

Parecer sobre os Estudos de Impacto Ambiental das Pequenas Centrais hidroelétrica de Vila União, Entre Rios, Cumbuco e Geóloga Lucimar Gomes (Processo SEMA nº. 103617/2019, 295933/2021, 388269/2019, respectivamente), na bacia do rio das Mortes, Primavera do Leste, MT.

Prof. Dr. Dilermando Pereira Lima Junior

Msc Cleide Carnicer

Pontal do Araguaia,

Abril de 2022

1 - Prólogo

O presente documento é uma análise dos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) das Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs) de Vila União, Entre Rios, Cumbuco e Geóloga Lucimar Gomes (Processo SEMA nº. 103617/2019, 295933/2021, 388269/2019, respectivamente), a serem instalados nas calhas do rio das Mortes e do rio Cumbuco no município de Primavera do Leste. Os EIAs foram produzidos pela MRS Ambiental (<https://mrsambiental.com.br/>, CNPJ 94.526/0001-72). Informações sobre os empreendedores e a empresa de consultoria encontram-se na página 1 dos respectivos EIAs.

Como essas PCHs estão na área de influência da Terra Indígena de Sangradouro e afetam diretamente o rio das Mortes (ou rio Manso para os A'uwe Xavante), um elemento essencial da cosmogonia do povo Xavante. Dessa forma, a associação dos A'uwe Xavantes demandou da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, uma análise crítica do EIAs. Por sua vez, esse pedido foi devidamente aceito e gerou o projeto de extensão “Assessoria Socioambiental às Comunidades A'uwe Xavante” para dar suporte ao povo Xavante.

A presente análise visa levantar questões que precisam ser clarificadas nos EIAs de todos os empreendimentos a serem instalados no alto rio das Mortes. Vale ainda ressaltar que outros projetos de hidroelétricas estão sendo propostos para essa parte bacia, incluindo eixo de aproveitamento hidroelétricos dentro das Terras Indígenas da região. Nesse contexto, destaco que não faz sentido avaliar os efeitos negativos das PCHs de forma individual, **mas sim o efeito sinérgico desses aproveitamentos, bem como de outros propostos para bacia. Considerando a importância da bacia do rio Araguaia - bem como a bacia do rio das Mortes, o maior afluente do rio Araguaia da sua margem esquerda - em contexto nacional, sua enorme diversidade ecológica e cultural, a**

presença de Terras Indígenas e Unidades de Conservação, o papel do rio Araguaia e seus afluentes para as populações locais é primordial que se faça uma análise integrada que oriente a ocupação de toda a bacia por Aproveitamento Hidroelétricos (AHEs) e regularize seus diferentes usos.

Ações que avaliam os impactos sinérgicos das PCHs já foram desenvolvidas no estado - como o relevante estudo sobre Bacia do Alto Paraguai - O projeto “Estudos de Avaliação dos Efeitos da Implantação de Empreendimentos Hidrelétricos na Região Hidrográfica”, foi encomendado e financiado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e desenvolvido por pesquisadores de diversas áreas de conhecimento de várias instituições do país, incluindo as de Mato Grosso. O objetivo primordial do projeto foi o de identificar as áreas de maior e menor interesse para a manutenção dos estoques pesqueiros, visando caracterizar potenciais conflitos associados aos recursos hídricos que a instalação de empreendimentos hidrelétricos na região poderia vir a gerar. Para tal, os resultados técnicos de Hidrologia; Qualidade de Água e Hidrossedimentologia; Ictiofauna, Ictioplâncton e Estatística Pesqueira; socioeconomia e Energia e Análise de Conectividade subsidiaram uma análise integrada para avaliar as interdependências entre as variáveis e estabelecer diretrizes para nortear as decisões relacionadas a implantação dos empreendimentos de modo a garantir os usos múltiplos dos recursos hídricos na BAP.

Portanto, nós já temos o know how de como esse tipo de estudo, o que precisamos é que ele seja levado a outras bacias hidrográficas do estado.

Pelo exposto acima dividimos esse documento em duas partes. Na primeira parte discutimos o problema da ocupação por AHEs para bacia do Araguaia, com o especial enfoque para a bacia do rio das Mortes. Na segunda fizemos uma análise crítica sobre os aspectos que precisam ser melhorados nos EIAs e uma conclusão final com sugestões a serem apreciadas para a melhoria dos estudos.

2 – Sobre os autores

Prof. Dr. Dilermando Pereira Lima Junior

Sou graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa (2005), mestre em Ecologia e Evolução pela Universidade Federal de Goiás (2008) e doutor em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual de Maringá (2012). Atualmente, sou professor associado na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário do Araguaia, onde coordeno o Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos (LECEA/UFMT - <https://lecea.eco.br>). Sou credenciado aos PPGs Ecologia e Conservação da Biodiversidade (UFMT) e Ecologia e Conservação (UNEMAT, Campus Nova Xavantina). Minhas linhas principais de pesquisa são: ecologia e conservação da biodiversidade, ecologia de comunidades, ecologia e manejo de reservatórios, invasões biológicas e impacto de hidrelétricas.

Universidade Federal de Mato Grosso - Campus Universitário do Araguaia

<https://lecea.eco.br>

<http://lattes.cnpq.br/6051379283864910>

<https://orcid.org/0000-0001-5071-3314>

Msc Cleide Carnicer

Sou Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT – Alta Floresta; 2015), mestra (2018) e doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação (UNEMAT – Nova Xavantina). Atuo principalmente na área de Ecologia e Conservação em ambientes terrestres e aquáticos, com ênfase em ictioplâncton.

<https://lecea.eco.br>

<http://lattes.cnpq.br/1543214227647024>

<https://orcid.org/0000-0003-2045-8775>

3 - Contextualização da questão

O Brasil já possui mais de 1.164 grandes reservatórios hidroelétricos. Nos próximos anos estão previstas a construção de centenas de novos AHEs principalmente nas regiões Norte e Centro-Oeste (Ferreira et al. 2014, Lima-Junior et al. 2015, Lee et al. 2016, Winemiller et al. 2016). Para a bacia do rio Araguaia (aqui incluindo a bacia do rio das Mortes) já foi inventariado mais de **72 (setenta e dois)** locais propícios a AHEs (Figura 1 e 2; Tabela 1); destes **28 (vinte e oito)** estão localizados na bacia do rio das Mortes, os demais **44 (quarenta e quatro)** estão localizados na bacia do rio Araguaia (Tabela 1). Deste montante, um total de **18 (dezoito)** AHEs são propostas as calhas principais do rio Araguaia e das Mortes (8 e 12 AHEs, respectivamente – Tabela 1, Figuras 1 e 2). A maior parte desses se concentra no alto e médio trecho da bacia. Já estão **em operação** na região **29 (vinte e nove)** usinas hidroelétricas (Tabela 1, Figuras 1 e 2). Considerando ainda os dados apresentados na Tabela 1, temos mais **19 (dezenove)** AHEs a serem alocados - projetos com plano básico com aceite, plano básico com registro e projeto básico entregue, DRI – Despacho de Intenção de Outorga; DRO – Despacho de Requerimento de outorga; DRS – Declaração de Reserva Hídrica; EVTE – Estudos de viabilidade técnica em andamento. Dados disponíveis no Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (SIGEL - <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>, acessado em 18 de abril de 2022).

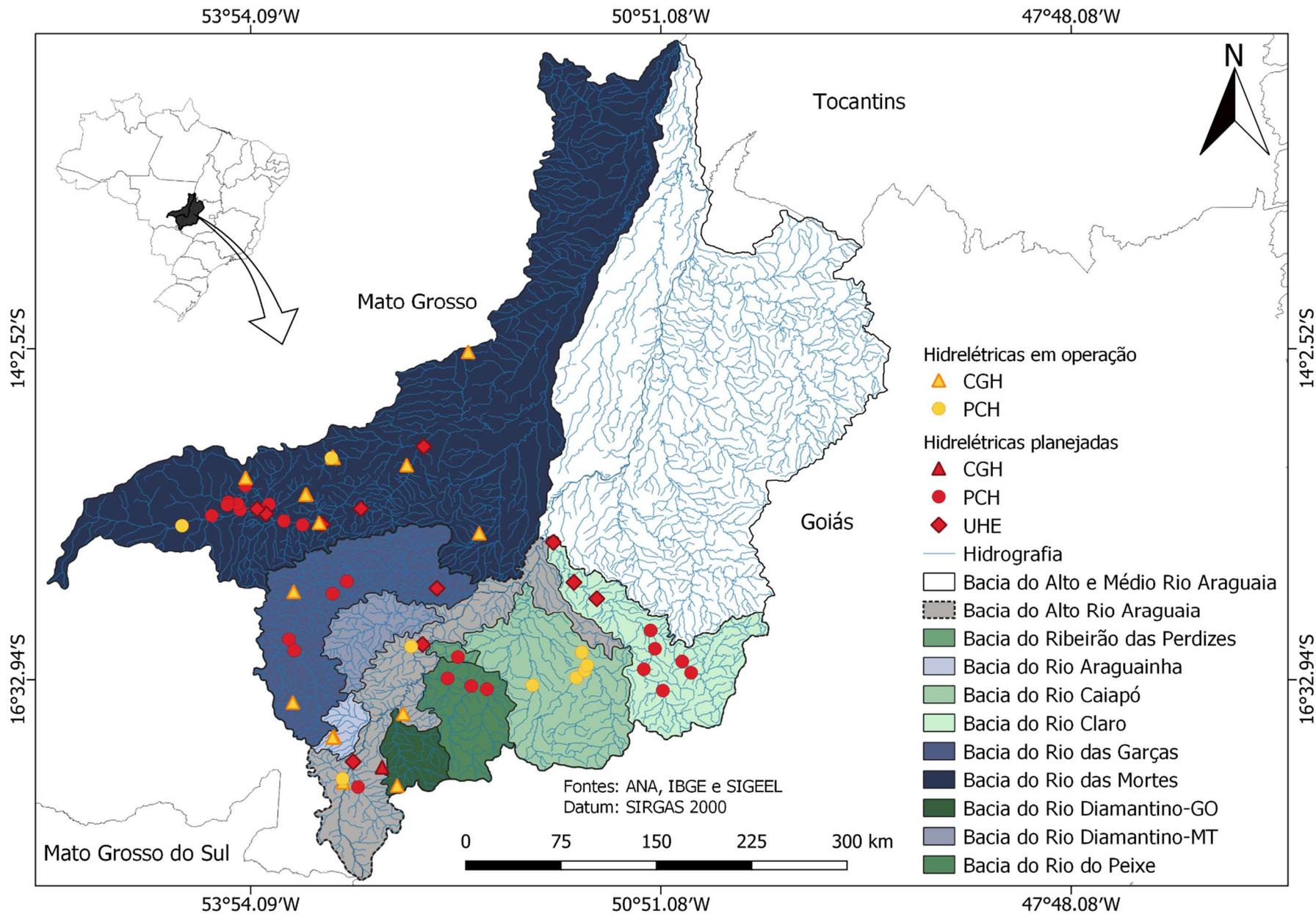


Figura 1. Distribuição dos principais aproveitamentos hidroelétricos em operação e planejados (CGH – Central Geradora Hidroelétrica; PCH – Pequena Central Hidroelétrica; UHE – Unidade Hidroelétrica) para a bacia do alto e médio rio Araguaia (com destaque para a bacia do rio das Mortes e demais bacias do alto rio Araguaia). Dados disponíveis no Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico (SIGEL - <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>, acessado em 18 de abril de 2022).

Tabela 1: Lista de todos os aproveitamentos hidroelétricos propostos e em operação para bacia do rio Araguaia, considerando também o rio das Mortes. Os tipos de empreendimentos são divididos em três categorias CGH – Central Geradora Hidroelétrica; PCH – Pequena Central Hidroelétrica e UHE – Unidade Geradora Hidroelétrica. Em relação ao estágio da obra temos Eixo inventariado – local com estudo com estudos de partição de quedas prontos e em análise ANEEL; Eixo disponível – local que ainda não se foi apresentado um inventário; o PB com registro – são locais inventariados nos quais foi apresentado um plano básico do barramento; PB com aceite são projetos nos quais o projeto básico foi aceite pela ANEEL; Projeto Entregue são projetos básicos que foram entregues para análise da ANEEL; DRI – Despacho de Intenção de Outorga; DRO – Despacho de Requerimento de outorga; DRS – Declaração de Reserva Hídrica; EVTE – Estudos de viabilidade técnica em andamento; e Em operação refere-se a hidroelétricas já construídas e em funcionamento. (Fonte <https://sigel.aneel.gov.br/Down/>, acessado em 18 de abril de 2022).

Empreendimento	Local	Tipo	Estado	Estágio	Empresa Responsável
Do Candeeiro	Ribeirão Candeeiro/Rio Araguaia	CGH	GO	Em operação	João Carlos Grave
Lapa da Bocaina	Ribeirão dos Perdizes	PCH	GO	Eixo disponível	.
Araguainha	Rio Araguainha	CGH	MT	Em operação	Araguaia Geradora de Energia Ltda
Araguaia	Rio Araguainha	CGH	MT	Em operação	Araguaia Geradora de Energia Ltda
Alto Garças	Rio Araguainha	CGH	MT	Em operação	Araguaia Geradora de Energia Ltda
São Domingos	Rio São Domingos/Rio Araguaia	PCH	MT	Em operação	Primavera Energia S.A.
Cachoeirinha	Ribeirão do Salto/Rio Araguaia	CGH	GO	Eixo disponível	
Ribeirão do Salto	Ribeirão do Salto/Rio Araguaia	CGH	GO	DRO	Welt Energia Ltda.
Urtiga	Rio Babilônia/Rio Araguaia	PCH	GO	DRS	Construtora Central do Brasil S.A.
Couto Magalhães	Rio Araguaia	UHE	GO e MT	EVTE em elaboração	Pacto Geração e Transmissão S.A., Mega Comercializadora de Energia Ltda
Torixoréu	Rio Araguaia	UHE	GO e MT	EVTE em elaboração	RG Energia S.A.
Alto Araguaia	Rio Araguaia	PCH	GO e MT	Em operação	Primavera Energia S.A.
Santa Rita do Araguaia	Rio Araguaia	CGH	GO e MT	Em operação	PROMEDE- Agrimensura e Engenharia Ltda
Santa Isabel	Rio Araguaia	UHE	TO e PA	Extinta	Companhia Vale do Rio Doce, Alcoa Alumínio S.A., Votorantim Cimentos S.A., South Minerals S.A., Camargo Corrêa Geração de Energia S.A.
Araguanã	Rio Araguaia	UHE	TO e PA	Eixo disponível	
Cachoeirinha	Rio Batovi	CGH	MT	Em operação	Inácio Camilo Ruaro
Piranhas	Rio Piranhas	PCH	GO	Em operação	Serra Negra Energética S.A.
Tamboril	Rio Bonito	PCH	GO	Em operação	Tamboril Energética S.A
Rênic	Rio Bonito	PCH	GO	Em operação	Carnaúba Geração de Energia S.A

Santo Antônio do Caiapó	Rio Caiapó	PCH	GO	Em operação	Rialma Companhia Energética IV S.A.
Mosquitão	Rio Caiapó	PCH	GO	Em operação	Concessionária Mosquitão S/A
Araguaia	Rio Claro	UHE	GO	Eixo disponível	
Jaupaci	Rio Claro	PCH	GO	Eixo disponível	
Israelândia	Rio Claro	PCH	GO	Eixo disponível	
Caldeirão Jusante	Rio Claro	PCH	GO	Eixo disponível	
Três Barras Jusante	Rio Claro	PCH	GO	Eixo disponível	
Macaúba Alta	Rio Claro	PCH	GO	Eixo disponível	
Aparecida do rio Claro Alta	Rio Claro	PCH	GO	Eixo disponível	
Bandeira	Rio dos Pilões	PCH	GO	Eixo disponível	
Queixada	Rio dos Pilões	PCH	GO	Eixo disponível	
Diamantino	Rio Diamantino	CGH	GO	Operação	Diamantino Energia Ltda.
Entre Rios	Rio das Mortes	PCH	MT	DRS	Entre Rios Energia Ltda.
Vila União	Rio das Mortes	PCH	MT	DRS	Hidroelétrica Vila União Ltda.
Mortes 2	Rio das Mortes	UHE	MT	Eixo disponível	
Toricoejo	Rio das Mortes	UHE	MT	Eixo disponível	
Águas Claras	Rio das Mortes	PCH	MT	DRI	
Samambaia	Rio das Mortes	PCH	MT	DRI	Malibu Não Tecidos Ltda.
Sangradourozinho	Rio das Mortes	PCH	MT	Eixo disponível	Nacional Energia, Participações e Investimentos Ltda.
Jatobá	Rio das Mortes	UHE	MT	Eixo disponível	
Matrinxã	Rio das Mortes/Ribeirão Matrinxã	PCH	MT	Eixo disponível	
Cumbuco	Rio das Mortes/Rio Cumbuco	PCH	MT	DRS	Cumbuco Energia Ltda.
Geóloga Lucimar Gomes	Rio das Mortes/Rio Cumbuco	PCH	MT	DRS	Hidroelétrica Geóloga Lucimar Gomes Lda
Córrego Fundo	Rio das Mortes/Córrego Fundo	PCH	MT	Eixo Inventariado	
Suspiro	Rio das Mortes/Rio Suspiro	CGH	MT	Em operação	Hidroelétrica Suspiro Energia Ltda
Buriti	Rio das Mortes/Rio Suspiro	PCH	MT	Eixo disponível	
Buritizal	Rio das Mortes	UHE	MT	Eixo disponível	
Couro de Porco	Rio das Mortes	PCH	MT	Eixo disponível	Nacional Energia, Participações e Investimentos Ltda.
Primavera	Rio das Mortes	PCH	MT	Em operação	Primavera Energia S.A.
Água Limpa	Rio das Mortes	UHE	MT	EVTE aceito	Energética-Tech Engenharia Ltda, PCE – Projetos e Consultoria de Engenharia Ltda, ENERCAMP Engenharia e Comércio Ltda, Furnas Centrais Elétricas S.A., Alston Hydro Energia Brasil Ltda, Construtora Andrade Gutierrez S.A.
WSA	Rio das Mortes/Córrego Água Lima	CGH	MT	Em operação	Marisa Lizolet Rietjens
Desidério	Rio das Mortes/Rio Noidere	CGH	MT	Em operação	Eloi Brunetta & Cia Ltda

Dona Assunta	Rio das Mortes/Rio Noidere	CGH	MT	Em operação	Eloi Brunetta & Cia Ltda
Noidore	Rio das Mortes/Rio Noidere	CGH	MT	Em operação	Eloi Brunetta & Cia Ltda
Salto Belo	Rio das Mortes/Rio Noidere	PCH	MT	Em operação	Enercoop Ltda
Itaquerê I	Rio das Mortes/Córrego Itaquerizinho	CGH	MT	Em operação	Eloi Brunetta & Cia Ltda
Itaquerê II	Rio das Mortes/Córrego Itaquerizinho	CGH	MT	Em operação	Eloi Brunetta & Cia Ltda
Matula	Rio das Mortes/Córrego Matula	CGH	MT	Em operação	RER Participações S.A.
Matula 1	Rio das Mortes/Córrego Matula	CGH	MT	Em operação	RER Participações S.A.
Peixe ALTC	Rio do Peixe	PCH	GO	DRS	NS Empreendimentos Imobiliários.
Foz do Paraíso	Rio do Peixe	PCH	GO	PB com aceite	NS Empreendimentos Imobiliários
Paraíso	Ribeirão Paraíso	PCH	GO	DRS	Cachoeira Energia Ltda
Boaventura	Rio Garças	UHE	MT	Eixo disponível	
Foz do Batovi	Rio Garças	PCH	MT	DRS	Garças Energia e Participações S.A., Desa Rio das Garças Desenvolvimento Energético
Esperança	Rio Garças	PCH	MT	DRS	Garças Energia e Participações S.A., Desa Rio das Garças Desenvolvimento Energético
Foz do Bandeira	Rio Garças	PCH	MT	DRS	PEC Energia S.A.
Chico França	Rio Garças	PCH	MT	DRS	PEC Energia S.A.
Barra do Onça	Rio Garças	PCH	MT	Cancelado	.
Alto Garças	Rio Garças	PCH	MT	Cancelado	
Cachoeira da Onça	Rio Garças/Ribeirão da Onça	CGH	MT	Em operação	Ivo Luiz Ruaro
Pé de Serra	Ribeirão do Vau	CGH	MT	Em operação	José Raimundo Klein
Lajes	Ribeirão das Lajes	CGH	TO	Em operação	Alvorada Energia S.A.
Corujão	Rio Lontra	CGH	TO	Em operação	Alvorada Energia S.A.
Araguanã	Rio Araguaia	UHE	TO	Eixo Disponível	

4 -Aproveitamentos Hidroelétricos na bacia do rio das Mortes

São **12 (doze)** aproveitamentos hidroelétricos estão em operação na bacia do rio das Mortes, a essas, planeja-se instalar mais **16 (dezesesseis)** AHEs. Desse total, as PCHs de Vila União, Entre Rios, Cumbuco e Geóloga Lucimar Gomes estão em processo de licenciamento, com perspectiva de serem instaladas na calha principal do rio das Mortes (Vila União e Entre Rios) e no rio Cumbuco (Cumbuco e Geóloga Lucimar Gomes), afluente do rio das Mortes (Tabela 1, Figura 3). Dentro da Terra Indígena (TI) de Sangradouro estão previstas a instalação de **3 (três)** AHEs (Buritizal, Sangradourozinho e Jatobá). Já na região de divisa da TI há previsão de instalação da PCH Matrinxã, no ribeirão Matrinxã (Tabela 1, Figura 2). Ainda na calha principal do rio das Mortes e jusante da TI de Sangradouro há a previsão da instalação de **4 (quatro)** AHEs (Couro de Porco, Sambaia, Água Limpa, Toricoejo). Já na divisa da TI de São Marcos, há a previsão de instalação do um empreendimento hidroelétrico (UHE de Mortes 2) (Tabela 1, Figura 2).

Portanto, fica claro que as Terras Indígenas de Sangradouro e São Marcos podem ser diretamente afetadas pela instalação desses AHEs. Ademais, destacamos ainda que a instalação de todos AHEs na calha principal do rio das Mortes e seus maiores afluentes, mesmo que fora das TIs, causará uma forte modificação do regime de fluxo do rio das Mortes com impactos negativos sobre toda a bacia.

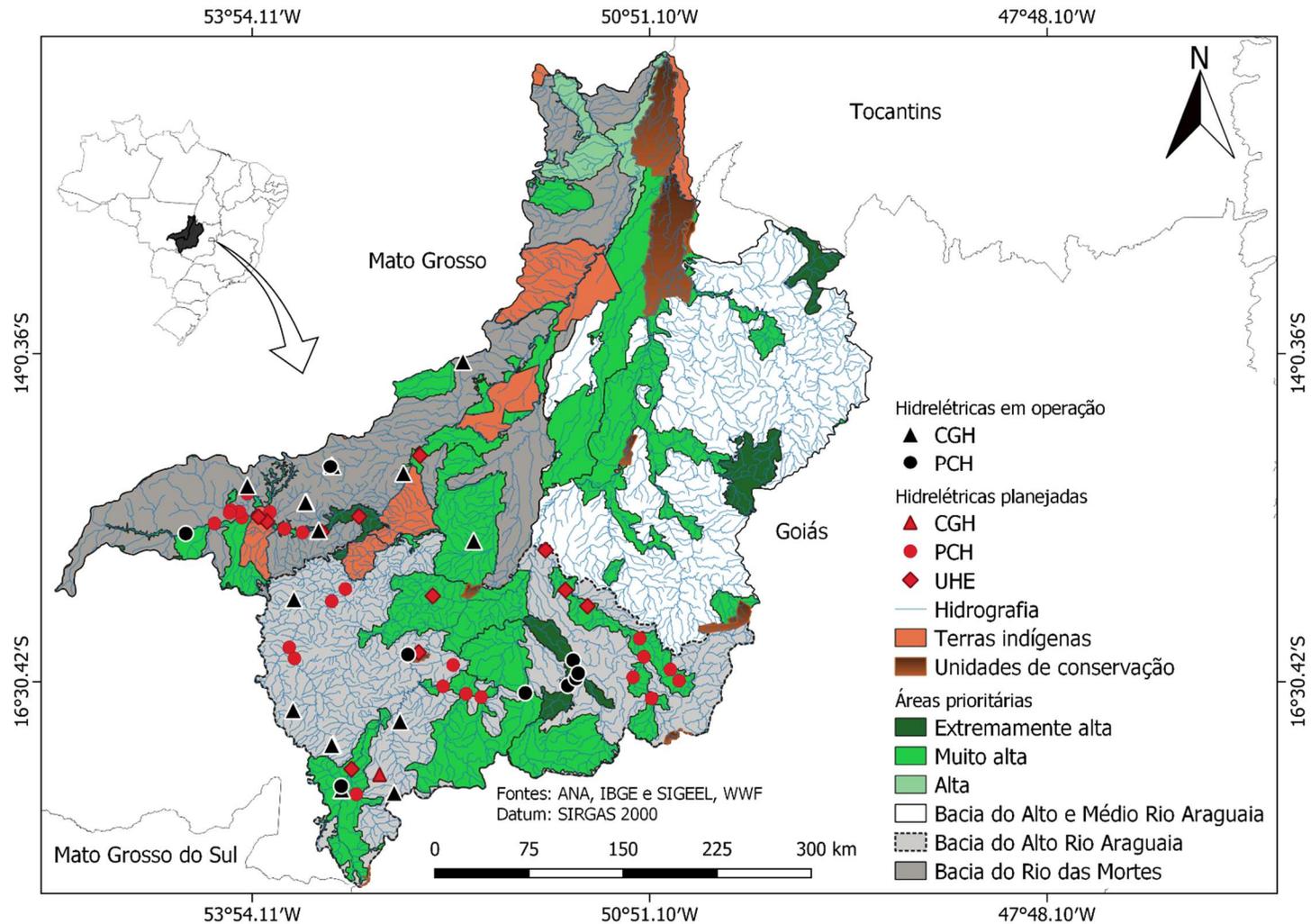


Figura 2. Localização dos aproveitamentos hidroelétricos em operação e planejados (CGH – Central Geradora Hidroelétrica; PCH – Pequena Central Hidroelétrica; UHE – Unidade Hidroelétrica) propostas para região do alto e médio rio Araguaia. Muitos aproveitamentos estão inseridos em regiões de alto interesse para conservação de biodiversidade do Cerrado segundo o Ministério do Meio Ambiente.

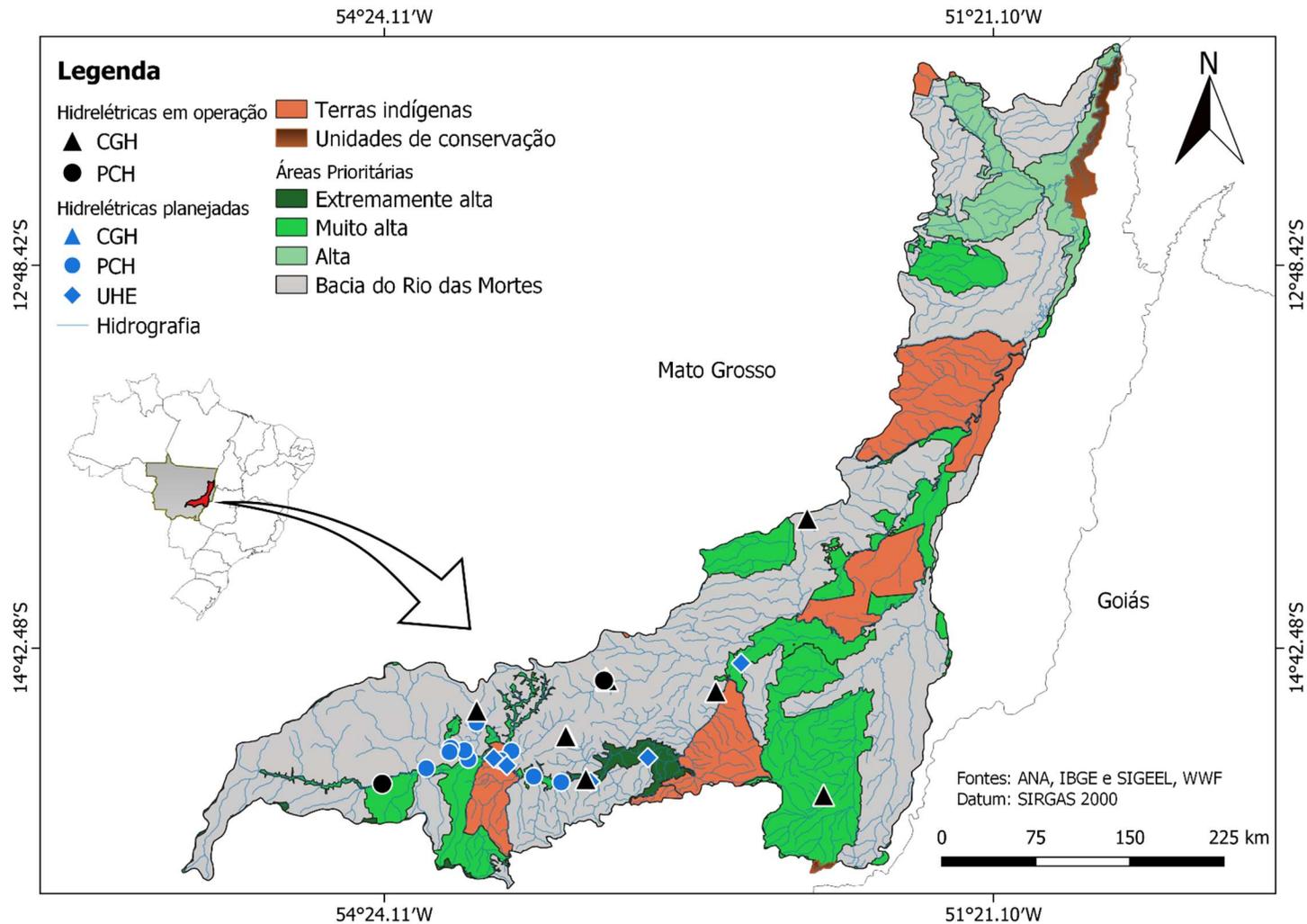


Figura 3. Localização dos aproveitamentos hidroelétricos em operação e planejados (CGH – Central Geradora Hidroelétrica; PCH – Pequena Central Hidroelétrica; UHE – Unidade Hidroelétrica) na bacia do rio das Mortes. Muitos aproveitamentos estão inseridos em Terras indígenas e regiões de alto interesse para conservação de biodiversidade do Cerrado segundo o Ministério do Meio Ambiente.

5 - Impactos de Usinas Hidroelétricas em cascata e fragmentação dos habitats fluviais

A instalação dos empreendimentos propostos nesses rios resultará na formação de cascata de reservatórios (Figura 4) (*i.e.*, a sobreposição de vários reservatórios no mesmo rio) e fragmentação fluvial (*i.e.*, a perda de conectividade dos habitats fluviais dos vários rios dentro da mesma bacia). **Trata-se do pior cenário para dinâmica fluvial, pois regulariza a vazão do rio, deprime a produtividade do ecossistema e muda de forma permanente a disponibilidade dos habitats, além de estabelecer barreira para a migração dos peixes (Agostinho et al 2007; Cheng et al. 2015).**

Os impactos ecológicos da cascata de reservatórios não ficarão confinados ao rio barrado. Ao contrário, teremos os sinergismos desses impactos sobre toda a bacia do rio Araguaia, incluindo o canal principal e os habitats aquáticos abaixo os empreendimentos. **Portanto, para um amplo entendimento dos impactos o EIA não pode se concentrar apenas no rio/bacia, mas deve considerar o sinergismo da construção de vários empreendimentos (Jager et al 2015; Timpe & Kaplan 2017; Schmitt et al. 2018).**

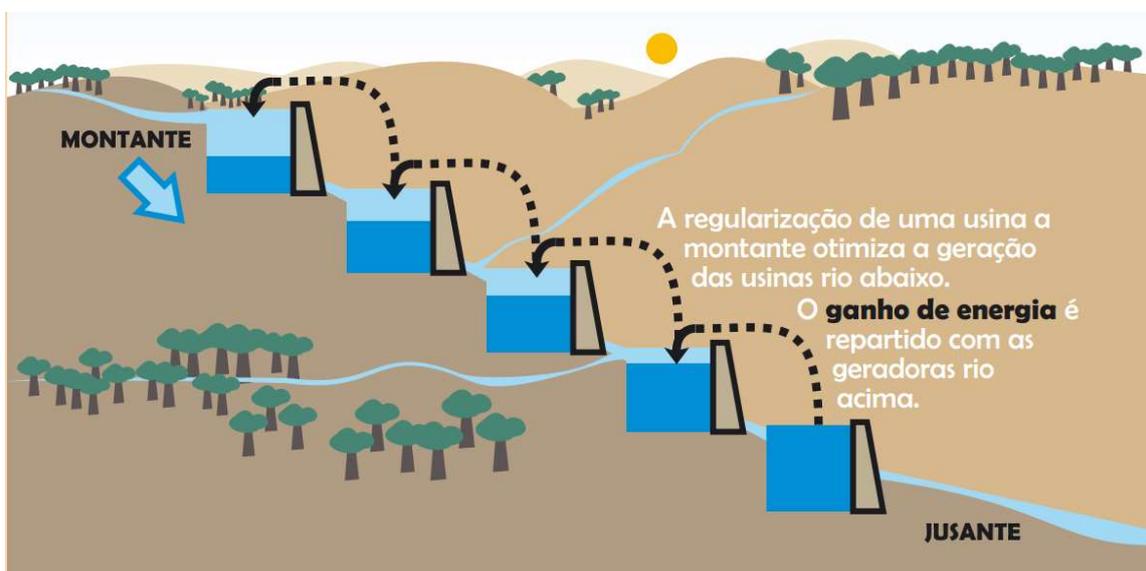


Figura 4: Modelo esquemático mostrando o funcionamento de uma cascata de reservatórios. Extraído da cartilha “A Compensação financeira e seu município” (ANEEL, 2007).

Estudos recentes mostram que a construção dos reservatórios mudam os padrões de distribuição e a disponibilidade de água para os ecossistemas aquáticos e atividades humanas (Van Cappellen & Maavara 2016; Veldkamp et al. 2016). Particularmente, para atividades humanas, um estudo publicado na renomada revista científica *Nature Communications*, mostrou que a construção de reservatórios é responsável pela diminuição da oferta de água para os habitats a abaixo das barragens (Veldkamp et al. 2016). **Em outras palavras, os reservatórios aumentam a oferta de água localmente; mas no contexto geral da bacia há uma diminuição da oferta de água principalmente a jusante dos empreendimentos.** O aumento da escassez de água causado pela construção de barragens é motivo de preocupação em muitos países, pois afeta a segurança hídrica e alimentar de milhões de pessoas (<http://www.telegraph.co.uk/news/2017/10/02/death-nile-egypt-fearsethiopian-dam-will-cutwatersupply/>; <https://qz.com/1181318/ethiopia-egypt-sudan-and-eritrea-tensions-over-grand-ethiopianrenaissance-dam-on-nile-river/>), por sua vez gera problemas sociais como a crise de migração na África (<https://e360.yale.edu/features/how-africas-big-water-projects-helped-trigger-the-migrant-crisis>). **Ainda considerando esse mesmo impacto, estudo mais recente mostra que PCHs também geram a diminuição da vazão do rio a jusante das mesmas (Lai et al. 2022)**

O estabelecimento de reservatórios ainda “sequestra” nutrientes dos ecossistemas fluviais a jusante (Calheiros et al. 2009; Fantin-Cruz et al. 2016; Maavara et al. 2014, 2015, 2017; Van Cappellen & Maavara 2016). Dessa forma, em médio e longo prazo a retenção de nutrientes podem tornar os ecossistemas a jusante menos produtivos e, por consequência direta, menos capazes de sustentar uma rica biodiversidade e seus serviços ecossistêmicos (com destaque a pesca).

Isso é especialmente preocupante para a bacia do rio das Mortes e rio Araguaia, pois a jusante desses AHEs temos áreas úmidas de extrema relevância ecológica, como os Parques Estadual do Araguaia, Área de Proteção Ambiental do Rio Araguaia, Parque Nacional do Araguaia (classificado

como sítio RAMSAR - <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/instrumentos-de-gestao/s%C3%A9rias-ramsar>). É importante ainda ressaltar que as áreas úmidas são sítios de criação e crescimento das fases jovens de peixes (Agostinho et al. 2007), **com a vazão diminuída teremos a perda de conectividade entre o canal principal do rio e as suas lagoas marginais**, diminuindo-se o recrutamento (*i.e.*, a entrada de novos indivíduos nas populações de espécies). Já com a retenção de nutrientes, diminuirá a produtividade das mesmas lagoas marginais o que também influenciará de forma negativa no recrutamento. Tomadas em conjunto, um resultado esperado em médio a longo prazo é da diminuição da biodiversidade e a oferta de recursos pesqueiros.

Na bacia do rio Araguaia/mortes há toda uma cadeia econômica associada a pesca, seja profissional ou esportiva. Qualquer fator que afete negativamente o estoque pesqueiro traz consigo prejuízos econômicos significativos. **Saliento: ao alterar a dinâmica fluvial do rio Araguaia e dos seus principais afluentes (no caso o rio das Mortes) do trecho alto da bacia poderá afetar em médio e longo prazo todos os ecossistemas a jusante.** Orsi et al. (2018) mostra a importância da manutenção da dinâmica fluvial para a manutenção da estrutura das assembleias de peixes para região do baixo rio Araguaia. No mesmo artigo científico destaco um trecho em especial:

“(...) Our results reinforced that preserves the natural dynamics of this portion of the river avoiding dams to hydroelectric production (a tendency in the great brazilian rivers, see Vitule et al. 2017) is crucial to maintain the fishery ecosystem service. Here, as well as the other tropical rivers (Thomaz et al. 2007), the seasonal regime is the main process responsible for maintaining the diversity of fish communities (...)”.

Tradução minha abaixo:

“(…) Nossos resultados reforçam que preservar a dinâmica natural dessa porção do rio evitando a construção de barragem para produção de hidroeletricidade (uma tendência grande nos rios brasileiros, ver Vitule et al. 2017) é **crucial para manutenção do serviço ecossistêmico de pesca** (destaque meu). Aqui, como também em outros rios tropicais (Thomaz et al. 2007), o **regime sazonal é o principal processo responsável pela manutenção da diversidade das comunidades de peixes** (destaque meu).

6 - Cascatas de Reservatórios e a fragmentação da bacia do rio das Mortes

O cenário de estabelecimento de uma **cascata de reservatórios e fragmentação de habitats** na bacia do rio das Mortes é verossímil por alguns motivos:

- 1) Na cartilha “A compensação financeira e o seu município” (ANEEL 2007), na sua pergunta 16 deixa explícito que um cenário de construção de uma cascata reservatórios é desejável devido a regularização do volume do rio. O documento está disponível para ampla consulta no site ANEEL. Basta clicar no link abaixo (http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/cartilha_compensacao_financeira_2.pdf/f7f20b3b-829f-42df-a981-1e192418c7f4)
- 2) Conforme podemos constatar na Tabela 1, já temos em operação na bacia 28 (vinte e oito) empreendimentos hidroelétricos. Outros 18 estão em processo adiantado de análise econômica e ambiental. Isso perfaz 63% de todos AHEs previstos para bacia do rio Araguaia.
- 3) Na calha principal do rio das Mortes já temos instalada a PCH Primavera. A ela pretende-se adicionar as PCHs Vila União, Águas Claras e Entre Rios. Já no rio

Cumbuco está previsto a instalação das PCHs de Cumbuco e Geóloga Lucimar Gomes.

Portanto, fica claro que toda essa parte da bacia será fragmentada caso todos os empreendimentos hidroelétricos previstos sejam aprovados. Dessa forma, é esperada uma profunda e permanente modificação da biota aquática.

7 – Apontamentos gerais sobre os EIAs das PCHs Vila União, Entre Rios, Cumbuco e Geóloga Geomar Lucimar Gomes

Antes dos meus apontamentos sobre os EIAs, saliento a importância de fazer a análise de todos os empreendimentos em conjunto para avaliarmos os seus impactos sinérgicos. **Do ponto de vista ecológico, não faz sentido avaliar cada um dos empreendimentos de forma separada.** As quatro PCHs estão em processo de licenciamento junto a SEMA-MT, todos os EIAs foram feitos pela mesma empresa. Por isso, acho mais proveitoso fazer uma análise geral de todos os documentos e não apenas da PCH Entre Rios.

Na Tabela 2 fazemos um resumo das principais características das PCHs que estão sendo previstas. Especialmente, destaco informações relacionadas a área do reservatório e a formação de trechos de vazão reduzida (TVR). Apesar de muitas vezes não se formar os reservatórios, a adoção de TRV pode trazer profundos e permanentes impactos locais sobre os ecossistemas fluviais (Borba et al. 2019; Souza-Cruz-Buenaga et. al. 2019). Dos 4 (quatro) projetos propostos, três deles há a formação do TVR. **Cerca de 17 km lineares de rio serão diretamente afetados com a diminuição da vazão local. Per si, a formação do TVR já causará impactos negativos as comunidades biológicas locais, mas ainda vale ressaltar que nesses trechos estão presentes vários pontos de captação de área para irrigação na região. Portanto, é esperado o aumento de conflitos sobre o uso da água na região, visto que há**

tendência de intensificação do uso da agricultura irrigada na região

(<https://www.semana7.com.br/cidades/estudo-de-disponibilidade-hidrica-na-bacia-do-alto-rio-das-mortes-e-lancado-em-primavera-do-leste/47172>).

Tabela 2. Resumo com as principais características das PCHs a serem instaladas na bacia do rio das Mortes, município de Primavera do Leste, Mato Grosso.

PCH	Potência Instalada (MW)	Potência Média (MW)	Área do Reservatório (hec)	Trecho de vazão reduzida (km)
Vila União	18	12	1	3.28
Entre Rios	28	20.29	333	0
Cumbuco	17	11.19	13	3.99
Geóloga Lucimar Gomes	18	11.57	0	10.15

Ainda sobre o TVR, que durante o enchimento dos reservatórios, a vazão de saída será reduzida a cerca de 10% da vazão histórica média. Isso tem potencial de gerar um impacto local significativo nos trechos de TRV, além de gerar conflito com a captação de água para irrigação). É importante que seja esclarecido quais são os critérios utilizados para determinar esse valor de vazão de saída.

Os estudos referentes da fauna aquática (ictioplâncton e ictiofauna) precisam ser aprimorados. Infelizmente, neles há uma série de erros de delineamento e amostragem que não permite que façamos inferências robustas. Abaixo segue os nossos principais apontamentos e indicações de melhoria:

- 1) Todas as amostragens de ictioplâncton e ictiofauna foram realizadas nas calhas principais do rio das Mortes e Cumbuco. Não houve amostragem em outros rios da região (grupo controle). Para a ictiofauna, a pergunta essencial a ser respondida é: *existe rios na região que apresentam comunidades aquáticas similares aos rios que serão afetados pelos empreendimentos?* Caso existam comunidades similares, temos um fator favorável a instalação das hidroelétricas. Já se as comunidades não são similares, isso nos mostra que as

comunidades aquáticas de cada rio são únicas e, portanto, devem ser protegidas. Para o ictioplâncton, a pergunta a ser respondida é: *qual é o rio mais importante para a desova dos peixes migradores? Para isso, temos que fazer coletas o ictioplâncton na confluência dos principais rios da região para identificar (i) em quais rios há uma maior deriva de ovos e larvas de peixes – um indicativo da área de desova; e (ii) uma vez mapeado as áreas desovas, temos que descobrir se há ou não o uso preferencial dos sítios de desova pelas espécies de peixes migradores.* Suponhamos que não haja sítios preferenciais de desova, isso nos mostra que os peixes migradores estão usando todos os rios e sítios de desova da região de forma similar. Portanto, um rio pode ser destinado para o aproveitamento hidroelétrico sem grandes perdas para as comunidades aquáticas. Já se os peixes migradores apresentam habitats preferenciais, é indicativo que cada espécie usa determinado rio para desova. Logo, ao se barrar determinado rio, se retira das populações o habitat preferencial, o que, em médio e longo prazo, pode levar a extinção local das espécies.

- 2) A amostragem de ictiofauna e ictioplâncton ocorrem apenas duas vezes, uma campanha na época de estiagem e outra na época de chuvas. Para uma amostragem robusta, é necessário amostrar uma maior quantidade de locais e um maior tempo. Especialmente para ictioplâncton é recomendado que façamos no mínimo três coletas anuais no período correspondente a dois ciclos hidrológicos completos (ver Bialezki et al. 2015). Não foi coletada a informação sobre o estágio de desenvolvimento gonadal dos indivíduos capturados, principalmente das espécies migradores. Esse dado em conjunto com os dados do ictioplâncton nos dá uma boa ideia se a área é sítio de desova de peixes migradores.
- 3) A amostragem de ictiofauna, nos EIAs menciona o uso de vários métodos de amostragem (redes de espera, arrastos e pesca com varas). Todavia, não há qualquer padronização deles, por exemplo, por meio do cálculo do Captura por Unidade de Esforço (CPUE). Além disso,

nos próprios EIAs há sugestão que a amostragem não foi suficiente, por exemplo, foi usado apenas uma bateria de redes por ponto de amostragem (malhas 03, 05, 07, 10 e 12 cm). O recomendável é o uso de um maior número de malhas e baterias para conseguirmos uma boa amostragem. Há ainda a informação da perda de material de amostragem nas corredeiras e pedrais. É muito provável que a amostragem de peixes tenha sido comprometida, fazendo com que seja difícil construir as inferências robustas a partir dessas amostragens. Nos chamou atenção a baixa abundância e riqueza de espécies capturadas. Por exemplo, no EIA da PCH Vila União, foram coletados 88 indivíduos de 10 espécies. Esse número me parece muito baixo, indicando a insuficiência do esforço amostral. Por mais que os autores dos estudos chamem atenção para esse baixo número, elencando a presença de corredeiras que poderiam estar funcionando como barreiras, isso não é suficiente para justificar os resultados encontrados. Ademais, os trechos de corredeiras são habitats de espécies endêmicas associadas e a esses tipos de habitat (Hberk et al 2018). Os autores dos EIAs argumentaram que não encontram espécies endêmicas e raras nos locais estudados, provavelmente isso se deve ao esforço amostral insuficiente ou inadequado. Hberk et al. (2018) estudando a ictiofauna das corredeiras do baixo Araguaia, encontrou distintas linhagens de espécies entre as corredeiras, indicando uma estruturação populacional das espécies. **Em outras palavras, cada corredeira tem um conjunto de espécies que lhe é único (reforçando seu caráter endêmico). A luz desse conhecimento, e, tendo o Princípio de Precaução como linha de base, é necessário que se faça um estudo mais cuidadoso sobre as comunidades aquáticas desses trechos de corredeira (especialmente, o estudo da ictiofauna e de Podostemaceae).**

Faltou ainda uma pesquisa ativa com pescadores da região. Além de ser uma maneira rápida e barata de conseguir informação sobre ictiofauna, as entrevistas costumam ser muito úteis para relevar informações importantes sobre os rios da região e sua ictiofauna.

- 4) Ainda sobre amostragem da ictiofauna, chamamos a atenção de alguns pontos: (i) Os peixes coletados não foram sacrificados, conservado. No meu ponto de vista é erro grave, pois não há material testemunho a ser doado a museus ou outras instituições de pesquisa para confirmação da identificação. Isso impede a revisão da identificação das espécies, além de se guardar um importante registro da ictiofauna local, reforçando nossa preocupação registrada no item 3; (ii) a não apresentação no EIA da licença para coleta de material biológico, a falta desse importante documento demonstrar a lisura da pesquisa.
- 5) A amostragem de ictioplâncton necessita de uma revisão rigorosa. **No nosso ponto de vista, há uma série de erros de coleta que comprometem qualidade dos dados.** (i) Não foi feita amostragem de ictioplâncton de fundo. Com isso, aqueles ovos e larvas que derivam no fundo dos rios (como os grandes bagres migradores) não foram amostrados. (ii) Não foi feita a amostragem de ictioplâncton no centro do rio, como preconizado pelos protocolos vigentes. (iii) Não foi apresentada informação do tempo de amostragem do ictioplâncton e como foi feito o cálculo do volume filtrado. Pelas fotos disponíveis no EIA notei a ausência do fluxômetro nas redes de ictioplâncton, esse aparelho é essencial para o cálculo do volume filtrado. (iii) Não foi apresentada a periodicidade das coletas. Para uma amostra representativa do ictioplâncton é necessário a realização de coletas diurnas e noturnas (00:00, 06:00, 12:00 e 18:00 horas), segundo o protocolo de Nakatani et al. (2001). É sabido que boa parte da desova ocorre no período noturno. (iii) Foi feita apenas uma coleta no período de seca e cheia, respectivamente. O protocolo mínimo de coleta de ictioplâncton sugere coletas mensais na região de estudo quando feita no intervalo de um ano (um ciclo hidrológico), ou três coletas por ano (início da estação chuvosa, final da estação chuvosa e no período de seca) durante o período de dois anos (dois ciclos hidrológicos).

- 6) Qual será o volume de vazão nos TVR? Nos EIAs há informação que durante o período de enchimento dos reservatórios a vazão do TVR será reduzida a 10% da média histórica do período, mas não há quaisquer informações sobre a vazão vertida no TVR após o período de enchimento. Essa informação é necessária.
- 7) “Áreas de bota fora” inseridas em áreas de vegetação nativa conservada. Como não serão áreas inundadas, parte dessas áreas terá valor de conservação (principalmente corredores ecológicos para fauna terrestre). Sugiro mudar as “áreas de bota fora” fora dos locais de vegetação nativa.
- 8) Apesar de toda discussão de que envolve os mecanismos de transposição de fauna (ver Pelicice et al. 2008, 2015), não foi avaliado a necessidade da adoção de quaisquer tecnologias nesse sentido. Ademais, não se levantou quaisquer tecnologias que visem a diminuir a entrada de peixes nos canais de abdução e de fuga das turbinas.

8 - Viabilidade a longo prazo dos Aproveitamentos Hidroelétricos na bacia do rio das Mortes

Considerando ainda a magnitude da intervenção gerada por uma hidroelétrica, é importante destacar que a viabilidade operacional em longo prazo dessas usinas é intimamente ligada ao regime hídrico. Com o cenário de mudanças climáticas globais e o aumento do desmatamento no Brasil Central já afetando o ciclo hidrológico, já foi constatado o decréscimo das vazões dos principais rios da região (Oliveira et al. 2013); aumento da erosão e carreamento de sedimentos (Latrubesse et al. 2009). Fatores que afetarão negativamente a capacidade das hidroelétricas produzirem energia e tenderão a se intensificar no futuro (veja Stickler et al. 2013, Rodrigues et al. 2019, Arias et al. 2020, Hofmann et al. 2021, Almeida et al. 2021).

Vale a pena ainda ressaltar a importância de um estudo hidrossedimentológico, o que não foi realizado nos EIAs. Todo reservatório hidroelétrico tem uma vida útil. Portanto, para uma análise acurada dos impactos, incluindo o econômico, é necessário que estimemos a vida útil dos reservatórios. Ao avaliarmos as figuras 2 e 3, notamos que há sobreposição de muitas AHEs com áreas de grande importância para a conservação do Cerrado propostas pelo Ministério do Meio Ambiente (<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/areas-prioritarias>). Áreas de alto valor para conservação devem ter como prioridade o seu uso para conservação e não para outros fins, incluindo a produção de energia. Isso mostra uma dissonância perigosa entre dois órgãos do poder executivo - o Ministério de Minas e Energia e o Ministério do Meio Ambiente - potencializando a geração de conflitos.

O impedimento da livre movimentação de espécies – principalmente de peixes migradores na fase de piracema (Suzuki et al. 2011; Pelicice et al. 2015) – e seus efeitos negativos sobre produção pesqueira em médio a longo prazo é um dos impactos ecológicos mais evidentes da pós construção de uma hidroelétrica (Hoeinghaus et al. 2009; Agostinho et al. 2016). Como dito acima, há empreendimentos hidroelétricos previstos para calha principal do rio Araguaia e Mortes (Figuras 2, 3). Portanto, se vislumbra em futuro próximo, um cenário que pode inviabilizar a reprodução de muitas espécies migradoras devido à perda de conexão entre os sítios de desova e de desenvolvimentos fases larvais e juvenis (i.e., lagoas marginais). **É essencial para a manutenção da diversidade de peixes migradores que se mantenha a conexão entre os sítios de desova e os sítios de desenvolvimento das fases jovens (Pompeu et al. 2012; Pelicice et al. 2015).** Nesse ínterim, o planejamento integrado de bacias hidrográficas é a melhor ferramenta para conciliar o aproveitamento hidroelétrico de uma bacia e a manutenção de processos ecossistemas vitais (ver Jager et al. 2015, Schmitt et al. 2018). Faço questão de reforçar: análise de apenas um empreendimento hidroelétrico por vez não é o caminho a seguir.

9 – Conclusão Final

O direito ambiental brasileiro está pautado pelos princípios de precaução e de prevenção (Sampaio et al. 2015). O primeiro estabelece que caso não haja certeza científica suficiente sobre os possíveis danos causados por uma atividade humana ela deve ser evitada. Já o princípio de prevenção estabelece que se há certeza científica sobre os impactos de uma atividade sobre a biodiversidade, essa deve ser evitada. Acredito que o uso e ocupação dos rios da bacia do Araguaia (incluindo a bacia do rio das Mortes) por hidroelétrica insere-se perfeitamente nesses quesitos. Portanto, estudos devem ser feito com antecedência para orientar a ocupação e uso da bacia.

Em especial, para o caso os EIAs relacionados as PCHs Vila União, Entre Rios, Cumbuco e Geóloga Lucimar Gomes (Processo SEMA nº. 103617/2019, 295933/2021, 388269/2019, respectivamente), a serem instalados nas calhas do rio das Mortes e do rio Cumbuco no município de Primavera do Leste, nossas sugestões são:

- 1) Melhorar os estudos referentes a ictiofauna e ictioplâncton.
- 2) Realizar um estudo hidrossedimentológico da bacia com o intuito de avaliar o tempo de vida útil dos reservatórios.
- 3) Realizar um estudo sobre o efeito das mudanças climáticas e da intensificação de projetos de irrigação na vazão do rio das Mortes nessa região.

Após a realização de estudos, podemos avaliar de forma mais acurada os benefícios e custos relacionados a instalação desses empreendimentos. *Particularmente, com os dados que temos que mãos, a instalação da PCH de Vila União, devido a características do projeto, pode ser viabilizada.* Mas antes de uma conclusão final, são necessários os resultados desses estudos sugeridos para uma decisão mais acurada.

Referências

- Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Pelicice, F.M. 2007. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. *EDUEM* 501p.
- Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Santos, N.C.L., Ortegam J.C.G., Pelicice, F.M. 2016. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: colonization patterns, impacts and management.
- ANEEL. 2007. A compensação financeira e o seu município. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/cartilha_compensacao_financeira_2.pdf/f7f20b3b-829f-42df-a981-1e192418c7f4
- Almeida, R.M., Fleischmann, A.S., Brêda, J.P.F. et al 2021. Climate change may impair electricity generation and economic viability of future Amazon hydropower. *Global Environmental Change*, 71, 102383.
- Arias, M.E., Farinosi, F., Lee, E. et al. 2020. Impacts of climate change and deforestation on hydropower planning in the Brazilian Amazon. *Nature Sustainability*, 3, 430-436
- Bialetzki, A., Reynalte-Tataje, D.A., de Oliveira, E.C. et al. 2015. Protocolo mínimo de amostragem de ictioplâncton de água doce para estudos de levantamento, inventário e monitoramento ambiental para instalação de empreendimentos hidroelétricos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 113, 32-34.
- Borba, C.S., Latini, J.D., Baumgartner, M.T., Gomes, L.C., Agostinho, A.A. 2019. Short-term effects a reduced flow stretch: The case of the Antas River in South Brazil. *River Research and Applications*, 35, 386-395.
- Calheiros, D.F., Arndt, E., Rodriguez E.O., Silva, M.C.A. 2009. Influências de Usinas Hidroelétricas no Funcionante Hidro-Ecológico do Pantanal Mato-Grossense – Recomendações. EMBRAPA Pantanal. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC102.pdf>
- Cheng, F., Li, W., Castello, L., Murphy, B. R., Xie, Songguang., 2015. Potential effects of dam cascade on fish: lessons from Yangtze river. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 25, 569-585.
- Fantin-Cruz, I., Pedrollo, O., Girard, P., Zeilhofer, P., Hamilton, S.K. 2016. Changes in river water quality caused by a diversion hydropower dam bordering the Pantanal floodplain. *Hydrobiologia*, 768, 223-230.
- Ferreira, J., Aragão L.E.O.C., Barlow, J., Barreto, P. et al. 2014. Brazil's environmental leadership at risk. *Science* 346, 706-707.
- Hoeinghaus, D.J., Agostinho, A.A., Gomes, L.C. et al. 2009. Effects of river impoundment on ecosystem services of large tropical rivers: embodied energy and market value of artisanal fisheries. *Conservation Biology*, 23, 1222–1231.

- Hofmann, G.S., Cardoso M.F., Alves, R.J.V. et al. 2021. The Brazilian Cerrado is becoming hotter and drier. *Global Change Biology*, 27, 4060-4073.
- Hrbek, T., Meliciano, N.V., Zuanon, J., Farias I.P. 2018. Remarkable geographic structuring of rheophilic fishes of the lower Araguaia river. *Frontiers in Genetics*, 9, 295.
- Jager, H.I., Efroymson, R.A., Opperman, J.J., Kelly, M.R., 2015. Spatial design principles for sustainable hydropower development. *Spatial design principles for sustainable hydropower development in river basin. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 806-816.
- Lai, R., Chen, X., Zhang, L. 2022. Evaluating the impacts of small cascade hydropower from a perspective of stream health that integrates eco-environmental and hydrological values. *Journal of Environmental Management*, 305, 114366.
- Latrubesse, E.M., Amsler, M., Morais, M., Aquino, S. 2009. The geomorphological response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American Tropics: the case of the Araguaia River. *J Geomorphol* 113:239–252
- Lees, A.C., Peres, C.A., Fearnside, P.M., Schneider, M., Zuanon, J.A.S., 2016. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodivers. Conserv.* 25, 451–466. doi:10.1007/s10531-016-1072-3
- Lima-Junior, D.P, Magalhães. A.L.B., Vitule, J.R.S. 2015. Dams, politics and drought threat: the march of folly in Brazilian freshwater ecosystems. *Natureza & Conservação*, 13, 196-198.
- Maavara, T., Dürr, H.H., Van Cappellen, P. 2014. Worldwide retention of nutrient silicon by river damming: From sparse data set to global estimate. *Global Biogeochemical Cycles*, 28, 842-855.
- Maavara, T., Parsons, C.T., Ridenour, C., Stojanovic, S., Dürr, H.H., Powley, H.R., Van Cappellen, P. 2015. Global phosphorus retention by river damming. *PNAS*, 112, 5603-15608.
- Maavara, T., Lauerwald, R., Van Cappellen, P. 2017. Global perturbation of organic carbon cycling by river damming. *Nature Communications*, 15347.
- Nakatani, K.; Agostinho, A. A.; Baumgartner, G.; Bialetzki, A.; Sanches, P. V.; Makrakis, M. C. & Pavanelli, C. S. 2001, *Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação*. Maringá: Eduem, 378p.
- Oliveira, P.T.S., Nearing, M.A., Moran, M.S., Goodrichm D.C., Wendland, E., Gupta, H.V., 2014. Trends in water balance components across Brazilian Cerrado. *Water Resour. Res.* 50, 7100-7114.
- Orsi, C.H., Message, H.J., Debona, T., Baumgartner, D., Baumgartner, G. 2018. Hydrological seasonality dictates fish fauna of the lower Araguaia river, Tocantins-Araguaia basin. *Environ. Biol. Fish*, 101, 881-897.

- Pelicice, F.M. and Agostinho, A.A. 2008. Fish passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. *Conservation Biology*, 22, 180–188.
- Pelicice, F.M., Pompeu, P.S., Agostinho, A.A. 2015. Large reservoirs as ecological barriers to downstream movements of Neotropical migratory fish. *Fish and Fisheries*, 16, 697-715.
- Pompeu, P.S., Agostinho, A.A. and Pelicice, F.M. 2012. Existing and future challenges: the concept of successful fish passage in South America. *River Research and Applications* 28, 504–512.
- Rodrigues, J.A., Viola, M.R., Alvarenga, L.A. et al. 2019. Climate change impacts under representative concentration pathways scenarios on streamflow and droughts of basins in the Brazilian Cerrado biome. *International Journal of Climatology*, 40, 2511-2556.
- Sampaio FDF, Freire Carolina A, Vinicius MST, Vitule JRS, Fávoro FL (2015) The precautionary principle and its approach to risk analysis and quarantine related to the trade of marine ornamental fishes in Brazil. *Marine Policy*, 51, 163–168.
- Schmitt, R.J.P., Bizzi, S., Castelletti, A., Kondolf, G.M. 2018. Improved trade-offs of hydropower and sand connectivity by strategic dam planning in the Mekong. *Nature Sustainability*, 1, 96-104.
- Souza-Cruz-Buenaga, F.V.A., Espig, S.A., Castro, T.L.C., Santos, M.A. 2019. Environmental impacts of a reduced flow stretch on hydropower plant. *Brazilian Journal Biology*, 79, 470-487.
- 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. *PNAS*, 110, 9601-9606.
- Suzuki, F.M., Pires, L.V., Pompeu, P.S. 2011. Passage of fish larvae and eggs through the Funil, Itutinga and Camargos Reservoirs on the upper Rio Grande (Minas Gerais, Brazil). *Neotropical Ichthyology*, 9, 617–622.
- Timpe, K. & Kaplan, D. 2017. The changing hydrology of a dammed Amazon. *Science Advance*, 3, E17006611.
- Thomaz, S.M., Bini L.M., Bozelli, R.L. 2007. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. *Hydrobiologia*, 579,1–13.
- Van Cappellen, P., Maarvara, T., 2016. Rivers in the Anthropocene: global scale modifications of riverine nutrient fluxes by damming. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 16, 106-111.
- Veldkamp, T.I.E., Wada, Y., Aertsm J.C.J.H., Döll, P., Gosling, S.N., Liu, J., Masaki, Y., Oki, T., Ostberg, S., Pokhrel, Y., Satoh, Y., Kim, H., War, P.J. 2017. Water scarcity hotspots travel downstream due to human interventions in the 20th and 21st century. *Nature Communications*, 8, 15697.

Vitule, J.R.S., da Costa A.P.L., Frehse F.A., Bezerra, L.A.V., Occhi, T.V.T., Daga V.S., Padial, A.A. 2017. Comment on 'Fish biodiversity and conservation in South America by Reis et al. (2016)'. J Fish Biol, 90,1182–1190.

Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L. et al. 2016. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo and Mekong. Science 351, 128-129.

Pontal do Araguaia, MT, 25 de abril de 2002



Prof. Dilermando Pereira Lima Junior



Universidade Federal de Mato Grosso –
Campus Universitário do Araguaia
Avenida Universitária n 3500
Pontal do Araguaia - MT
CEP 78698-000

<https://lecea.eco.br>

<http://lattes.cnpq.br/6051379283864910>

<https://orcid.org/0000-0001-5071-3314>



Msc Cleide Carnicer

Universidade do Estado de Mato Grosso
(UNEMAT)

Laboratório de Ecologia e Conservação de
Ecossistemas Aquáticos (LECEA)

Avenida Universitária n 3500

Pontal do Araguaia - MT

CEP 78698-000

<https://lecea.eco.br>

<http://lattes.cnpq.br/1543214227647024>

<https://orcid.org/0000-0003-2045-8775>