e peixes e pesca.

Definição do critério	AAI (2010)	EIA(2015)	ECI (2017)
Identificação e previsão dos impactos sobre os CASS. Estabelecimento de cadeias causais a partir dos CASS (mapas de interações); previsão através de modelagem e/ou cenários, dependendo dos CASS. Estimativa de quanto da mudança prevista pode ser atribuída ao projeto analisado em comparação com outras ações na área de estudo.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizou projeções futuras sobre alguns temas, porém as PCHs e CGHs não foram incluídas, o que não permite avaliar se as mudanças futuras previstas podem ser atribuídas ao conjunto de empreendimentos hidrelétricos da bacia (Athayde et al. 2019a). - Para a água, apesar de não utilizar método para estabelecer cadeias causais, foi realizada projeção de cenário tendencial a partir de uma modelagem matemática abordando, de forma integrada, a alteração do regime hídrico, transporte de sedimentos e qualidade de água partir de critérios econômicos e da estrutura produtiva da bacia (AAI Vol 3 p.43), considerando cenários com e sem os empreendimentos hidrelétricos. - Ausência de levantamento sobre a condição das matas ciliares que interferem na magnitude dos impactos sobre sedimentação, erosão e qualidade da água. - Para peixes e pesca, houve identificação dos impactos, porém de forma exploratória. - O estabelecimento de cadeias causais para peixes e pesca não foi abordado na AAI de forma a contemplar interações críticas, como fragmentação hidrológica, levantamento das principais barreiras físicas, e conhecimento de espécies e rotas de migração, alimentação e reprodução. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para a água, os dados de fósforo ultrapassam os limites estabelecidos por lei. - Os valores de coliformes fecais (<i>E. coli</i>) também excederam em alguns pontos os que eram utilizados para balneabilidade e próximos a Juara, o que pode trazer problemas sanitários caso permaneça o uso para recreação. - O método usado para a análise de impactos (Matriz de Leopold) não permite explorar as cadeias de eventos. - Define cumulatividade segundo EU (1999), mas somente em relação a impactos ocasionados pelo projeto, sem relacionar com ações externas a este. - O EIA cita as análises da AAI somente no capítulo 9.3.3, mas não utiliza para comparação nas diferentes partes do relatório. - Apesar de citar rápidos avanços no uso do solo e desmatamento, não faz modelagens sobre essa cadeia causal. - Em relação ao clima, considera apenas o microclima e não estudos científicos atuais que narram a tendência de diminuição da pluviosidade e aumento do calor nesta região. - Para a ictiofauna, apresenta situação boa, mudando para média com o empreendimento (mas não adotou o método de cadeias causais). - A previsão das mudanças futuras na ictiofauna e pesca não considera os efeitos de outras PCHs e CGHs nas variáveis de importância para a ictiofauna, e não se consideram as interações sobre os efeitos dos impactos nos rios. - Existe lacuna de conhecimento sobre o efeito da perda de matas ciliares e dos ambientes utilizados pela ictiofauna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não é atribuição do ECI realizar análise de impactos cumulativos. - Fatores que podem afetar a reprodução física e cultural dos povos indígenas foram identificados, porém faltam análises rigorosas sobre a relação entre estes fatores e até que ponto as possíveis mudanças previstas poderão ser atribuídas ao projeto.

5.2.4.2 Avaliação de significância

Tabela 11. Análise da inclusão de critérios da fase de diagnóstico da Avaliação de Impactos Cumulativos nos instrumentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Avaliação de significância para os CASS de água e peixes e pesca.

Definição do critério	AAI (2010)	EIA(2015)	ECI (2017)
<p>Estabelecimento de limites aceitáveis de mudança nos CASS com base em conhecimento científico, consultas a painéis de especialistas, e consulta a partes interessadas. Ex: classificação de vulnerabilidade e resiliência do componente às pressões das ações e projetos avaliados, em classes/escalas qualitativas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A avaliação de significância para os impactos dos empreendimentos planejados para a bacia do Juruena utiliza a abordagem de Análise de Sensibilidade. - Para a água, faz a classificação das fragilidades e encontra alguns parâmetros já extrapolando limites, como a carga de fósforo (Arinos). - As modelagens de mudança de uso do solo mostram que a tendência é agravamento e extrapolação do limite recomendado por lei para o fósforo para 2026 em várias sub-bacias. - Aponta que aproveitamentos podem contribuir, pois fósforo sedimenta, mas não cita possíveis efeitos de eutrofização que são cientificamente comprovados como principais deflagradores. - Modelagens contemplam aumento de erosão e aporte de sedimentos, mas não há análise de desmatamento em nascentes e mata ciliar, que influenciam diretamente o assoreamento e aporte de sedimentos de áreas de agropecuária nos rios, além de essas questões terem sido identificadas como principais problemas nos seminários públicos de 2010. - Para peixes e pesca, foi realizada a análise de sensibilidade da ictiofauna, considerando a questão de peixes migratórios e espécies reofilicas, classificando a ictiofauna como componente de alta vulnerabilidade e sensibilidade. - Ausência do estabelecimento de limites aceitáveis em relação ao impacto sobre espécies migradoras, devido a paucidade de dados existentes, e baixo conhecimento sobre a ictiofauna da bacia do rio Arinos e de outras sub-bacias relacionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para a análise de sensibilidade realizada no EIA, é considerada a experiência da equipe técnica na realização dos estudos e avaliações de significância. - Ausência de consulta a especialistas ou partes interessadas para essas avaliações. - Para a água, usa como parâmetro o IQA e a resolução CONAMA 357 para verificar se os limites estão adequados. - No diagnóstico da situação atual, o fósforo ultrapassa esses limites em alguns pontos durante parte do ano, mas os estudos do EIA não apontam a possível significância da acumulação de fósforo e as implicações de uma possível sobrecarga devido aos impactos cumulativos. - Para peixes e pesca, aponta a paucidade de dados sobre as espécies de peixes da bacia do Juruena como um todo, e especificamente para a bacia do Arinos e dos Peixes. As praias, ilhas e corredeiras foram consideradas como de alta sensibilidade, por abrigarem uma diversidade de espécies da biota aquática, incluindo peixes. - Menciona-se o uso do rio como espaço de lazer e a sua importância para a pesca amadora, profissional e a pesca desportiva nas áreas de influência direta e indireta. - A importância da pesca para as populações indígenas não é mencionada no EIA, nem tampouco a importância das Terras Indígenas para a conservação ambiental, aliadas às demais Áreas Protegidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - O ECI apresenta análise de viabilidade do projeto com base no contexto do desenvolvimento regional e impactos cumulativos e sinérgicos dos empreendimentos previstos/ planejados para a região, analisando: a) condições necessárias à reprodução física e cultural dos povos indígenas; b) eficácia das medidas propostas para minimizar ou eliminar os impactos negativos diagnosticados; e c) garantia da não violação de direitos indígenas legalmente constituídos. - A análise aponta para a alta significância da implementação da UHE Castanheira, no que tange ao comprometimento permanente e irreversível da possibilidade de reprodução física e cultural dos povos indígenas Kayabi, Apiaka, Rikbaktsa e Munduruku. - A UHE Castanheira irá alargar parte das áreas tradicionalmente ocupadas e necessárias à reprodução destes povos, ferindo o artigo 231 da Constituição Federal de 1988. - A UHE Castanheira também afetará recursos naturais de destacada importância para a subsistência, atividades econômicas e culturais dos povos indígenas. - Existem reivindicações fundiárias do povo Tapayuna na região do Arinos, e indícios de povos isolados na região a ser afetada, o que aumenta a significância do empreendimento. - O ECI conclui apontando a inviabilidade da UHE Castanheira no que tange aos povos indígenas: "em decorrência da natureza dos impactos que promoverá, tendo em conta a incerteza quanto à efetividade das medidas de compensação e mitigação e, principalmente considerando a sua potencial incompatibilidade com os direitos dos povos indígenas." (ECI Vol 2, pg 240)

5.2.5 Medidas de mitigação, gestão e acompanhamento

Esta fase compreende a indicação de ações de mitigação e/ou monitoramento para os CASS, incluindo coordenação intersetorial quando necessário, bem como outras boas práticas de mitigação como gestão coletiva, aberta e transparente de dados, e revisão periódica dos cenários desenhados, com redirecionamento de ações, se necessário (gestão adaptativa) (Cardinale e Greig, 2013; Sánchez, 2020; Blakley, 2021).

Tabela 12. Medidas de mitigação, gestão e acompanhamento definidas nos instrumentos de licenciamento da UHE Castanheira.

Definição do critério	AAI (2010)	EIA(2015)	ECI (2017)
Proposição de programas de mitigação e/ou acompanhamento dos CASS	<ul style="list-style-type: none"> - Aponta estudos importantes a serem realizados pelo EIA e estudos de viabilidade. - Apresenta recomendação de criação de Comitê de Bacia Hidrográfica para o Juruena, que até o momento não se concretizou. - Recomendações para outros setores têm pouca efetividade na prática, uma vez que elas não necessariamente devem ser cumpridas para a instalação de projetos nas bacias consideradas pelas AAIs. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta uma lista de medidas e programas para sua implementação. - Para a água, apesar de mencionada a falta de estudos, o programa de monitoramento limnológico e qualidade da água considera apenas os parâmetros do IQA, não incluindo agrotóxicos (cumulatividade com tendência atual de liberação do uso agrícola). - Falta de menção sobre coordenação intersetorial e gestão coletiva no caso da destinação de resíduos sólidos para Juara. - Para peixes e pesca, aponta programas de monitoramento e necessidade de estudo de genética dos peixes, porém este deveria ser realizado anteriormente ao atestado de viabilidade do empreendimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - No caso dos programas relacionados às espécies de importância cultural (tracajás, caramujos e conchas) os monitoramentos devem estar dialogando com os monitoramento dos meios físico e biótico, articulados com os programas voltados aos indígenas, mas na prática isso não acontece. - Em um formato de painel científico, com especialistas se reunindo periodicamente e analisando de forma integrada, é possível compreender efeitos da mudança no uso do solo, hidrossedimentologia e hidrologia para analisar e propor ações frente às mudanças nos habitats dessas espécies.

5.2.6 Discussão geral

A partir das análises realizadas para critérios de boas práticas ao longo das diversas fases de uma Avaliação de Impactos Cumulativos nos documentos de planejamento e licenciamento pertinentes ao caso da UHE Castanheira, percebe-se que dentre os três instrumentos avaliados,

a saber, AAI, EIA e ECI, a AAI é o documento que traz mais elementos pertinentes a uma AIC, apesar de importantes lacunas identificadas, e de algumas incoerências importantes entre a metodologia utilizada e os critérios de boas práticas em AIC. É importante ressaltar que não se sugere aqui que os instrumentos deveriam ter seguido as fases e critérios da AIC, uma vez que esta não é uma exigência da política ambiental brasileira. Isto aplica-se com mais ênfase ao ECI, que não possui o mandato de realizar uma AIC, mas que deveria ser utilizado como instrumento de atualização da AAI e do EIA. Neste sentido, verifica-se a desarticulação entre os diversos instrumentos de planejamento e licenciamento, conforme discutiu-se na seção 5.2.1, sobre o encadeamento. Questões importantes levantadas na AAI e no ECI não foram consideradas no EIA, incluindo preocupações expressas pela população da região a ser potencialmente impactada relativas a agrotóxicos e de desmatamento em matas ciliares.

Na fase de escopo, registraram-se lacunas importantes nos instrumentos no que tange à consideração de ações do passado, presente e futuro que possam ter influência sobre o CASS da água, peixes e pesca. Como exemplo, cita-se o tratamento dos instrumentos de forma estanque, e a negligência na consideração das PCHs e CGHs na AAI (ver Athayde et al. 2019a), as quais têm grande relevância e influência no sistema socioecológico do Arinos e do Juruena, conforme demonstraremos nas análises dos CASS na próxima seção. A definição de escalas temporais e espaciais também tem problemas conceituais e metodológicos em relação aos CASS. Existe uma incoerência relativa às áreas de influência direta e indireta definidas no EIA, uma vez que os impactos na hidrologia e ictiofauna se estendem para além das áreas definidas como de influência direta, indireta e abrangência regional. Isto também se aplica às áreas de uso e importância socioeconômica para os povos indígenas, bem como ao ciclo de vida dos peixes migratórios (ver CASS da pesca a seguir).

O critério de consulta pública e consulta a partes interessadas é um dos mais problemáticos nos documentos analisados. A participação pública na AAI ocorreu somente após a realização do estudo, não permitindo incorporar contribuições e subsídios da sociedade civil, apesar disto ser citado como um objetivo da mesma. A regulamentação do EIA no licenciamento não prevê a participação pública na fase de escopo, sendo que, em casos anteriores, as audiências públicas tiveram um caráter mais informativo no sentido da aprovação do projeto, do que para direcionar estudos a partir de preocupações da população (Fearnside, 2015). As percepções e preocupações dos povos indígenas não foram levadas em consideração nos estudos do EIA, pelo fato já mencionado de que o ECI foi realizado posteriormente ao EIA.

Os instrumentos analisados não trabalham com o conceito de componente ambiental e social ou VEC (*valued ecosystem component*), mas usam conceitos similares, porém definidos com base em literatura ou expertise das equipes contratadas, e não a partir de consulta pública. A AAI utiliza o conceito de componentes-síntese e define variáveis de análise para cada um deles. O EIA estabelece fatores ambientais,

mas não aprofunda análises de impactos cumulativos para cada um, principalmente no que tange à interação entre fatores de pressão, componentes e ações do passado, presente e futuro, como se define para uma AIC a partir da literatura de referência e da metodologia proposta e adotada internacionalmente.

Na fase diagnóstica ou análise retrospectiva, um dos principais problemas identificados é a fragilidade ou inexistência de linhas de base robustas para avaliar como os CASS, componentes-síntese, ou fatores ambientais poderão ser impactados pelo empreendimento, tendo em vista os impactos aditivos e sinérgicos que os mesmos irão sofrer em horizontes de tempo de curto, médio e longo prazo. O estudo que mais se aproxima desta abordagem foi a análise da qualidade da água apresentada na AAI, porém as mesmas não foram consideradas no EIA. Na análise prospectiva ou análise de impactos, identificou-se um conjunto de lacunas relativas a aspectos relevantes, mas que não foram analisados, bem como inconsistências metodológicas, principalmente no EIA, no que se refere à definição de impactos cumulativos. Existe também a ausência da construção de cadeias causais, o que permitiria a identificação e análise de interações críticas, que poderiam informar estudos subsequentes e/ou medidas de mitigação e gestão nos planos de gestão e acompanhamento.

A avaliação de significância realizada nos três instrumentos considerados utilizou-se da metodologia de Análise de Sensibilidade, mas esse método pode ser realizado com diferentes enfoques, e com a consideração (ou não consideração) de interações críticas entre componentes e fatores de pressão. Um aspecto importante relativo a esta fase foi a conclusão do ECI de que o empreendimento é inviável do ponto de vista da reprodução física e cultural dos povos indígenas a serem potencialmente impactados pelo mesmo, incluindo o povo Tapayuna e referências de povos isolados. Segue abaixo uma análise mais aprofundada da análise de sensibilidade realizada no EIA.

No EIA da UHE Castanheira, aspectos pertinentes à Avaliação de Impactos Cumulativos são tratados no componente de Análise Integrada e Síntese da Qualidade Ambiental (Capítulo 8). A metodologia utilizada para o capítulo de Análise Integrada utiliza o método de Análise de Cenários, um dos métodos utilizados na fase de Análise Prospectiva proposto por Sánchez (2020) e Blakley (2021). Os pesquisadores sintetizaram as informações do diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico, destacando as suas principais interações e considerando as áreas de abrangência direta (AID), indireta (AII) e regional (AAR) (EPE, 2015). Em uma segunda etapa, foi realizada a análise de sensibilidade, a qual, em tese, equivale a uma Análise de Significância que compõe a AIC segundo a literatura atual. Um fluxograma simplificado é apresentado, representando as principais interações entre o meio antrópico ou humano, e o meio natural. Entre esses, destaca-se o uso e ocupação e cobertura do solo, a produção, o consumo, e a disposição de áreas, como componentes que permitem a identificação de relações de causa e efeito (cadeias causais).

A Análise de Sensibilidade realizada no EIA da UHE Castanheira utilizou como referência documentos do MMA e o Plano Estratégico de Áreas Protegidas (PNAP, Decreto 5758 de 13/04/2006). A metodologia foi de atribuir classes de sensibilidade para os fatores ambientais, de 1 (menor sensibilidade) a 4 (maior sensibilidade). Os fatores ambientais considerados estão listados abaixo (EPE, 2015, pg 20/51):

- i. Presença de recursos biológicos terrestres sensíveis;
- ii. Presença de recursos biológicos aquáticos sensíveis;
- iii. Presença de áreas protegidas e prioritárias para conservação;
- iv. Presença de áreas de suscetibilidade à erosão;
- v. Principais usos e ocupação territorial e;
- vi. Múltiplos usos do rio.

Para cada fator, são gerados mapas e cálculos da percentagem de área que pode ser qualificada dentro de cada classe. A partir dos critérios e indicadores definidos pela equipe responsável pelo EIA, chegou-se a uma indicação de que 76% da área de influência direta da UHE Castanheira apresentaram baixa e média sensibilidade para o meio natural. Para o componente socioeconômico, a maior parte das áreas (60,54%) foi enquadrada como de “média sensibilidade ambiental”.

Na seção de identificação de impactos realizada no EIA, são definidos os diversos tipos de impacto, incluindo: natureza (negativo/positivo); forma de incidência (direto/indireto); abrangência espacial (local, regional, extrarregional); temporalidade (imediata, curta, média, longa); duração (temporário/permanente); reversibilidade (reversível/irreversível); e cumulatividade (cumulativo, cumulativo sinérgico, não cumulativo); frequência (pontual, contínua, cíclica, intermitente); probabilidade de ocorrência (certa, provável, incerta); magnitude (baixa, média, alta); e importância (pequena, média, grande); e sensibilidade (baixa, média e alta). A partir dos dados coletados no diagnóstico dos meios físico, biótico e socioeconômico, foi produzida uma matriz de impactos diferenciados entre as fases de planejamento, instalação, construção e operação da UHE Castanheira. Na sequência, procedeu-se à avaliação dos impactos, qualificando-os segundo os critérios acima. Neste momento, cita-se a existência de cumulatividade do impacto considerado com outros impactos identificados. Por exemplo, para o CASS da água, qualificado como “*Alteração da qualidade da água na fase de enchimento e operação*”, tem-se o seguinte prognóstico (EPE, 2015, pgs 40/41):

“Este impacto foi considerado de natureza negativa e com efeitos diretos. A abrangência foi classificada como regional, uma vez que as alterações na qualidade da água podem ser identificadas à jusante do barramento, mas limitada à no máximo a confluência do rio dos Peixes. Os efeitos da formação do lago e da regra operativa da barragem, que operará a fio d’água, perdurarão por toda a vida útil do empreendimento,

sendo, portanto contínuo, de longo prazo, permanente e irreversível. A probabilidade de ocorrência é certa. A principal consequência do impacto de alteração da qualidade da água do rio Arinos é a interferência na biota aquática ali residente, trazendo uma relação de incidência sobre estes impactos. Em relação à cumulatividade, verifica-se a interação no mesmo fator ambiental com o Impacto 18, Alteração da dinâmica hidrossedimentológica, sendo, portanto, cumulativo. Devido ao caráter estratégico do componente ambiental em análise e dos fatores que se encerram no mesmo, associado ao efeito indutor do impacto nitidamente identificado na área de influência da UHE Castanheira, a sensibilidade deste fator ambiental tende a ser avaliada como média. De acordo com os resultados obtidos na modelagem da qualidade da água, a magnitude foi classificada como média, sendo, portanto, um impacto de média importância.”

Um dos problemas relativos a este prognóstico é a falta de menção de outros fatores e impactos cumulativos que poderão interagir com os processos hidrológicos e afetar a qualidade da água, incluindo outros programas, políticas e projetos em andamento ou planejados para a região, como apontou a AAI, e explica-se abaixo. O tratamento superficial dado à qualificação dos impactos cumulativos não permite um nível de compreensão dos mesmos que seja suficiente para informar o processo decisório.

Para o CASS de peixes e pesca, o prognóstico do EIA identifica os impactos 20 - Interferências na ictiofauna na fase de operação; e 21 - Interrupção de rotas migratórias de peixes na fase de operação. Segue abaixo o prognóstico para ambos os impactos (EPE, 2015, pgs 46-47):

INTERFERÊNCIAS NA ICTIOFAUNA NA FASE DE OPERAÇÃO

“Desta forma, o impacto da implantação da UHE Castanheira sobre a ictiofauna na fase de operação foi considerado de natureza negativa e indireto, devido os efeitos da alteração da qualidade da água (Impacto 17), na dinâmica hidrossedimentológica (Impacto 18) e na biota aquática (Impacto 19). Uma vez que este impacto está restrito ao reservatório, foi classificado como local. As alterações no rio Arinos perdurarão durante toda a operação do empreendimento, assim os efeitos sobre a comunidade íctica seguirão o mesmo comportamento sendo, portanto, de longo prazo. Deste modo, a frequência do impacto é classificada como contínua, sendo ele classificado como permanente e irreversível, e ocorrência certa. Trata-se de um impacto cumulativo, já que interage com o Impacto 21, com a Interrupção de rotas migratórias, bem como no contexto do mesmo fator ambiental com o Impacto Socioeconômico

16, Interferência sobre a atividade de pesca profissional. Considerando que a comunidade de peixes encontra-se em bom estado de conservação, a sensibilidade tende a ser avaliada como alta. Considerando a interferência em habitats de reprodução e alimentação para ictiofauna, e perda de espécies reofilicas, o impacto é de alta magnitude, e portanto, classificado como de grande importância.”

INTERRUPÇÃO DE ROTAS MIGRATÓRIAS DE PEIXES NA FASE DE OPERAÇÃO

“Desta forma, o impacto da implantação da UHE Castanheira sobre as rotas migratórias de peixes que ultrapassam a região onde se localiza o eixo do barramento foi considerado de natureza negativa e direto. Uma vez que as consequências deste impacto extrapolam as imediações das zonas de desenvolvimento da atividade pela modificação nos padrões migratórios, o mesmo foi classificado como regional. As alterações no rio Arinos perdurarão durante toda a operação do empreendimento, assim os efeitos sobre a comunidade íctica seguirão o mesmo comportamento. Deste modo, a frequência do impacto é classificada como contínua, sendo ele classificado como de longo prazo, permanente e irreversível, e ocorrência certa. Trata-se de um impacto cumulativo, já que interage com o Impacto 20, com as Interferências a ictiofauna, bem como no contexto do mesmo fator ambiental com o Impacto Socioeconômico 16, Interferência sobre a atividade de pesca profissional. Uma vez que incide sobre um recurso natural fundamental (ictiofauna) para a manutenção da cadeia produtiva local, a sensibilidade tende a ser avaliada como alta. Aliada a uma alta magnitude, este impacto foi classificado como de grande importância.”

Em relação à peixes e pesca, a ausência ou paucidade de dados sobre as espécies de peixes da bacia do Juruena e do rio Arinos, principalmente migradores, bem como sobre a qualidade de habitats para a biota aquática, não permite o estabelecimento de linhas de base mínimas para este componente. As duas avaliações trazem elementos importantes para o entendimento dos possíveis impactos sobre a ictiofauna e pesca a partir da possível implementação da UHE Castanheira. Existem lacunas na inter-relação dos diferentes impactos e a qualificação da cumulatividade e seus riscos a partir de um entendimento mais aprofundado destas inter-relações. Cita-se, por exemplo, a vulnerabilidade crescente das espécies de peixes, principalmente migratórios, em relação à quebra de conectividade hidrológica na bacia do Juruena e sub-bacias, devido às outras hidrelétricas já existentes, bem como planejadas e propostas para a região (ver item 5.3, Análise de Conectividade Hidrológica). A interação com a perda de habitats da fauna aquática (ilhas, praias e corredeiras) também não foi considerada de forma aprofundada para

os impactos sobre a ictiofauna e a pesca. Neste sentido, informações de alta relevância apresentadas no ECI, levantadas com base em entrevistas realizadas com as comunidades indígenas Kayabi, Apiaká, Munduruku e Rikbaktsa, afetadas pela possível implementação da UHE Castanheira, não foram incluídas ou atualizadas pelo EIA. Isto configura-se como uma lacuna importante de conhecimento, e um sinal nítido de fatiamento e desarticulação entre os instrumentos de planejamento e avaliação de impacto usados no processo de licenciamento da UHE Castanheira.

Considerando-se os critérios de boas práticas para análises de impacto cumulativo, foram detectadas várias lacunas em relação à metodologia empregada para as análises integrada e de sensibilidade apresentadas no EIA. Um primeiro problema relaciona-se com a falta de análises abordando as interrelações entre os componentes sociais e ambientais na região a ser impactada pela UHE Castanheira. Os componentes dos meios físicos, bióticos, e socioeconômicos são apresentados e considerados de forma separada e fracionada nas análises, o que pode mascarar possíveis impactos cumulativos resultantes da interação destes em cenários reais. Como exemplo, pode-se citar as inter-relações entre urbanização, incremento de atividades agrícolas, e uso de pesticidas, e mudanças climáticas, trazendo riscos de maior magnitude à qualidade da água, erosão, dinâmica de sedimentos e à resiliência de habitats importantes para a pesca e a diversidade da biota aquática. Apesar da utilidade da Análise de Sensibilidade, incluindo a espacialização dos dados, as lacunas de conhecimento relativas às espécies de peixes, por exemplo, não permitem determinar a sensibilidade de forma acurada para o componente de biota aquática.

Em relação à qualidade da água, como mencionado na Tabela 13 do item 5.4.2.2 acima, não são identificados problemas ou riscos relativos à qualidade da água nas sub-bacias do Arinos e do rio dos Peixes, incluindo um possível incremento na concentração de fósforo, ou menção à carga de agrotóxicos. Seria, portanto, necessário um aprofundamento da análise dos impactos cumulativos sobre o CASS da água, os quais poderão ocasionar uma sobrecarga de fósforo em várias sub-bacias do Juruena, conforme apontado na seção específica sobre o CASS da água na sequência. Ainda em relação à água e suas interações com o uso da terra e desmatamento na região, o EIA destaca a ascensão do desmatamento na região, principalmente área definida como de influência indireta (AAI). Destaca-se a forte pressão sobre os remanescentes de vegetação nativa na AID, devido à expansão de atividades agrícolas, a ameaça de queimadas, e a extração seletiva de madeira. Poucas informações são trazidas sobre os riscos de aumento do desmatamento das matas ciliares. No EIA, menciona-se que as matas ciliares encontram-se em bom estado de conservação nas sub-bacias do Arinos e dos Peixes.

Outra questão relaciona-se com a análise fatiada dos componentes por tipo de área: AAR, AII, AID. Esta não permite uma análise integrada de componentes do meio biótico que ultrapassam os limites das áreas, como as espécies de peixes e as populações humanas, que utilizam várias áreas para suas atividades de subsistência, lazer ou locomoção. Na categoria de

“Presença de áreas protegidas e prioritárias para conservação”, não são incluídas ou mencionadas as Terras Indígenas, as quais desempenham um papel importante na conservação ambiental e na preservação do patrimônio arqueológico e biocultural do país e da Amazônia.

Em conclusão, considera-se que as metodologia empregadas, principalmente no EIA, são insuficientes para a identificação e compreensão dos possíveis impactos cumulativos decorrentes da possível construção da UHE Castanheira no rio Arinos.

5.3 Conectividade hidrológica

Os resultados das análises de conectividade hidrológica realizadas revelaram um cenário preocupante para a bacia do Juruena caso os planos de construir a UHE Castanheira e outras UHEs, CGHs e PCHs se concretizem. Para a análise, foram consideradas as sub-bacias dos rios Arinos, do Sangue e do Alto Juruena, que compõe toda a região hidrográfica sob influência da UHE Castanheira e demais projetos hidrelétricos que eventualmente desconectem as regiões do Alto e Baixo Juruena (Figura 11). No futuro, pode-se ampliar as análises, para a inclusão de outros cenários e dimensões espaciais possíveis.

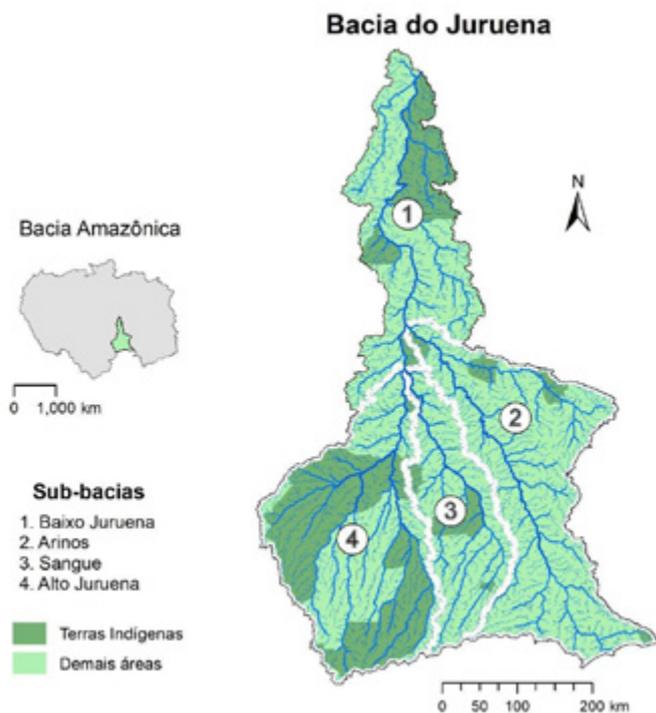


Figura 11: Mapa identificando as principais sub-bacias da bacia do rio Juruena, com a localização das Terras Indígenas marcadas em cor verde escuro, de acordo com a base de dados da RAISC (RAISC, 2020).

A possível implementação da UHE Castanheira próxima à foz do rio Arinos juntamente com outros projetos hidrelétricos na região terá impactos cumulativos na conectividade hidrológica das bacias, na qual os impactos desses empreendimentos não se expressam apenas individualmente, mas também em conjunto na paisagem. A Figura 12 mostra o conjunto de hidrelétricas existentes atualmente, as planejadas e as propostas para a bacia do Juruena (considerando-se as CGHs, PCHs e UHEs) (ANEEL, 2022; OPAN, 2019). Observa-se no mapa uma grande concentração de hidrelétricas nas nascentes ou cabeceiras dos rios, as quais têm impactos significativos, com implicações para a saúde dos ecossistemas, para a biota aquática, para a qualidade de vida das populações humanas e para a integridade dos ecossistemas (Morden et al., 2022).

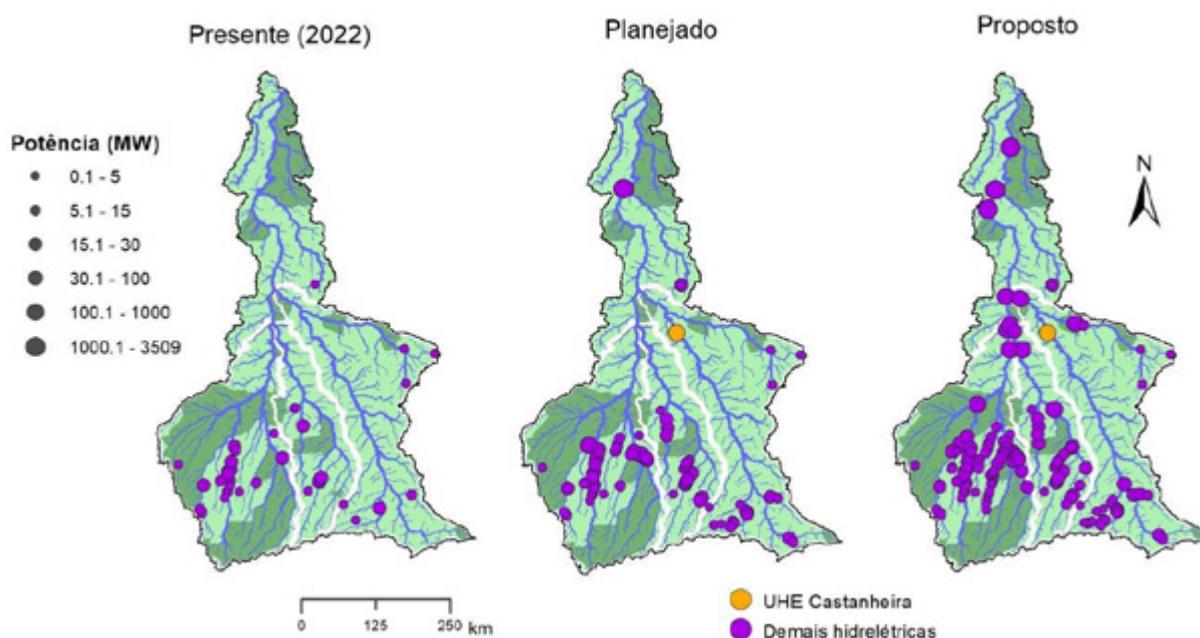


Figura 12: Situação atual e cenários futuros, planejados e propostos, para a intensificação dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia do rio Juruena, segundo os dados disponíveis da base da ANEEL (2022).

No cenário Planejado, percebe-se a presença de um número expressivo de hidrelétricas nas nascentes dos rios das sub-bacias do Alto Juruena, Sangue e Arinos, bem como a possível construção de barragens nos trechos superiores dos rios principais, onde já existe uma perda de conectividade maior. Neste cenário, a presença da UHE Castanheira (marcada em cor laranja) causará uma grande perda de conectividade do rio Arinos com o restante da Bacia, o que coloca em risco a reprodução e sobrevivência de espécies de peixes com hábitos migratórios, principalmente na perspectiva do DCIi, o índice de conectividade hidrológica cuja referência é a foz do rio, e que se aplica aos peixes migradores de grande distância, como surubins ou pintados, os pacus, as matrinxãs, as curimbas e outros grandes bagres migradores (Couto et al., 2021; Goulding et al., 2019).

A Figura 13 mostra os cálculos de tendências de conectividade hidrológica ao longo do tempo, evidenciando a perda de conectividade das bacias analisadas desde o ano de 1900 até o momento atual e os cenários futuros, a partir da potencial construção da UHE Castanheira somada à instalação de outras CGHs, PCHs e UHEs nos cenários Planejado e Proposto. Nota-se uma maior queda da conectividade a partir de 2000, quando as políticas do PAC, a flexibilização do licenciamento ambiental para CGHs e PCHs, e o incentivo à construção de hidrelétricas deflagraram uma expansão desordenada de PCHs no país, com destaque para a região amazônica (Athayde et al., 2019a; Couto and Olden, 2018). Considerando-se os cenários futuros, para as duas métricas de conectividade (DCIp e DCli), registra-se uma perda expressiva da conectividade hidrológica do rio Arinos a partir da possível construção da UHE Castanheira.

Dentre todas as CGHs, PCHs e UHEs planejadas e propostas, a UHE Castanheira é a que mais contribuirá para a perda da conectividade fluvial, pela sua localização próximo a foz do rio, bloqueando todo o seu canal principal. Os valores de DCI (índice de conectividade dendrítica) calculados (Anexo I) e mostrados na Figura 13 abaixo podem ser interpretados como porcentagem de conectividade. Como pode-se perceber acompanhando a linha laranja, a UHE Castanheira sozinha vai derrubar o DCli em 54% e o DClp em 34% na sub-bacia do Arinos (que inclui o Arinos, Peixes e demais tributários), o que representa uma perda de conectividade maior do que a observada atualmente para as outras sub-bacias, mesmo que já constem nessas outras sub-bacias um número elevado hidrelétricas em operação.

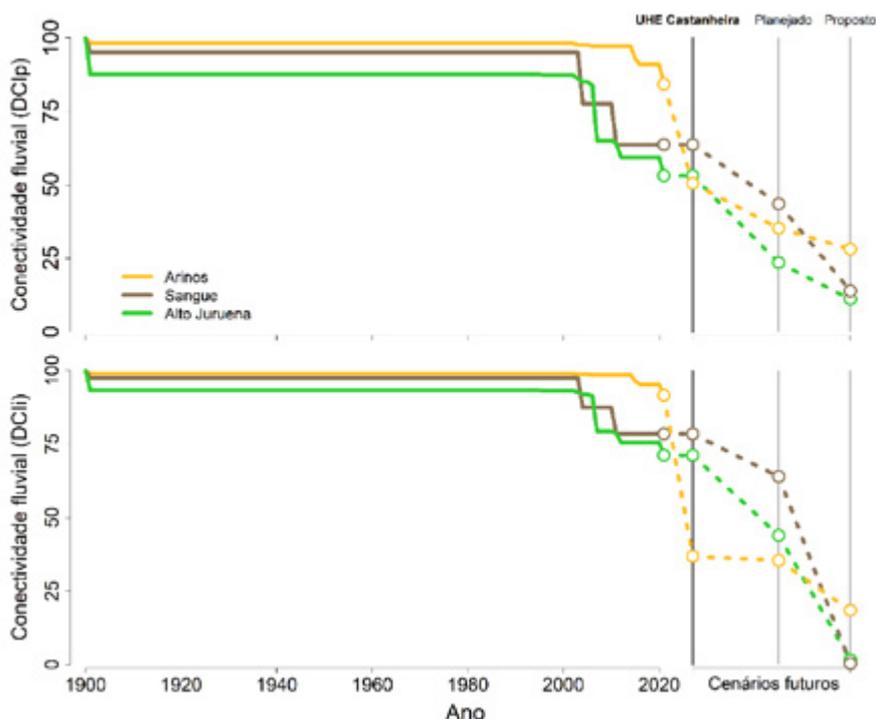


Figura 13. Tendências e cenários de conectividade hidrológica para as sub-bacias do Arinos, Sangue e Alto Juruena na bacia hidrográfica do rio Juruena, Mato Grosso. Os índices de conectividade dendrítica ajustados para peixes potamódromos e imigrantes mostram uma perda expressiva da conectividade hidrológica a partir da construção da UHE Castanheira para a sub-bacia do rio Arinos em amarelo.

Esses resultados demonstram que, além dos impactos na biota aquática e os impactos socioculturais e econômicos *in loco* resultantes da construção de UHEs na Amazônia já documentados em pesquisas anteriores (e.g. Athayde et al., 2019b), as espécies de peixe e invertebrados que dependem de rios conectados para completar o ciclo de vida na região hidrográfica de todo o Alto Juruena, tanto as que migram para acessar locais de alimentação, ou para se reproduzir, serão entre as mais negativamente afetadas pela UHE Castanheira. Em especial, os peixes migradores de grandes distâncias, que já sofrem com os impactos adicionais advindos de múltiplas pequenas hidrelétricas instaladas na região e com a possível instalação de muitas outras CGHs, PCHs e UHEs no futuro. Algumas dessas espécies precisam de pelo menos 100 km de rios livres para sua reprodução, como documentado por Medinas de Campo et al. (2020) para a bacia do rio Paraguai, como as matrinxãs (*Brycon* spp), os piaus (*Leporinus* spp), algumas espécies de pacu (*Mylossoma* spp), as curimbas (*Prochilodus* spp) o pintado (*Pseudoplatystoma tigrinum*), a cachorra (*Rhaphiodon* spp) e outras, principalmente das ordens Characiformes e Siluriformes. O canal principal dos rios Arinos e Peixes (sub-bacia do Arinos) é um dos únicos remanescentes livres de hidrelétricas conectando o Alto e Baixo Juruena que podem ser considerados grandes o suficiente (> 100 km) para manter populações de peixes migratórios de longa-distância como as espécies referidas acima. Ironicamente, essas mesmas espécies migradoras de longa distância (ver seção sobre análise do CASS de peixes e pesca a seguir) são aquelas de importância mais expressiva para a pesca (comercial e recreativa) e para a segurança alimentar de populações humanas locais (Goulding et al. 2019; Couto et al. 2021), o que também se aplica para os povos indígenas que habitam as várias sub-bacias do rio Juruena, com ênfase para o rio Arinos, de acordo com informações do ECI (EPE and MRS, 2017).

A partir de estudos realizados nas bacias formadoras da região do Pantanal mato-grossense no Brasil, Medinas de Campos e colaboradores (2020) sugerem a utilização de abordagens em escala de bacia que possam estimar os possíveis impactos de cenários alternativos para a geração de energia hidráulica. Esta abordagem permitiria visualizar as diferentes opções e possíveis consequências de escolhas locais no processo de tomada de decisão. Neste sentido, o instrumento da AAI da bacia do Juruena teria esta finalidade. No entanto, como esta análise demonstra, sugere-se a necessidade de uma atualização da AAI, tendo em vista a não inclusão nas PCHs e CGHs nas análises realizadas entre 2006 e 2011, bem como necessidade de atualização do cenário de aumento do desmatamento, instalação crescente de atividades de mineração na região, os impactos das mudanças climáticas, e os impactos mais recentes da pandemia Covid-19.

Além disso, são recomendadas análises de conectividade hidrológica e a utilização de ferramentas computacionais para o planejamento hidroenergético que já estão disponíveis para informar processos de planejamento regional e em escala de bacia, possivelmente substituindo as ferramentas utilizadas convencionalmente (Couto et

al., 2021; Flecker et al., 2022). Ferramentas de cálculos de conectividade hidrológica e otimização de escolhas locais para projetos hidrelétricos permitem o entendimento de perdas e ganhos (*trade-offs*) entre diversos componentes socioecológicos e a geração de energia, e aumentam a eficácia e benefícios socioecológicos e econômicos de alternativas locais (Holtgrieve and Arias, 2022). Elas podem auxiliar os planejadores e administradores, incluindo futuros projetos, e podem ser consideradas importantes ferramentas de gestão adaptativa e boas práticas em avaliação de impactos cumulativos.

Como exemplo, cita-se o trabalho recente de Flecker et al. (2022), no qual foi desenvolvida uma ferramenta de otimização de multi-objetivos para avaliar as perdas e ganhos (*trade-offs*) em escala de bacia hidrográfica, entre a geração de energia hidráulica e um conjunto de cinco critérios ambientais que incluem os principais serviços oferecidos pelos rios: regulação de vazão ou fluxo, conectividade hidrológica, transporte de sedimentos, diversidade de peixes, e emissão de gases de efeito estufa. A análise incluiu a otimização de cenários que representam um conjunto de soluções para minimizar os efeitos ambientais negativos sobre os critérios considerados em relação à potência de geração de hidroeletricidade. Os resultados demonstram os efeitos negativos da falta de planejamento estratégico em escala de bacia, produzindo uma configuração de barragens hidrelétricas longe das alternativas ótimas ou menos impactantes do ponto de vista ambiental. Critérios como conectividade hidrológica, baseados no índice de conectividade dendrítica, mudaram drasticamente desde a linha de base pré-barragem para várias sub-bacias hidrográficas na Amazônia. Comparando o cenário atual com a linha de base e os índices de otimização, os autores evidenciaram que outras configurações de barragens, se pensadas em escala de bacia, poderiam ter produzido até quatro vezes mais eletricidade, com menor perda de conectividade (Figura 14). Análises realizadas para os outros critérios demonstram as perdas e ganhos entre diversos objetivos de geração de energia e manutenção de serviços ecossistêmicos dos rios amazônicos em escala de bacia, facilitando o planejamento energético e o processo de decisão entre gestores e sociedade.

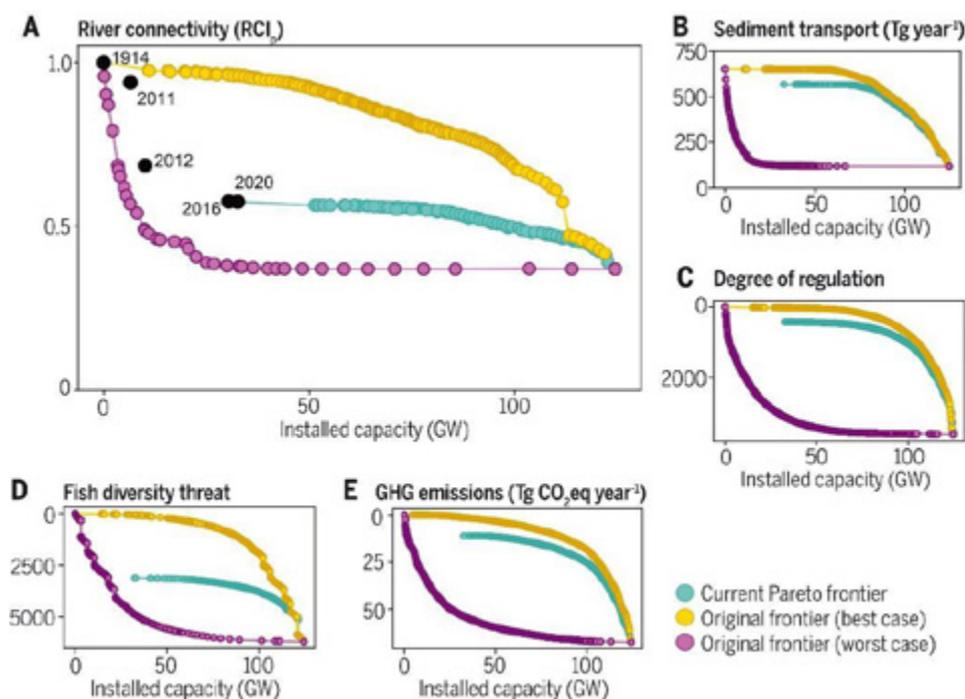


Figura 14. Importância de critérios de escolha e da avaliação de perdas e ganhos em escala de bacia para o planejamento estratégico da energia hidrelétrica na Amazônia. As linhas amarelas representam os melhores casos ou cenários, as linhas azuis representam o contexto atual, e as linhas roxas representam os piores casos em relação aos 5 critérios analisados, comparados à capacidade instalada de geração em GW. Critérios: (A) conectividade hidrológica; (B) Transporte de sedimentos; (C) Capacidade ou grau de regulação; (D) Ameaças à diversidade de peixes; e (E) Emissões de gases de efeito estufa. Fonte: Flecker et al. (2022).

5.4 Análise dos Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS)

A análise específica dos componentes ambientais e sociais selecionados (CASS) da água, peixes e pesca foi realizada a partir de informações extraídas dos documentos de planejamento e licenciamento considerados neste trabalho, bem como em consulta à literatura científica pertinente. Foram considerados os aspectos mais críticos do ponto de vista dos fatores de pressão e dos impactos cumulativos que podem afetar a qualidade, resiliência e sustentabilidade dos CASS a partir da potencial construção da UHE Castanheira. Apresenta-se inicialmente a análise do CASS da água; peixes e pesca. Na sequência, apresenta-se o resultado de um trabalho exploratório de construção de cadeias causais, as quais representam interações críticas entre fatores estressantes, processos e impactos intermediários, impactos nos CASS e implicações para a reprodução física e cultural dos povos indígenas. A partir da análise dessas cadeias causais e da identificação de interações críticas, foram traçadas hipóteses e lacunas de conhecimento sobre os impactos cumulativos da possível construção da UHE Castanheira, as quais visam apoiar os processos de tomada de decisão, e que poderão ser aprofundadas em estudos subsequentes. As cadeias causais foram elaboradas com base nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental, bem como revisão de literatura. O desenho utilizado baseou-se no modelo proposto por Lord (2012).

5.4.1 Água

Durante o processo de enchimento de reservatórios, ocorrem transformações rápidas e intensas seguidas de uma mudança de ambiente lótico – no caso do Arinos, rico em corredeiras que auxiliam a oxigenação das águas, para um ambiente lêntico de águas paradas. Está previsto para UHE Castanheira um reservatório de 94,68 km² com 8 dias de tempo de residência (EPE, 2015a). A qualidade da água e o regime hídrico são importantes de serem avaliados de forma integrada às demais análises, visto que são influenciados por fatores no nível da bacia hidrográfica, como o uso do solo, incluindo o desmatamento, a pecuária extensiva e a agricultura mecanizada com insumos (fertilizantes e agrotóxicos) que ocorrem na bacia e influenciam a qualidade da água. Além disso, a qualidade e o comportamento hidrológico de um rio também irão trazer consequências para a vegetação aluvial, a fauna aquática e semiaquática, e os modos de vida das populações locais. Além da alteração do ambiente no reservatório, à montante do eixo de um barramento, a retenção de sedimentos e a deterioração da qualidade de água de um reservatório também podem ter efeitos no sistema socioecológico à jusante, mesmo em usinas com operação à fio-d'água, que costumam alterar menos a vazão quando comparados com os reservatórios com acumulação (Csiki and Rhoads, 2010; Runde et al., 2020). Esses efeitos também têm consequência em todo o sistema socioecológico e no modo de vida das populações locais. Pesquisas baseadas no conhecimento local de pescadores do rio Tapajós indicaram lacunas importantes de pesquisa para compreender essas mudanças, sobretudo à jusante, de hidrelétricas a fio-d'água (Runde et al., 2020).

Os estudos ambientais utilizam parâmetros consagrados para medir a qualidade da água, como os estabelecidos pela Resolução CONAMA n. 357/2007 e o IQA – Índice de Qualidade da Água. A Resolução CONAMA 357/2007 também determina as classes de rios conforme os usos e, no caso do rio Arinos e dos Peixes, ambos são classificados como Classe 2 e possuem valores mínimos (ou máximos) para diferentes parâmetros de qualidade de água. O IQA do rio dos Peixes e do rio Arinos foram qualificados como apresentando uma boa qualidade da água.

Como já mencionado, a AAI realiza uma projeção de cenário com mudança de uso do solo (avanço de lavoura mecanizada e pecuária) e realiza modelagem das alterações em parâmetros da qualidade da água, com valores para cenário de 2006 e projeção para 2026. Já os dados do EIA se referem ao ano de 2014, portanto alguns parâmetros podem ser comparados entre os documentos, como no caso da carga total de fósforo.

A partir dos dados disponíveis nos estudos da AAI, do EIA e do ECI, foram analisados 3 tópicos relevantes para o CASS água que serão descritos a seguir:

- Fósforo total, uso do solo na bacia e tributários do reservatório da UHE Castanheira;

- Vazão, dinâmica de sedimentos e alteração em habitats;
- Análises não realizadas: desmatamento de mata ciliar, agrotóxicos, bioacumulação, e mudanças climáticas.

5.4.1.1 Fósforo total, uso do solo na bacia e tributários do reservatório da UHE Castanheira

Dentro dos parâmetros estudados para a qualidade de água, o fósforo é o mais notável, sobretudo, para o Arinos, considerado o rio com maior carga de sedimentos na bacia do Juruena, especialmente no período de início das chuvas, quando ocorre maior escoamento superficial e carreamento de sedimentos. O fósforo é o principal parâmetro monitorado para medir possíveis riscos de eutrofização de corpos hídricos. O limite CONAMA para rios de classe 2, classe atribuída ao Arinos e Peixes, é de 0,1mg/L para o fósforo total. Na análise realizada pela AAI (que apresenta o valor médio anual) o valor já é ultrapassado em 2006 para o rio Arinos (0,109 mg/L), aumentando o valor em 2026 (0,181 mg/L), e é considerado como variável de alta sensibilidade no componente-síntese da qualidade da água.

Nos dados da projeção da AAI para 2026, na sub-bacia do rio Arinos (EPE, 2011, Quadro 4.1.2.3/6), é possível observar que o maior valor de fósforo projetado para 2026 é 0,280mg/L no mês de janeiro e, no mês de março, 0,257mg/L. Ao comparar com os dados do EIA para o mês de março (de amostras coletadas em 2014), é possível observar que esse valor foi ultrapassado em todos os pontos monitorados (desde a montante até a jusante do reservatório da UHE Castanheira) como é possível ver na Figura 7.1.6.2-33 (EPE, 2015a, Vol1, p.495). Alguns valores chegam a ser muito altos, como 0,893mg/l no caso do córrego Córrego, afluente da margem esquerda, ultrapassando mais de 8 vezes o valor permitido pela Resolução CONAMA 357.

O EIA cita que esses altos valores podem ser oriundos das “áreas de intensa agricultura localizadas na parte média da bacia do rio Arinos e de áreas degradadas que drenam para os afluentes”, considerando que há poucos usos da água para diluição de efluentes industriais e domésticos à exceção de pontos próximos às áreas urbanas (EPE, 2015a, vol1, p.496).

Dessa forma, é possível deduzir que a projeção do “cenário otimista de conservação” realizada pela AAI para 2026, em relação à mudança de uso do solo e as consequências na qualidade da água, não correspondeu com o cenário observado em 2014 pelo EIA (12 anos antes do horizonte previsto pela AAI). O EIA ressalta os altos índices de desmatamento nos anos anteriores à publicação do relatório, com o município de Juara apresentando um dos maiores índices do país em 2013 (EPE, 2015a).

No relatório do EIA, argumenta-se que a carga de fósforo é indisponível à biota aquática, pois este é adsorvido à argila (característica de latossolos), o que reduz o risco de eutrofização dos rios monitorados. Para isso, o documento apresenta dados baixos de concentração de ortofosfato, que é a forma assimilável pelos organismos primários e inicia processo de

eutrofização, porém este não é o parâmetro adotado pela regulamentação oficial estabelecida pelo CONAMA, que utiliza o fósforo total, com valores muito maiores que os limites estabelecidos. Na Modelagem Hidrodinâmica e de Qualidade da Água, apêndice do EIA, há informações das campanhas sobre os pontos monitorados que contradizem essa afirmação. Nas tabelas apresentadas nas páginas 27-30, é possível observar valores maiores para o ortofosfato do que os permitidos pelo CONAMA para o fósforo total (0,1mg/l para rios de classe 2), portanto não são valores baixos como afirma o relatório do EIA. Com esses valores de fósforo total e ortofosfato, há um risco de ocorrer eutrofização, risco que é agravado de forma cumulativa com outros fatores que serão descritos a seguir.

É possível notar nas análises da AAI e do EIA que a sazonalidade influencia o rápido aumento desses indicadores, sobretudo nos meses de outubro a dezembro, quando ocorre o início das chuvas e aumento do escoamento superficial e carreamento de sedimentos. A existência de matas ciliares à montante do rio Arinos e de seus tributários também influencia nesse carreamento de sedimentos, sendo esse tópico pouco explorado pelos estudos ambientais, o qual é discutido mais adiante nesta seção.

Outro ponto observado no EIA é a situação dos tributários do possível futuro reservatório da UHE Castanheira. Eles estão próximos ao centro urbano de Juara (MT), cujos parâmetros de qualidade de água e, principalmente, os indicadores em relação ao fósforo total apresentam valores altos comparados aos demais. Os pontos 6, 7 e 8, que correspondem aos córregos Águas Claras (margem direita), Jacutinga (margem esquerda) e Córgeão (margem esquerda) respectivamente, apresentam valor acima do limite nos períodos da enchente e cheia. O período mais crítico é o da enchente, com dados coletados em dezembro de 2014, no qual todos os pontos apresentam valores acima do permitido, com exceção dos pontos 2 e 9, pouco abaixo do mesmo. Com isso, alguns pontos monitorados no rio Arinos próximos a esses tributários também demonstram valores preocupantes, como o ponto 9, no rio Arinos à jusante do eixo proposto da UHE Castanheira, que tem valor já próximo ao limite (0,07 mg/L). A AAI, já em 2006, também apontava dados de degradação da qualidade de água no rio Arinos em local próximo a Juara, onde foram encontrados seres bentônicos resistentes à poluição orgânica, “sinalizando déficits de oxigênio dissolvido que podem ocorrer nos períodos de estiagem” (AAI, Vol I, cap 3.1.1.2.). As causas desses valores, que apontam uma degradação da qualidade de água próximo a Juara, são citadas por Toledo (2011) que afirma que “existem áreas com comprometimento da qualidade da água por atividade mineral ou por efluentes domésticos, especificamente no município de Juara”. O EIA infere que os valores mais altos para os tributários do Arinos estão relacionados a alterações antrópicas e à supressão da mata ciliar (EIA, p.484, p.488).

Há de se considerar também que no reservatório previsto os braços onde desembocam os tributários terão características diferentes à parte central do reservatório, com fluxo menos intenso, se comportando como “subsistemas diferentes frente ao corpo central, e

deverão se caracterizar mais como ambientes lânticos” o que aumenta a probabilidade de menor aeração das águas, proliferação de plantas aquáticas flutuantes (macrófitas) e outros processos que caracterizam a eutrofização de corpos d’água (EPE 2015a, Vol 2, p.79). Esse fenômeno já vem ocorrendo em tributários de reservatórios de outras hidrelétricas a fio d’água alterando as propriedades químicas e térmicas (Almeida et al, 2020).

É importante ressaltar também que o rio Arinos é o principal local de atividades de lazer e recreação, sendo a pesca e a visita no Arinos correspondentes a 60% das respostas no levantamento de campo realizado em 2014, sobretudo nas proximidades da cidade de Juara, com alguns dos pontos de monitoramento acima mencionados para o rio Arinos e tributários (como o ponto 7, no córrego Jacutinga) levantados como pontos de balneabilidade.

Há também o impasse acerca da situação do lixão de Juara, o qual situa-se a 400m da margem do rio Arinos e, dentro das atividades previstas pelo EIA, há apenas o monitoramento da qualidade da água subsuperficial no entorno. A regularização da destinação dos resíduos sólidos cabe à gestão municipal, porém, com a previsão de Juara ser a principal sede durante a fase de construção do empreendimento, espera-se que haja atração populacional e conseqüente aumento da produção de resíduos sólidos e, caso não solucionado, o aumento desse lixão pode agravar ainda mais a situação dos corpos hídricos na proximidade da área urbana de Juara.

Além dos efeitos na área do reservatório, Agostinho et al. (2007) ressaltam que o fósforo tem interação de “processos antagônicos” e efeitos também à jusante de hidrelétricas. A formação de reservatórios e transformação em ambiente lântico aumenta a taxa de sedimentação e, conseqüentemente, a deposição do fósforo no fundo de reservatórios. A AAI aponta este como um fator positivo, pois diminuiria a concentração à jusante com os diferentes empreendimentos hidrelétricos na bacia, e prevê para a UHE Castanheira (ARN-120) o maior valor para retenção de fósforo entre os empreendimentos contemplados no inventário da bacia do Juruena, com valor previsto para 2026 de 1,0 mg/L. Se por um lado o reservatório sedimenta e diminui a concentração do fósforo na água, de outro a retenção de nutrientes e a diminuição da turbidez da água à jusante também tem outras conseqüências associadas, como: aumento da capacidade erosiva, diminuição da biomassa disponível para peixes e fauna aquática, maior transparência da água e maior predação de ovos e larvas de peixes, empobrecimento da fertilidade das planícies alagáveis para atividades agrícolas, entre outros (Agostinho et al., 2007; WCD, 2000).

5.4.1.2 Vazão, dinâmica de sedimentos e alteração em habitats

Muitos estudos relacionados às transformações socioecológicas deflagradas por hidrelétricas têm focado as mudanças que ocorrem com a formação do reservatório, porém pesquisas realizadas em várias bacias hidrográficas na África, Ásia e América Latina demonstram que as alterações na vazão à jusante

também têm importantes implicações no sistema socioecológico a curto, médio e longo prazos (Aguiar et al., 2016; Flexa et al., 2016; Kemenes et al., 2016; Kuenzer et al., 2013; Mbaka and Wanjiru Mwaniki, 2015; Owusu et al., 2017). Diferenças entre a tecnologia utilizada na geração de energia hidrelétrica influenciam o grau de interferência no fluxo natural de um rio.

As barragens com reservatório de acumulação possuem capacidade de armazenamento da água no reservatório, demandam diferença de altura, reservatórios de maior extensão e com maior tempo de residência e alteram de forma significativa o fluxo de um rio (Hunt et al., 2018). As usinas mais recentes à fio d'água, em comparação com o modelo tradicional anterior, demandam reservatórios de menor extensão e com menor tempo de residência, com pouca variação na cota do reservatório e a produção hidrelétrica é dependente da vazão natural afluente do rio (Annandale et al. 2016; Almeida et al, 2020).

Essa mudança tecnológica advinda a partir das turbinas do tipo “bulbo” é muitas vezes apresentada como uma tecnologia “quase sem impacto” (Fearnside, 2014), porém, apesar de apresentarem vantagens como reservatórios com menor tempo de residência e, conseqüentemente, menor retenção de sedimentos (Csiki and Rhoads, 2014) e menor intervenção na vazão, ainda assim há diferentes tipos de alterações à jusante, sobre as quais ainda há uma lacuna de conhecimento, visto que esse tipo de tecnologia vem sendo utilizada em hidrelétricas mais recentes como as em operação no rio Madeira (Jirau e Santo Antônio) e a UHE Belo Monte, no rio Xingu. Ainda assim, apesar desse avanço tecnológico, essas barragens possuem alturas significativas semelhantes às já existentes na Amazônia com reservatório de acumulação (Fearnside, 2014) e diferentes estudos demonstram outros tipos de impactos a curto, médio e longo prazo dessas barragens com relação a alterações hidrológicas e conseqüências socioecológicas à jusante desses empreendimentos (Almeida et al, 2020; Zuanon et al, 2019). O rio Arinos, em comparação aos rios Madeira e Xingu, se apresenta com uma menor bacia hidrográfica com menores valores de vazão, porém é importante ressaltar que mesmo nesses casos podem haver efeitos espaciais extensos (Lehner et al, 2011).

Uma das alterações na vazão à jusante de hidrelétricas a fio d'água descrita na literatura científica é o aumento dos “repiquetes” (*hydropeakings* ou reversões) que consistem na mudança de um período de elevação e diminuição da vazão, e vice-versa, refletindo em uma oscilação no nível d'água (Richter et al, 1996; Almeida et al. 2020). O rio Arinos, assim como demais rios amazônicos, possui um pulso característico com períodos de enchente, cheia, vazante e seca, e alguns repiquetes podem ocorrer naturalmente ao longo do ciclo hidrológico. Porém, com a operação de hidrelétricas, essas reversões geralmente ocorrem com maior frequência e com maior rapidez, podendo acontecer ao longo de dias e semanas (variações diárias) ou até mesmo ao longo de horas (variações subdiárias), com enchimento

e secamento do rio em um mesmo dia (MPMT, 2021). Entre efeitos à jusante desse aumento de repiquete, cita-se: desestabilização de margens, interferência no ciclo da fauna aquática e na vegetação das planícies aluviais, aprisionamento de peixes e impactos na agricultura realizada na várzea dos rios (Almeida et al, 2020).

Pescadores localizados à jusante das hidrelétricas do rio Madeira apontam como principal impacto hidrológico o aumento dos repiquetes que afetou diretamente a atividade pesqueira, pois essas mudanças súbitas causam desaparecimento dos peixes dos pesqueiros, causando prejuízos para pescadores comerciais (Santos et al, 2020). No caso da hidrelétrica de Belo Monte, comunidades à jusante da barragem de Pimental também narram impactos no ciclo de reprodução da fauna aquática e mortandade de peixes, variações no nível da água, por vezes narrados como “enche-vaza” que também aumentam o risco de acidentes na navegabilidade (MPF et al, 2019; Zuanon et al, 2020).

Em relatório elaborado pelo Ministério Público Estadual de Mato Grosso, há uma contestação acerca desses possíveis perigos com relação a operação da hidrelétrica, mencionando que o empreendimento não demonstra como fará o controle de vazão do rio Arinos de forma segura e recomenda: a definição de “cenários de vazões ambientais”, “protocolo de manutenção de vazões viáveis para manutenção da vida e dos ecossistemas”, “estabelecer um protocolo de operação segura nas manobras e operações de geração de energia” (MPMT, 2021). No Brasil, a ANA – Agência Nacional das Águas regulamenta a outorga de uso da água e, por meio de parecer, estabelece a reserva de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos, a qual autoriza o uso para geração de energia. Entre os parâmetros que constam na política da ANA há a vazão mínima a ser liberada à jusante do barramento. Porém, como descrito sobre os impactos à jusante de hidrelétricas a fio d’água, apenas o estabelecimento de uma vazão mínima não é suficiente para garantia de vida do sistema socioecológico, dos usos múltiplos da água previstos na Resolução CONAMA 357/2007 e até da própria segurança das populações que habitam à jusante, em relação a riscos na navegabilidade e segurança e soberania alimentar, o que já está ocorrendo nos casos da UHE Belo Monte (Zuanon et al, 2020; Pezzuti et al, 2018; MPF et al., 2019) e das UHEs Santo Antônio e Jirau (Almeida et al, 2020, Santos et al, 2020).

A recomendação do MPMT (2021) de elaboração de “cenários de vazões ambientais” vai ao encontro com essa literatura científica, porém no Brasil há uma falta de incorporação, tanto no planejamento energético como na gestão de recursos hídricos, do conceito de vazão ambiental, também chamado de fluxo ambiental ou vazão ecológica (*environmental flow*), definido como a “quantidade, temporalidade e qualidade da vazão” de um rio necessária para “sustentar ecossistemas de água doce e estuários e os modos de vida e bem estar de populações humanas que dependem destes” (Arthington, 2018). Indicadores de alteração hidrológica (IHA - *Indicators of Hydrological Alterations*) possuem parâmetros para compreender as alterações hidrológicas e as consequentes respostas ecológicas de intervenções humanas na regulação

hídrica de corpos d'água (Richter et al, 1996; Timpe & Kaplan, 2017) e são importantes para subsidiar a tomada de decisões e o monitoramento. Essas análises deveriam ser incorporadas no licenciamento ambiental de hidrelétricas e no processo de obtenção de outorga de uso da água, de forma a estabelecer não apenas valores referentes a vazão mínima, mas também regras de operação com base em outros indicadores de alteração hidrológica como reversões, temporalidade e taxa de mudança de vazão (Richter et al, 1996; Almeida et al., 2020).

Há estudos que exploram a construção, de forma colaborativa, de recomendações de vazão ambiental e discutem limites de alteração hidrológica (Richter et al., 2006; Poff et al., 2010) além da importância da participação pública e de considerar o conhecimento ecológico local de comunidades locais e povos indígenas (Esselman and Opperman, 2010). Apesar do pouco subsídio da ciência (especialmente dos campos da hidrologia e ecologia) na tomada de decisão sobre a regulação das águas por hidrelétricas (Richter et al., 2009), a incorporação de análises como essas no processo de avaliação prévia e tomada de decisão, e no monitoramento na fase de operação, tem potencial de evitar ou atenuar impactos no sistema socioecológico e nos modos de vida locais, porém deve ser visto como um processo iterativo, de gestão adaptativa, e com participação das comunidades locais e da comunidade científica.

Outra alteração que ocorre com a implantação de hidrelétricas é a alteração na dinâmica de sedimentos, a qual está intimamente ligada ao fósforo, já comentado anteriormente, pois também está associada ao risco de eutrofização. A etapa de enchimento do reservatório é uma fase crítica em relação a esse aspecto. O MPMT (2021) apontou problemas na modelagem matemática utilizada para prever o comportamento das vazões e da qualidade da água no reservatório que não possibilitam compreender o risco de eutrofização nessa etapa. Os cenários de remoção da vegetação da área prevista para inundação são um dos problemas apontados, com cenários previstos apenas para remoção de 40%. O MPMT recomenda a ampliação para cenários de 60%, 80% e remoção total da fitomassa.

Embora os rios da bacia do Juruena sejam todos de águas claras com baixa turbidez, portanto com baixa concentração de sólidos suspensos, a sub-bacia do Arinos apresenta valores um pouco acima em relação às demais (EPE, 2011). Com a operação de UHEs, a dinâmica de sedimentos tem mudanças a longo prazo, com interferências diferentes no reservatório à montante e no trecho a jusante do eixo do barramento. Além disso, esses fatores também interferem na própria vida útil dos empreendimentos (Annandale, et al., 2016).

É importante observar que houve diferenças nas metodologias para análise da projeção futura dos sedimentos em suspensão. Enquanto a AAI (EPE, 2011) realizou modelagem considerando a contribuição da mudança no uso do solo da bacia hidrográfica (expansão do desmatamento, pecuária e agricultura mecanizada), o que aumentou consideravelmente o carreamento de sedimentos, o EIA (2015a) realizou

modelagem que utiliza a série histórica de vazões sem considerar essas mudanças no uso do solo, embora o próprio relatório aponte o crescente desmatamento que ocorreu na bacia do Arinos nos anos que antecederam a sua publicação. No capítulo de Prognóstico, o EIA aponta no quadro de cenário tendencial o fator ambiental Solos e Rochas com a condição de qualidade socioambiental atual considerada média e previsão futura de qualidade ruim em ambos cenários com e sem o empreendimento indicando que o “avanço do agronegócio” tende a continuar (EPE, 2015a; Vol2, p.352).

No caso da sub-bacia do Arinos, a AAI previu, com a implantação dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia, uma redução de 48% na concentração de sedimentos para o horizonte de 2026. Como já citado anteriormente acerca do fósforo total, a sazonalidade é marcante em relação ao carreamento de sedimentos (*runoff*) para o rio que, no caso do Arinos, possui grande variação com menores valores no período seco e maiores valores no período das chuvas, variando de 0,01 kg/m² a 4,5 kg/m² no norte da bacia (EPE, 2015a; Vol1, p.362).

A alteração da dinâmica dos sedimentos com a formação de reservatórios possui efeitos à jusante como o aumento do potencial de ocorrência de processos erosivos. Usinas a fio d'água tendem a minimizar a deposição de sedimentos e a tomada de água utilizada no projeto também auxiliam a minimizar tal impacto. Ainda assim, o EIA aponta que, à jusante do barramento “poderá ser observado um trecho em que, com maior energia e menor quantidade de sedimentos, a vazão poderá elevar o potencial erosivo das margens do rio” e cita que medidas incluídas no Plano de Recuperação de Áreas Degradadas poderão minimizar esses efeitos (EPE, 2015a; Vol1, p.297). A retenção de sedimentos deverá atingir a granulometria das areias, o que pode ter reflexos nos ambientes aquáticos à jusante (EPE, 2011). Segundo dados do EIA, os sedimentos transportados pelo Arinos na região da UHE Castanheira são compostos por 41,4% areia, 29,3% silte e 29,3% argila (EPE, 2015a; Vol. 1, p. 451).

Acrescenta-se a essa informação uma interação de forma sinérgica com a maior incidência de repiquetes e oscilações bruscas da vazão à jusante de UHEs à fio d'água pois, com isso, há uma tendência de aumento do potencial de erosão e assoreamento das margens. Ao observarmos os dados referentes à susceptibilidade de erosão, 67,5% da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento possui classe Moderada/Forte e no trecho à jusante na confluência do rio Arinos com o rio Juruena as classes são de suscetibilidade forte a muito forte (EPE, 2015a; Vol1, p.279-299), o que aumenta a probabilidade de ocorrência desse fenômeno. Apesar de serem chamadas de usinas a fio d'água, a operação de UHEs desse tipo já instaladas demonstra que também há oscilações no nível d'água devido à flutuação da demanda energética ao longo do dia (Melcher et al., 2017) e, reforçado pela já alta fragilidade do solo na área de alagamento prevista na UHE Castanheira, também há possibilidade de erosão e assoreamento das margens do reservatório.

Esses processos e impactos descritos têm efeitos nos ambientes aquáticos e nas margens do reservatório e do trecho à jusante, sobretudo entre o eixo do barramento previsto até a foz do Arinos, com consequências nos habitats da fauna aquática, como tracajá e o bivalve Tutãra, espécies de importância cultural (EPE e MRs, 2017) como será mais abordado adiante na seção 5.5.

5.4.1.3 Análises não realizadas e lacunas de conhecimento

Esta seção aborda algumas análises que não foram realizadas, ou que foram realizadas de forma superficial nos documentos de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira. Estas incluem o desmatamento de mata ciliar, agrotóxicos, bioacumulação, e mudanças climáticas.

Na AAI do Juruena, há um capítulo com resultados dos Seminários Técnicos promovidos visando a participação pública, realizados em 2010 para apresentação dos resultados dos estudos nas cidades de Cuiabá e Juína (EPE, 2011). Nesse caso, é importante ressaltar que os seminários foram realizados após finalização dos estudos e demonstram algumas lacunas de análises de temas considerados preocupantes por setores da sociedade civil presentes nos eventos. Em ambos seminários foram aplicados questionários nos quais, dentre os problemas ambientais, o desmatamento foi apontado como o primeiro. Em relação aos principais problemas ligados à qualidade da água da bacia, o desmatamento de nascentes, a contaminação por agrotóxicos e a perda de matas ciliares e assoreamento foram os três tópicos mais citados. Os temas levantados nesses seminários e a não realização de análises profundas sobre alguns deles reforçam as problemáticas da falta de participação na etapa de escopo desses documentos de planejamento e licenciamento ambiental.

O desmatamento foi descrito nos documentos, como já citado anteriormente, com altos indicadores anuais nos anos que precederam a publicação do EIA em 2014, além de ser um dos principais problemas citados pelos indígenas na AAI e no ECI. A análise do desmatamento de florestas ao redor dos rios e nascentes é de elevada importância visto que tais formações florestais são importantes para evitar ou atenuar efeitos da erosão, assoreamento e o carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial (*runoff*), aspecto particularmente importante no caso da sub-bacia do Arinos devido à susceptibilidade a erosão do solo (de média a muito alta), e ao cenário de avanço da agricultura mecanizada e pastagem. Levantado como um problema principal pelos seminários de participação pública, esse aspecto foi ignorado no EIA e na AAI. No primeiro, há apenas uma menção de que, apesar da presença de intenso usos do solo para agricultura e pastagem, a sub-bacia do Arinos apresenta “matas ciliares relativamente conservadas”, porém sem apresentar nenhum estudo ou embasamento científico para tal argumento (EPE, 2015a; vol1, p.508). Considerando que o Código Florestal – Lei no. 12.651 de 2012² – determina

2 LEI N° 12.651, de 25 de Maio de 2012: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm

a faixa de proteção com vegetação ao redor de corpos hídricos atribuindo distância mínima para diferentes corpos d'água, esses parâmetros poderiam ter sido avaliados por análises espaciais complementando as análises de desmatamento realizadas no EIA e na AAI e, dessa forma, aprofundar a situação acerca das interações entre desmatamento e processos erosivos.

Outra preocupação levantada nos seminários de participação pública da AAI foi a contaminação por agrotóxicos, processo que ocorre junto com o carreamento de sedimentos nas áreas de pastagem, levando tais componentes químicos para os corpos hídricos. O EIA da UHE Castanheira cita que há potencial de ocorrer tal processo, visto os resultados elevados de cor como indicadores de processos erosivos e carreamento de sedimentos e agrotóxicos, e admite que faltam análises e estudos nesse sentido (EPE, 2015a; Vol1, p.508). Porém, mesmo afirmando essa lacuna, ao analisar os impactos do empreendimento, o relatório se contradiz ao citar que, durante as campanhas de monitoramento, não foram identificados pontos com “alteração de parâmetros relacionados à contaminação por agrotóxicos” (EPE, 2015a; Vol2 p. 69). As regulamentações existentes de qualidade de água utilizadas como referência no relatório, IQA e a resolução CONAMA n. 357/2007 já comentadas anteriormente, não possuem parâmetros para agrotóxicos como herbicidas e fungicidas. Soma-se a isso o fato de que análises de tal tipo são geralmente onerosas. Na seção relacionada a programas ambientais de mitigação e compensação dos impactos ambientais, o EIA descreve o Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água e, dentre os parâmetros que serão monitorados, os agrotóxicos não estão contemplados. Ainda assim, visto o contexto regional, a análise sobre os agrotóxicos é essencial pois pode influenciar toda a saúde do ecossistema, além de oferecer riscos à saúde humana. O projeto Mapa da Água, feito pela Repórter Brasil, utiliza dados do Ministério da Saúde da qualidade da água tratada e distribuída nos municípios do país (2018-2020). O estudo aponta, para a água da cidade de Juara³, a presença de 27 diferentes agrotóxicos, além de outras substâncias que oferecem riscos à saúde. Embora nenhuma tenha ultrapassado o limite de segurança nesse estudo, isso demonstra a presença desses componentes que pode ser agravada caso o uso desses agrotóxicos se intensifique somado às possíveis alterações da UHE Castanheira.

Dentre os documentos de planejamento e licenciamento ambiental, o ECI é o único que apresenta dados demonstrando o avanço do agronegócio no estado de Mato Grosso (aumento de 51,14% de área plantada), atrelado ao aumento do uso de agrotóxicos (184,24%) no período de 2005 a 2014, com base em dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (EPE e MRS, 2017; Vol2, p.41). Nesse sentido, Oliveira et al. (2018, p.573) analisaram a aplicação de agrotóxicos no Alto Juruena, onde há um uso elevado de agrotóxicos por habitante

3

<https://mapadaagua.reporterbrasil.org.br/municipios/mt/juara> (acesso em 30/07/2022)

(350 a 600 litros/habitante) e do herbicida glifosato nas plantações de soja transgênica descrevendo o fenômeno da contaminação como “processo histórico, sócio-sanitário-ambiental” promovido pelo modelo de “monocultivo químico-dependente da produção agrícola moderna”. Os herbicidas mais usados, glifosato e 2,4D, podem danificar fígado e rins e provocar câncer e são proibidos em outros países, mas liberados no Brasil (Souza et al, 2020) e ambos foram identificados na água de Juara pelo Mapa da Água.

Os agrotóxicos podem ter diferentes tempos de permanência no ambiente e interferência na cadeia trófica, podendo ter interações com outros processos, porém a falta de análises não permite ao menos saber quais componentes químicos estão presentes atualmente e que necessitam de estudos aprofundados. Pesquisas também citam que alguns agrotóxicos são encontrados frequentemente em águas de consumo humano no Brasil, porém o programa de monitoramento de resíduos de agrotóxicos realizado no Brasil apresenta uma série de limitações (Souza et al, 2020).

Durante a atual gestão do presidente Bolsonaro, são recorrentes as notícias sobre liberação de agrotóxicos no Brasil. Entre 2019 e 2020, foram autorizados ao menos 680 produtos de classes do tipo perigosos a altamente perigosos. Além da aplicação no solo, alguns são pulverizados afetando áreas circunvizinhas às monoculturas. Os componentes se acumulam na água, podem circular na atmosfera, atingir cisternas e também podem percolar no solo e alcançar aquíferos, comprometendo reservas importantes de água para futuras gerações (Souza et al., 2020). Em relação a esse último fator, soma-se a vulnerabilidade já existente na sub-bacia do Arinos, visto que a composição dos solos da região apresenta grande porosidade, facilitando a contaminação das águas subterrâneas, situação de risco descrita no EIA (EPE, 2015a; Vol1, p.1202).

A contaminação de águas e solos por agrotóxicos também pode ter efeitos na fauna aquática, de acordo com estudos ecotoxicológicos que analisaram esses componentes químicos em peixes. Senhorin et al. (2014) analisaram efeitos do glifosato no surubim (*Pseudoplatystoma sorubim*) causando estresse oxidativo e Braz-Mota et al. (2015) estudaram efeitos tóxicos do glifosato no tambaqui (*Colossoma macropomum*), que apresentou danos nas brânquias e no fígado. A presença de contaminantes na água também pode alterar o comportamento de movimentação dos peixes. Rosa et al. (2016) analisaram a presença de agrotóxicos nas águas, observando se causam aversão ou atração em peixes, apontando que o glifosato causa aversão, enquanto o fungicida tebuconazol e o herbicida atrazina não produziram resposta, o que aumenta o tempo de exposição e as chances de contaminação por esses componentes (esses dois últimos também foram identificados na água de Juara pelo Mapa da Água). É importante ressaltar que esses estudos são realizados em laboratório, com testes utilizando diferentes dosagens, e sugerem hipóteses, mas a averiguação *in loco* é necessária para compreender melhor a situação real dos agrotóxicos nos corpos hídricos e possíveis efeitos na biota, como a

bioacumulação na cadeia trófica. Werneck-Regina (2021) realizou estudo sobre como os indígenas da bacia do Juruena percebem a contaminação dos agrotóxicos e seus efeitos nos rios, na floresta e nas atividades de pesca e caça, como relata um indígena da TI Erikpatsa:

”O peixe está diminuindo cada vez mais no rio do Sangue, no rio Arinos e também no rio Juruena, pois, justamente na época da piracema, época das chuvas, é que os fazendeiros pulverizam as plantações com veneno, que corre para o rios, para as cabeceiras, matando os ovos recém postos. (POVO RIKBAKTSÁ, 2020, p. 262)”

A bioacumulação na fauna aquática pode ocorrer não apenas em relação a componentes químicos de agrotóxicos, mas também de metais pesados como o mercúrio, utilizado em atividades minerárias de extração de ouro, por exemplo. No EIA (EPE, 2015 a; Vol1, p.1035) as análises da presença de mercúrio em peixes apresentaram valor acima do máximo permitido de 0,09 mg/kg para a espécie cachorra (*Hydrolicus armatus*), que possui hábito alimentar piscívoro. Considerando a alta incidência no Arinos de espécies de peixes migratórias (64% do total de espécies), algumas apontadas pela literatura como migradoras de longa distância (mais de 100 km) (Medinas de Campo et al., 2020), há possibilidade de ocorrer contaminação dessas espécies em outras regiões. Como exemplo, na sub-bacia do Baixo Juruena já foi apontado um local de contaminação por metais pesados oriundos de garimpo, com alto teor de mercúrio nos sedimentos e peixes, em área próxima a confluência do rio Matrinxã (EPE, 2011; Vol2, p.37, 2006), portanto a expansão de áreas garimpeiras em outras regiões, como tem sido observado no Baixo Juruena e mais à jusante no Alto Tapajós, podem levar à contaminação dessas espécies migradoras (Carvalho e Oliveira, 2021). Notícias recentes apontam um crescente aumento do garimpo na bacia do Tapajós desde a bacia do Juruena, alterando a coloração do rio⁴. Estudo recente realizado pela WWF e Fiocruz (Basta, Hacon, 2020) analisou a contaminação de mercúrio em indígenas da etnia Munduruku, e em peixes, na região do Médio Tapajós apontando que espécies piscívoras apresentaram nível acima do limite recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para consumo de pescado (0,5 µg/g).

A mineração foi apresentada nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental, com os requerimentos de lavra solicitados na base de dados do governo através do Sigmim (Sistema de Informação

⁴ “Garimpo e desmatamento causaram mudança de cor da água de rio em Alter do Chão, diz PF”. <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2022/02/17/garimpo-e-desmatamento-causaram-mudanca-de-cor-de-agua-de-rio-em-alter-do-chao-diz-pf.ghtml>. Acesso em: 18/02/2022.

Geográfica da Mineração) incluindo uma área de exploração de areia e cascalho e de granito nos arredores de Juara – empreendimentos que podem afetar a qualidade da água e necessitam verificação de sua atividade atual. Os Kayabi e Apiaká da TI Apiaká-Kayabi se referiram à existência de uma mineradora de calcário a sudoeste da TI, a cerca de 3 km do limite, que vem comprometendo a qualidade de água do ribeirão Água Clara (EPE e MRS, 2017, p.138-140). No relatório da OPAN – Operação Amazônia Nativa – de 2021, Carvalho e Oliveira (2021) citam que após os requerimentos na sub-bacia do rio Juruena, a sub-bacia do Arinos é a segunda em área (104 mil ha) na bacia como um todo, e ressaltam o requerimento de lavra no leito do baixo curso do Arinos, onde há uma sobreposição com outros processos e impactos descritos nesse relatório, como conflitos de pesca entre indígenas e não indígenas, sobrepesca, além da região onde é coletado o molusco bivalve Tutãra, caso que é mais aprofundado na seção 5.5.

Os documentos de planejamento e licenciamento ambiental descrevem o clima da região e as consequências da implantação da UHE Castanheira no microclima regional. O EIA identifica como impacto “Alterações no microclima e emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) na fase de operação” e propõe um Programa de Monitoramento Climatológico (EPE, 2015a).

O El Niño é um fenômeno climático conhecido no hemisfério sul por alterar a circulação atmosférica pela mudança da temperatura no Oceano Pacífico, provocando variabilidades climáticas e afetando as precipitações na Amazônia. No caso da bacia do Juruena, anos de forte El Niño tendem a diminuir as chuvas devido à sua localização no sul do bioma. Essa variação ocorre naturalmente, provocando variabilidade decenal, e eventos históricos de secas extremas nas bacias hidrográficas do sudeste amazônico estão associados a esse fenômeno (INPE, MOHC, 2011).

O futuro climático vem sendo discutido a partir das mudanças climáticas como um fenômeno global provocado pelo aumento dos gases de efeito estufa que vem sendo abordado pela ciência, bem como as consequências desse aumento na temperatura global. A análise de tendências futuras – como as realizadas pelo Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no Brasil – visando compreender o futuro climático da Amazônia, relacionam-nas com outros efeitos que ocorrem concomitantemente, como o desmatamento. Porém, nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental da UHE Castanheira, não há uma análise acerca desse cenário atual de mudanças climáticas, nem há análises e modelagens que possam verificar tendências na temperatura e no regime de chuvas e vazão, que influenciam diretamente a operação de uma hidrelétrica (Marengo et al., 2011). Estas deveriam fazer parte das análises e modelagens devido às possíveis graves consequências socioecológicas e até pela própria possibilidade de inviabilizar a operação da própria hidrelétrica (Leite-Filho, 2021; Almeida et al, 2021; Marengo et al, 2011).

Diversos estudos visando projetar o futuro climático na Amazônia apontam para um cenário de anomalia de temperatura maiores para o Centro-Oeste, em comparação com os demais estados do país, e os efeitos na redução da vazão variam de 10 a 30% na região Centro-Oeste para a projeção de 2011-2040 (SAE, 2015, p.19). A sinergia entre mudanças climáticas e desmatamento e as consequências na pluviosidade também vem sendo descrita pela ciência. Alves de Oliveira et al. (2021) analisaram a combinação entre desmatamento e a transformação do bioma amazônico em savana, constatando que as mudanças climáticas podem aumentar a temperatura atmosférica – e redução da umidade e precipitação – e também podem levar a temperatura acima da capacidade de adaptação humana, aumentando risco de hipertermia. Nesse sentido, Marengo et al (2011) também descrevem como as análises apontam uma maior incidência de eventos extremos de seca, maior duração do período seco, sobretudo no sudeste amazônico, afetando a disponibilidade hídrica nessa região. Além disso, essa combinação de efeitos também pode levar a uma maior ocorrência de ventos fortes e incêndios florestais. Mohor et al (2015) analisaram especificamente a bacia do Tapajós (incluindo os formadores Juruena e Teles Pires), descrevendo maior elasticidade pluviométrica, especialmente na sub-bacia do Arinos, o que, somado ao aumento das temperaturas, leva à redução da vazão e maior incerteza quanto à disponibilidade hídrica, além de corroborar a tendência de maior duração de secas. Arias et al (2020) analisaram consequências no planejamento hidrelétrico da bacia do Tapajós pelas interações entre desmatamento e mudanças climáticas, apontando que, ao considerar apenas o segundo fator, já haveria uma redução de 5,4-7,4% na quantidade de energia gerada por mês, enquanto a combinação de ambos os efeitos pode agravar essa redução a 50-69%.

Entre as hidrelétricas planejadas na bacia, a UHE Castanheira, junto com a Travessão dos Índios, são as que teriam maior redução de disponibilidade hídrica para geração de energia, por serem projetos maiores localizados na porção média da bacia do Juruena, onde são esperadas as maiores reduções de vazão (Arias et al, 2020). Almeida et al (2021) também apontam tal cenário, no qual todas hidrelétricas planejadas para Amazônia possuem tendência de redução da vazão, mesmo no cenário moderado com medidas para diminuição da emissão de gases de efeito estufa a longo prazo, e no caso da região do Arinos, as reduções na vazão e na geração de energia são de 20-40%.

O próprio Banco Mundial, que já financiou projetos hidrelétricos na Amazônia brasileira, já apontava em 2010 que o cenário tendencial era de “hidrologia seca” e dramática redução da disponibilidade de energia hidrelétrica no país (Banco Mundial, 2010). As consequências da diminuição da vazão para a operação de hidrelétricas é a menor duração de vazões possíveis de gerar energia – considerando que as novas hidrelétricas planejadas são operadas a fio d’água – com menor frequência de operação de toda a capacidade instalada. Dessa forma, a geração hidrelétrica e a viabilidade econômica podem estar comprometidas no meio do século (Almeida et al., 2021) gerando perdas econômicas.

Esse cenário de “hidrologia seca” também possui interação com os processos anteriormente descritos que afetam a qualidade da água. O estresse hídrico pela menor pluviosidade e o aumento da temperatura atmosférica levam ao agravamento do risco de eutrofização devido à maior incidência de ambientes de água parada (lêntico), aumento da temperatura da água, diminuição do oxigênio dissolvido e menor diluição de poluentes e substâncias tóxicas. O Ministério Público de Mato Grosso, por meio de relatório especial, reforça a ocorrência de eventos climáticos extremos, sugerindo a incorporação destes nas modelagens do EIA da UHE Castanheira, e aponta que durante os anos de enchimento e início da operação da UHE Sinop em 2019-2020 em ano de seca extrema, no qual a forte redução do nível d’água levou a processo de eutrofização e mortandade de peixes (MPMT, 2020).

5.4.1.4 Recomendações para o CASS Água

A partir das discussões realizadas sobre como o CASS foi abordado nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental da UHE Castanheira em comparação com as regulamentações oficiais e a literatura científica sobre os temas acima apresentados, há de se observar as complexas interações que levam a possíveis riscos à qualidade da água e a regulação hídrica, as quais podem ter consequências diretas à resiliência e sustentabilidade do CASS de peixes e pesca, bem como à reprodução física e cultural dos povos indígenas.

Com isso, refuta-se o argumento do EIA de que não se esperam efeitos sinérgicos considerando, sobretudo, a sinergia com as mudanças de uso do solo que ocorrem historicamente na região – em particular provocados pelo avanço do desmatamento, pecuária (incluindo possível aumento do uso de agrotóxicos) e agricultura mecanizada – e com as tendências apontadas pelas mudanças climáticas que podem, inclusive, afetar a própria finalidade e viabilidade da hidrelétrica de geração de energia.

Finalmente, em relação aos temas discutidos são apontadas as seguintes recomendações para o CASS da água:

- Realizar análise do uso do solo e do desmatamento das matas ciliares nas microbacias dos tributários do reservatório para averiguação das causas da perda de qualidade de água e inclusão de ações de monitoramento nesses tributários;
- Refazer análises de risco de eutrofização considerando modelagem hídrica que considere cenários tendenciais relacionados ao aporte de fósforo e sedimentos devido à mudança do uso do solo e diminuição de vazão causados pelas mudanças climáticas;
- Desenvolver um processo para a construção de recomendações de vazão ambiental da UHE Castanheira com participação de comunidades locais e indígenas, comunidade científica e demais atores sociais, estabelecendo faixas de valores de vazão e regras de operação para a UHE Castanheira, considerando eventos extremos e fenômenos climáticos;
- Reelaboração do modelo de estudo de qualidade da água no

enchimento do reservatório, considerando o comportamento do reservatório em cenários sem desmate e com níveis graduais de desmate (MPMT, 2021);

- Reelaboração da modelagem hidrodinâmica incorporando eventos climáticos extremos, efeitos de fenômenos climáticos (El Niño) e projeções das mudanças climáticas na diminuição da vazão do Arinos (MPMT, 2021);
- Reelaboração da modelagem de sedimentos do EIA, considerando cenários de projeção de mudança de uso do solo em toda a bacia hidrográfica, atualizando análise realizada pela AAI;
- Realização da análise espacial do desmatamento nos arredores dos corpos d'água, considerando as faixas de proteção estabelecidas pelo Código Florestal;
- Realização de análise da presença nos corpos d'água dos principais agrotóxicos utilizados na agricultura e pastagem da sub-bacia do Arinos, com campanhas abrangendo as diferentes estações do ano. Inclusão de ação de monitoramento de agrotóxicos na água no Programa de monitoramento de qualidade da água;
- Atualização da situação de empreendimentos minerários localizados na sub-bacia do Arinos.

5.4.2 Peixes e Pesca

5.4.2.1 A ictiofauna da bacia do Juruena

O rio Juruena e o rio Teles Pires são os principais formadores da bacia do rio Tapajós, o qual cobre uma área de cerca de 500.000 km², abrangendo os estados de Mato Grosso, Pará e Amazonas e incluindo uma população de aproximadamente 1,4 milhão de pessoas, 42 terras indígenas e 30 áreas protegidas (TNC e WCS, 2019). A ictiofauna da bacia do Tapajós é diversificada e de importância significativa para a Amazônia e para o mundo, com mais de 840 espécies de peixes, muitas destas endêmicas, das quais 94 são consideradas espécies migratórias e 45 têm importância destacada para a pesca (Latrubesse et al. 2017; TNC e WCS, 2019). A relevância socioeconômica, cultural e ecológica da bacia do Tapajós, bem como a sua vulnerabilidade relativa à implantação de grandes obras de infraestrutura, tem sido ressaltada em diversas pesquisas acadêmicas, bem como publicações organizadas por organizações da sociedade civil (Alarcon et al., 2016; Atkins, 2020; Guimberteau et al., 2017; Latrubesse et al., 2017; Scoles, 2016; Sousa Júnior, 2016).

A bacia do Juruena, especialmente na região do Baixo Juruena, é a que apresenta maior risco de impactos sobre a ictiofauna e a pesca resultantes do possível desenvolvimento de futuros projetos de infraestrutura e hidrelétricos de grande porte, nos quais inclui-se a UHE Castanheira (Figura 15). Pescadores do rio Juruena entrevistados no estudo conduzido pela The Nature Conservancy (TNC) e Wildlife Conservation Society (WCS), preveem que esses projetos terão um forte impacto cumulativo sobre a ictiofauna e a pesca (TNC e WCS, 2019).

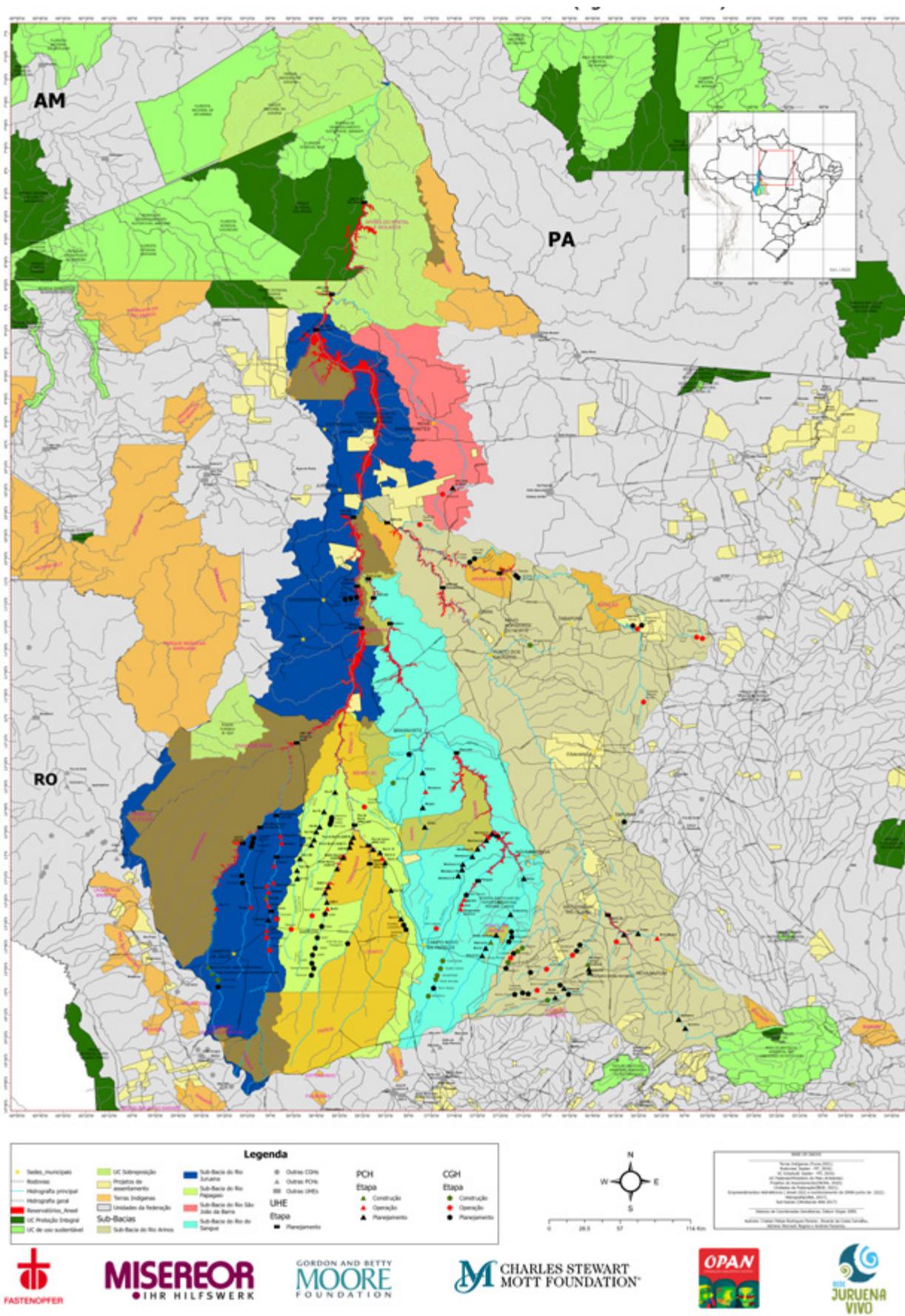


Figura 15. Mapa da bacia do rio Juruena, mostrando os vários projetos hidrelétricos e de infraestrutura em construção, planejados ou propostos para as várias sub-bacias, incluindo a UHE Castanheira. Fonte: OPAN (2022).

No EIA da UHE Castanheira, a partir de compilações e síntese de dados de diversas fontes, cita-se um número estimado de 228 espécies de peixes para a bacia do rio Juruena (EPE, 2015a; Vol 1, pg 423). As amostragens realizadas no âmbito do EIA da UHE Castanheira registraram um número total de 149 espécies de peixes na Área de Abrangência Direta da UHE Castanheira identificados em 12 pontos de amostragem em trechos do rio dos Peixes, à montante e à jusante do barramento, no período de março a dezembro de 2014 (EPE, 2015a; Vol 1, pg 424). Registraram-se 137 espécies à montante e 93 espécies à jusante para o rio Arinos, e 74 espécies para o rio dos Peixes. Os indicadores abordados na parte de ictiofauna no EIA da UHE Castanheira incluíram o grau de biodiversidade; o grau de riqueza; o grau de endemismo; a raridade; as espécies de interesse; e os ambientes de particular importância.

Os peixes registrados na área de abrangência da UHE Castanheira pelas equipes responsáveis pela parte de ictiofauna no EIA estão distribuídos entre as ordens Characiformes (12 famílias, 44 gêneros, 90 espécies e 6788 indivíduos), Cyprinodontiformes (1 família, 1 gênero, 1 espécie e 1 indivíduo), Gymnotiformes (3 famílias, 4 gêneros, 4 espécies e 4 indivíduos), Perciformes (2 famílias, 9 gêneros, 12 espécies e 216 indivíduos), Siluriformes (8 famílias, 28 gêneros, 41 espécies e 997 indivíduos) e Synbranchiformes (1 família, 1 gênero, 1 espécie e 2 indivíduos). Para a área total amostrada a ordem com maior riqueza é Characiformes com 60% das espécies, seguindo de Siluriformes 27%, Perciformes 8%, sendo que Cyprinodontiformes, Gymnotiformes e Synbranchiformes juntos representam 5% (EPE, 2015a Vol 1, pg 430). Dentro do total de 149 espécies registradas, 17,5% não puderam ser identificadas a nível de espécie.

Segundo o EIA, outros estudos de impacto realizados para hidrelétricas já construídas no rio Teles Pires, o qual juntamente com o rio Juruena forma o rio Tapajós, registraram uma diversidade de peixes comparável àquela da área de abrangência da UHE Castanheira na bacia do rio Juruena. Isso demonstra a importância da diversidade de peixes do sistema de formadores do rio Tapajós, bem como a necessidade de inventários sistemáticos e aprofundados em escala de sub-bacias e bacia, o que também foi enfatizado na AAI (EPE, 2011, 2015a). Adicionalmente, enfatiza-se a importância da implementação de sistemas de monitoramento da fauna aquática que permitam o entendimento dos impactos destas barragens no sistema da bacia do rio Tapajós (EPE, 2011, 2015a; MPMT, 2021).

Apesar da ausência de estudos sistemáticos e abrangentes sobre a ictiofauna da bacia do Juruena, informações da literatura apontam para taxas elevadas de endemismo, ou seja, a existência de espécies restritas à certos ecossistemas ou locais específicos, ou espécies restritas à bacia, que não ocorrem em outros locais (Silva et al., 2021). No entanto, como ressaltado no EIA, o registro de endemismos em áreas específicas da bacia carece de estudos adicionais (EPE, 2015a).

A alta diversidade de peixes que habitam os rios da bacia do Juruena está intimamente relacionada à diversidade de ecossistemas e ambientes particulares presentes na região. Esta diversidade de ambientes

inclui longos trechos de corredeiras, os quais são propícios à ocupação por espécies com requerimentos específicos, além de áreas de florestas ciliares, ilhas e bancos de macrófitas, fontes importantes de alimento para muitas espécies de peixes (EPE, 2015a). Informações apresentadas no EIA do Componente Indígena da UHE Castanheira indicam que a presença de afloramentos rochosos no leito do rio propicia a formação de ilhas, praias, pedrais, remansos e poços, que são muito utilizados pelos tracajás para as suas atividades de nidificação e forrageamento. Os pontos importantes para a pesca de matrinxãs, pacus, cachorras e grandes bagres foram registrados nesta região, onde as características de velocidade da água e formação de poços e remansos favorecem a ocorrência destas espécies (EPE e MRS, 2017).

5.4.2.2 A ictiofauna dos rios Arinos e dos Peixes

O rio Arinos, juntamente com o rio dos Peixes, estão entre os últimos rios de fluxo livre suficientemente longos na bacia do rio Juruena. Com o seu barramento, as espécies de peixes mais afetadas serão as reofilicas⁵ e as migradoras, tanto de longa como de curta distância. Conforme destacamos anteriormente, as amostragens realizadas no âmbito do EIA da UHE Castanheira registraram 149 espécies de peixes na Área de Abrangência Direta da UHE Castanheira (EPE, 2015a; Vol 1, pg 424). Destas, 137 foram registradas à montante do barramento no rio Arinos e 93 espécies à jusante, e 74 espécies para o rio dos Peixes. Porém, esses valores podem estar subdimensionados, dada a necessidade de maiores esforços amostrais necessários para uma caracterização mais robusta da abundância e diversidade de espécies da ictiofauna nas sub-bacias do Arinos e dos Peixes.

Segundo os estudos realizados na AAI (EPE, 2011), a grande diversidade de peixes do rio Arinos está relacionada a uma maior carga de matéria orgânica, além da presença de uma diversidade notável de ambientes típicos deste afluente. Essas informações foram corroboradas por representantes indígenas dos povos Apiaká, Kayabi e Munduruku, entrevistados durante a realização do Estudo de Componente Indígena da UHE Castanheira (EPE e MRS, 2017).

Os pesquisadores responsáveis pelos estudos da ictiofauna da UHE Castanheira afirmam que, considerando-se o trecho planejado para o futuro eixo e reservatório desta barragem, presume-se que as corredeiras existentes no presente não representem uma barreira absoluta à passagem pelos peixes. Os pesquisadores levantam uma hipótese de que o rio dos Peixes poderia ser utilizado como uma rota alternativa para os peixes migradores de jusante após o barramento do rio Arinos. Isto deve-se ao fato de que o maior percentual de fêmeas reprodutivas foi registrado para o rio dos Peixes nos estudos realizados pelo EIA, o que poderia ser uma indicação de que há reprodução ocorrendo atualmente neste rio. No entanto, a confirmação desta hipótese carece de estudos

5 Espécies reofilicas são aquelas que vivem em ambientes de correnteza ou corredeiras, e que precisam migrar para se reproduzirem.

mais aprofundados (ex.: *metabarcoding*) sobre as rotas migratórias das principais espécies de peixes nestas sub-bacias (Miranda-Chumacero et al., 2020), o que não foi realizado nos estudos da AAI, do EIA e do ECI.

As análises realizadas no âmbito dos instrumentos de planejamento e licenciamento da bacia e da UHE Castanheira (AAI, EIA e ECI) apontam para uma alta sensibilidade em relação aos impactos sobre a ictiofauna e pesca resultantes da construção da UHE Castanheira. Fatores como a ausência de conhecimentos básicos e estudos primários prévios dos vários ambientes da bacia, principalmente de taxonomia, indicam altas taxas de biodiversidade e endemismo. A partir das análises do EIA, os impactos sobre a ictiofauna foram classificados como de grande importância, de abrangência regional, de longo prazo, permanentes, irreversíveis, e de ocorrência certa. Foram também caracterizados como impactos cumulativos, afetando negativamente as atividades de pesca de subsistência, profissional e esportiva. Além disso, estes impactos ameaçam a sobrevivência física e cultural dos povos indígenas da região, tanto nas áreas de influência direta, como na área de abrangência regional, conforme informações levantadas no EIA do Componente Indígena da UHE Castanheira (EPE e MRS, 2017). De acordo com depoimentos de representantes dos povos indígenas Apiaká, Kayabi e Rikbaktsa registrados no ECI, as comunidades indígenas dessas três etnias costumam utilizar a região da foz do rio dos Peixes e do rio Arinos para suas atividades de pesca, principalmente para a captura de peixes nobres e na maior parte migradores como a cachara, o pintado, a matrinxã, a cachorra, o trairão, os pias e os pacus. Durante a estação seca, esses grupos realizam expedições de pesca, captura de tracajás e coleta de ovos. Neste período, a pesca fica mais concentrada na calha dos rios e acompanha o ritmo de movimentação dos cardumes, que abandonam as áreas de inundação e movimentam-se em direção à calha principal do rio, quando ocorrem migrações para locais de alimentação (EPE e MRS, 2017).

Pesquisas realizadas em diversas bacias hidrográficas alteradas pela construção de hidrelétricas têm evidenciado impactos ambientais de alta magnitude, incluindo, por exemplo as mudanças hidrológicas e perda de habitats, os quais, de forma cumulativa e sinérgica com outros fatores de pressão, possuem implicações negativas para a manutenção de processos ecológicos essenciais que sustentam os estoques de peixes locais, regionais e em escala de bacia (Agostinho et al., 2008; Bunn and Arthington, 2002; Pelicice et al., 2017; Santos et al., 2018). Entre os fatores de pressão que atuam de forma cumulativa impactando a abundância e diversidade da ictiofauna de um rio, pode-se citar outras hidrelétricas, mudanças climáticas, poluição e/ou contaminação por agrotóxicos, desmatamento, com alteração de disponibilidade de frutas para os peixes, mudanças na qualidade da água, entre outros (Athayde et al., 2019b). Essas transformações podem interromper rotas de peixes migratórios, modificando a abundância, a composição e a configuração trófica (cadeias alimentares) das comunidades aquáticas, processos estes

que podem ocasionar um aumento relativo na abundância de algumas espécies, e, ao mesmo tempo, a diminuição ou até mesmo extinção de outras (ver item 5.4.3, cadeias causais).

No EIA são mencionados o uso dos rios e ilhas para deslocamentos locais e como moradias secundárias de lazer, além da pesca amadora e esportiva pelos moradores do rio Arinos. Como o ECI foi realizado em data posterior ao EIA, não há menção do uso das áreas das sub-bacias do Arinos e dos Peixes pelas populações indígenas na análise realizada no EIA, caracterizando uma desarticulação entre os instrumentos do licenciamento, conforme citou-se anteriormente nos itens 5.2.1 e 5.2.6.

Segundo informações do ECI, representantes das três etnias afirmaram que o rio Arinos é “o rio melhor de peixe”. O rio Arinos, segundo eles, possui “água diferente, que o peixe gosta mais”, e que, por isso, quando chegam à confluência, “escolhem este rio para viver” (EPE and MRS, 2017). De fato, o rio Arinos possui características distintas da maioria dos rios que integram a bacia do Juruena, os quais geralmente possuem cargas sedimentares menores e são mais pobres em nutrientes (EPE, 2011). O rio Arinos, como destacado tanto no EIA da UHE Castanheira e na AAI da bacia do Juruena, apesar de poder ser classificado como um rio de águas claras, no contexto da bacia hidrográfica do Juruena, merece destaque pela maior turbidez e biomassa (EPE, 2015a; 2011). No âmbito de reunião realizada em 27/07/2020 para tratar dos procedimentos relativos à construção da UHE Castanheira, envolvendo o Ministério Público Federal (MPF) o Ministério Público Estadual de Mato Grosso (MPMT), a equipe da EPE, e pesquisadores participantes da reelaboração de Relatório apresentado ao CAOP/MP-MT (vide Anexo II), enfatizou-se a necessidade de revisão do estabelecimento da Área de Influência Direta da UHE Castanheira no EIA. Isto deve-se ao fato de que as terras indígenas localizadas próximo ao rio Arinos foram consideradas como pertencendo à Área de Influência Indireta do empreendimento (MPF, 2020). Os pesquisadores ressaltaram a grande importância do rio Arinos para as populações indígenas, as quais são “altamente dependentes do rio Arinos tanto para a pesca e captura do tracajá, como para a manutenção do seu modo de vida”. Este tópico é discutido com mais ênfase no item 5.5.

5.4.2.3 Espécies migratórias e impactos cumulativos

Das 149 espécies de peixes registradas no EIA da UHE Castanheira, 97 (65%) são espécies caracterizadas como migratórias, tanto de longa como de curta distância, incluindo migrações longitudinais (i.e., restrita a calha dos rios) e laterais (i.e., entre rios e planícies de inundação), que exploram diversos ambientes para atividades de alimentação e/ou reprodução durante o ciclo de vida. Entre essas, destacam-se o matrinxã, o piau três pintas, a cachorra e a bicuda, entre outros (Tabela 13). A construção da UHE Castanheira e o barramento do rio Arinos relativamente próximo da sua foz deverá causar um impacto de alta magnitude nas populações destas espécies, incluindo a obstrução de rotas migratórias, o comprometimento ou perda de seus habitats de desova, o decréscimo

de variabilidade genética, e uma possível extinção local de espécies mais exigentes em relação à sua conexão e dependência de ambientes específicos (Agostinho et al., 2008; Lima et al., 2016; Pelicice et al., 2015; Pinto et al., 2019). A instalação de barragens cria um obstáculo às rotas migratórias de várias espécies de peixes, criando um ambiente lêntico (águas paradas ou com pouco movimento) que compromete o sucesso da migração em ambas as direções, mesmo para espécies que porventura alcancem o reservatório através de mecanismos de transposição, como as escadas de peixes (Agostinho et al., 2008; Barbarossa et al., 2020; Pelicice & Agostinho, 2008).

Na área de influência direta definida no EIA para a UHE Castanheira, o rio Arinos possui uma destacada abundância de espécies da ictiofauna, principalmente da família Characidae (matrinxãs e outras spp), as quais migram para se reproduzir. Espécies migratórias provenientes do Tapajós fazem a transposição da cachoeira do Salto Augusto para os rios de montante, sendo o principal o rio Arinos. Análises integradas do EIA e do ECI da UHE Castanheira revelaram um total de 44 espécies da ictiofauna que apresentam hábitos migratórios, e que também possuem importância média e alta para os povos indígenas Apiaká, Kayabi e Rikbaktsa, sintetizadas na Tabela 13. Dentre estas, 50% (22) também têm importância para a pesca de subsistência, esportiva e/ou comercial na região (EPE, 2015a; EPE e MRS, 2017). As espécies preferencialmente consumidas pelas comunidades indígenas das três etnias nas terras indígenas potencialmente impactadas pelo empreendimento são os pacus (5 espécies), a matrinxã, o pintado, a traíra, o trairão, a cachorra (3 espécies), os pias (5 espécies), as curimbas (2 espécies), os tucunarés (3 espécies), o chinelo, o palmito, os bagres de pequeno porte, a corvina, o jauzinho da pedra, os carás (4 espécies), os cascudos (5 espécies) e a tracajá (Tabela 13).

Entre as espécies migratórias, destaca-se as pertencentes às ordens Characiformes e Siluriformes, muitas das quais são migradoras de grandes distâncias (>100 km). Populações de peixes migradores de longas distâncias desempenham um papel importante, tanto na manutenção de ecossistemas resilientes, como para a economia local. Pelicice et al. (2017) demonstraram como a fragmentação de sistemas fluviais no Brasil, ocasionados especialmente pela construção de barragens hidrelétricas, têm resultado em perdas significativas nas rotas de migração de peixes.

Pesquisas realizadas em vários rios amazônicos têm evidenciado os impactos cumulativos da construção de hidrelétricas, principalmente instaladas em cascatas, sobre diferentes espécies de peixes migradores (Anderson et al., 2018; Athayde et al., 2019b, 2019a; Couto et al., 2021; Duponchelle et al., 2016; Hauser et al., 2019; Morden et al., 2022; Van Damme et al., 2019). Na bacia do Madeira, um dos rios mais importantes da Amazônia no que tange à diversidade da ictiofauna, a construção das hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau em cascata resultou em profundas alterações na diversidade de peixes e biota aquática, bem como na diversidade de ecossistemas de água doce, incluindo extensas áreas de florestas de várzea representados na região (Doria et al., 2018; Fearnside, 2014; Moser et al., 2014).

No caso das UHEs Santo Antônio e Jirau, os estudos de impacto ambiental realizados não mencionaram quais seriam as possíveis consequências dos barramentos para a ictiofauna, principalmente em relação aos peixes migratórios, os quais possuem uma grande importância para a cultura e para a economia local e regional, além do seu papel ecológico (Fearnside, 2014). Os instrumentos, como de praxe, indicaram os programas de mitigação e compensação que incluíram a construção de mecanismos de transposição ou escadas para as espécies de peixes, os quais se mostraram amplamente inadequados e insuficientes para garantir a sobrevivência de espécies de hábito migratório. No caso da hidrelétrica de Jirau, o mecanismo construído compreende a entrada dos peixes em uma passagem, que, ao invés de levar à área do reservatório à montante, conduz a um container de metal que é periodicamente transportado por caminhão e esvaziado no reservatório acima. Esses mecanismos, como já mencionamos, podem até funcionar, mesmo que com sérios problemas, para a população de adultos migrar rio acima, mas definitivamente não funcionam para a descida de ovos e larvas que flutuam corrente abaixo (Fearnside, 2014). Normalmente, as larvas de espécies de bagres migradores viajam rio abaixo, e depois de mais ou menos dois anos de crescimento, os peixes migram rio acima para as áreas de reprodução. Em geral, as escadas de transposição construídas para mitigar os impactos de barragens sobre a ictiofauna de peixes migratórios têm sido ineficazes e até mesmo deletérias (Agostinho et al., 2011; Pelicice et al., 2015; Pompeu et al., 2012).

A bacia do Madeira se caracteriza como uma bacia de águas internacionais, que atravessa três países, o Brasil, a Bolívia e o Peru. Os impactos cumulativos e a quebra da conectividade hidrológica resultante da instalação de hidrelétricas em cascata têm ocasionado a diminuição populacional de várias espécies migratórias, tanto no Brasil como em outros países, com repercussões socioeconômicas e socioecológicas cuja magnitude e efeitos a longo prazo podem estar sendo largamente subestimados. Van Damme et al. (2019) descreveram os impactos das UHEs Santo Antônio e Jirau na interrupção das rotas migratórias da dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*), uma das espécies mais afetadas por essas barragens. A dourada se movimenta na calha do rio Madeira entre o Brasil e a Bolívia, realizando migrações de grande distância para reprodução em águas bolivianas nos rios Beni e Mamoré. Um projeto de monitoramento participativo dessa espécie antes e depois da construção das barragens demonstrou uma redução significativa (de cerca de 5,5% pré barragem a aproximadamente 0,4% pós-barragem) das populações de dourada nos vários trechos monitorados. As repercussões socioeconômicas e as implicações desses impactos para os modos de vida, saúde, segurança alimentar e econômica de populações humanas na Amazônia serão discutidos mais à frente na parte de pesca, apresentada no item 5.4.2.3.

Tragédias ecológicas deflagradas por acidentes ou consequências não previstas na fase de construção de hidrelétricas e/ou ineficiência dos mecanismos de transposição, aliadas às profundas

mudanças na hidrologia e ecologia de rios impactados por barragens na Amazônia, têm ocasionado diversos eventos de mortalidade de peixes, registrados em pesquisas científicas, bem como observados pela população local, documentados para o rio Teles Pires (UHE Teles Pires), o rio Madeira (UHEs Santo Antônio e Jirau), o rio Xingu (UHE Belo Monte), e em outros rios amazônicos (Arraut et al., 2017; Carvalho and Marques, 2018; Crosa et al., 2009; Fearnside, 2015; Lobo et al., 2019). No rio Madeira, pescadores denunciaram o fato de que os peixes sumiram antes do período de desova, com uma mortalidade aproximada de 11 toneladas. Na época, este episódio levou o IBAMA a multar a usina de Santo Antônio em R\$7,7 milhões, e pedir ao MPF a abertura de ação criminal. Em 2016, o IBAMA multou a Norte Energia em R\$35.5 milhões pela constatação da morte de 16,2 toneladas de peixes durante o processo de enchimento do reservatório da UHE Belo Monte. Em 2018, a concessionária Norte Energia foi requerida a paralisar suas obras e testes de turbinas até que apresentasse uma solução para evitar a mortalidade de peixes (aproximadamente 1 tonelada) registrada na barragem de Belo Monte.

Tabela 13. Lista de peixes com hábitos migratórios na bacia do rio Juruena, de importância destacada para os povos indígenas Rikbaktsa, Apiaká e Kaiabi, bem como para a atividade de pesca de subsistência, comercial e esportiva. Legenda: Distribuição geográfica: E-endêmica; NE-não endêmica. Distribuição ambiental- Distribuição Ambiental: Co - Corredeira, Pr - Praia, Fl - Folhoso, Pç - Poço, Re - Remanso, Pe - Pedrais e Ma - Margens. Hábito migratório: MR - Migrador reprodutivo; RE - Hábito reofílico; S - Sedentário. SD- sem dados. Hábito migratório com base em Agostinho (2007).

Espécie	Nome popular	Distribuição geográfica	Distribuição ambiental	Hábito (migração)	Importância povos indígenas	Utilização pesca
<i>Anodus sp.</i>	Voador	SD	SD	MR	Média	SD
<i>Astyanax sp.</i>	Lambari-raboamarelo	NE	Ma	MR	Alta	SD
<i>Boulengerella cuvieri</i>	Bicuda	NE	Co e Ma	MR	Alta	Sim
<i>Boulengerella maculata</i>	Bicuda pintadinha	NE	Co e Ma	MR	Média	Sim
<i>Brycon falcatus</i>	Matrinxã	NE	Co, Pe e Ma	MR-RE	Alta	Sim
<i>Brycon pesu</i>	Matrinxãzinha	NE	Co, Pe e Ma	MR-RE	Alta	Sim
<i>Caenotropus cf. schizodon</i>	Canivete	NE	Ma e Re	MR - RE	Média	SD
<i>Chalceus cf. epakros</i>	Piau escama grande rabo vermelho	SD	SD	MR	Média	Sim



<i>Colossoma macropomum</i>	Tambaqui	SD	SD	MR	Média	SD
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	Curimbinha, branquinha	NE	Ma	MR	Média	SD
<i>Galeocharax goeldii</i>	Peixe cachorrinho, dentado	NE	Ma	MR	Alta	SD
<i>Hassar orestis</i>	Mandi-jatinho, boca-de-flor, Tamuatá	NE	Co e Pe	S - RE	Média	SD
<i>Hemiodus semitaeniatus</i>	Voador-faixa-preta, sardinha	NE	Ma	MR	Média	SD
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	Jiripoca	SD	SD	MR	Média	SD
<i>Hydrolycus armatus</i>	Cachorra larga	NE	Co e Ma	MR - RE	Alta	Sim
<i>Hypostomus cf. plecostomus</i>	Cascudão	NE	Co e Ma	S - RE	Alta	SD
<i>Leporinus brunneus</i>	Piau vara	NE	Co	MR	Alta	Sim
<i>Leporinus fasciatus</i>	Piau flamengo	NE	Co e Ma	MR	Alta	Sim
<i>Leporinus friderici</i>	Piau três pintas	NE	Co, Ma, Pr e Pe	MR	Alta	Sim
<i>Metynnis hypsauchen</i>	Pacu-prata	SD	SD	MR - RE	Alta	Sim
<i>Myleus schomburgkii</i>	Pacu-ferrada, ferrugem	NE	Ma	MR - RE	Alta	Sim
<i>Myleus setiger</i>	Pacu-dente-seco, bonito	NE	Ma	MR - RE	Alta	Sim
<i>Myleus sp.</i>	Pacu borracha	NE	Ma	MR	Alta	Sim
<i>Mylossoma duriventre</i>	Pacu-manteiga	SD	SD	MR - RE	Alta	Sim
<i>Pimelodella cf. cristata</i>	Mandi-do-rabo-mole, bagre	NE	Ma	MR	Alta	SD
<i>Pimelodus aff. blochii</i>	Mandi-chorão	NE	Ma	MR - RE	Alta	SD
<i>Pimelodus ornatus</i>	Mandi-manchado	NE	Ma	MR	Alta	SD



<i>Prochilodus nigricans</i>	Curimba	NE	Co, Re e Pr	MR	Alta	SD
<i>Pseudoplatystoma punctifer</i>	Cachara	NE	Co, Ma e Pr	MR	Alta	SD
<i>Pseudoplatystoma tigrinum</i>	Pintado	NE	SD	MR	Alta	Sim
<i>Rhaphiodon tatauaia</i>	Cachorra	SD	SD	MR -RE	Média	Sim
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>	Cachorra facão	SD	SD	MR -RE	Média	Sim
<i>Rineloricaria sp.</i>	Cascudinho, rapacanoa	SD	Ma	S - RE	Média	SD
<i>Schizodon fasciatus</i>	Piau escama dura	NE	Co, Ma e Pe	MR	Média	Sim
<i>Semaprochilodus insignis</i>	Curimatá, jaraqui	SD	SD	MR	Alta	SD
<i>Sorubim lima</i>	Chinelo, bico-de-pato	NE	Co e Ma	MR -RE	Alta	SD
<i>Squaliforma cf. emarginata</i>	Acari-pedra, chicote	SD	SD	S - RE	Média	SD
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	Sauá-alaranjado	NE	Co e Ma	MR	Média	SD
<i>Tetragonopterus chalceus</i>	Sauá-prata, lambari moeda	NE	Co e Ma	MR	Alta	SD
<i>Trachelyopterus sp.</i>	Jauzinho da pedra	SD	SD	MR	Alta	SD
<i>Triportheus albus</i>	Sardinha-comprida, peixe facão	NE	Ma	MR	Média	Sim
<i>Triportheus angulatus</i>	Sardinha-peito-comprido, peixe facão	NE	Ma	MR	Média	Sim
<i>Triportheus auritus</i>	Sardinha-rabo-preto, peixe facão	NE	Ma	MR	Média	Sim
<i>Zungaro zungaro</i>	Jaú	NE	Co, Pç	MR	Alta	Sim

Fonte: Adaptado do EIA e do ECI (Componente Indígena) da UHE Castanheira: EPE (2015) e EPE (2017).

5.4.2.4 A pesca de subsistência, indígena, esportiva e comercial

Segundo informações do EIA e do ECI da UHE Castanheira, a pesca na região dos rios Arinos e dos Peixes é diversificada e pode ser caracterizada como pesca de subsistência feita por indígenas e não indígenas, pesca esportiva, praticada principalmente por turistas, e pesca comercial, também por indígenas e não indígenas, esta última porém com menor expressividade, em contraste com outras bacias amazônicas.

A pesca de subsistência e comercial não indígena é praticada por um pequeno grupo de pescadores residentes nos municípios de Juara (61,29%), Porto dos Gaúchos (32,26%) e Novo Horizonte do Norte (6,45%), vinculados à na capatazia de Juara da Colônia Z-16. Em 2014, existiam ao todo 40 pescadores e pescadoras artesanais registrados no Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP) na área de influência indireta (AAI) da UHE Castanheira (EPE, 2015a; Vol 1, pg 475/550). A região da All está situada na bacia do rio Amazonas, e ali o período de defeso da piracema é delimitado pela Lei Estadual nº 9.096 de 2009. Segundo o EIA, a lei proíbe a pesca nos rios da região entre os dias 5 de novembro e 28 de fevereiro. Caso o pescador seja flagrado pescando na época do defeso, estão previstas multas entre mil e cem mil reais. Neste período, os pescadores profissionais com RGP e reconhecidos têm direito a receber uma compensação financeira do governo.

A pesca esportiva é uma atividade de destacada importância turística e econômica nos três municípios supracitados da All, principalmente em Juara e Porto dos Gaúchos. De acordo com informações do EIA e do ECI, os rios Arinos e Juruena são muito apreciados como destino de pesca de centenas de pescadores esportivos do Brasil e de países vizinhos todo ano. Isso se deve à sua piscosidade e ocorrência de peixes visados para a pesca comercial e recreativa, tais como cachara, pintado, jaú, cachorra, matrinxã, bicuda, pacu e trairão (EPE, 2015a; EPE e MRS, 2017).

Em associação com a prática da pesca, anualmente ocorrem festivais no rio Arinos, entre os quais se destacam o “Festival de pesca de Juara” (Figura 16); o “Festival de pesca - O matrinxã do Brasil”, realizado pela prefeitura de São José do rio Claro; o “Festival de pesca de Tapurah”; e o “Festival de pesca de Fontanillas”. Estes eventos, segundo relato dos indígenas entrevistados no ECI, causam “grandes impactos na pesca”, comprometendo o acesso dos indígenas a esse recurso que é essencial para sua sobrevivência e manutenção de seus costumes. Os indígenas entrevistados mencionam ainda que as pressões e impactos sobre a pesca decorrentes desses grandes eventos ocorrem justamente no período em que “os peixes estão querendo comer para ter força pra desovar”, o que faz sentido, considerando que o período mais seco (junho a setembro) antecede o início do período reprodutivo da maioria das espécies na região amazônica, que em Mato Grosso é protegida por lei (piracema) (EPE e MRS, 2017; Vol 2, pg 118). Apesar dos impactos denunciados pelos indígenas entrevistados no ECI, esses festivais geram visibilidade e divulgação dos produtos na atividade pesqueira da região, atraindo turistas de todo o país e beneficiando os comércios desses municípios (EPE, 2015a).

As principais espécies capturadas pelos pescadores artesanais e esportivos não indígenas são a matrinxã, a sardinha, a cachorra, a traíra/lobo, o trairão, o lambari, o jurupê, o pacu, o pintado, o jaú, o piau, o palmito, a corvina, a bicuda e o tucunaré (Figura 17). Segundo a representante da capatazia entrevistada pela equipe do EIA em 2014, os pescadores geralmente comercializam o pescado de maneira independente, sendo o armazenamento realizado em suas próprias residências. Alguns restaurantes locais adquirem peixes nativos dos pescadores, porém a maioria utiliza pescado de outras regiões.



Figura 16. Festival de pesca de Juara. Fonte: EIA (EPE, 2015a; Vol 1, pg 348/550).

A maior parte dos pescadores artesanais não indígenas entrevistados citou os rios Arinos e dos Peixes como principais locais de pesca, sendo o Arinos o rio preferido. As principais técnicas de pesca incluem a pesca de linha; a vara com molinete; a vara com carretilha; e o anzol de galho. O comércio do pescado é realizado diretamente entre o pescador e o consumidor final, sendo a venda feita nas próprias residências, feiras livres ou clientes especiais. Mais de 77% dos 31 pescadores entrevistados no EIA em 2014, dos quais 22,6% eram mulheres, declararam ter um território de pesca específico para a prática da atividade (EPE, 2015a; Vol 1, pg 487/550). São comuns os acordos entre pescadores mediados pela colônia de pesca, em que se determina a área de pesca de cada profissional. Os entrevistados citaram, ainda, que a pesca predatória praticada por amadores é a principal ameaça aos territórios de pesca profissional.

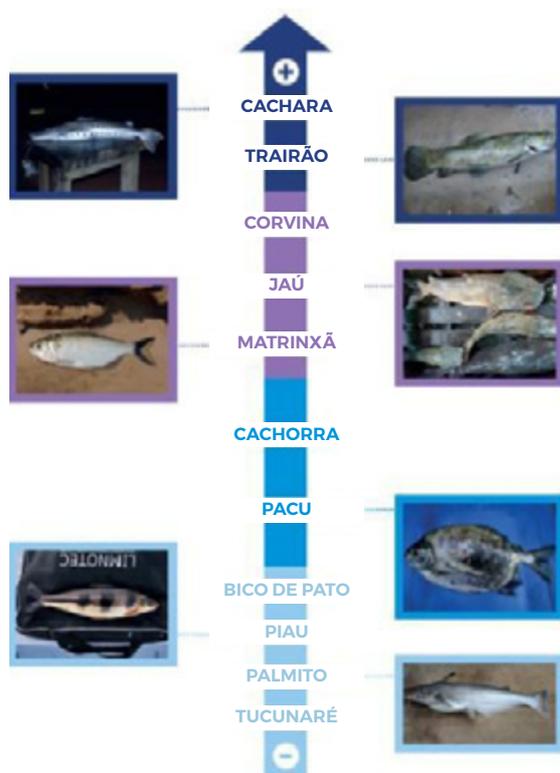


Figura 17. Espécies de peixes de importância expressiva para a pesca de subsistência e comercial na bacia do rio Juruena. Fonte: TNC e WCS (2019).

Apesar da importância regional da pesca esportiva e do turismo de pesca, tanto os pescadores não indígenas como os entrevistados indígenas mencionaram o impacto que a atividade tem causado nos estoques pesqueiros. Segundo os pescadores entrevistados no EIA, apesar da modalidade esportiva ter como princípio a devolução do peixe capturado ao rio, respeitando os tamanhos e espécies estipulados em legislação, muitos esportistas não seguem essas regras. Mais de 80% dos pescadores profissionais entrevistados no EIA em 2014 consideram que a população de peixes vem diminuindo nos últimos anos. A maioria (74,2%) também considera que a pesca amadora influencia de forma negativa a pesca profissional. Além da sobre-exploração dos recursos pesqueiros, há conflitos por áreas de pesca, conforme descreve-se a seguir. Apesar disso, os pescadores profissionais não indígenas são favoráveis à manutenção e apoio à pesca esportiva, dada a importância econômica que a mesma assume. Neste sentido, muitos pescadores comerciais são beneficiados diretamente pela oferta de serviços de guia e roteirista para os pescadores desportivos. As principais medidas citadas para a melhoria da pesca profissional pelos pescadores entrevistados em 2014 incluem o aumento da fiscalização da pesca predatória, a proibição da pesca amadora para garantir a reposição dos estoques, a soltura de alevinos, e a diminuição de restrições a aparelhos de pesca (EPE 2015a; 489/550).

Os representantes indígenas entrevistados pela equipe do ECI em 2015 mencionaram que, além da pesca esportiva e recreativa, a pesca profissional também traz efeitos socioecológicos negativos para a região pela sobre-exploração dos estoques e competição por locais de pesca (EPE

e MRS, 2017; Vol 2, pg 138). Essa modalidade de exploração mais agressiva é realizada por pescadores profissionais que atuam na região de confluência do Arinos com o Juruena e também nos trechos do Travessão dos Índios e Santa Rosa, ambos no rio Arinos. Nessa região, foram identificados vários pescadores profissionais que, segundo relato dos indígenas, retiram centenas de quilos de pescado semanalmente, sem fiscalização.

Segundo informações do ECI, a pesca indígena, praticada pelos povos Apiaká, Kayabi, Munduruku e Rikbaktsa, tem uma importância fundamental na reprodução física e cultural destes povos (EPE e MRS, 2017). Esses povos fazem uso intenso dos recursos pesqueiros, e mantêm uma relação íntima com os rios Arinos e dos Peixes, principalmente com o rio Arinos, considerado o rio de melhor peixe, conforme mencionado no item 5.4.2.2.

As atividades de pesca pelos povos indígenas supracitados estão organizadas de acordo com os ciclos hidrológicos e ecológicos anuais. A pesca e as atividades de coletas de ovos de tracajás, bem como coleta de caramujos (gastropodes) e conchas (bivalves) estão fortemente conectadas aos períodos de seca, vazante e cheia dos rios principais e pequenos afluentes. As atividades de pesca realizadas pelos indígenas incluem um conhecimento aprofundado do ambiente, da hidrologia, e da ecologia das espécies a serem capturadas. Isto inclui indicadores como transparência da água, características hidrológicas e geomorfológicas, e presença de árvores frutíferas que servem como alimento para os peixes (EPE e MRS, 2017; Vol 1, pg 518).

O uso diário do rio Arinos para atividades de pesca ocorre por parte das comunidades Apiaká, Munduruku e Kayabi, devido à proximidade da TI Apiaká-Kayabi. Este uso também é registrado para os Rikbaktsa das aldeias da TI Japuira, que estão localizadas nas margens do rio Arinos. Segundo o ECI, foram registrados 72 pontos de pesca utilizados pelos povos Apiaká, Kayabi e Munduruku no período da cheia, e 116 pontos no período da seca. Com exceção de alguns locais que são considerados piscosos e, portanto, mais intensamente explorados, como o “poço do Pedro”, o córrego Jauzinho, a “área da cachoeira”, e a foz do córrego das pedras, os demais são explorados de forma aleatória pelas três etnias, em suas atividades pesqueiras diárias (EPE e MRS, 2017; Vol 1, pg 502).

As pesquisas realizadas no ECI apontam que as áreas de pesca utilizadas pelas 4 etnias se sobrepõem à região prevista para a construção da UHE Castanheira. Os ambientes de ilhas, praias, pedrais, remansos e poços são bastante utilizados pelos indígenas e pelos tracajás para suas atividades de nidificação e alimentação. As características de velocidade da água e formação de poços e remansos nessa região favorecem a ocorrência de espécies muito apreciadas pelas comunidades indígenas, incluindo as matrinxãs, os pacus, o peixe-cachorra e os grandes bagres (EPE e MRS, 2017; Vol 1, pg 513). Muitos dos locais utilizados pelos indígenas também são frequentados pelos pescadores profissionais, amadores e recreativos, o que tem causado diversos conflitos. Nas proximidades dessas áreas, também registram-se pousadas e pontos de apoio para a pesca, tidos como via de acesso pelos pescadores.

Os Rikbaktsa que vivem na TI Erikpatsa usam diariamente o rio Juruena e seus tributários mais próximos. Porém, mesmo aquelas comunidades que não utilizam o rio Arinos com a mesma intensidade das demais, relataram realizarem expedições para diversos pontos (EPE E MRS, 2017; Vol 2, pg 138). Todos os quatro povos a serem potencialmente impactados pela UHE Castanheira de acordo com o ECI fazem uso do recurso pesqueiro do rio Arinos por ocasião das expedições de captura do tracajá e da coleta de ovos desses quelônios. Na região da área de abrangência da UHE Castanheira ocorrem duas espécies de tracajás (*Podocnemis unifilis* e *P. Expansa*), as quais apresentam hábitos de migração reprodutiva. O tracajá da Amazônia (*P. unifilis*) tem importância destacada na alimentação das comunidades indígenas, sendo classificada como vulnerável pela lista de espécies ameaçadas de extinção da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

Conforme mencionou-se no item 5.4.2.3, as comunidades indígenas utilizam um número expressivo de espécies de peixes para sua alimentação, nutrição, comercialização e atividades rituais, muitas das quais de hábitos migratórios e, portanto, sob ameaça de desaparecimento ou redução acentuada de seus estoques com a possível construção da UHE Castanheira. Análises integradas do EIA e do ECI da UHE Castanheira apresentadas no item 5.4.2.3 revelaram um total de 44 espécies da ictiofauna com hábitos migratórios que possuem importância média e alta para os povos indígenas Apiaká, Kayabi e Rikbaktsa. Dentre estas, destacam-se os pacus (5 espécies), a matrinxã, o pintado, a traíra, o trairão, a cachorra (3 espécies), os pias (5 espécies), as curimbas (2 espécies), os tucunarés (3 espécies), o chinelo, o palmito, os bagres de pequeno porte (*Hassar orestis*, *Pimelodella cf. cristata*, *Pimelodus aff. blochii*, *Pimelodus ornatus*), a corvina, o jauzinho da pedra, os carás (4 espécies), os cascudos (5 espécies) e as espécies de tracajá mencionadas acima (ver também item 5.5.2). As comunidades Rikbaktsa das TIs Erikpatsa e Japuira utilizam outras espécies da fauna aquática, incluindo os caramujos (gastropodes) e conchas (bivalves). As duas espécies de conchas identificadas no ECI integram a lista de espécies ameaçadas da IUCN. Segundo informações do ECI, as conchas e caramujos são utilizadas na confecção de diversos itens da cultura material, incluindo usos ritualísticos. Destaca-se o uso especial do caramujo designado tutãra para a confecção de um adereço utilizado nos casamentos tradicionais do povo Rikbaktsa (Figura 18), o qual será discutido com mais ênfase no item 5.5.3 (EPE e MRS, 2017; Vol1, pg 556).



Figura 18. Enfeite de casamento confeccionado com o caramujo “Tutãra”, de importância cultural e ritualística destacada para o povo Rikbaktsa. Fonte: ECI (EPE e MRS, 2017; Vol 1, pf 556).

A barragem a ser potencialmente construída para viabilizar a operação do empreendimento irá alterar o ambiente hídrico e conseqüentemente a estrutura da comunidade de peixes do rio Arinos, inclusive as espécies de interesse comercial. A presença da usina também terá impacto sobre a circulação de embarcações. Com a formação do reservatório, poderão ocorrer alterações na riqueza e na abundância de peixes e a conseqüente redução de diversidade, perdas de áreas de alimentação e desova e alterações nos estoques populacionais das espécies alvo da pesca profissional, amadora e indígena, inclusive nos trechos a jusante da barragem, devido à concentração de peixes logo abaixo da barragem. Com a alteração do ambiente, algumas espécies de peixes tendem a reduzir sua população no reservatório tais como matrinxã, jaú, cachara e cachorra. Por outro lado, a formação do reservatório beneficiará outras espécies de interesse comercial tais como tucunaré e traíra.

Sabe-se que a implantação das hidrelétricas aumenta a densidade demográfica e, conseqüentemente, a pressão de pesca sobre os estoques pesqueiros das regiões impactadas, que tendem a apresentar depleção das espécies-alvo devido a sobrepesca. Este aumento é registrado em todas as etapas da obra (instalação e operação) e representa uma importante fonte de impacto, como registrou-se para a UHE Belo Monte no rio Xingu (ISA, 2015). Para as comunidades indígenas, é uma alteração especialmente importante porque aumenta a competição por recursos, o que é agravado pela proximidade das cidades com as TIs (EPE e MRS, 2017).

A sobreposição entre áreas utilizadas para a pesca profissional, a pesca esportiva e as áreas de pesca utilizadas pelas comunidades indígenas na região a ser impactada pela UHE Castanheira poderá acirrar conflitos de pesca e a sobre-exploração do recurso pesqueiro. Esses conflitos e riscos de sobrepesca poderão ocorrer de forma cumulativa com os outros impactos já mencionados sobre a hidrologia e ictiofauna, incluindo quebra de conectividade hidrológica; perda de habitats;

mudanças nas relações tróficas e ecológicas entre a ictiofauna e fauna aquática em geral; diminuição de espécies de peixes migradores; e perda de áreas e recursos para alimentação e reprodução em geral, conforme já registrado para outras bacias amazônicas e globais (Arantes et al., 2019; Athayde et al., 2019b; Barbarossa et al., 2020; Doria et al., 2019; Finer et al., 2012; ISA, 2015; Lees et al., 2016; Santos et al., 2018).

Os impactos ecológicos causados pela construção de hidrelétricas na Amazônia têm sido acompanhados de impactos sociais (inclusive impactos à saúde das populações humanas) e econômicos de difícil e muitas vezes impossível mitigação e compensação, ameaçando a segurança alimentar e econômica de populações indígenas e locais (Athayde et al. 2019b). Arantes et al. (2021), em estudo recente com comunidades de pescadores impactadas pelas hidrelétricas construídas no rio Madeira, registraram um declínio significativo (37%) nas capturas por unidade de esforço (CPUE) após a construção das barragens. As espécies com comportamento migratório foram as mais afetadas. Os declínios em produção e mudanças na composição funcional das pescarias resultaram numa perda de 21% no valor monetário de grupos funcionais, e de 30% na renda associada com a pesca. De forma complementar, Lima et al. (2020) registraram queda nas capturas de espécies de importância comercial no rio Madeira, acompanhado de um aumento no preço de mercado das espécies, o que tem consequências para a economia local. Os autores registraram um declínio nas espécies mais nobres e de maior importância econômica como a dourada e o curimatá, e um crescimento nas populações de espécies de hábitos mais sedentários, como o tucunaré e a sardinha. Santos et al. (2018) coletaram dados de CPUE pré e pós construção das UHEs de Jirau e Santo Antônio junto a pescadores da Colônia Z-31, em Humaitá, no Amazonas, registrando reduções de 39% nas capturas médias anuais, e 34% nas capturas mensais de espécies de importância comercial (Figura 19). Além das perdas socioeconômicas, ocorrem perdas concomitantes de conhecimentos e técnicas específicas de pesca, os quais podem ser caracterizados como um patrimônio biocultural amazônico, como o que se registrou com a perda das artes de pesca associadas à Cachoeira do Teotônio no rio Madeira, em área alagada pela UHE Santo Antônio (Doria et al., 2018).

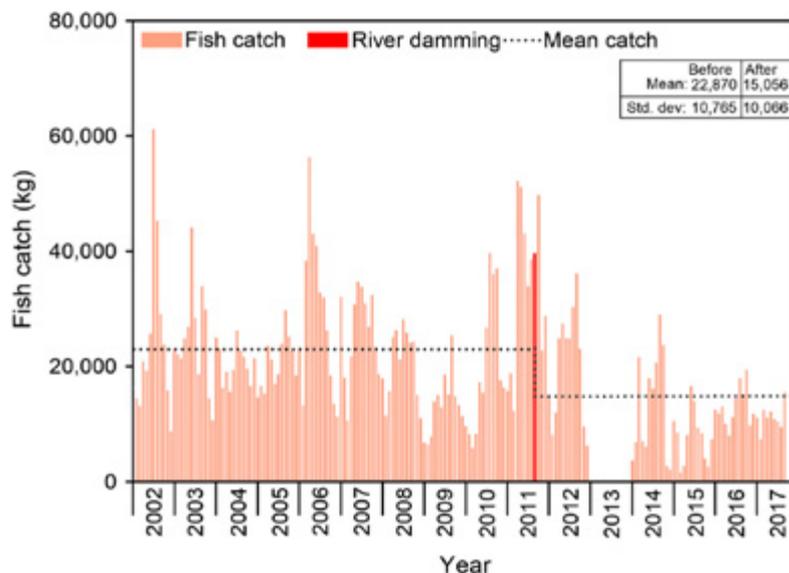


Figura 19. Produção pesqueira (em kg) desembarcada no município de Humaitá, Amazonas, Brasil, no período entre janeiro de 2002 e setembro de 2017. A linha vermelha vertical representa o período inicial da barragem do rio Madeira (julho de 2011). Fonte: Santos et al. (2018).

Segundo o ECI, os entrevistados indígenas destacaram a utilização de lagos e lagoas dentro das TIs e chamaram a atenção para a importância desses ambientes, tanto pelo relevante papel ecológico que desempenham na reprodução de uma variedade de peixes nos rios estudados, quanto pela importância na manutenção de estoques pesqueiros facilmente disponíveis para consumo. Conforme relatado pelos pescadores indígenas de todas as etnias envolvidas, as pequenas áreas de inundação ao longo dos rios formam lagoas temporárias que são muito utilizadas pelos peixes para a reprodução e alimentação. Esses locais possuem uma importância durante todo o ano, pois além do papel ecológico para a reprodução dos peixes no período chuvoso, tornam-se áreas de “barreiros” nos períodos mais secos do ano, quando não estão mais conectados ao rio. Esses barreiros são áreas relevantes para a fauna terrestre e para a caça indígena, complementar à atividade de pesca. Neste sentido, a operação das usinas a fio d’água interferem na diminuição dos picos de cheia e seca e podem interagir sinergicamente com mudanças em parâmetros climáticos que já estão sendo evidenciados em todo o Brasil, de clima mais quente, secas prolongadas e diminuição da pluviosidade, podendo restringir o acesso a lagos e lagoas à jusante do rio Arinos que são importantes para as comunidades indígenas, bem como secar barreiros utilizados para a caça (ver item 5.4.3. Cadeias Causais).

Em relação aos possíveis impactos cumulativos relativos ao CASS da pesca, vale mencionar os riscos à saúde das populações humanas, associados com o crescente uso de mercúrio pelas atividades de mineração em franco desenvolvimento na região (ver Carvalho e Oliveira, 2021), acarretando a bioacumulação do poluente mercúrio através das cadeias alimentares da fauna aquática e peixes, a qual se magnifica nas populações humanas (Fearnside, 2004).

Finalmente, vale mencionar a falta de processos participativos de discussão da atividade pesqueira entre os vários atores envolvidos, incluindo questões ligadas a conflitos já existentes, regularização e regulamentação, monitoramento e fiscalização da atividade pesqueira na região. Esses problemas, gerados por lacunas de políticas públicas e por estruturas e processos de governança inexistentes ou inadequados às características socioeconômicas, ecológicas e culturais da bacia do Juruena, poderiam ser endereçados pela implementação de um comitê de bacia hidrográfica de capacidade deliberativa, formado por atores dos vários segmentos relevantes, como já recomendado na AAI (EPE, 2011).

5.4.2.5 Recomendações para o CASS peixes e pesca

A partir das análises dos documentos de avaliação de impacto e licenciamento da UHE Castanheira realizadas para o CASS de peixes e pesca, constatou-se uma série de lacunas de informação e conhecimento relativas aos possíveis impactos cumulativos sobre a ictiofauna, a fauna aquática e a pesca de várias modalidades, os quais levam a um elevado grau de incerteza para a tomada de decisão e para o compartilhamento de informações junto à sociedade local e atores sociais de importância destacada (incluindo pescadores profissionais e indígenas, gestores públicos e privados, pesquisadores, etc).

Os principais impactos cumulativos identificados para o CASS de peixes e pesca abarcam: a) interrupção de rotas de migração de peixes pela quebra na conectividade hidrológica; b) perda da diversidade de ambientes, com implicações para a ictiofauna e outras espécies da biota aquática, a partir de mudanças hidrológicas aliadas ao desmatamento de matas ciliares e mudanças climáticas; c) perda de áreas e espécies importantes para a alimentação de espécies de peixes pelos mesmos fatores identificados no item c; d) bioacumulação de mercúrio e outros poluentes, devido ao aumento descontrolado de atividades agropecuárias e de mineração na região, afetando a saúde dos peixes e de populações humanas; e) comprometimento da segurança alimentar e econômica das populações indígenas, com impactos sobre a saúde das gerações presentes e futuras; acirramento de conflitos de pesca e sobrepesca entre as várias modalidades de pesca, pela redução e competição de locais de pesca. Entre os principais fatores de pressão que atuam de forma cumulativa impactando a abundância e diversidade da ictiofauna da região de abrangência da UHE Castanheira citam-se: mudanças climáticas, poluição e/ou contaminação por agrotóxicos, desmatamento, com alteração de disponibilidade de frutas para os peixes, mudanças na qualidade da água, entre outros (Athayde et al., 2019b).

A partir das principais questões e lacunas de informação e conhecimento levantadas, são apontadas as seguintes recomendações para o CASS de peixes e pesca:

- Coordenar e implementar inventários sistemáticos e aprofundados sobre a ictiofauna da bacia do rio Juruena (recomendação que também consta na AAI).

- Coordenar pesquisas ictiológicas que incluam esforços amostrais necessários para uma caracterização robusta da abundância, diversidade e grau de endemismo de espécies da ictiofauna nas sub-bacias do Arinos e dos Peixes.
- Implementar sistemas de monitoramento da fauna aquática, peixes e pesca que permitam o entendimento dos impactos das barragens existentes, propostas e planejadas no sistema da bacia do rio Tapajós.
- Coordenar e implementar pesquisas específicas sobre as espécies de peixes migratórios no sistema da bacia do rio Tapajós, bem como na bacia do Juruena e sub-bacias do Arinos e do rio dos Peixes. A primeira etapa sugerida é a identificação, mapeamento e caracterização de rotas migratórias a partir do conhecimento indígena e local, cuja relevância para esta finalidade já foi demonstrada em outras pesquisas (Hallwass et al., 2013; Nunes et al., 2009). Num segundo momento, recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados de telemetria, genética, meta-bar coding, e estudos das larvas e isótopos estáveis conectando com análises biogeoquímicas para as espécies mais importantes. Esses estudos servirão de base para confirmar ou refutar a hipótese de que o rio dos Peixes pode funcionar como uma rota alternativa para peixes migradores, o que não foi realizado nos estudos da AAI, do EIA e do ECI.
- Identificar, mapear e caracterizar os principais problemas de conflitos de pesca relativos às conexões entre pesca esportiva e turismo de pesca, pesca profissional, e pesca indígena.
- Construir cenários para possíveis impactos cumulativos sobre estoques de espécies-alvo devido ao aumento da pressão de pesca e possível sobre-pesca em decorrência da possível construção da UHE Castanheira. Incluir a consulta e participação de pescadores profissionais e indígenas neste processo.
- Identificar lacunas de políticas públicas e estruturas de governança relativas à fiscalização e gestão adequada da pesca na bacia do Juruena, com ênfase às sub-bacias do Arinos e dos Peixes. Incluir a consulta e participação de pescadores profissionais e indígenas neste processo.
- Estudar as oportunidades e desafios para a implementação do Comitê de Bacia Hidrográfica para a bacia do Juruena, incluindo atores sociais relevantes das sub-bacias do Arinos e dos Peixes.

5.4.3 Cadeias causais e impactos cumulativos nos CASS

Nesta seção, apresenta-se uma proposta de modelo conceitual para o entendimento dos possíveis impactos cumulativos da UHE Castanheira nos sub-sistemas da água e hidrologia, e peixes e pesca. Para

a elaboração do modelo, conforme explicou-se na metodologia, utilizou-se a estrutura proposta por Lord (2012), baseada na identificação e interação entre fatores estressores, processos e impactos intermediários, e impactos (neste caso nos CASS selecionados).

A identificação dos fatores estressores ou fatores de pressão ou mudança do sistema socioecológico considerado foi realizada a partir do levantamento de informações secundárias presentes nos documentos de planejamento e licenciamento considerados (AAI, EIA, ECI), bem como consulta a outros documentos relevantes e literatura científica. A opção por este modelo deu-se pela possibilidade de representar de forma simplificada e de mais fácil entendimento os diversos fatores e processos que interagem na região da bacia do rio Juruena e, destacadamente, nas sub-bacias dos rios Arinos e dos Peixes. Apesar do foco geográfico de análise estar centrado nas sub-bacias do Arinos e dos Peixes, vários processos extrapolam os limites destas sub-bacias. Assim, recomenda-se ajustar os limites temporais e/ou geográficos de acordo com o processo em análise.

Devido ao grau de complexidade de sistemas sociais e ecológicos que interagem de forma dinâmica e multidimensional no tempo e no espaço (Folke et al., 2006), ressalta-se aqui o caráter exploratório do modelo, que poderá ser refinado, desenvolvido e complementado a partir da necessidade de realização de análises mais aprofundadas sobre processos específicos. O modelo deve ser entendido como um trabalho em construção, em vez de um modelo fechado ou final. Cabe também esclarecer que as interações entre os fatores estressores foram consideradas à medida em que elas interagem em relação a um processo intermediário específico (caixas cinza), e que, novamente, devido à complexidade das relações entre os diversos fatores e os CASS, procurou-se representar somente as interações mais importantes e críticas que caracterizam os impactos cumulativos sobre os CASS. Os processos e impactos intermediários, que levam às consequências e impactos nos CASS (localizados à direita na Figura 20), foram numerados de 1 a 24 para facilitar a identificação e/ou referência a esses processos. Foram identificados nove processos e interações de importância crítica, marcados com estrelas amarelas no modelo da Figura 20 abaixo.

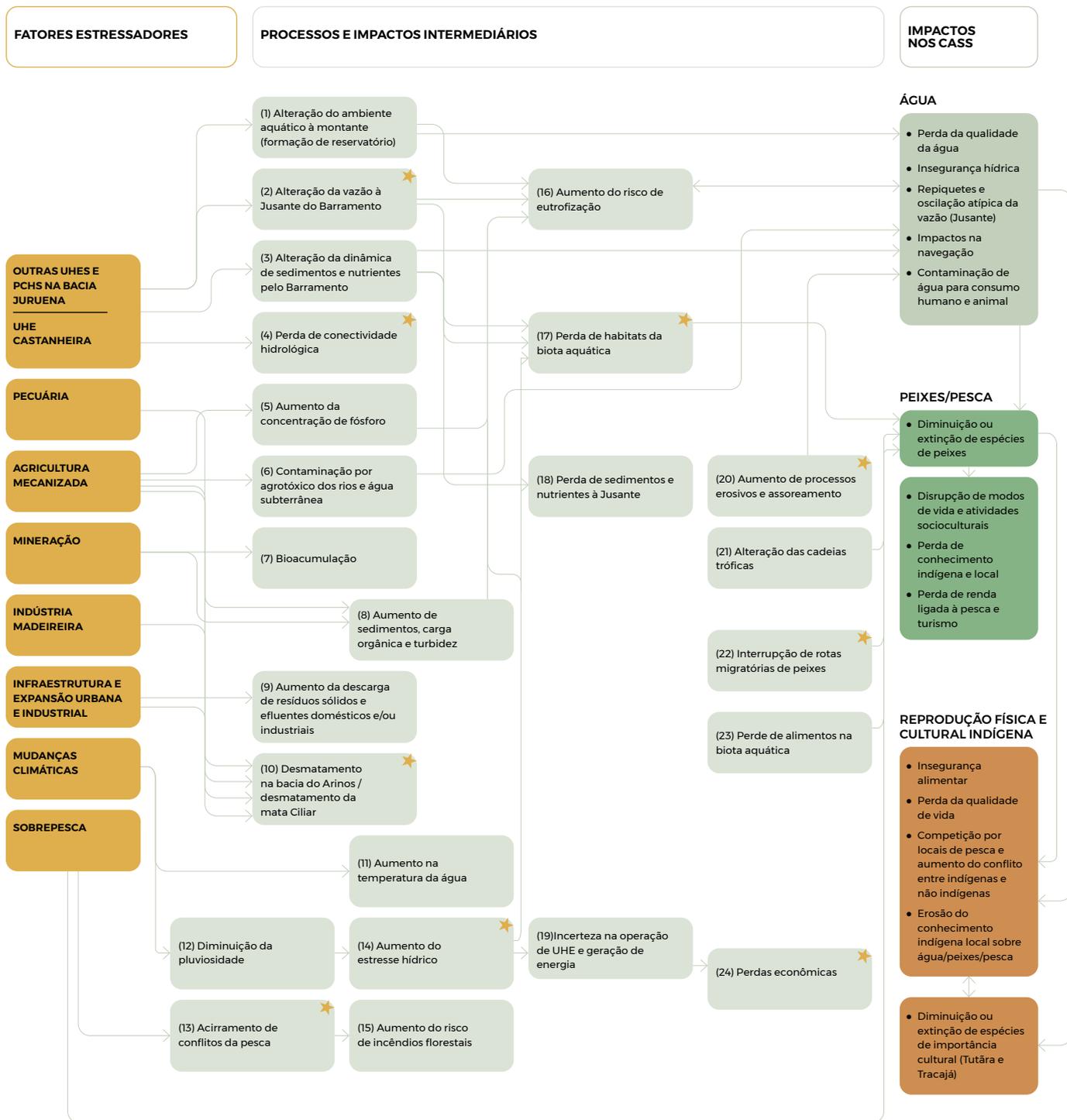


Figura 20. Modelo conceitual identificando as principais cadeias causais de impactos cumulativos sobre os Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS) de Água e Peixes e Pesca, relativos à possível implementação da UHE Castanheira no rio Arinos, na bacia do Juruena. Os fatores estressantes, processos e impactos intermediários e possíveis impactos nos CASS foram determinados com base em consulta aos documentos do licenciamento (AAI, EIA e ECI), bem como consulta à literatura pertinente. Processos e interações críticas foram marcados com estrelas amarelas. Incluíram-se também as possíveis implicações dos impactos cumulativos relativos aos CASS da água e peixes e pesca sobre a reprodução física e cultural dos povos indígenas a serem impactados pelo empreendimento, caso o mesmo venha a se concretizar.

A seguir, apresenta-se uma breve descrição dos nove processos e interações críticas identificados a partir das interações entre os fatores estressores e os CASS de água e peixes e pesca. As análises apresentadas constituem um esforço de síntese, a partir do conjunto de informações e análises apresentadas nas seções anteriores deste documento.

- a) Alteração da vazão à jusante do barramento (2):** este impacto cumulativo decorre da instalação de outras UHEs e PCHs na bacia do Juruena que interagem de forma cumulativa para alterar a hidrologia, o fluxo e as características geomorfológicas, principalmente no rio Arinos, dos Peixes e Juruena. Este processo, de ocorrência certa, não foi abordado com suficiente profundidade nos documentos de planejamento e licenciamento avaliados. Essas interações hidrológicas e os chamados repiquetes (*hydropeaking*), os quais configuram uma oscilação atípica da vazão dos rios à jusante de usinas hidrelétricas, podem se tornar bastante imprevisíveis e perigosos, configurando impactos e riscos para a vegetação ripária e para a biota aquática (17); para a navegação; e para a pesca e para o uso do rio em geral pelas populações humanas, conforme documentado para outros rios no Brasil e no exterior (Almeida et al., 2020; Bejarano et al., 2018; de Souza et al., 2019; Hahn et al., 2015; Harby and Noack, 2013; Melcher et al., 2017). Este impacto cumulativo é de longo prazo, sendo os programas de mitigação previstos insuficientes e incapazes de controlar ou mitigar estes efeitos. Uma abordagem de gestão adaptativa e gerenciamento hídrico integrado que incorpora a literatura de vazão ambiental, com a participação de vários atores e partes interessadas, seria necessária para informar o planejamento energético e a gestão hídrica da bacia do Juruena, a fim de endereçar estes processos críticos e suas implicações para a segurança hídrica.
- b) Perda da conectividade hidrológica (4):** conforme destacado na seção 5.3, a existência e construção de diversas CGHs, PCHs e UHEs de forma descontrolada nos rios Amazônicos interagem causando a perda progressiva da conectividade hidrológica (Couto et al., 2021). Conforme enfatizou-se no item 5.3, dentre todas as CGHs, PCHs e UHEs planejadas e propostas, a UHE Castanheira é a que mais contribuirá para a perda da conectividade fluvial, pela sua localização próximo a foz do rio, bloqueando todo o seu canal principal. Neste sentido, Athayde et al. (2019a) alertam para os riscos da construção desordenada de PCHs na Amazônia, e da falta de abordagens e instrumentos de planejamento em escala de bacia, como por exemplo o instrumento da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que possibilitem um melhor entendimento e gestão dos impactos cumulativos das mesmas. Uma lacuna importante de políticas públicas para a avaliação e licenciamento ambiental no Brasil relaciona-se com a exclusão de PCHs e CGHs no instrumento de

Avaliação Ambiental Integrada usado para informar processos de planejamento e tomada de decisão relativos à energia hidrelétrica. Essas constatações e recomendações foram corroboradas por importantes análises realizadas por órgãos governamentais brasileiros, incluindo o Acórdão 2.723/2017 do Tribunal de Contas da União (TCU, Tribunal de Contas da União, 2017).

- c) Desmatamento na bacia do Arinos/desmatamento de mata ciliar (10):** conforme mencionado na subseção 5.4.1.3, as projeções de desmatamento realizadas na AAI da bacia do Juruena para o horizonte até 2026 já foram ultrapassadas, causando preocupação relativa à validade das prospecções e cenários construídos no âmbito deste importante instrumento de planejamento. O desmatamento tem como principais fatores causadores ou estressores a expansão pecuária, a agricultura mecanizada, a mineração, a indústria madeireira, a infraestrutura e expansão urbana e industrial. Essas atividades e fatores interagem cumulativamente aumentando o desmatamento na região, incluindo o desmatamento das florestas ou matas ciliares, fator apontado como preocupante pela sociedade regional durante os eventos de apresentação da AAI, mas que não foi suficientemente discutido no EIA (EPE, 2011; 2015a). A destruição das matas ciliares causa a perda de habitats da biota aquática, a perda de alimentos (principalmente frutas) para os peixes, tracajás e biota aquática causando impactos na ictiofauna e na biota aquática e no bem-estar humano, além da diminuição ou extinção de espécies de importância cultural para os povos indígenas.
- d) Acirramento de conflitos de pesca (13):** conforme mencionou-se na subseção 5.4.2.4, a falta de fiscalização e gestão adequadas das várias modalidades de pesca na bacia do Juruena e nas sub-bacias do Arinos e dos Peixes já têm causado a sobrepesca de certas espécies de interesse para a pesca profissional e de subsistência, acirrando conflitos e impactando a atividade na região, com implicações para a segurança alimentar e física das populações de pescadores profissionais e indígenas (EPE e MRS, 2017). Esses conflitos poderão ser ainda mais exacerbados pela possível construção da UHE Castanheira, causando competição crescente por locais de pesca e interagindo com outros fatores e impactos cumulativos socioecológicos sobre a ictiofauna, como, por exemplo, a perda de habitats e a interrupção de rotas de peixes migradores. O assunto requer atenção específica das autoridades competentes, em consulta e participação com os pescadores profissionais e indígenas da região.
- e) Aumento do estresse hídrico (14):** este processo cumulativo tem como principais fatores causadores as mudanças climáticas, com a diminuição da pluviosidade anual, bem como

o desmatamento e a quebra de conectividade hidrológica. Esses fatores e processos interagem cumulativamente, causando riscos e incertezas relativas à vazão e comportamento hidrossedimentológico das sub-bacias e bacias impactadas pela construção de hidrelétricas na região, conforme relatos de pesquisas científicas apontam para outras bacias impactadas por hidrelétricas (Prado Jr. et al., 2016; Stickler et al., 2013). As consequências incluem a incerteza crescente na operação da UHE e geração de energia elétrica ao longo do tempo, podendo inclusive comprometer a viabilidade econômica do empreendimento a médio e longo prazo.

- f) Perda de habitats da fauna aquática (17):** este impacto intermediário tem como causa diversos fatores e processos que interagem cumulativamente, como a perda da conectividade hidrológica, a alteração da vazão à jusante do barramento, o aumento do estresse hídrico, o aumento do desmatamento, e a alteração na dinâmica de sedimentos e nutrientes pelo barramento. As interações complexas desencadeadas por este conjunto de processos e fatores configuram um grande grau de incerteza sobre onde, como, quando e com que consequências a perda de habitats para organismos aquáticos vai ocorrer. Estas perdas poderão ter consequências para a erosão da biodiversidade local e regional, bem como para a alteração de cadeias tróficas, perda de processos, funções e conexões ecológicas, e diminuição ou extinção de espécies de peixes e tracajás, como foi documentado em relação à implementação das hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau na bacia do rio Madeira (Arantes et al., 2019; Doria et al., 2018b).
- g) Aumento de processos erosivos e assoreamento (20):** conforme documentado no item 5.4.1.3, este impacto intermediário está conectado principalmente aos fatores de construção de hidrelétricas em cascata na bacia do Juruena, ao aumento da pecuária, agricultura mecanizada, mineração e expansão urbana e industrial, que interagem cumulativamente. As principais implicações incluem a perda da qualidade da água, a perda de habitats da biota aquática, a insegurança hídrica, a oscilação atípica da vazão e impactos na navegação. Estes impactos têm consequências para o equilíbrio ambiental e o bem-estar das populações humanas da região.

- h) Interrupção de rotas de peixes migratórios (22):** este impacto intermediário, conforme destacado no item 5.4.2.3, tem como principais fatores causadores a quebra de conectividade hidrológica decorrente da implantação de CGHs, PCHs e UHEs em cascata na bacia do Juruena, bem como alterações da vazão e da dinâmica de sedimentos e nutrientes pelo barramento. Os impactos podem estender-se além dos limites da bacia do Juruena até a bacia do Tapajós, uma vez que espécies migradoras de longa distância podem utilizar ou requerer grandes áreas para suas atividades reprodutivas (Barthem et al., 2017; Carvajal-Quintero et al., 2017; Couto et al., 2021; Hauser et al., 2018). As consequências e impactos da interrupção de rotas migratórias abrangem a diminuição ou extinção de espécies de peixes, incluindo espécies de importância para a pesca, contribuindo para a insegurança alimentar, erosão do conhecimento indígena e local, perda da qualidade de vida, e aumento de conflitos entre indígenas e não indígenas. Como se alertou na parte de Recomendações para o CASS de peixes e pesca (sub-seção 5.4.2.5), é preciso mapear e compreender as estratégias de vida e padrões de migração de espécies de importância econômica, cultural e/ou ecológica, como subsídio ao planejamento e gestão ambientais em escalas regionais ou de bacia hidrográfica.
- i) Perdas econômicas (24):** as perdas econômicas relacionadas a diversos processos e impactos intermediários decorrentes da interação entre os fatores estressores identificados neste modelo devem-se principalmente à incerteza na operação e geração de energia elétrica pela UHE Castanheira. Tem como principais causas as mudanças climáticas e diminuição da pluviosidade regional, conforme destacado na análise custo-benefício de cenários de geração de energia para a UHE Castanheira realizada pelo Conservation Strategy Fund - CSF (Vilela e Gasparinetti, 2018). Outras perdas econômicas poderão acontecer em relação aos impactos na pesca, perda de renda e insegurança alimentar de populações locais e indígenas dependentes da pesca para seus modos de vida.

Nas tabelas 17 e 18 abaixo, apresentam-se análises exploratórias complementares às cadeias causais para os CASS da água e peixes e pesca, respectivamente, organizadas com base em Sánchez (2020). As colunas referentes a influências de ações passadas, presentes e futuras foram preenchidas de acordo com as informações presentes nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental, e a coluna impactos cumulativos traz uma síntese dos principais impactos cumulativos referentes ao CASS com descrição das interações sinérgicas que ocorrem, foi elaborada com base no modelo conceitual de cadeias causais (Figura 20).

Tabela 17. Registro de identificação de impactos cumulativos para o CASS da Água, com base em Sánchez (2020).

CASS ÁGUA			
Influência de ações passadas	Influência de ações presentes	Influência de ações futuras	Impactos Cumulativos
<ul style="list-style-type: none"> - Mudança de uso do solo na bacia hidrográfica: ampliação do desmatamento, agricultura mecanizada e pastagem (gado). - Mineração de areia/cascalho. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mudança de uso do solo na bacia hidrográfica: ampliação do desmatamento, agricultura mecanizada e pastagem (gado). - Mineração de areia/cascalho. - Lixão de Juara. - Operação de PCHs no Alto Arinos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mudança de uso do solo na bacia hidrográfica: ampliação do desmatamento, agricultura mecanizada e pastagem (gado); - Mineração de areia/cascalho; - Lixão de Juara e expansão urbana/rural; - Operação de PCHs no Alto Arinos; - Novas UHEs e PCHs previstas nas bacias do Arinos e Peixes; - Requerimentos de lavra de ouro no baixo Arinos; - Mudanças climáticas e redução das chuvas e disponibilidade hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto (16): "Aumento do risco de eutrofização" da UHE Castanheira pelos processos: (1), (3), (5), (8), (20) com interação sinérgica pelas mudanças climáticas: (11), (14). - Impacto (20): "Aumento de processos erosivos e assoreamento" da UHE Castanheira pelos processos: (2), (3), (18) com interação sinérgica pelo desmatamento (10) ocasionado pela indústria madeireira, pecuária, agricultura mecanizada, mineração, expansão urbana/industrial. - UHE Castanheira e sobreposição de processos/ impactos no CASS Água relacionados à qualidade da água: (5), (6), (8), (9), (16); à vazão: (2); à dinâmica de sedimentos: (3), (8), (18), (20). Interação sinérgica com mudanças climáticas: (11), (12), (14), (19); desmatamento sobretudo pela indústria madeireira, agricultura mecanizada e pecuária: (10); e contaminação das águas sobretudo pela mineração e agricultura mecanizada: (6), (7), (8).

Tabela 18. Registro de identificação de impactos cumulativos para o CASS de Peixes e Pesca, com base em Sánchez (2020).

CASS PEIXES E PESCA			
Influência de ações passadas	Influência de ações presentes	Influência de ações futuras	Impactos Cumulativos
<ul style="list-style-type: none"> - Construção de CGHs e PCHs na bacia do Juruena, principalmente nas regiões de cabeceiras e tributários. - Sobreposição de áreas de pesca e conflitos de pesca entre pescadores desportivos/turistas, pescadores profissionais e pescadores indígenas. - Gestão insuficiente e/ou inadequada da pesca. 	<ul style="list-style-type: none"> - Operação de PCHs no Alto Arinos. - Aumento do desmatamento, incluindo desmatamento de matas ciliares. - Aumento de atividades de mineração, com riscos de bioacumulação. 	<ul style="list-style-type: none"> -- Operação de PCHs no Alto Arinos; - Novas UHEs e PCHs previstas nas sub-bacias do Arinos e Peixes e outras sub-bacias do Juruena; - Aumento de pressão de atividades de mineração; - Aumento de pressão sobre a pesca e acirramento de conflitos de pesca pelo potencial aporte de pessoas na região impulsionado pela possível construção da UHE Castanheira; - Urbanização e aumento de desmatamento devido ao possível aporte de pessoas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impacto (13): “Acirramento dos conflitos de pesca”, pela gestão deficiente ou inadequada da pesca, e sobrepesca. - Impacto (17): “Perda de habitats da biota aquática, deflagrado por impactos cumulativos sinérgicos principalmente entre os processos: (1), (2), (3), (4), e (10). - Impacto (21): Alteração das cadeias tróficas, principalmente pela interação entre os processos e impactos (1), (2), (3), (4), (6), (7), (17) e (18). - Impacto (22): “Interrupção de rotas de peixes migratórios”, principalmente pela interação e cumulatividade dos processos e impactos (2), (3), e (4).

5.5 Implicações para a reprodução física e cultural dos Povos Indígenas

A partir das discussões realizadas para os CASS Água e Peixes/ Pesca, nesta seção são discutidas as implicações para a reprodução física e cultural dos povos indígenas Apiaká, Kayabi, Munduruku, Rikbaktsa, Tapayuna e povos isolados no contexto de implantação da UHE Castanheira. É importante ressaltar que não há pretensão de discorrer sobre a amplitude dos impactos culturais e socioecológicos nos povos indígenas, visto que tal tarefa demanda uma ampla participação destes, tempo e recursos necessários para realizar a análise de forma a respeitar a organização social, os modos de vida e o contexto cultural de cada um dos povos indígenas da região.

O ECI ressalta o histórico de pressão territorial que levou à demarcação das Terras Indígenas com menor extensão em contraste com o amplo território de uso dos povos indígenas, ressaltando que a sub-bacia do Arinos é referência como área de origem e de ocupação histórica para eles. Ao longo da bacia, há localidades históricas que mostram a antiga presença sobretudo dos Rikbaktsa, Apiaká, Kayabi e Tapayuna na região (EPE e MRS, 2017). Com isso, a extensão do território indígena vai além das áreas demarcadas nas TIs, e o rio Arinos possui uma importância sociocultural destacada para esses povos, questão que justifica uma análise aprofundada das possíveis implicações das alterações no rio Arinos para a reprodução física e cultural dos grupos indígenas da região.

A partir das análises realizadas no ECI, os pesquisadores responsáveis pelo mesmo atestam a inviabilidade da UHE Castanheira em relação aos direitos constitucionais garantidos aos povos indígenas na Constituição de 1988, ferindo as provisões do artigo 231 (EPE e MRS, 2017; Vol2, pg 240). O artigo 231 versa sobre: “o reconhecimento da organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e a garantia dos direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.” Segundo o ECI, o conceito de terras tradicionalmente ocupadas definido no artigo 231 se aplica às áreas a serem profundamente impactadas pela construção da UHE Castanheira, incluindo (EPE e MRS, 2017; Vol 2, pg 229): *1) área onde os povos exercem parte de suas atividades produtivas; 2) serem necessárias à manutenção dos recursos naturais usados por eles usados em conformidades com seus padrões culturais e sociais; e 3) por se tratar de áreas imprescindíveis para a reprodução física e cultural dos povos, segundo seus usos, costumes e tradições dos Apiaká, Kayabi e Munduruku.* Neste sentido o ECI ressalta que (EPE e MRS, 2017; Vol2, pg 229):

“...não existem medidas de mitigação que sejam capazes de reduzir ou interferir nos resultados da sobreposição do reservatório da UHE Castanheira às áreas utilizadas pelos Apiaká, Kayabi e Munduruku. Trata-se de área que é frequentada e usada e que, caso a hidrelétrica se efetive, não terá mais as mesmas condições físicas e bióticas observadas na atualidade, o que impedirá de modo definitivo os usos e as ocupações hoje feitas pelos três povos. Também é importante frisar que o indigenato, em tese e em primeira análise, impossibilitaria a implantação de medidas compensatórias, uma vez que se trata de área passível de ser enquadrada como terra tradicionalmente ocupada, o que colocaria os direitos fundiários dos povos Apiaká, Kayabi e Munduruku sobre as terras em comento como originário, imprescritível, inalienável.”

Além do risco de violação dos direitos constitucionais, pelos potenciais impactos irreversíveis e não-mitigáveis ou compensáveis sobre os territórios e recursos naturais imprescindíveis para a reprodução física e cultural dos povos indígenas Apiaká, Kayabi, Munduruku e Rikbaktsa, o ECI chama a atenção para reivindicações fundiárias do povo Tapayuna localizadas na região do rio Arinos, as quais também possuem implicações constitucionais e precisam ser equalizadas a partir de procedimento de regularização fundiária a ser realizado pela FUNAI. Outra questão levantada no ECI diz respeito à presença de povos isolados na região dos rios Arinos, Sangue e Peixes na área de abrangência da UHE Castanheira. Segundo o ECI, documentos encaminhados pela FUNAI notificam a existência de duas informações sobre povos indígenas isolados em áreas que podem ser afetadas pela UHE Castanheira: uma delas refere-se a um contato ocorrido em 2009 na região do rio dos Peixes, e a segunda refere-se à possível presença de índios isolados na região do interflúvio dos rios Arinos e do Sangue. Recomenda-se uma atualização dessas informações em novos estudos de viabilidade da UHE Castanheira, que possam analisar outras alternativas locais para possíveis UHEs que venham a ser construídas na região.

Nesta seção são abordados alguns pontos possivelmente pouco explorados no ECI, sobretudo em relação a impactos derivados de alterações no rio Arinos e na biota aquática, discorrendo sobre as implicações aos povos indígenas a partir das análises e discussões realizadas para os CASS nas seções anteriores, e considerando que o próprio ECI e outros relatórios e documentos, incluindo várias publicações organizadas pela OPAN, já abordaram esse tema de forma mais ampla, os quais utilizamos como literatura consultada (Athila, 2020; Callil, 2019; CEPEDIS e OPAN, 2020; EPE e MRS, 2017; OPAN/Operação Amazônia Nativa, 2017).

Inicialmente apresenta-se uma discussão sobre o ECI, destacando alguns pontos frágeis e lacunas, com base no parecer da FUNAI, seguido de discussão acerca de 4 pontos:

- i. Navegação no rio Arinos e alterações à jusante da barragem
- ii. Espécie de importância cultural - Tracajá
- iii. Espécie de importância cultural - Tutãra e Waribubutsa
- iv. Avaliação e gestão de impactos das espécies de importância cultural

A FUNAI emitiu um parecer avaliando o ECI da UHE Castanheira em 2017, com observações e solicitações sobre o relatório, solicitando revisão dos impactos identificados no documento:

“Notamos também, que, embora a literatura traga uma gama de conceitos e sugestões para a escolha de atributos e critérios, a dominância do conceito de uso dos recursos reverberou na identificação dos impactos do empreendimento, não estando

presentes na matriz outros impactos comumente associados a empreendimento dessa magnitude sobre povos e terras indígenas, dos quais podemos citar: aumento da especulação imobiliária sobre a terra indígena; fragmentação de habitats; perda de referências espaciais à memória e à cultura, entre outros. Desta maneira, solicitamos que a equipe consultora faça uma revisão do prognóstico de impactos do empreendimento” (FUNAI, 2017, p.4).

O ECI se refere ao conceito de impacto cumulativo com a mesma referência utilizada pelo EIA, porém ao descrever as características de cada impacto, apenas cita se tal impacto é ou não cumulativo, sem mencionar com quais outros processos/impactos interage, observação que foi também realizada pela FUNAI (2017). Apenas a definição se é ou não cumulativo é uma informação que não aprofunda a análise e também não se reflete nas ações propostas para os programas incluídos no Plano Básico Ambiental. Apesar de realizado de forma fragmentada do EIA, este foi realizado posteriormente e ao menos poderia ter considerado os impactos levantados no EIA (nos meios físico, biótico e socioeconômico) e citar quais processos/impactos de ambos documentos se relacionam. Ainda assim, como apresentado no capítulo 5.2.1., o ECI traz informações e levanta tópicos importantes que deveriam ser analisados no EIA, ressaltando as consequências problemáticas da realização desses estudos de forma fragmentada (problemas de falta de integração entre EIA e ECI, conforme subseção 5.2.1) .

Entre outros itens importantes levantados pela FUNAI sobre o ECI, destacam-se:

- i. as campanhas de pesquisa de campo não foram realizadas em todos estágios do ciclo sazonal;
- ii. falta de indicação de fase do empreendimento relacionado a cada impacto (planejamento/construção/operação);
- iii. falta de dados de linhas de base para as espécies de importância cultural.

O primeiro item possui importância devido às variações sazonais do rio Arinos e no modo de vida dos indígenas. A não realização de campanhas em todos estágios pode subestimar as análises e ignorar tópicos importantes conectados à dinâmica temporal das relações entre as comunidades indígenas e as sub-bacias do Arinos e dos Peixes. Em relação ao item dois, a atribuição da fase do empreendimento auxilia na definição do tempo de implantação de cada ação proposta nos programas ambientais, e acerca do item três, as discussões são aprofundadas a seguir.

5.5.1 Navegação no rio Arinos

A UHE Castanheira prevê a construção do barramento impedindo a navegação de embarcações. O EIA cita que o rio Arinos

não é considerado navegável, segundo nota técnica do Ministério dos Transportes, mas que é “potencialmente navegável” (EPE, 2015a; vol1, p.127) caso a navegação comercial seja autorizada pelo órgão competente, e caso o arranjo da UHE permita a futura construção de uma eclusa para transposição de embarcações, o que estenderia a navegação da foz do Arinos até a cidade de Porto dos Gaúchos (195 km).

Com essa afirmação, o EIA desconsidera a navegação de embarcações de pequeno porte realizada principalmente por pescadores comerciais e indígenas que utilizam o rio como meio de transporte e acesso a recursos pesqueiros e outros recursos naturais. O EIA (EPE, 2015a; Vol2, p.107) identifica tal impacto nas atividades tradicionais de coleta, caça e pesca, e que é cumulativo com outros, como intensificação de conflitos e alterações na organização social. Ainda assim, não há uma proposição de realização de um sistema de transposição de embarcações impedindo aos indígenas Apiaká, Kayabi, Munduruku e Rikbaktsa acesso a área à montante do barramento e a rota de navegação até a cidade de Juara, principal cidade de referência dessas populações, onde têm acesso a serviços e atividades econômicas, como o comércio da castanha-do-Brasil.

Como foi explorado no capítulo 5.4.1. sobre o CASS Água, à jusante da barragem prevista pela UHE Castanheira há uma série de efeitos, alguns previstos nos documentos de planejamento e licenciamento ambiental, outros ressaltados a partir da literatura científica. Além dos efeitos relacionados à mudança na dinâmica de sedimentos, à oscilação da vazão à jusante de usinas a fio-d'água, as tendências de mudanças climáticas, com maior estresse hídrico, terão grande probabilidade de influenciar a vegetação aluvial a longo prazo e poderão interferir em espécies e recursos utilizados pelos indígenas. Outro possível efeito a curto prazo que pode ocorrer são alterações desses ambientes aluviais, como lagos e barreiros, que são citados como ambientes importantes para a pesca e para a caça indígena (ECI, 2017). A oscilação da vazão pode criar armadilhas de aprisionamento e eventos de mortalidade de peixes e o cenário de estresse hídrico pode secar áreas utilizadas pelos animais, afetando locais de caça. Esses efeitos foram pouco analisados no ECI e necessitam maior aprofundamento a partir de estudos sobre vazão ambiental e mudanças climáticas de forma integrada à análise de possíveis consequências na ecologia desses ambientes semi aquáticos e na fauna associada.

5.5.2 Espécie de importância cultural - Tracajá

A tracajá (*Podocnemis unifilis*) é a espécie de quelônio mais abundante na sub-bacia do Arinos com importância alimentar e cultural para os povos Apiaká, Munduruku, Kayabi e Rikbaktsa. Sua carne e ovos são muito apreciados e usados na culinária tradicional, e os pontos de pesca e coleta de ovos abrangem uma extensa área além das fronteiras das terras indígenas. No caso dos Rikbaktsa, esses pontos estão distribuídos entre os rios Sangue, Vermelho, Juruena e Arinos, e no caso dos Apiaká, Kayabi e Munduruku se concentram nos rios dos Peixes e Arinos. Há uma sobreposição entre as áreas no trecho da foz do Arinos até a região da balsa da Fazenda Marília. A pesca e a coleta de ovos está

associada a expedições de coleta de diferentes recursos, com alto registro de captura e, no caso do povo Apiaká, há anualmente a “festa do tracajá” em comemoração do sucesso da captura desta espécie (EPE e MRS, 2017).

Segundo o ECI, a espécie é classificada como vulnerável pela IUCN e possui exigências específicas quanto às necessidades tróficas e reprodutivas. A pesca é realizada principalmente nos “boiadores”, locais mais profundos do rio onde costumam forragear e emergir, e também são encontrados em ambientes de pedrais ou lajeiros como área de descanso para a termorregulação. De acordo com os indígenas, o rio Arinos é mais favorável aos tracajás do que o rio dos Peixes, por apresentar diversidade de ambientes propícios para os mesmos como ilhas, praias, poços e remansos. A pesca e a coleta de ovos ocorrem na época da seca, quando as praias emergem, locais onde os tracajás costumam realizar a desova, sejam praias de margem, ou em pequenas praias de ilhas próximas às margens do rio (EPE e MRS, 2017).

A formação do reservatório previsto para a UHE Castanheira, além de interromper a navegação e o acesso à montante como já citado anteriormente, também seria uma barreira física que impediria a migração da espécie ao longo do Arinos, cortando diferentes habitats de desova e alimentação. A implantação da UHE Castanheira também teria como consequência o alagamento de vários pontos de pesca e coleta de ovos, como a “região do S” utilizada pelos Apiaká, Munduruku e Kayabi, que fica exatamente no eixo do barramento previsto, onde há uma abundância de pontos de pesca de tracajá. A área do reservatório previsto possui 26 pontos de pesca e desova, onde foram registradas a maior quantidade de ninhos e ovos (EPE e MRS, 2017; Vol1, p.569).

A partir dos processos e impactos já levantados para o CASS Água, alguns apontamentos são realizados com base nas implicações destes para os tracajás, bem como informações coletadas a partir de revisão da literatura científica sobre impactos da operação de UHEs nessa espécie.

As mudanças na qualidade da água, como os possíveis efeitos de agrotóxicos e bioacumulação na fauna aquática, são incertas e há pouca literatura sobre os seus possíveis efeitos nas populações de quelônios. Os efeitos da fragmentação de um rio a partir da implantação de uma hidrelétrica também interfere na migração de quelônios, considerando também que, no caso da UHE Castanheira, esta tem seu barramento previsto cortando áreas de diversos pontos de pesca e coleta de ovos. Nesse sentido, além do alagamento de diversos habitats da espécie, há também a impossibilidade de navegação da jusante para a montante, como já citado anteriormente.

Com relação ao ambiente lótico formado pelo reservatório previsto pela UHE Castanheira, o EIA (vol2, p.74) afirma com base em Alho (2011) que este se adapta bem às condições de reservatório, por “não ser muito exigente quanto ao local de postura”. Ainda assim, embora os tracajás realizem a desova nesse novo ambiente, há uma série de questões relacionadas a taxas de eclosão e razão sexual dos filhotes que

influenciam o sucesso de reprodução e a sobrevivência da população a longo prazo. Como citado no ECI, as margens do lago de reservatórios possuem elevada compactação e diferente sombreamento, dificultando a escavação, e resultando em ninhos mais rasos e suscetíveis à predação, além das características térmicas que influenciam o sexo dos filhotes (Pezzuti et al., 2016; EPE e MRS, 2017; vol2, p.118). Outro processo levantado em relação à qualidade da água no reservatório é o aumento do risco de eutrofização descrito na seção 5.4.1.3 sobre o CASS água e, caso ocorra, isso pode ocasionar eventos de morte de peixes e quelônios. A oscilação da vazão também pode ocorrer no reservatório de acordo com a demanda de energia, e a elevação do nível d'água logo após a desova pode decorrer a perda dos ninhos, tendo o alagamento como a principal causa de perda de ninhos de quelônios aquáticos na Amazônia (Pezzuti et al., 2016).

No trecho à jusante de hidrelétricas, os efeitos da alteração da dinâmica de sedimentos é um dos principais aspectos que podem afetar a reprodução e o ciclo de vida dos quelônios, considerando que os habitats de praia, onde ocorre a desova, são formados por areia, que são os sedimentos cuja granulometria são os mais retidos em reservatórios. A longo prazo, a falta de reposição do sedimento pode implicar na diminuição da área dos ambientes de praia. Os repiquetes, já citados como efeitos à jusante de UHEs à fio d'água, também podem acelerar processos erosivos nas margens e afetar esses ambientes e, como mencionado acima, a rápida oscilação do nível d'água decorrente dos repiquetes também pode afetar os ninhos. Essas mudanças não provocam o transbordamento do nível do rio para além de sua calha, mas a descarga adicional pode elevar a cota do rio à jusante justamente durante o período reprodutivo, cobrindo as praias e margens onde os ninhos estão depositados, antes de os filhotes eclodirem, matando-os afogados (Pezzuti, et al. 2016, p.465).

Com a operação à fio d'água, os repiquetes que a UHE Castanheira pode provocar são mais intensos logo abaixo e diminuem os efeitos até a foz no rio Juruena após 120 km de extensão, porém, como foi analisado por Almeida et al. (2020), esses efeitos podem se prolongar por quilômetros, como identificado a 200km à jusante no caso das hidrelétricas do rio Madeira. O trecho após a confluência com o rio dos Peixes, um tributário de maior porte, auxilia a atenuar esses efeitos no rio Arinos até este desembocar no rio Juruena, que também tem os impactos diminuídos por conta de ser um rio de maior porte. Ainda assim, os efeitos dos repiquetes podem ocorrer e necessitam análises mais aprofundadas para melhor compreendê-los. Ao observar o mapa de pesca e coleta de ovos de tracajá pelos Apiaká, Kayabi e Munduruku do ECI, a maioria dos pontos de desova dos tracajás localizados à jusante do eixo do barramento previsto estão nesse trecho logo abaixo do eixo da barragem prevista até a foz do Peixes, o que reforça a vulnerabilidade da reprodução dos quelônios (EPE e MRS, 2017). Além desses fatores, há de se ressaltar a sobreposição desse trecho de 120 km do rio Arinos à jusante do eixo do barramento previsto para a UHE Castanheira com requerimentos de lavra garimpeira de ouro (ver Carvalho e Oliveira, 2021) considerando que, além do uso de metais pesados como mercúrio, tal

atividade, dependendo da tecnologia utilizada, pode alterar diretamente habitats utilizados pelos quelônios, com atividades como a dragagem de praias, desmatamento e alteração de margens e formação dos “arrotos”.

Outra tendência apontada na análise do CASS Água inclui as perspectivas futuras de aumento de calor e estresse hídrico na região. Apesar de haver muitas incertezas quanto à magnitude desse cenário na hidrografia dos rios como Arinos, os estudos indicam que haverá redução e tendência de aumento no período de estiagem (Coe et al., 2013; dos Reis et al., 2021; Guimberteau et al., 2017). Com isso, há alguns apontamentos acerca de possíveis consequências para os tracajás. O ciclo de inundação típico dos rios amazônicos impede que a vegetação se desenvolva nas praias, e com a diminuição da vazão há um consequente desenvolvimento da vegetação e sombreamento desses ambientes, causando uma maior mortalidade de ovos e filhotes, pela ação mecânica de raízes de gramíneas. Além disso, há a modificação de temperaturas por conta do sombreamento que, como citado anteriormente, altera a razão sexual dos filhotes, predominando o nascimento de filhotes do sexo masculino (Pezzuti et al., 2016).

5.5.3 Espécie de importância cultural – Tutãra e Waribubutsa

O Tutãra (*Paxyodon syrmatophorus*) é um bivalve da família Hyriidae utilizado pelos Rikbaktsa, que também utilizam Waribubutsa, uma espécie de caramujo gastrópode. Athila (2016, p.278) descreve o Tutãra como uma espécie de “síntese do casamento e até do socius Rikbaktsa” pois este é utilizado no adorno “cobre-costas” utilizado pelas mulheres nos rituais de casamento e que possui uma série de etapas, com saberes e restrições em cada uma, desde a coleta até a confecção do adorno, com a participação mais ativa das mulheres (Ver item 5.4.2.4). O Tutãra não é apenas um artesanato, pois envolve a relação entre as pessoas e a manutenção de uma prática cultural importante, além de estar presente em vários mitos Rikbaktsa, e é coletado exclusivamente no rio Arinos, denominado pelos Rikbaktsa como Tutãratsik, “água de caramujo ou concha” (Athila, 2020; Callil, 2019). O bivalve Tutãra está na lista de espécies ameaçadas, e também é o grupo de maior declínio no planeta entre os organismos aquáticos, de acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Por serem espécies que vivem na interface entre sedimentos e água, quaisquer alterações físicas, químicas, ou biológicas podem limitar a sobrevivência dessa espécie (Callil, 2019). Outra peculiaridade do bivalve é seu ciclo que, durante o estágio larval, utiliza espécies de peixes como hospedeiros, e são exigentes quanto aos peixes que irão se ligar nessa fase, portanto interferências nas espécies de peixes também se refletem nos bivalves. O Tutãra, por ser uma espécie detritívora, se alimenta de fitoplâncton e zooplâncton, processa matéria orgânica e realiza ciclagem de nutrientes, além de servir como alimento para algumas espécies de peixes. Portanto, alterações na sua distribuição, riqueza e abundância também possuem implicações e impactos na cadeia trófica.

Os bivalves e caramujos são coletados pelos Rikbaktsa durante a estação seca, em expedições realizadas para a busca de diferentes recursos. Os pontos de coleta estão em um trecho de aproximadamente 45 quilômetros em linha reta à jusante da confluência do rio dos Peixes com o Arinos, como podem ser vistos no mapa 69 do ECI (EPE e MRS, 2017), à jusante do eixo do barramento previsto para a UHE Castanheira. Os habitats onde são encontrados são “ambientes semi-lóticos, caracterizados por substratos compostos de areia média e grossa rica em fragmentos e depósitos de matéria orgânica” (Callil, 2019, p.6) como praias e barrancos.

Os efeitos previstos no CASS Água levam a sérias implicações para a espécie Tutãra, que possui alta sensibilidade ambiental, caso venha a se concretizar a construção e operação da UHE Castanheira. Com ciclo larval atrelado a peixes específicos, a interrupção de fluxos migratórios já pode interferir na sua capacidade reprodutiva. Encontrado apenas no rio Arinos, portanto endêmicos, os bivalves e caramujos são semi-sésseis realizando apenas pequenas movimentações durante a vida, o que os torna mais frágeis caso ocorram interferências em seus habitats. Por serem organismos filtradores, também são mais suscetíveis a qualquer alteração química na água, como contaminantes provenientes do uso de agrotóxicos. Os efeitos previstos à jusante da UHE Castanheira têm interferências nos habitats, como já foi citado para o caso do tracajá, como: diminuição dos sedimentos (granulometria das areias), aumento de repiquetes na vazão do rio Arinos, e erosão e assoreamento das margens. Ao se alimentar de organismos de produção primária (fito e zooplâncton), a alteração dos nutrientes na água, como o fósforo, também pode interferir nesses organismos e afetar os bivalves e caramujos.

Além da alta importância cultural do Tutãra para o povo Rikbaktsa, os bivalves e gastrópodes são indicadores de um ambiente sadio, considerados “sentinelas ambientais” ou espécies chave, de acordo com Callil (2019, p.19):

“O Tutãra é um símbolo, não apenas mítico e cultural para os Rikbaktsa, mas principalmente um sinalizador da qualidade e integridade do universo representado pelo rio Arinos para aquela etnia. Não menos urgente é a demanda de uma avaliação mais detalhada do efeito do ambiente e a essencial importância do Tutãra pelos indígenas sobre os aspectos biológicos e ecológicos da população dos Tutãra no rio Arinos e confrontá-las com as mudanças que ocorrerão com a instalação da UHE Castanheira”.

5.5.4 Avaliação e gestão de impactos de espécies de importância cultural

Nesta seção, aprofunda-se a análise sobre duas espécies de importância cultural para os indígenas, o tracajá e o bivalve Tutãra, os quais foram descritos no ECI com mapeamento participativo dos pontos

de coleta (e de desova, no caso do tracajá). Após a finalização do ECI, a FUNAI realizou uma avaliação e emitiu um parecer que, entre outros conteúdos, analisa o impacto identificado “Interferência nas atividades de pesca de tracajás e coleta de ovos”:

Em relação às diretrizes apresentadas, novamente, apresenta-se o problema da falta de realização de estudos prévios com parâmetros qualitativos e quantitativos que permitam a comparação com os resultados que serão obtidos através do monitoramento. Além disso, foram elaboradas apenas medidas de controle e manejo, mas não há medidas de compensação. Mesmo que a coleta de dados subsidie a adoção de programas de mitigação e compensação, não foram apresentadas diretrizes de ações nesse sentido para os povos indígenas, apoiadas em experiências reais aplicadas em empreendimentos deste porte (FUNAI, 2017, p.11).

A FUNAI ressalta, acerca da ictiofauna, fauna semi-aquática, quelônios, caramujos e conchas, a falta de estudos que levantem parâmetros qualitativos e quantitativos prévios, ou seja, a construção de uma linha de base com informações detalhadas sobre a situação dessas espécies, pois sem ela não há condições para comparação da situação após interferências da implantação do empreendimento e realização de monitoramento. Este é um problema recorrente na elaboração de EIAs, nos quais a falta de informações robustas sobre linhas de base sobre espécies e processos de importância destacada compromete análises adequadas de viabilidade ambiental de um projeto. Para se obter uma linha de base robusta, há necessidade de levantar dados em relação ao uso das espécies pelas comunidades de forma sistemática, dados biológicos e também deve-se realizar ao menos a coleta de dados durante um ano, ou ao menos pesquisas em todos os ciclos hidrológicos.

Como foi citado na seção 5.2.1, sobre o encadeamento, o ECI foi produzido após o EIA e, além de o EIA não realizar uma análise de impactos cumulativos, não há instrumentos de participação na etapa de escopo, portanto não se levantaram tópicos importantes pelos indígenas para a elaboração do EIA. Essa fragmentação entre EIA e ECI é problemática, pois após o ECI identificar essas espécies de importância cultural, elas deveriam ter análises aprofundadas no capítulo de meio biótico do EIA, o que não ocorreu no caso da UHE Castanheira, como é solicitado pela FUNAI. Isso se reflete também na proposição dos programas ambientais de mitigação/compensação e monitoramento pois, apesar de o ECI contemplar programas para estudo, monitoramento e manejo dessas espécies, este faz parte do PBA-CI – Plano Básico Ambiental do Componente Indígena – o qual, na prática, engloba apenas as ações voltadas para as terras indígenas.

A separação entre o PBA e o PBA-CI também é problemática, visto que o PBA deveria ter programas específicos sobre quelônios, e sobre caramujos e conchas, o que poderia ser realizado em parcerias com instituições de pesquisa, dialogando com os programas do PBA-CI que poderiam auxiliar no diálogo do conhecimento indígena local com o

conhecimento científico e dados produzidos pelo monitoramento. Como é possível observar no modelo conceitual de cadeias causais elaborado no presente relatório, bem como na descrição acerca das espécies de importância cultural acima, o monitoramento dessas espécies necessita da integração de diversas informações que interferem nessas espécies, por isso há necessidade de integração com programas que previstos no PBA. Entre eles, citam-se os programas que monitoram qualidade da água, vazão, susceptibilidade de erosão, entre outros. Portanto, há necessidade de revisão dos programas descritos no EIA, considerando as informações levantadas no ECI, além de uma maior descrição de estratégias para o diálogo entre as ações conjuntas entre o PBA e o PBA-CI.

O ECI sugere como medida a restrição de uso no trecho de 120 km do rio Arinos à jusante do futuro barramento até sua confluência com o rio Juruena, e a necessidade de se proteger as áreas de reprodução da fauna aquática e semiaquática. Essas medidas são de extrema relevância, considerando a importância desse trecho para os povos indígenas, porém acrescenta-se a necessidade de participação dos indígenas, pescadores e demais usuários desse trecho do rio para a elaboração de recomendações de vazão ambiental (conceito explorado no capítulo 5.4.1. sobre o CASS Água), visto que há necessidade de regulamentar como a hidrelétrica irá operar de forma a garantir segurança física para a navegação e usos do rio, e a garantia de sobrevivência do ecossistema, considerando o conhecimento ecológico local (Esselman and Opperman, 2010).

Os recursos pesqueiros a serem impactados pela construção da UHE Castanheira desempenham um importante papel na segurança alimentar dos povos Apiaká, Kayabi, Munduruku e Rikbaktsa. Segundo informações do ECI, a carne de caça também é relevante na complementação das fontes disponíveis para a obtenção de proteína animal, porém o peixe tem um papel central por ser a fonte mais acessível, de captura mais fácil, e mais barata (EPE e MRS, 2017). A obtenção do pescado é geralmente realizada por integrantes de toda a família (crianças, jovens e idosos), o que gera maior garantia alimentar no dia a dia das aldeias. Considerando-se os impactos cumulativos, tanto do ponto de vista ambiental como social a serem deflagrados pela UHE Castanheira, conforme documenta-se neste laudo, este empreendimento irá trazer impactos profundos, irreparáveis e irreversíveis à segurança e soberania alimentar e nos modos de vida das populações indígenas impactadas.

À guisa de conclusão, ao analisar sob ótica dos impactos cumulativos, embora ainda haja necessidade do aprofundamento de diversas incertezas e lacunas de conhecimento, é possível observar que há diversas implicações que afetam a reprodução física e cultural dos povos indígenas Rikbaktsa, Apiaká, Kayabi, Munduruku e Tapayuna. Além do histórico de pressão territorial e os conflitos existentes, a implantação de um empreendimento como a UHE Castanheira pode vir a ser deflagrador de uma cadeia de eventos que podem levar a um etnocídio. No caso da UHE Belo Monte, o Ministério Público Federal entrou com uma Ação Civil Pública em 2015 visando a readequação do empreendimento em relação aos povos indígenas da região, afirmando a ação etnocida que este

vinha causando, que descreveu como uma ação que “acarrete imediata ou imediatamente a destruição do modo de vida das coletividades, ou constitua grave ameaça (ação com potencial etnocida) à continuidade desse modo de vida” (MPF, 2015, p.7)⁶. O Relatório elaborado por CEPEDIS e OPAN (2020; pg 8) afirma que:

“Ao constatar que o modo de vida dos povos da região está diretamente ligado aos peixes, tem-se a iminência de um etnocídio com a construção da barragem. Isto não quer dizer que deixarão de existir os Apiaká, os Kaiabi, os Munduruku ou os Rikbaktsa, mas que sua cultura será profundamente alterada por elementos externos, não pela dinâmica natural e autônoma, ou seja, definida pelos próprios povos. Esta é a violência do processo de implantação de empreendimentos hidrelétricos.”

Além da importância dos peixes para os modos de vida das comunidades indígenas da região, acrescenta-se também a importância cultural das espécies de tracajá, caramujos e conchas como já discutido anteriormente. Por fim, o documento recomenda a suspensão do licenciamento ambiental e das outorgas e que, caso prossiga o licenciamento ambiental se realize a consulta, respeitando o consentimento livre, prévio e informado dos indígenas e outras comunidades tradicionais que podem vir a ser afetadas, de acordo com a Convenção n. 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT). Além disso, também recomenda a complementação do EIA sobre o patrimônio cultural indígena considerando as paisagens culturais, a técnica de pesca mascreação e o Tutãra.

O licenciamento ambiental, enquanto instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente com a finalidade de, através da Avaliação de Impactos, atestar a viabilidade ambiental de um projeto a partir da elaboração de estudos, tem uma demanda de aprofundar como os povos indígenas e as comunidades tradicionais – que historicamente coexistem, manejam e geram conhecimento a partir da relação indissociável com o meio ambiente – tenham seus direitos respeitados nesse processo, de forma que a emissão de licenças ambientais não perpetue a degradação ambiental, a disrupção de modos de vida locais, a violação de direitos constitucionalmente adquiridos, e o etnocídio de povos indígenas.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

6.1 Parecer da equipe técnica

As análises realizadas neste laudo técnico registram a precariedade do conhecimento sobre os impactos cumulativos (aditivos, sinérgicos e outros) resultantes da possível construção da UHE Castanheira no rio Arinos. As análises dos instrumentos de planejamento e licenciamento consideradas neste trabalho demonstram a desarticulação e falta de encadeamento entre mesmos, o que, associado à falta de dados, informações e conhecimento sobre interações críticas entre os componentes socioecológicos do sistema Arinos-Peixes-Juruena-Tapajós, se traduz em grande incerteza e vulnerabilidade do mesmo frente ao empreendimento planejado. Os critérios de boas práticas em Avaliação de Impacto Cumulativo analisados não foram, em grande parte, adotados pelos instrumentos de planejamento e licenciamento, conforme sintetiza-se a seguir.

O cenário atual de crise econômica, ambiental e de saúde, não somente amazônico e brasileiro, mas global, requer análises e processos de tomada de decisão mais cuidadosos e criteriosos. Pesquisadores do Painel Científico da Amazônia (SPA), o maior estudo já realizado sobre o status e as tendências socioecológicas e econômicas do bioma amazônico, apontam para a importância do planejamento integrado e da manutenção de rios de fluxo livre para evitar desastres socioambientais em um futuro próximo (SPA, 2021). A bacia do Tapajós, vista como importante fronteira energética do país, com 144 barragens propostas (sem contar as micro e pequenas hidrelétricas), não pode se tornar a próxima referência de planejamento inadequado e impactos ambientais que poderiam ser evitáveis a partir de um planejamento estratégico de bacia (ver Flecker et al., 2022). Não existe e nem existirá, neste planeta, uma segunda bacia do Tapajós. A biodiversidade local, a diversidade de ambientes e ecossistemas, e a diversidade de grupos humanos conectados ao sistema socioecológico do rio Tapajós são únicos, e de importância crítica para a manutenção da sociobiodiversidade amazônica. Nela, a bacia do Juruena já encontra-se significativamente impactada pela multiplicidade de CGHs e PCHs construídas em vários de seus tributários.

Constatou-se, a partir das análises de conectividade hidrológica realizadas neste trabalho, que os rios Arinos, dos Peixes e o Rio Papagaio, estão entre os últimos rios de fluxo livre suficientemente longos na bacia do rio Juruena. O barramento do Arinos causará uma perda significativa da conectividade hidrológica na bacia, colocando em ameaça a existência de pelo menos 97 espécies de peixes migratórios de curta e longa distância (EPE, 2015a). O barramento próximo à foz do Arinos no Juruena bloqueará 600 km de trecho de rio, o que causará impactos e destruição da diversidade de habitats para a fauna aquática somente encontrados neste ali, comprometendo a continuidade da existência de diversas outras espécies, além dos peixes, incluindo caramujos e conchas de importância cultural destacada para o povo Rikbaktsa. Além dos impactos ambientais,

o ECI considera que os impactos cumulativos sobre o modo de vida e a reprodução física e cultural dos povos indígenas Apiaká, Kayabi, Munduruku e Rikbaktsa são de grande magnitude e não mitigáveis ou compensáveis (EPE e MRS, 2017). O mesmo documento aponta para a violação dos direitos constitucionais garantidos aos povos indígenas na Constituição de 1998 (ver ítem 5.5), ao qual sugere-se o risco de etnocídio, o que significa, em última instância, a morte da cultura indígena brasileira (ver ítem 5.5.4). Adiciona-se a este conjunto de indicadores de não viabilidade do empreendimento, a questão de sua viabilidade econômica questionável do ponto de vista da geração de energia em um contexto de mudanças climáticas, conforme documentado pelo Conservation Strategy Fund (Vilela and Gasparinetti, 2018).

Com base nos principais resultados desta análise, indica-se a necessidade de se estabelecer um debate amplo sobre o planejamento estratégico e energético das bacias do Tapajós e Juruena, envolvendo tomadores de decisão, iniciativa privada, o setor elétrico, o setor ambiental, a sociedade regional, as organizações da sociedade civil, os povos indígenas, os pesquisadores acadêmicos, o MPF e MPE, e outros órgãos e atores relevantes. Um instrumento relevante no contexto atual de riscos e ameaças à integridade ambiental e sociocultural das bacias amazônicas é a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), a qual tem sido aplicada internacionalmente como instrumento de boas práticas de planejamento e gestão ambiental (Athayde et al., 2019a; Bidstrup et al., 2016). A AAE foi recomendada pelo Tribunal de Contas da União (2017) como um instrumento com potencial para auxiliar o planejamento energético, tendo em vista os desastres ambientais, sociais e econômicos deflagrados pelo planejamento projeto-a-projeto utilizado no licenciamento e construção de grandes hidrelétricas na Amazônia, como o que se verifica nas bacias do Madeira (Santo Antônio e Jirau) e Xingu (Belo Monte).

Nas próximas seções, apresentam-se, de forma itemizada, as principais conclusões, recomendações e lacunas de conhecimento relativas à Avaliação de Impacto Cumulativo para a UHE Castanheira. Utilizam-se as perguntas norteadoras estabelecidas para este trabalho como um guia para a síntese das conclusões apresentadas.

6.2. Respostas às perguntas norteadoras

As perguntas norteadoras descritas abaixo foram definidas durante reuniões realizadas com a equipe da OPAN e foram utilizadas para guiar as análises e recomendações apresentadas neste documento.

- 1. De que forma os impactos cumulativos (aditivos e sinérgicos) advindos da possível construção da UHE Castanheira foram contemplados nos documentos que embasam o processo de planejamento e licenciamento da UHE Castanheira? Foram empregados princípios, métodos e abordagem adequados a parâmetros de boas práticas definidos de acordo com a literatura pertinente nacional e internacional?**

Principais conclusões:

- Registrou-se, de forma geral, a falta de adoção de boas práticas em avaliação de impacto cumulativo nos documentos de planejamento e licenciamento, evidenciada principalmente em relação ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA). A AAI incluiu alguns aspectos de boas práticas nas análises de qualidade da água e uso da terra, com a indicação de linhas de base e projeção de cenários, e discussões sobre a concentração de fósforo e cenários de desmatamento. O ECI adota a mesma metodologia do EIA e da AAI, e não realiza ou indica análises de cumulatividade mais aprofundadas. Em relação a peixes e pesca, a falta de dados, principalmente no tocante à falta do estabelecimento de linhas de base para a análise dos possíveis impactos cumulativos, foi fator importante de impedimento. Além da falta do estabelecimento de linhas de base adequadas, identificaram-se problemas com a definição de áreas de influência direta e indireta, as quais não se aplicam ao uso indígena realizado em várias áreas ao longo dos rios Arinos e dos Peixes, incluindo a pesca indígena, atividades de coleta de tracajás, e espécies de conchas e caramujos de importância cultural (ver relatório do Ministério Público de Mato Grosso MPMT, 2021).
- De forma geral, as matrizes de impacto e as análises de sensibilidade utilizadas nos documentos apenas apontam se o impacto é cumulativo, e realizam uma categorização da magnitude e interações com outros impactos, mas falham em realizar análises de cumulatividade que envolvem as análises retrospectivas e prospectivas, os estudos de base, e a identificação e previsão de impactos sobre componentes ambientais e sociais selecionados, de acordo com os critérios estabelecidos para análise neste trabalho, com base em Sánchez (2020). Considerando as recomendações dos documentos, percebem-se que os temas continuam a ser tratados de forma fragmentada, faltando a indicação de pesquisas que possibilitem o entendimento da interação entre fatores, como por exemplo: interação entre peixes migratórios e conectividade hidrológica; desmatamento de matas ciliares, risco de eutrofização e ambientes para a fauna aquática, incluindo tracajás; atividades de mineração, risco de bioacumulação e riscos à saúde humana; aspectos biológicos de espécies de importância cultural e usos e significância cultural, entre outros. A fragmentação e compartimentalização das análises se reflete na fragmentação e falta de articulação entre os programas de mitigação propostos (ver análises realizadas no item 5.4 e cadeias causais, 5.4.3).
- Uma lacuna importante detectada em relação a boas práticas de AIC foi a falta de consulta pública ou consulta a partes interessadas na fase de escopo das pesquisas

realizadas no âmbito dos documentos analisados. Isto se aplica principalmente à AAI e ao EIA. No caso da AAI, ocorreu apresentação e audiências para a sociedade após a finalização da mesma, resultando na não consideração de preocupações manifestadas pela sociedade civil nas análises realizadas. Não houve consulta à sociedade civil ou a partes interessadas para a definição de Componentes Ambientais e Sociais Selecionados (CASS) que possibilitasse a implementação de uma Avaliação de Impactos Cumulativos robusta e coerente no processo de licenciamento da UHE Castanheira, segundo conceitos e práticas conhecidos e adotados em países como o Canadá e Estados Unidos.

- Um aspecto relacionado ao critério de análises de cumulatividade intra ou interprojetos relaciona-se com o fato de que as análises realizadas na AAI não consideraram as pequenas e micro centrais hidrelétricas existentes, planejadas e propostas para a bacia do Juruena. Esta é uma importante lacuna de conhecimento registrada, o que causa grande incerteza nas análises da AAI em relação a vários componentes socioambientais. E é uma das razões motivadoras da recomendação de realizar-se uma atualização da AAI, ou uma análise específica dentro de uma possível AAE. Nestas análises, sugere-se a adoção de boas práticas de gestão adaptativa, considerando todo o conjunto de CGHs, PCHs e UHEs existentes, planejadas e propostas para a bacia, conforme Athayde et al. (2019b) sugeriram em relação ao caso analisado do rio Cupari na bacia do Tapajós.
- Finalmente, estes resultados e prospectos futuros vão na contramão de recomendações científicas para a manutenção de rios de fluxo livre na Amazônia e no mundo (SPA, 2021).

2. Até que ponto as análises realizadas em escala de bacia pela AAI foram levadas em consideração pelo EIA (encadeamento)?

Principais conclusões:

- A falta de encadeamento e desarticulação entre os vários instrumentos de planejamento e licenciamento foi um problema importante identificado na presente análise. Questões fundamentais levantadas na AAI e no ECI não foram consideradas no EIA, incluindo preocupações expressas pela população da região a ser potencialmente impactada relativas a agrotóxicos e desmatamento em matas ciliares. O ECI foi produzido após o EIA e, além de o EIA não realizar uma análise de impactos cumulativos, não há instrumentos de participação na etapa de escopo, portanto não se levantaram tópicos importantes para a elaboração do EIA contemplando o ponto de vista dos indígenas. Essa fragmentação entre EIA e ECI é problemática, pois após o ECI identificar espécies de

importância cultural, estas deveriam ter análises aprofundadas no capítulo de meio biótico do EIA, o que não ocorreu no caso da UHE Castanheira e como solicitado pela FUNAI. Esta falta de articulação entre os instrumentos reflete-se na fragmentação dos programas e planos de mitigação definidos nos mesmos, que trazem questionamentos sobre a efetividade do uso dos recursos financeiros públicos nas atividades de mitigação e compensação propostas, principalmente pelo EIA e o ECI.

- Finalmente, constatou-se uma série de inconsistências conceituais e metodológicas no que se refere aos impactos cumulativos por parte dos instrumentos de licenciamento e planejamento, incluindo definições problemáticas, desatualizadas, e incoerentes entre si (ver item 5.1).

3. Quais as implicações de impactos cumulativos relativos para a resiliência socioecológica da bacia e relativas aos povos indígenas e as comunidades locais, a partir da possível instalação da UHE Castanheira?

Principais conclusões:

- Estudos iniciais de conectividade hidrológica realizados neste trabalho indicam que a possível implementação da UHE Castanheira próxima à foz do rio Arinos, juntamente com outros projetos hidrelétricos na região, terá impactos cumulativos na conectividade hidrológica das bacias. A conectividade hidrológica de toda a bacia será significativamente afetada com a possível construção da UHE Castanheira no local proposto, podendo chegar a próxima a zero caso os demais projetos hidrelétricos se concretizem. Neste sentido, os impactos desses empreendimentos não se expressam apenas individualmente, mas também em conjunto na paisagem. Dentre todas as CGHs, PCHs e UHEs planejadas e propostas, a UHE Castanheira é a que mais contribuirá para a perda da conectividade fluvial, pela sua localização próximo a foz do rio, bloqueando todo o seu canal principal. Os estudos realizados neste laudo demonstram que somente a UHE Castanheira vai derrubar o índice de conectividade hidrológica em 54% para o DCIi (i.e. referente à migrações entre sub-bacias) e em 34% para o DCIp (i.e. referente à migrações dentro da sub-bacia) na drenagem do Arinos.
- A perda de conectividade hidrológica decorrente da construção da UHE Castanheira poderá causar a extinção local (e possivelmente nacional) de espécies de peixes importantes para a economia e a identidade locais, e para a reprodução física e cultural dos povos indígenas que ali habitam e dependem do rio Arinos (incluindo povos isolados), ferindo o que dispõe a Constituição federal de 1988 em relação ao direito a um ambiente saudável pela sociedade nacional, e violando

os direitos especiais dos povos indígenas garantidos no instrumento constitucional (artigo 231, ver ECI, EPE e MRS, 2017).

- O rio Arinos e o Rio Papagaio são os últimos rios de fluxo livre da bacia do Juruena. O Rio Arinos possui grande importância para a biodiversidade de peixes e organismos aquáticos, bem como para a sobrevivência física e cultural dos povos indígenas e das populações humanas da região. As perdas de habitats, conectividade e destruição de ecossistemas únicos existentes nesta sub-bacia são impactos não mitigáveis e não compensáveis.
- Conclui-se que a construção da UHE Castanheira poderá acarretar perdas ambientais e sociais significativas, de longo termo, intergeracionais e não mitigáveis a longo e médio prazo.

4. Que diretrizes e boas práticas para a avaliação de impactos cumulativos poderiam ser utilizadas no processo de tomada de decisão relativo à UHE Castanheira? Que recomendações de metodologias e análises podem ser relevantes para os órgãos competentes?

Principais conclusões:

- Realização de uma Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) para a bacia do Tapajós e a sub-bacia do Juruena informando o planejamento energético inserido no contexto regional, considerando o contexto de pressões, mudanças climáticas, insegurança alimentar e impactos socioecológicos da Covid-19; desmatamento crescente, inclusive das florestas e vegetação ripária; aumento de atividades de mineração; e riscos de violação de direitos indígenas e direitos ambientais constitucionais. Este planejamento regional pode ser efetivado com a ativação de mecanismos institucionais e estruturas de governança existentes, bem como incluir a criação de um Comitê da Bacia Hidrográfica para as bacias do Tapajós e Juruena, trabalhando de forma articulada. Neste sentido, de acordo com os critérios de boas práticas de AIC, é importante criar canais e condições para a participação da sociedade civil e partes interessadas nos processos de planejamento e tomada de decisão relativos ao planejamento energético e para além deste.
- Promover a atualização e ampliação do importante conjunto de informações sintetizadas na AAI, considerando o contexto atual, o desmatamento, a ictiofauna (principalmente no que tange às espécies migradoras) as PCHs e CGHs, as quais não foram consideradas na AAI realizada por ocasião da realização do Inventário do Potencial Energético da bacia do rio Juruena entre 2006 a 2011. Esta atualização poderia ser realizada como uma das atividades inseridas e encadeadas ao instrumento da AAE proposto.

- Considerar os conhecimentos indígenas e locais nos estudos e planos de desenvolvimento locais e regionais. Registrou-se uma importante lacuna na consideração dos conhecimentos indígenas e locais nos estudos dos componentes bióticos, abióticos e socioeconômicos dos instrumentos analisados, principalmente em relação à AAI e ao EIA. A incorporação desses conhecimentos pode apoiar o entendimento de processos importantes para o planejamento em escala de sub-bacia e bacia, como por exemplo, no mapeamento de rotas migratórias de espécies de peixes de importância destacada (ver itens 5.4.2.5 e 6.3.2).
- Realizar estudos ecológicos complementares da ictiofauna (ver recomendações específicas para a ictiofauna, item 6.3.2), especialmente das espécies migradoras na região das sub-bacias do Arinos e dos Peixes, para entender utilização de habitats e padrões de migração de espécies selecionadas, integrando o conhecimento indígena e local (ex: pescadores da região) nos estudos.
- Realizar estudos atualizados do desmatamento, incluindo a perda de matas ciliares nas regiões de abrangência definidas como direta, indireta e regional relacionadas com o projeto da UHE Castanheira.
- Realizar estudos atualizados da carga de mercúrio, agrotóxicos e efluentes urbanos nas sub-bacias do Arinos e dos Peixes, projetando cenários com e sem a presença da UHE Castanheira.
- Há necessidade de revisão dos programas descritos no EIA, considerando as informações levantadas no ECI, além da necessidade de maior descrição de estratégias para o diálogo entre as ações conjuntas entre o PBA e o PBA-CI.
- Aprofundar estudos socioecológicos das espécies de caramujos e conchas de importância cultural destacada para os povos indígenas, considerando sua interação com outros fatores, bem como possíveis impactos cumulativos causados pela perda de conectividade hidrológica e mudanças hidrológicas e sedimentológicas à montante da barragem planejada.
- Atualizar estudos de riscos hidrológicos e cenários de produção de energia considerando as mudanças climáticas.
- Realizar estudos de possíveis comportamentos atípicos de vazão e repiques à jusante do reservatório, determinando riscos sociais e ecológicos dos mesmos.
- Considerar outras opções de geração de energia (descentralizada, solar, eólica, aumentar a eficiência energética), bem como opções locais para possíveis hidrelétricas a serem construídas na bacia do Juruena, a partir da constatação da inviabilidade técnica da UHE Castanheira do ponto de vista

econômico, ecológico e social (EPE e MRS, 2017; MPMT, 2021; Vilela e Gasparinetti, 2018). Neste sentido, conforme indicouse no item 5.3, existem atualmente opções e ferramentas tecnológicas que podem ser utilizadas para uma otimização de alternativas locais visando uma maior compatibilização entre objetivos de geração com a manutenção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas Amazônicas e do mundo (ver por exemplo Couto et al. 2021; Flecker et al. 2022).

5. Quais são as principais lacunas de conhecimento e hipóteses a serem aprofundadas na compreensão dos impactos cumulativos?

Principais conclusões:

- Rotas migratórias e características biológicas e ecológicas de espécies de peixes migradores, articulando conhecimentos indígenas, locais e científicos. Comportamento de espécies migratórias relativos a diversas possibilidades locais para UHEs, em relação a análises de conectividade hidrológica.
- Comportamento do fósforo e riscos de eutrofização pela carga crescente de efluentes, aumento da concentração de pesticidas e agrotóxicos e poluição na bacia do Juruena e sub-bacias do Arinos e Peixes, e suas consequências para a fauna aquática e saúde humana. Estudos devem ser feitos nos 4 ciclos hidrológicos.
- Análise da situação atual e cenários de mudanças climáticas para a região, visando informar novas análises de risco, inclusive econômico, relativo à possível construção da UHE Castanheira. O Ministério Público de Mato Grosso, por meio de relatório especial, reforça a ocorrência de eventos climáticos extremos, sugerindo a incorporação destes, além de fenômenos climáticos como El Niño, nas modelagens do EIA da UHE Castanheira, e aponta que durante os anos de enchimento e início da operação da UHE Sinop em 2019-2020 em ano de seca extrema, no qual a forte redução do nível d'água levou a processo de eutrofização e mortalidade de peixes (MPMT, 2020).
- Avaliação independente sobre o risco de etnocídio relativo aos possíveis impactos da UHE Castanheira para a reprodução física e cultural dos povos indígenas Apiaká, Kayabi, Munduruku e Rikbaktsa.
- Atualização das informações sobre a presença de povos indígenas isolados na região de abrangência do projeto proposto, incluindo os possíveis impactos a estas populações, que são desconhecidos.
- Atualização de informações sobre políticas e estruturas de

governança da pesca na região, incluindo atualização sobre pescadores profissionais registrados e atividades ilegais e conflitos de pesca.

6.3 Síntese das recomendações para os CASS Água e Peixes e Pesca

As recomendações para os CASS da Água, e Peixes e Pesca abaixo foram reproduzidas nesta seção a partir das análises realizadas nos itens 5.4.1 e 5.4.2 deste documento.

6.3.1 Recomendações para o CASS da Água

- Realizar análise do uso do solo e do desmatamento das matas ciliares nas microbacias dos tributários do reservatório para averiguação das causas da perda de qualidade de água e inclusão de ações de monitoramento nesses tributários;
- Refazer análises de risco de eutrofização com modelagem hídrica que considere cenários tendenciais relacionados ao aporte de fósforo e sedimentos devido à mudança do uso do solo e diminuição de vazão causados pelas mudanças climáticas;
- Desenvolver um processo para a construção de recomendações de vazão ambiental da UHE Castanheira com participação de comunidades locais e indígenas, comunidade científica e demais atores sociais, estabelecendo faixas de valores de vazão e regras de operação para a UHE Castanheira, considerando eventos extremos e fenômenos climáticos;
- Reelaboração do modelo de estudo de qualidade da água no enchimento do reservatório, considerando o comportamento do reservatório em cenários sem desmate e com níveis graduais de desmate (MPMT, 2021);
- Reelaboração da modelagem hidrodinâmica incorporando eventos climáticos extremos, efeitos de fenômenos climáticos (El Niño) e projeções das mudanças climáticas na diminuição da vazão do Arinos (MPMT, 2021);
- Reelaboração da modelagem de sedimentos do EIA, considerando cenários de projeção de mudança de uso do solo em toda a bacia hidrográfica, atualizando análise realizada pela AAI;
- Realização da análise espacial do desmatamento nos arredores dos corpos d'água, considerando as faixas de proteção estabelecidas pelo Código Florestal;
- Realização de análise da presença nos corpos d'água dos principais agrotóxicos utilizados na agricultura e pastagem da sub-bacia do Arinos, com campanhas abrangendo as diferentes estações do ano. Inclusão de ação de monitoramento de

agrotóxicos na água no Programa de monitoramento de qualidade da água;

- Atualização da situação de empreendimentos minerários localizados na sub-bacia do Arinos.

6.3.2 Recomendações para o CASS de Peixes e Pesca

- Coordenar e implementar inventários sistemáticos e aprofundados sobre a ictiofauna da bacia do rio Juruena (recomendação que também consta na AAI).
- Coordenar pesquisas ictiológicas que incluam esforços amostrais necessários para uma caracterização robusta da abundância, diversidade e grau de endemismo de espécies da ictiofauna nas sub-bacias do Arinos e dos Peixes.
- Implementar sistemas de monitoramento da fauna aquática, peixes e pesca que permitam o entendimento dos impactos das barragens existentes, propostas e planejadas no sistema da bacia do rio Tapajós.
- Coordenar e implementar pesquisas específicas sobre as espécies de peixes migratórios no sistema da bacia do rio Tapajós, bem como na bacia do Juruena e sub-bacias do Arinos e do rio dos Peixes. A primeira etapa sugerida é a identificação, mapeamento e caracterização de rotas migratórias a partir do conhecimento indígena e local, cuja relevância para esta finalidade já foi demonstrada em outras pesquisas (Hallwass et al., 2013; Nunes et al., 2009). Num segundo momento, recomenda-se a realização de estudos mais aprofundados de telemetria, genética, metabarcoding, estudos das larvas e isótopos estáveis conectando com análises biogeoquímicas para as espécies mais importantes. Estes estudos servirão de base para confirmar ou refutar a hipótese de que o rio dos Peixes pode funcionar como uma rota alternativa para peixes migradores, o que não foi realizado nos estudos da AAI, do EIA e do ECI.
- Identificar, mapear e caracterizar os principais problemas de conflitos de pesca relativos às conexões entre pesca esportiva e turismo de pesca, pesca profissional, e pesca indígena.
- Construir cenários para possíveis impactos cumulativos sobre estoques de espécies-alvo devido ao aumento da pressão de pesca e possível sobre-pesca em decorrência da possível construção da UHE Castanheira. Incluir a consulta e participação de pescadores profissionais e indígenas neste processo.
- Identificar lacunas de políticas públicas e estruturas de governança relativas à fiscalização e gestão adequada da pesca na bacia do Juruena, com ênfase às sub-bacias do Arinos e dos Peixes. Incluir a consulta e participação de pescadores profissionais e indígenas neste processo.

7. REFERÊNCIAS

Agostinho, A.A., Marques, E.E., Agostinho, C.S., De Almeida, D.A., De Oliveira, R.J., De Melo, J.R.B., 2007. Fish ladder of Lajeado Dam: Migrations on one-way routes? *Neotrop. Ichthyol.*

Agostinho, A.A., Pelicice, F.M., Gomes, L.C., 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: Impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian J. Biol.* 68, 1119-1132. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000500019>

Agostinho, C.S., Pelicice, F.M., Marques, E.E., Soares, A.B., de Almeida, D.A.A., 2011. All that goes up must come down? Absence of downstream passage through a fish ladder in a large Amazonian river. *Hydrobiologia* 675, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10750-011-0787-0>

Aguiar, F.C., Martins, M.J., Silva, P.C., Fernandes, M.R., 2016. Riverscapes downstream of hydropower dams: Effects of altered flows and historical land-use change. *Landsc. Urban Plan.* 153, 83-98. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.009>

Alarcon, D.F., Guerrero, N.R., Torres, M., 2016. "Saída pelo norte": a articulação de projetos de infraestrutura e rotas logísticas na bacia do Tapajós, in: Alarcon, D.F., Millikan, B., Torres, M. (Eds.), *Ocekad: Hidrelétricas, Conflitos Socioambientais e Resistência Na Bacia Do Tapajós*. International Rivers and Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasília, DF and Santarém, PA, pp. 43-78.

Alho, C. J. R. Efeitos ambientais de reservatórios de hidrelétricas sobre mamíferos silvestres e tartarugas-de-água-doce na Amazônia: Uma revisão. *Oecologia Australis*, [s. l.], v. 15, n. 3, p. 593-604, 2011.

Almeida, R.M., Hamilton, S.K., Rosi, E.J., Barros, N., Doria, C.R.C., Flecker, A.S., Fleischmann, A.S., Reisinger, A.J., Roland, F., 2020. Hydropeaking Operations of Two Run-of-River Mega-Dams Alter Downstream Hydrology of the Largest Amazon Tributary. *Front. Environ. Sci.* 8, 120. <https://doi.org/10.3389/FENV.S.2020.00120/BIBTEX>

Alves de Oliveira, B. F. et al. Deforestation and climate change are projected to increase heat stress risk in the Brazilian Amazon. *Communications Earth & Environment*, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1-8, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s43247-021-00275-8>

Anderson, E.P., Jenkins, C.N., Heilpern, S., Maldonado-Ocampo, J.A., Carvajal-Vallejos, F.M., Encalada, A.C., Rivadeneira, J.F., Hidalgo, M., Cañas, C.M., Ortega, H., Salcedo, N., Maldonado, M., Tedesco, P.A., 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams. *Sci. Adv.* 4. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao1642>

Anderson, E.P.E.P., Jenkins, C.N.C.N., Heilpern, S., Maldonado-Ocampo, J.A.J.A., Carvajal-Vallejos, F.M.F.M., Encalada, A.C.A.C., Rivadeneira, J.F.J.F., Hidalgo, M., Cañas, C.M.C.M., Ortega, H., Salcedo, N., Maldonado, M., Tedesco, P.A.P.A., 2018. Fragmentation of Andes-to-Amazon connectivity by hydropower dams. *Sci. Adv.* 4.

ANEEL, 2022. Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA [WWW Document]. URL <http://aneel.gov.br/%0ASiga>

Arantes, C.C., Fitzgerald, D.B., Hoeninghaus, D.J., Winemiller, K.O., 2019. Impacts of hydroelectric dams on fishes and fisheries in tropical rivers through the lens of functional traits. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 37, 28–40.

Arraut, E.M., Arraut, J.L., Marmontel, M., Mantovani, J.E., de Moraes Novo, E.M., 2017. Bottlenecks in the migration routes of Amazonian manatees and the threat of hydroelectric dams. *ACTA Amaz.* 47, 7–17. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201600862>

Arthington, A. H. et al. The Brisbane Declaration and Global Action Agenda on Environmental Flows (2018). *Frontiers in Environmental Science*, [s. l.], v. 6, n. JUL, p. 1–15, 2018.

Arts, J., Tomlinson, P., & Voogd, H. (2012). Planning in tiers? Tiering as a way of linking SEA and EIA. In B. Sadler, J. Dusik, T. Fischer, M. Partidario, R. Verheem, & R. Aschemann (Eds.), *Handbook of Strategic Environmental Assessment* (pp. 415–433). CRC Press.

Arts, J., Tomlinson, P. and Voogd, H. EIA and SEA tiering: the missing link? 2005 - Position Paper IAIA SEA Conference: International experience and perspectives in SEA - Prague.

Athayde, S., Duarte, C.G., Gallardo, A.L.C.F., Moretto, E.M., Sangoi, L.A., Dibo, A.P.A., Siqueira-Gay, J., Sánchez, L.E., 2019a. Improving policies and instruments to address cumulative impacts of small hydropower in the Amazon. *Energy Policy* 132, 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.003>

Athayde, S., Mathews, M., Bohlman, S., Brasil, W., Doria, C.R., Dutka-Gianelli, J., Fearnside, P.M., Loiselle, B., Marques, E.E., Melis, T.S., Millikan, B., Moretto, E.M., Oliver-Smith, A., Rossete, A., Vacca, R., Kaplan, D., 2019b. Mapping research on hydropower and sustainability in the Brazilian Amazon: advances, gaps in knowledge and future directions. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.004>

Athayde, S., Fonseca, A., Araújo, S.M.V.G., Gallardo, A.L.C.F., Moretto, E.M., Sánchez, L.E., 2022. Viewpoint: The far-reaching dangers of rolling back environmental licensing and impact assessment legislation in Brazil. *Impact Assess. Rev.* 94, 106742. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2022.106742>

Athila, A., 2020. Saber, fazer, existir. O povo Rikbaktsa o Tutãra (colar de casamento) e o rio Tutãra itsik (“água de concha” ou rio Arinos). Cuiabá.

Athila, A., 2019. A “caixa de Pandora”: representação, diferença e tecnologias nativas de reprodução entre os Rikbaktsa (Macro-Jê) do sudoeste amazônico. *Rev. Antropol.* 710–743.

Atkins, E., 2020. Contesting the ‘greening’ of hydropower in the Brazilian Amazon. *Polit. Geogr.* 80. <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2020.102179>

Banco Mundial. 2017. Cenário de baixa hidrologia para o setor elétrico brasileiro (2016-2030): impacto do clima nas emissões de gases de efeito estufa. Brasília: Banco Mundial.

Barbarossa, V., Schmitt, R.J.P., Huijbregts, M.A.J., Zarfl, C., King, H., Schipper, A.M., 2020. Impacts of current and future large dams on the geographic range

connectivity of freshwater fish worldwide. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 117. <https://doi.org/10.1073/pnas.1912776117>

Barthem, R.B., Goulding, M., Leite, R.G., Cañas, C., Forsberg, B., Venticinque, E., Petry, P., Ribeiro, M.L.D.B., Chuctaya, J., Mercado, A., 2017. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. *Sci. Rep.* 7. <https://doi.org/10.1038/srep41784>

Bejarano, M.D., Jansson, R., Nilsson, C., 2018. The effects of hydropeaking on riverine plants: a review. *Biol. Rev.* 93, 658–673. <https://doi.org/10.1111/BRV.12362>

Bidstrup, M., Kørnø, L., Partidário, M.R., 2016. Cumulative effects in strategic environmental assessment: The influence of plan boundaries. *Environ. Impact Assess. Rev.* 57, 151–158. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2015.12.003>

Blakley, J.A.E., 2021. Introduction: Foundations, issues and contemporary challenges in cumulative impact assessment. *Handb. Cumul. Impact Assess.* 2–20. <https://doi.org/10.4337/9781783474028.00011>

Bunn, S.E., Arthington, A.H., 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. *Environ. Manage.* 30, 492–507.

Callil, C.T., 2019. Avaliação da vulnerabilidade de *Paxyodon syrmatophorus* (Bivalvia: Hyriidae) no rio Arinos, MT. Cuiabá.

Canter, L., 2015. *Cumulative Effects Assessment and Management: Principles, Processes and Practices*. EIA Press, Horseshoe Bay.

Canter, L., Atkinson, S.F., 2010. Adaptive management with integrated decision making: an emerging tool for cumulative effects management. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 28, 287–297. <https://doi.org/10.3152/146155110X12838715793002>

Canter, L., Ross, B., 2010. State of practice of cumulative effects assessment and management: The good, the bad and the ugly. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 28, 261–268. <https://doi.org/10.3152/146155110X12838715793200>

Cardinale, P., Greig, L., 2013. *Good Practice Handbook: Cumulative Impact Assessment and Management, Guidance for the Private Sector in Emerging Markets*.

Carvajal-Quintero, J.D., Januchowski-Hartley, S.R., Maldonado-Ocampo, J.A., Jézéquel, C., Delgado, J., Tedesco, P.A., 2017. Damming Fragments Species' Ranges and Heightens Extinction Risk. *Conserv. Lett.* <https://doi.org/10.1111/conl.12336>

Carvalho, A., Marques, E., 2018. Mitigação de injúrias e mortandade de peixes em turbinas e vertedouros de hidrelétricas: meta-síntese de pesquisas científicas publicadas em periódicos. *Rev. Cereus* 10, 45–67. <https://doi.org/10.18605/2175-7275/cereus.v10n4p45-67>

Carvalho, R.C., Oliveira, A.L.A., 2021. Processos minerários em Mato Grosso com ênfase na sobreposição e entorno das Terras Indígenas na bacia do Juruena. Cuiabá.

CEPEDIS, OPAN, 2020. Representação Paisagens Culturais. Cuiabá.

Chen, W., Kang, J.N., Han, M.S., 2021. Global environmental inequality: Evidence from embodied land and virtual water trade. *Sci. Total Environ.* 783, 146992. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.146992>

Coe, M.T., Marthews, T.R., Costa, M.H., Galbraith, D.R., Greenglass, N.L., Imbuzeiro, H.M.A., Levine, N.M., Malhi, Y., Moorcroft, P.R., Muza, M.N., Powell, T.L., Saleska, S.R., Solorzano, L. a, Wang, J., 2013. Deforestation and climate feedbacks threaten the ecological integrity of south-southeastern Amazonia. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 368, 20120155. <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0155>

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005. Resolução nº 357, 17 de Março de 2005. Ministério do Meio Ambiente.

Cote, D., Kehler, D.G., Bourne, C., Wiersma, Y.F., 2009. A new measure of longitudinal connectivity for stream networks. *Landsc. Ecol.* 24, 101-113. <https://doi.org/10.1007/S10980-008-9283-Y>

Couto, T.B.A., Messenger, M.L., Olden, J.D., 2021. Safeguarding migratory fish via strategic planning of future small hydropower in Brazil. *Nat. Sustain.* 4, 409-416. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00665-4>

Couto, T.B.A.B., Olden, J.D., 2018. Global proliferation of small hydropower plants - science and policy. *Front. Ecol. Environ.* 16, 91-100. <https://doi.org/10.1002/fee.1746>

Crosa, G., Castelli, E., Gentili, G., Espa, P., 2009. Effects of suspended sediments from reservoir flushing on fish and macroinvertebrates in an alpine stream. *Aquat. Sci.* 72, 85-95. <https://doi.org/10.1007/s00027-009-0117-z>

Csiki, S., Rhoads, B.L., 2010. Hydraulic and geomorphological effects of run-of-river dams. *Prog. Phys. Geogr.* 34, 755-780. <https://doi.org/10.1177/0309133310369435>

de Souza, C.A., Galli Vieira, L.C., Legendre, P., de Carvalho, P., Machado Velho, L.F., Beisner, B.E., Souza, C.A. de, Vieira, L.C.G., Legendre, P., Carvalho, P. de, Velho, L.F.M., Beisner, B.E., 2019. Damming interacts with the flood pulse to alter zooplankton communities in an Amazonian river. *Freshw. Biol.* 64, 1040-1053. <https://doi.org/10.1111/fwb.13284>

Doria, C.R. da C., Athayde, S., Marques, E.E., Leite Lima, M.A., Dutka-Gianelli, J., Ruffino, M.L., Kaplan, D., Freitas, C.E.C., Isaac, V.N., Doria, C.R. da C., Athayde, S., Marques, E.E., Leite Lima, M.A., Dutka-Gianelli, J., Ruffino, M.L., Kaplan, D., Freitas, C.E.C., Isaac, V.N., Doria, C.R. da C., Athayde, S., Marques, E.E., Lima, M.A.L., Dutka-Gianelli, J., Ruffino, M.L., Kaplan, D., Freitas, C.E.C., Isaac, V.N., 2018a. The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon. *Ambio* 47, 453-465. <https://doi.org/10.1007/s13280-017-0994-7>

Doria, C.R. da C., Lima, M.A.L., Angelini, R., 2018b. Ecosystem indicators of a small-scale fisheries with limited data in Madeira river (Brazil). *Bol. do Inst. Pesca* 44. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2018.317>

Doria, C.R.C., Dutka-Gianelli, J., Athayde, S., Torquato Luiz, A.M., Torrente-Vilara, G., Brasil, W., Estupinan, G.M.B., Hauser, M., 2019. Grandes hidrelétricas na Amazônia:

lições aprendidas e desafios sobre os impactos no recurso pesqueiro e na pesca artesanal na bacia do rio Madeira. Rev. Ciências da Soc. In press.

Doria, C.R.C., Lima, M.A.L., Cella-Ribeiro, A., Hauser, M., Cataneo, D.T.B.S., Melo, T., Torrente-Vilara, G., 2018. Recursos pesqueiros da bacia do Madeira (Brasil): reflexões sobre a situação e os desafios para conservação após a construção das usinas hidrelétricas, in: II Simposio International de Acuicultura & V Workshop de La Red de Investigacion Sobre La Ictiofauna Amazonica (RIAA). pp. 69-72.

dos Reis, M., Graça, P.M.L. de A., Yanai, A.M., Ramos, C.J.P., Fearnside, P.M., 2021. Forest fires and deforestation in the central Amazon: Effects of landscape and climate on spatial and temporal dynamics. J. Environ. Manage. 288, 112310. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112310>

Duponchelle, F., Pouilly, M., Pécheyran, C., Hauser, M., Renno, J.F., Panfili, J., Darnaude, A.M., García-Vasquez, A., Carvajal-Vallejos, F., García-Dávila, C., Doria, C., Bérail, S., Donard, A., Sondag, F., Santos, R. V., Nuñez, J., Point, D., Labonne, M., Baras, E., 2016. Trans-Amazonian natal homing in giant catfish. J. Appl. Ecol. 53. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12665>

EPE, 2022. Licenciamento Ambiental [WWW Document]. URL <http://www.uhecastanheira.com.br/licenciamento-ambiental/> (accessed 1.28.22).

EPE, 2015a. UHE Castanheira - Estudo de Impacto Ambiental. Rio de Janeiro.

EPE, 2015b. Relatório de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica Castanheira. Rio de Janeiro.

EPE, 2011. Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Rio Juruena. Rio de Janeiro.

EPE, MRS, 2017. Estudo de Componente Indígena da UHE Castanheira. Brasília.

Esselman, P. C.; and Opperman, J. J. Overcoming information limitations for the prescription of an environmental flow regime for a central american river. Ecology and Society, [s. l.], v. 15, n. 1, 2010.

Fearnside, P. 2015. Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. Manaus: Editora do INPA, vol.1.

Fearnside, P., 2015. A Hidreletrica de Teles Pires: O Enchimento e a morte de peixes, in: Fearnside, P.M. (Ed.), Hidrelétricas Na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais Na Tomada de Decisões Sobre Grandes Obras. Editora do INPA, Manaus, pp. 109-113.

Fearnside, P.M., 2015. Brazil's São Luiz do Tapajós Dam: The Art of Cosmetic Environmental Impact Assessments. Water Altern. 8, 373-396.

Fearnside, P.M., 2014. Impacts of Brazil's Madeira River Dams: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. Environ. Sci. Policy 38, 164-172. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.11.004>

Fearnside, P.M., 2004. Lições Para As Políticas De Desenvolvimento Energético E Ambiental Na Amazônia.

Finer, M., Jenkins, C.N.C., 2012. Proliferation of hydroelectric dams in the andean amazon and implications for andes-amazon connectivity. PLoS One 7, 1-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035126>

Flecker, A. S. et al. 2022. Reducing adverse impacts of Amazon hydropower expansion. Science. Feb 18 2022; 375(6582):753-760. doi: 10.1126/science.abj4017.

Flexa, C.E., Araujo Silva, K.C., Aniceto Cintra, I.H., 2016. Artisanal Fishermen downstream of Tucuruí Hydroelectric Power Plant, Brazilian Amazon, Brazil. Bol. DO Inst. PESCA 42, 221-235. <https://doi.org/10.5007/1678-2305.2016v42n1p221>

Folke, C., Carpenter, S., Schultz, L., Kinzig, A.P., Gunderson, L., Walker, B.H., 2006. A Handful of Heuristics and Some Propositions for Understanding Resilience in Social-Ecological Systems. Configurations 11, 13. [https://doi.org/\[online\] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art13/](https://doi.org/[online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art13/)

Franks, D.M., Brereton, D., Moran, C.J., 2010. Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia. Impact Assess. Proj. Apprais. 28, 299-312. <https://doi.org/10.3152/146155110X12838715793129>

FUNDAÇÃO NACIONAL DOS POVOS INDÍGENAS. Informação Técnica n. 69/2017/COEP/CGLIC/DPDS-FUNAI. Análise do Estudo do Componente Indígena da UHE Castanheira. Brasília: Ministério da Justiça, 21 dez. 2017.

Fundação Osvaldo Cruz, 2022. Mapa de Conflitos Envolvendo Injustiça Ambiental e Saúde no Brasil [WWW Document]. URL <http://mapadeconflitos.ensp.fiocruz.br/conflito/mt-uhe-castanheira-e-ameaca-aos-povos-indigenas-e-ribeirinhos-da-regiao/> (accessed 1.28.22).

Gallardo, A.L.C.F., Da Silva, J.C., Gaudereto, G.L., Sozinho, D.W.F., 2017. A avaliação de impactos cumulativos no planejamento ambiental de hidrelétricas na bacia do rio Teles Pires (região amazônica). Desenvolv. e Meio Ambient. 43. <https://doi.org/10.5380/dma.v43i0.53818>

Goulding, M., Venticinque, E., Ribeiro, M.L. d. B., Barthem, R.B., Leite, R.G., Forsberg, B., Petry, P., Lopes da Silva-Júnior, U., Ferraz, P.S., Cañas, C., 2019. Ecosystem-based management of Amazon fisheries and wetlands. Fish Fish. 20, 138-158.

Gracio, H. R.; De Almeida, S. C. Estudos de Impacto Ambiental e o Modelo de Ordenamento Territorial Operado pelo Estado Brasileiro: Território Nacional e Supressão da Alteridade no Brasil Contemporâneo. Teoria e Cultura, v. 3, n. 1 e 2, p. 51-62. 2008.

Grill, G., Lehner, B., Thieme, M., Geenen, B., Tickner, D., Antonelli, F., Babu, S., Borrelli, P., Cheng, L., Crochetiere, H., Ehalt Macedo, H., Filgueiras, R., Goichot, M., Higgins, J., Hogan, Z., Lip, B., McClain, M.E., Meng, J., Mulligan, M., Nilsson, C., Olden, J.D., Opperman, J.J., Petry, P., Reidy Liermann, C., Sáenz, L., Salinas-Rodríguez, S., Schelle, P., Schmitt, R.J.P., Snider, J., Tan, F., Tockner, K., Valdujo, P.H., van Soesbergen, A., Zarfl, C., 2019. Mapping the world's free-flowing rivers. Nature 569. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>

Grill, G., Ouellet Dallaire, C., Fluet Chouinard, E., Sindorf, N., Lehner, B., 2014. Development of new indicators to evaluate river fragmentation and flow

regulation at large scales: A case study for the Mekong River Basin. *Ecol. Indic.* 45. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.03.026>

Guimberteau, M., Ciais, P., Pablo Boisier, J., Paula Dutra Aguiar, A., Biemans, H., De Deurwaerder, H., Galbraith, D., Kruijt, B., Langerwisch, F., Poveda, G., Rammig, A., Andres Rodriguez, D., Tejada, G., Thonicke, K., Von Randow, C., Randow, R., Zhang, K., Verbeeck, H., 2017. Impacts of future deforestation and climate change on the hydrology of the Amazon Basin: A multi-model analysis with a new set of land-cover change scenarios. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 21. <https://doi.org/10.5194/hess-21-1455-2017>

Gunn, J., Noble, B.F., 2011. Conceptual and methodological challenges to integrating SEA and cumulative effects assessment. *Environ. Impact Assess. Rev.* 31, 154-160. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.12.003>

Hahn, L., Nunes, L., Câmara, L., Machado, L., Abolis, D., Fries, L., Martins, E., Garrone-Neto, D., 2015. Reporting on the recapture of electronic tagged fish by fishers in the Xingu River, Brazilian Amazon. *Brazilian J. Biol.* <https://doi.org/10.1590/1519-6984.02214bm>

Hallwass, G., Lopes, P.F., Juras, A.A.A., Silvano, R.A.M., 2013. Fishers' knowledge identifies environmental changes and fish abundance trends in impounded tropical rivers. *Ecol. Appl.* 23, 392-407. <https://doi.org/10.1890/12-0429.1>

Harby, A., Noack, M., 2013. Rapid Flow Fluctuations and Impacts on Fish and the Aquatic Ecosystem. *Ecohydraulics An Integr. Approach* 323-335. <https://doi.org/DOI:10.1002/9781118526576.ch19>

Hauser, M., Doria, C.R.C., Melo, L.R.C., Santos, A.R., Ayala, D.M., Nogueira, L.D., Amadio, S., Fabré, N., Torrente-Vilara, G., García-Vásquez, Á., Renno, J.-F., Carvajal-Vallejos, F.M., Alonso, J.C., Nuñez, J., Duponchelle, F., Melo, L.R.C., Nogueira, L.D., Santos, A.R., Alonso, J.C., Ayala, D.M., García-Vásquez, Á., Duponchelle, F., Carvajal-Vallejos, F.M., Fabré, N., Amadio, S., Hauser, M., Doria, C.R.C., Renno, J.-F., Nuñez, J., 2018. Age and growth of the Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Madeira River basin before the construction of dams. *Neotrop. Ichthyol.* <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20170130>

Hauser, M., Doria, C.R.C., Santos, R. V., García-Vasquez, A., Pouilly, M., Pécheyan, C., Ponzevera, E., Torrente-Vilara, G., Bérail, S., Panfili, J., Darnaude, A., Renno, J.F., García-Dávila, C., Nuñez, J., Ferraton, F., Vargas, G., Duponchelle, F., 2019. Shedding light on the migratory patterns of the Amazonian goliath catfish, *Brachyplatystoma platynemum*, using otolith $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ analyses. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* <https://doi.org/10.1002/aqc.3046>

Hegmann, G., Cocklin, C., Creasey, R., Dupuis, S., Kennedy, A., Kingsley, L., Ross, W., Spaling, H., Stalker, D., 1999. *Cumulative Effects Assessment Practitioners Guide*.

Hunt, J.D., Byers, E., Riahi, K., Langan, S., 2018. Comparison between seasonal pumped-storage and conventional reservoir dams from the water, energy and land nexus perspective. *ENERGY Convers. Manag.* 166, 385-401. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.04.044>

INESC, 2022. Castanheira - Amazônia [WWW Document]. 2022. URL <http://amazonia.inesc.org.br/banco-de-dados-hidreletricas-na-amazonia/castanheira/> (accessed 1.28.22).

IPBES, 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services, Population and Development Review. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3553579>

IPCC, 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.

ISA, I.S., 2015. Atlas dos Impactos da UHE Belo Monte sobre a Pesca. Instituto Socioambiental, São Paulo.

Japoshvili, B., Couto, B.A., Mumladze, L., Epitashvili, G., McClain, M.E., Jenkins, C.N., Anderson, E.P., 2021. Hydropower development in the Republic of Georgia and implications for freshwater biodiversity conservation. *Biol. Conserv.* 263, 109359. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109359>

Kemenes, A., Forsberg, B.R., Melack, J.M., 2016. Downstream emissions of CH₄ and CO₂ from hydroelectric reservoirs (Tucuruí, Samuel, and Curua-Una) in the Amazon basin. *Int. Waters.* <https://doi.org/10.5268/IW-6.3.980>

Klingemann, H.D., Hoffmann-Lange, U., 2018. The impact of the global economic crisis on support for democracy. *Hist. Soc. Res.* 43, 164-174. <https://doi.org/10.12759/hsr.43.2018.4.164-174>

Kuenzer, C., Campbell, I., Roch, M., Leinenkugel, P., Tuan, V.Q., Dech, S., 2013. Understanding the impact of hydropower developments in the context of upstream-downstream relations in the Mekong river basin. *Sustain. Sci.* <https://doi.org/10.1007/s11625-012-0195-z>

Latrubesse, E.M., Arima, E.Y., Dunne, T., Park, E., Baker, V.R., D'Horta, F.M., Wight, C., Wittmann, F., Zuanon, J., Baker, P.A., Ribas, C.C., Norgaard, R.B., Filizola, N., Ansar, A., Flyvbjerg, B., Stevaux, J.C., 2017. No Title, *Nature.* <https://doi.org/10.1038/nature22333>

Lees, A.C., Peres, C.A., Fearnside, P.M., Schneider, M., Zuanon, J.A.S.S.J.A.S.J.A.S.J.A.S., 2016. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 25, 451-466. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1072-3>

Leite-filho, A. T. et al. Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1-7, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-021-22840-7>

Leite Lima, M.A., Rosa Carvalho, A., Alexandre Nunes, M., Angelini, R., Rodrigues da Costa Doria, C., 2020. Declining fisheries and increasing prices: The economic cost of tropical rivers impoundment. *Fish. Res.* 221. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105399>

LIU, J. et al. Complexity of coupled human and natural systems. *Science*, 317(5844): 1513-1516, 2007.

Lobo, G. de S., Wittmann, F., Fernandez Piedade, M.T., 2019. Response of black-water floodplain (igapo) forests to flood pulse regulation in a dammed Amazonian river. *For. Ecol. Manage.* 434, 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.001>

- Lord, F., 2012. Understanding social impacts by using new variables and a causal model diagram in New England fisheries. <http://dx.doi.org/10.3152/14615511X12913679730476> 29, 59–68. <https://doi.org/10.3152/14615511X12913679730476>
- Mbaka, J.G., Wanjiru Mwaniki, M., 2015. A global review of the downstream effects of small impoundments on stream habitat conditions and macroinvertebrates. *Environ. Rev.* 23, 257–262. <https://doi.org/10.1139/er-2014-0080>
- Medinas de Campos, M., Tritico, H.M., Girard, P., Zeilhofer, P., Hamilton, S.K., Fantin-Cruz, I., 2020. Predicted impacts of proposed hydroelectric facilities on fish migration routes upstream from the Pantanal wetland (Brazil). *River Res. Appl.* 36, 452–464. <https://doi.org/10.1002/RRA.3588>
- Melcher, A.H., Bakken, T.H., Friedrich, T., Greimel, F., Humer, N., Schmutz, S., Zeiringer, B., Webb, J.A., 2017. Drawing together multiple lines of evidence from assessment studies of hydropeaking pressures in impacted rivers. *Freshw. Sci.* 36. <https://doi.org/10.1086/690295>
- Miranda-Chumacero, G., Mariac, C., Duponchelle, F., Painter, L., Wallace, R., Cochonneau, G., Molina-Rodriguez, J., Garcia-Davila, C., Renno, J.F., 2020. Threatened fish spawning area revealed by specific metabarcoding identification of eggs and larvae in the Beni River, upper Amazon. *Glob. Ecol. Conserv.* 24, e01309. <https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2020.E01309>
- MME, CEPEL, 2007. Manual de Inventário de Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas. Brasília e Rio de Janeiro.
- Morden, R., Horne, A., Bond, N.R., Nathan, R., Olden, J.D., 2022. Small artificial impoundments have big implications for hydrology and freshwater biodiversity. *Front. Ecol. Environ.* 1–6. <https://doi.org/10.1002/FEE.2454>
- Moser, P., Oliveira, W.L., Medeiros, M.B., Pinto, J.R., Eisenlohr, P. V., Lima, I.L., Silva, G.P., Simon, M.F., 2014. Tree Species Distribution along Environmental Gradients in an Area Affected by a Hydroelectric Dam in Southern Amazonia. *Biotropica*. <https://doi.org/10.1111/btp.12111>
- MPF, 2020. Memória de Reunião. Diamantino.
- MPMT, 2021. Relatório Técnico 191/2021. Cuiabá.
- Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., Agha, M., Agha, R., 2020. The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19): A review. *Int. J. Surg.* 78, 185–193. <https://doi.org/10.1016/J.IJSU.2020.04.018>
- Nunes, M.U.S., Hallwass, G., Silvano, R.A.M., 2009. Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. *Hydrobiologia* 833, 197–215. <https://doi.org/10.1007/S10750-019-3901-3>
- OPAN/Operação Amazônia Nativa, 2017. Relatório técnico final. Cuiabá.

OPAN, 2019. Acompanhamento de projetos de infraestrutura energética na bacia do Juruena. Desafios e recomendações para comunidades e poder público. Cuiabá.

Organização Internacional do Trabalho/OIT, 1989. Convenção n° 169 da OIT sobre Povos Indígenas e Tribais [WWW Document]. URL http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_norm/@normes/documents/publication/wcms_100907.pdf (accessed 6.3.17)

Owusu, K., Obour, P.B., Nkansah, M.A., 2017. Downstream effects of dams on livelihoods of river-dependent communities: the case of Ghana's Kpong Dam. *Geogr. Tidsskr. J. Geogr.* 117. <https://doi.org/10.1080/00167223.2016.1258318>

Paes, C.F., 2019. Estatal Ignora Etnia em Extinção para Aprovar Hidrelétrica na Amazônia. *Intercept Bras.*

Pelicice, F.M., Azevedo-Santos, V.M., Vitule, J.R.S., Orsi, M.L., Lima Junior, D.P., Magalhães, A.L.B., Pompeu, P.S., Petrere, M., Agostinho, A.A., 2017. Neotropical freshwater fishes imperilled by unsustainable policies. *Fish Fish.* 18, 1119-1133. <https://doi.org/10.1111/faf.12228>

Pelicice, F.M., Pompeu, P.S., Agostinho, A.A., 2015. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish Fish.* 16. <https://doi.org/10.1111/faf.12089>

Perdicoúlis, A., Batista, L., Pinho, P., 2016. Logical chains in territorial impact assessment. *Environ. Impact Assess. Rev.* 57, 46-52. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2015.11.006>

Perdicoúlis, A., Glasson, J., 2006. Causal networks in EIA. *Environ. Impact Assess. Rev.* 26, 553-569. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2006.04.004>

Pezzuti, J. C. B.; Vidal, M. D.; Félix-Silva, D. 2016. Impactos da construção de usinas hidrelétricas sobre quelônios aquáticos amazônicos: um olhar sobre o complexo hidrelétrico do Tapajós. In: Alarcon, D.; Milikan, B.; Torres, M. (orgs.) *Ocekadí: hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós*. Brasília; Santarém: International Rivers; Programa de Antropologia e Arqueologia da Universidade Federal do Oeste do Pará, 2016.

Pompeu, P.S., Agostinho, A.A., Pelicice, F.M., 2012. Existing and future challenges: The concept of successful fish passage in South America. *River Res. Appl.* 28, 504-512. <https://doi.org/10.1002/rra.1557>

Prado Jr., F.A., Athayde, S., Mossa, J., Bohlman, S., Leite, F., Oliver-Smith, A., Prado, F., Athayde, S., Mossa, J., Bohlman, S., Leite, F., Oliver-Smith, A., 2016. How much is enough? An integrated examination of energy security, economic growth and climate change related to hydropower expansion in Brazil. *Renew. Sustain. ENERGY Rev.* 53, 1132-1136. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.050>

RAISG, 2020. Amazonia Under Pressure.

Runde, A., Hallwass, G., Silvano, R.A.M., 2020. Fishers' Knowledge Indicates Extensive Socioecological Impacts Downstream of Proposed Dams in a Tropical River. *One Earth* 2, 255-268. <https://doi.org/10.1016/J.ONEEAR.2020.02.012>

Sánchez, L.E., 2020. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos, 3rd ed. Oficina de Textos, São Paulo.

Santos, R.E., Pinto-Coelho, R.M., Fonseca, R., Simões, N.R., Zanchi, F.B., 2018. The decline of fisheries on the Madeira River, Brazil: The high cost of the hydroelectric dams in the Amazon Basin. *Fish. Manag. Ecol.* 25, 380–391. <https://doi.org/10.1111/fme.12305>

Scholes, R., Montanarella, L., Brainich, A., Al., E., 2018. Summary for policymakers of the assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science_Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany.

Science Panel for the Amazon, 2021. Amazon Assessment Report 2021 - Executive Summary.

Scoles, R., 2016. Caracterização ambiental da bacia do Tapajós, in: Alarcon, D.F., Millikan, B., Torres, M. (Eds.), *Ocekadí: Hidrelétricas, Conflitos Socioambientais e Resistência Na Bacia Do Tapajós*. International Rivers and Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasília, DF and Santarém, PA, pp. 29–42.

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República - SAE. Brasil 2040: Resumo Executivo. Relatório Técnico: Brasília, 2015.

Seitz, N.E., Westbrook, C.J., Noble, B.F., 2011. Bringing science into river systems cumulative effects assessment practice. *Environ. Impact Assess. Rev.* 31, 172–179. <https://doi.org/10.1016/J.EIAR.2010.08.001>

Silva, S.A., Correa, A.S.A.S., Matos, L.S., 2021. Ictiofauna dos Rios Arinos e Rio dos Peixes, Drenagem Rio Juruena, Tapajós, in: Pacheco, J.T.R., Pacheco, M.Z. (Eds.), *Meio Ambiente: Enfoque Socioambiental e Interdisciplinar 2*. Atena, Ponta Grossa, pp. 150–163.

Sousa Júnior, W.C., 2016. Tapajós: do rio à luz, in: Alarcon, D.F., Millikan, B., Torres, M. (Eds.), *Ocekadí: Hidrelétricas, Conflitos Socioambientais e Resistência Na Bacia Do Tapajós*. International Rivers and Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasília, DF and Santarém, PA, pp. 99–110.

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.S., 2013. Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110, 9601–9606. <https://doi.org/10.1073/pnas.1215331110>

TCU Tribunal de Contas da União, 2017. Acórdão 2.723/2017.

Timpe, K. and D. Kaplan. 2017. The changing hydrology of a dammed Amazon. *Science Advances*. Vol. 3(11). DOI: 10.1126/sciadv.1700611

TNC, WCS, 2019. Estado da Pesca Artesanal no Médio e Baixo Juruena. Brasília.

Tucci, C.E.M., Mendes, C.A., 2006. Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica. Brasília, MMA.

Van Damme, P.A., Córdova-Clavijo, L., Baigún, C., Hauser, M., da Costa



Doria, C.R., Duponchelle, F., 2019. Upstream dam impacts on gilded catfish *brachyplatystoma rousseauxii* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Bolivian amazon. *Neotrop. Ichthyol.* 17. <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20190118>

Venticinque, E., Forsberg, B., Barthem, R., Petry, P., Hess, L., Mercado, A., Cañas, C., Montoya, M., Durigan, C., Goulding, M., 2016. An explicit GIS-based river basin framework for aquatic ecosystem conservation in the Amazon. *Earth Syst. Sci. Data* 8. <https://doi.org/10.5194/essd-8-651-2016>

Vilela, T., Gasparinetti, P., 2018. Análise Custo-Benefício da Construção da Usina Hidrelétrica Castanheira. Rio de Janeiro.

World Commission on Dams (WCD), 2000. *Dams and Development: A new framework for decision-making*. Earthscan, London. <https://doi.org/10.1097/GCO.0b013e3283432017>



ANEXOS

Anexo I - Cálculos das análises de conectividade hidrológica

Para detalhes, ver itens 4 (Metodologia) e 5.3 (Análises de conectividade hidrológica).

a. DCI Juruena DCLI:

	Current	CurrConst	Castanheira	PlanFuture	PropFuture
Arinos	95.3	91.6	36.8	35.4	18.4
Rio do Sangue	78.4	78.4	78.4	63.9	0.3
Juruena	75.5	71.2	71.2	43.9	1.6

b. DCI Juruena DCIp:

	Current	CurrConst	Castanheira	PlanFuture	PropFuture
Arinos	90.9	84.2	50.5	35.2	28.1
Rio do Sangue	63.7	63.7	63.7	43.5	13.9
Juruena	59.3	53.1	53.1	23.5	11.1



Anexo II - Relatórios de reuniões para tratar de questões relativas a impactos cumulativos

Disponíveis para consulta junto à OPAN ou MPMT.

- a. Relatório 191/MPMT/CAO (2021): Protocolo 00319-097/2018.
- b. Relatório MPF/ MPMT (2020): PR-MT-00027258/2020.

Anexo III - Cartas e manifestos de povos Indígenas, comunidades locais e sociedade em geral

Disponíveis para consulta junto à OPAN.

TÍTULO DA CARTA	RESUMO DO CONTEÚDO	ANO
1. Comunidades Pedreira e Palmital	Manifesto contra a construção da UHE Castanheira, denunciando os impactos socioeconômicos e ambientais.	s/ data
2. GT Infraestrutura	Denúncia: alerta sobre riscos e irregularidades na implementação de hidrelétricas no Rio Juruena, com informações da AAI e recomendações.	s/ data

3. Manifesto cidadãos e cidadãs Bacia Juruena	Exigência de implantação de Comitê de Bacia Hidrográfica e de elaboração de Plano da Bacia.	2016
4. Carta IV festival Juruena Vivo - Aldeia Primavera	Exigência de consulta e consentimento prévio, livre e informado dos povos indígenas e tradicionais sobre empreendimentos na Bacia do Juruena. Carta dos povos indígenas Rikbaktsa, Apiaká, Kayabi, Munduruku, Manokí, Myky, Nambikwara, Cinta Larga e Tapayuna (Kajkwakratxi) - MPF, SEMA, IPHAN, FUNAI, SEMA, CONSEMA. Empreendimentos hidrelétricos da Bacia dos Rios Tapajós, Juruena e Teles Pires. Atendem a interesses privados, desconsiderando os impactos aos povos indígenas e comunidades locais, desrespeitando a legislação. Desconsideração de impactos cumulativos, inexistência/negligência em relação a FPIC/CLPI - OIT 169. PCH Jesuíta, Sacre 14, ignora impactos aos povos e territórios. Denúncia da UHE Castanheira (140 MW) no Rio Arinos, ameaçando diretamente os povos Rikbaktsa e Tapayuna. Denúncia UHE Salto Augusto (Povos Indígenas, incluindo isolados, e UCs). UHE Foz do Sacre (Rio Papagaio).	2017
5. Carta V Festival Juruena Vivo	Exigência de paralisação de estudos e trâmites de autorização dos projetos: PCH 14, UHE Castanheira, CGH Vanderlei Reck, UHE Paiagua, PCHs do Rio Membeça, UHE Foz do Sacre, PCH Buriti, PCH Foz do Buriti. Usinas pequenas que atendem a interesses privados e não contribuem para o desenvolvimento local, muito pelo contrário. Denúncia de violação do direito à consulta livre, prévia e informada dos Povos indígenas.	2018
6. Carta comunidade indígena Tapayuna	Protesto em relação a condução de audiências públicas e consultas relativas a UHE Castanheira.	2018
7. Carta das comunidades Apiaká, Kayabi e Munduruku	Carta endereçada à FUNAI de Juara: Preocupação em relação a segurança física devido ataques verbais de empresários e políticos de Juara, ligados a construção da Usina Castanheira.	2018
8. Cartas dos Povos Indígenas Consulta Castanheira	Exigência de suspensão de possíveis consultas da EPE sobre o Projeto Castanheira, com poucos representantes realizadas nas cidades durante a pandemia Covid-19.	2021
9. Cartas dos Povos Indígenas Consulta Castanheira	Carta dos povos indígenas denunciando violações aos seus direitos, e reforçando a sua posição contrária ao empreendimento.	2022