

Monitoramento Territorial Independente da Volta Grande do Xingu MATI

Ao IBAMA

Esclarecimentos sobre a "*Análise técnica do 1º Relatório Conjunto do Monitoramento Ambiental e Territorial Independente (MATI) da Volta Grande do Xingu*"

Introdução

A "*Análise técnica do 1º Relatório Conjunto do Monitoramento Ambiental e Territorial Independente (MATI) da Volta Grande do Xingu*" apresentada pela Norte Energia (sem autoria definida) em Dezembro de 2023 contém graves equívocos teóricos no que diz respeito:

- À natureza de um relatório sobre atividades de pesquisa científica em andamento, que difere de um artigo publicado em periódico com revisão por pares. Parte dos resultados obtidos no MATI estão apresentados em manuscritos submetidos ou em preparação para submissão a revistas científicas nacionais e internacionais com revisão por pares. A publicação destes resultados com revisão por pesquisadores especialistas independentes e anônimos garantirá a disponibilidade de dados robustos para as partes interessadas nos efeitos da redução da vazão na Volta Grande do Xingu e para a sociedade. Portanto, o MATI é planejado e executado sob as normas e critérios da pesquisa científica e avaliado pela comunidade científica internacional .

- À valorização do conhecimento dos Povos Indígenas e Povos e Comunidades Tradicionais - PI-PCT (IPLCs: Indigenous People and Local Communities, em inglês) e ao reconhecimento, na literatura científica atual, da necessidade de estabelecer colaborações entre pesquisadores indígenas, ribeirinhos, quilombolas e de outras populações tradicionais e pesquisadores sediados em instituições de pesquisa acadêmica. Isto é essencial para gerar conhecimento integrado e preservar regiões mega diversas como a Amazônia (Malmer et al. 2020, Huaman e Swentzell 2021, Bushman 2022, Hernandez et al. 2022, Jessen et al. 2022, Kimmerer e Artelle 2023, Nóbrega et al. 2023, Orlove et al. 2023, Ribas 2023). Esse reconhecimento do conhecimento

tradicional inclui iniciativas em curso lideradas pelo governo Brasileiro (MCTI, MPI e MMA) no sentido de fortalecer os PI-PCTs para o gerenciamento de dados sobre biodiversidade como estratégia para preservar seus territórios e participar da gestão da biodiversidade.

- À literatura científica qualificada e crescente demonstrando a contribuição e os avanços científicos obtidos nos últimos anos através da pesquisa participativa e da incorporação do Conhecimento Ecológico Local (CEL, ou LEK em inglês, *Local Ecological Knowledge*). Destacam-se, em especial, trabalhos colaborativos publicados em periódicos internacionais de alto impacto sobre ambientes aquáticos, fauna aquática, interações tróficas, pesca, além de impactos antrópicos sobre os ecossistemas aquáticos e a pesca, inclusive trabalhos sobre impactos de barragens (Silvano e Valbo-Jorgensen 2008, Huntington et al. 2017, Silvano e Hallwass 2020, Pereyra et al. 2021, Nunes et al. 2023, Silvano et al. 2023). Estudos ecológicos comparativos também demonstram congruência com o conhecimento ecológico local com precisão equivalente ou mesmo superior à obtida por métodos de pesquisa e monitoramento científico por transectos (10 anos) para estimar a abundância animal na Amazônia (Braga-Pereira et al. 2021).

- À literatura recente que evidencia que sistemas tropicais ecologicamente complexos como a Amazônia e, em escala local, a Volta Grande do Xingu (VGX), podem estar próximos de pontos de não retorno ecológico (*tipping points*) (Staal et al. 2015, Lovejoy e Nobre 2019, Gatti et al. 2021 Boulton et al. 2022, Wunderling et al. 2022, Flores et al. 2024). Portanto, realizar "testes" empíricos sobre a resiliência desses ecossistemas não é uma prática aceitável, em vista do risco de ultrapassar a capacidade desse ecossistema se recuperar.

Apesar dos graves equívocos explicitados acima e do fato de a "análise técnica" apresentada não ser assinada, apresentamos a seguir esclarecimentos sobre pontos específicos do relatório que geraram dúvidas ou críticas em relação aos procedimentos metodológicos e interpretação de dados, no intuito de colaborar com o Ibama na avaliação dos pontos levantados pela "análise técnica", sem autoria definida, apresentada pela Norte Energia SA.

Sobre suposto viés na coleta de dados

A afirmação de que uma suposta “emotividade explícita” no texto do relatório do MATI denotaria falta de independência e conflito de interesse parece desprestigiar a pesquisa participativa (Chambers 1994, Seixas 2005). Esta visão não é sustentada pela ciência contemporânea, que como destacado anteriormente, reconhece a necessidade da pesquisa participativa para entendimento de sistemas ecológicos complexos, cujos processos apresentam elevada heterogeneidade espacial e variabilidade temporal. Portanto, o conhecimento histórico e a presença geográfica são essenciais para compreensão robusta do funcionamento do sistema (Danielsen et al. 2010, 2014, Huntington et al. 2017, Baird et al. 2021, Nunes et al. 2023). Em especial, o conhecimento detalhado sobre as piracemas, seu funcionamento e sua proteção como território estratégico para reprodução dos peixes e das comunidades.

Segundo Stengers (2023), os conhecedores locais podem desempenhar um papel crucial, que deveria ser reconhecido por todos aqueles para quem a racionalidade importa. Pois estes conhecedores participam da produção daquilo que Donna Haraway chama de “saberes situados”. No caso da VGX são fundamentais para o reconhecimento dos impactos sobre um sistema biosociocultural complexo e único. Os resultados preliminares apresentados no relatório do MATI coadunam com outras pesquisas independentes (Zuanon et al. 2020, Pezzuti et al. 2022, Lopes et al. 2024, Johansen et al. 2024), e encontram amplo respaldo na literatura sobre os impactos socioambientais de hidrelétricas, sobretudo na Amazônia (Marmulla 2001, Silvano et al. 2009, Hallwass et al. 2013, Begossi et al. 2018, Doria et al. 2018, Runde et al. 2020, Baird et al. 2021, para citar apenas alguns).

Sobre as piracemas

i) Seleção do Hidrograma Apresentado: a perturbação do pulso de inundação que restringe severamente as piracemas na Volta Grande do Xingu intensificou-se a partir de 2018. Esta perturbação é representada pelo atraso do início da enchente, redução da amplitude de inundação e adiantamento do período de vazante. Assim, estas perturbações são representadas tanto pelo hidrograma do ciclo hidrológico de 2020/2021 quanto pelo hidrograma do ciclo 2022/2023 (Figuras 1 e 2). Em ambos os ciclos hidrológicos, o início da fase de vazante foi iniciado em 01/janeiro e a fase de

vazante foi finalizada em 01/junho. Portanto, ambos hidrogramas representam a redução severa da duração do pulso natural de inundação. Concorda-se que as perturbações operacionais de escala diária a mensal dos ciclos hidrológicos de 2020/2021 e 2022/2023 diferem entre si. Em relação ao comentário sobre "*variações diárias/semanais artificiais*", o relatório preliminar do MATI apenas apresentou um hidrograma para ilustrar a supressão sazonal do pulso de inundação. Análise mais detalhada sobre as perturbações operacionais de escala diária a mensal encontra-se em andamento e será apresentada em artigo submetido a periódico científico. Estas perturbações operacionais incluem por exemplo o aumento em mais de 500% da frequência de hidropicos (em relação à frequência natural) durante fases específicas do pulso de inundação. Os resultados desta análise hidrológica detalhada serão utilizados para proposta de melhoria dos critérios operacionais. Entende-se que as regras operacionais atuais não são suficientes para conservar os ecossistemas aquáticos e de alagamento sazonal da Volta Grande. Isto é ilustrado por exemplo pela persistência dos hidropicos em níveis muito superiores aos naturais, registrados historicamente em período anteriores ao barramento do Rio Xingu.

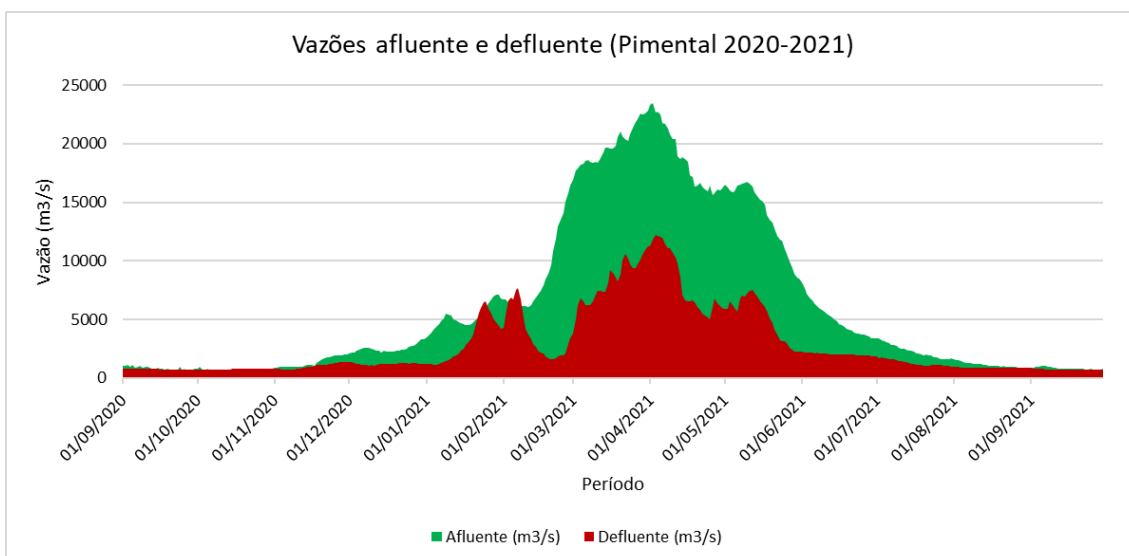


Figura 1. Vazões afluente e defluente (Pimental) durante o ciclo hidrológico 2020-2021. Dados obtidos a partir da plataforma do Operador Nacional do Sistema Elétrico.

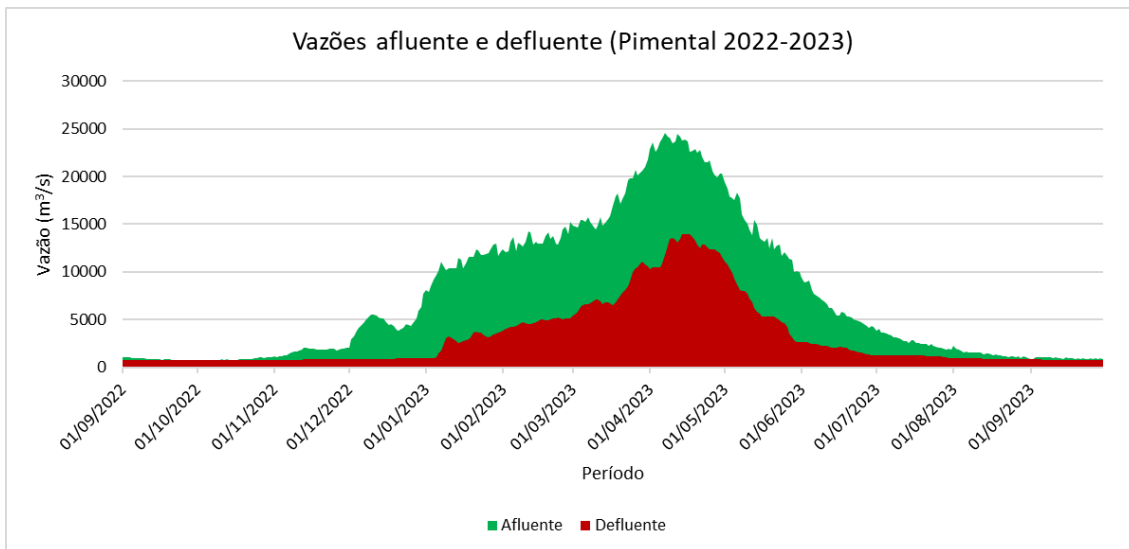


Figura 2. Vazões afluyente e defluente (Pimental) durante o ciclo hidrológico 2022-2023. Dados obtidos a partir da plataforma do Operador Nacional do Sistema Elétrico.

ii) Omissão de Dados de Monitoramento: Como mencionado anteriormente, o documento avaliado na análise técnica da NESA constitui um relatório técnico de acompanhamento dos resultados de pesquisas em curso na VGX, desenvolvidas pelo MATI. A decisão de apresentar resultados de um subconjunto das piracemas monitoradas ($n=5$) resultou de uma avaliação sobre quais piracemas apresentavam dados suficientes até o momento para uma análise inicial. Considerando que o MATI é baseado em pesquisa participativa, as parcerias iniciadas nos últimos meses com a rede de pesquisa com financiamento público (Rede Amazônia +10), possibilitou o incremento de novos pesquisadores locais e de diferentes tipos de piracema, como as piracemas Pregó, Furo do Barracão e Catitu. Devido a sua inclusão mais recente os gráficos não apresentavam um padrão consolidado no momento do relatório. Oportunamente, os dados serão apresentados para as demais piracemas. Porém, as cinco piracemas cujos dados foram apresentados já compõem a espacialização representativa do TVR (Figura 1 do relatório). Isto demonstra que a vazão liberada para a VGX tem sido insuficiente para que ocorra a reprodução dos peixes, mesmo nas piracemas mais baixas monitoradas.

iii) Espacialização dos Locais de Piracemas: A espacialização das piracemas é apresentada na Figura 1 do relatório. Estas piracemas foram escolhidas principalmente devido à sua importância histórica para os moradores da região, mas também pela

proximidade em relação às comunidades tradicionais locais. Esta condição permite que as vistorias sejam praticamente diárias durante o período de enchente, quando espera-se que as piracemas sejam ocupadas pelos peixes em reprodução. Sobre a afirmação de que as informações contidas no relatório do MATI são baseadas em informações pontuais e que carecem de rigor técnico e científico, informa-se que o sistema de monitoramento hidrológico das piracemas do MATI está baseado em um monitoramento fluviométrico que segue rigorosamente os padrões da ANA, como já mencionado, e que isto é feito em oito estações fluviométricas. As réguas linimétricas instaladas na piracemas monitoradas resolvem lacuna dos estudos anteriores, os quais não registram de forma representativa as perturbações da redução da vazão no regime de inundação das piracemas, as quais estão localizadas em igarapés e canais secundários e são de difícil acesso por equipes de pesquisadores externos à VGX. O monitoramento diário do nível d'água nas réguas linimétricas instaladas nas piracemas é acompanhado pelo registro padronizado das condições ambientais das piracemas em fichas de campo e por fotografias que contêm data, hora e coordenadas geográficas. A instalação das réguas foi acompanhada pelo coletivo de pesquisadores de instituições públicas de ensino e pesquisa que dão suporte aos pesquisadores do MATI, os quais também foram os responsáveis pela espacialização atual dos locais de piracema monitorados, pela elaboração dos questionários e pelo treinamento para preenchimento dos mesmos. Desta forma, considera-se que o MATI é o estudo de maior representatividade espacial e temporal do efeito da redução da vazão nas piracemas da VGX, o oposto de observações isoladas. Isto é essencial para compreender os efeitos ecológicos da perturbação hidrológica causada pelo barramento e transposição das águas da VGX. Estas perturbações incluem forte aumento da frequência de hidrôpicos e supressão da amplitude e duração do pulso de inundação. Reforça-se que os dados do MATI são coletados de forma padronizada e sistemática por monitores treinados em pontos estratégicos ao longo de todo o TVR. Algumas localidades contemplam dados coletados em período superior a um ano. Vale ressaltar que a periodicidade de registro de dados nas piracemas monitoradas pelo MATI supera amplamente as visitas a campo das equipes oficiais de monitoramento ecológico da NESA (trimestrais). O monitoramento trimestral não têm acurácia suficiente para detectar os efeitos ecológicos dos movimentos diários do nível da água nas piracemas e o comportamento (reprodutivo) dos peixes nesses locais. O monitoramento do nível de água no canal das piracemas pelas réguas linimétricas, comparado as vazões afluente e defluente, bem como registros

da presença de fauna e flora não havia sido feito em nenhum dos estudos oficiais anteriores. Seu monitoramento refinado pelo MATI permite identificar o impacto da perda do efeito de remanso que o canal principal do rio exerce ao manter ou não o nível de água no interior da piracema.

iv) Inconsistências nos Gráficos Apresentados Sobre as Piracemas Monitoradas:

Não há inconsistência nos dados apresentados, mas sim falta de compreensão do gráfico. O desacoplamento entre a variação do nível da água na piracema e a vazão defluente se deve à perda do efeito de remanso causado pelo rio Xingu no igarapé monitorado (piracema Marcolina, o exemplo mencionado na "análise técnica"). A piracema Marcolina está localizada no igarapé do rio Bacajá. Trata-se de piracema de grotão (cavidades nas margens dos rios escavadas pela chuva) que se comunica com lago e bacia de drenagem do igarapé. A perda do efeito de remanso faz com que o nível da água na piracema tenha maior dependência da precipitação na bacia de drenagem do igarapé. Isto é apontado como um dos principais impactos da redução da vazão nas piracemas da VGX. Assim, há aumento abrupto e episódico do nível da água na piracema devido à precipitação na bacia de drenagem do igarapé e ausência de remanso.. Esse efeito de “repiquete” seria mais frequente e intenso durante a estação chuvosa e representa um grave problema para reprodução de peixes na VGX, pois com o aumento do nível da água, algumas espécies de peixes são estimuladas a desovar, mas o nível da água desce abruptamente (dias) e as ovas dos peixes ficam em ambiente seco. Isto causa alta mortalidade e impede a reprodução dessas espécies. Em suma, o hidrograma aplicado está impedindo a ocorrência da reprodução e alimentação das espécies que dependem das piracemas monitoradas. A manutenção ou o agravamento dessa perturbação acarretará significativas perdas de recursos ecológicos e econômicos, reduzindo a capacidade de resiliência do ecossistema, como já observado na Amazônia (Boulton et al. 2022), com consequências desastrosas para as populações humanas locais. A restauração, se possível, exigiria intervenções drásticas e dispendiosas, resultando em perdas sociais, ambientais e econômicas (Scheffer et al. 2001, Flores et al. 2024).

Sobre a pesca e CPUE – Captura Por Unidade de Esforço

É inverídica a afirmação (página 7, 1º parágrafo) de que a pesca é de muito pequena escala e de subsistência, por ser praticada majoritariamente por indígenas na VGX.

Antes dos acentuados impactos que Belo Monte trouxe ao sistema socioecológico e para a pesca, esta atividade constituía a principal fonte de renda para a população ribeirinha, indígena e não-indígena, como está devidamente documentado no EIA. Além disso, os dados do Componente Indígena do PBA existem somente a partir de 2019, quatro anos após o barramento, não sendo possível uma comparação direta com o rendimento de pesca indígena antes da redução da vazão. Essa é uma falha da empresa que não monitorou populações diretamente afetadas pelo projeto. O monitoramento específico da pesca de subsistência começou em 2018, também após o barramento do Xingu. Tanto os dados do PBA quanto do EIA são dados de desembarques portuários, sendo novamente uma falha do monitoramento da empresa a falta de comparação direta dos dados de CPUE antes do barramento do rio. Concorda-se com a afirmação de que a CPUE deve ser comparada apenas entre o mesmo sistema de produção pesqueira, mas acrescenta-se que a mesma deve ser analisada por artefato, e que os dados devem ser escrutinados ao máximo pela procura por padrões e tendências, sobretudo temporais. Nessa perspectiva, salienta-se a falta de análises mais detalhadas, considerando tamanho e número de anzóis, área total de redes de pesca do tipo malhadeira utilizadas nas pescarias e tempo efetivo despendido em cada pescaria. Relatório anterior do PIPS aponta para aumento expressivo do número de unidades de redes de pesca utilizadas por pescaria, mas isso é descartado do cálculo de CPUE quando a métrica utilizada é de kg-pescador-dia, sem também considerar o tempo gasto nas pescarias, que os moradores do TVR relatam ter aumentado. Isso reduz a capacidade de detecção de diminuição do rendimento e mascara os impactos na pesca. Se os cálculos de CPUE considerassem o esforço real, em horas efetivas de pesca e em número de artefatos, mesmo que analisados separadamente, as tendências apresentadas seriam mais realistas e, possivelmente, demonstrariam tendências negativas mais severas. O próprio relatório deixa isso evidente quando apresenta as diferenças expressivas entre a CPUE da pesca de consumo comercial (19 kg/pescador/dia) e de subsistência (7 kg/pescador/dia), indicando que o detalhamento, incluindo horas efetivas de pesca e de número e tamanho dos artefatos (anzóis e redes de pesca, respectivamente), contribuiria para a detecção robusta de impactos, que é o objetivo primário do PIPS.

Sobre os peixes com deformidades

O registro de impactos não previstos no EIA, bem como o monitoramento da intensidade/mitigação dos impactos originalmente previstos, devem ser apresentados pela empresa ao órgão licenciador, independente de equipe contratada. Assim, cabe a questão sobre o próprio relato da empresa de que, pelo alegado desconhecimento, não investigou/registrou a deformidade corporal nas pescadas-brancas.

Assim, recomendamos que sejam considerados com seriedade os relatos destas deformidades e demais impactos registrados em audiências, fóruns, relatórios, registros audiovisuais da comunidade da VGX e pelo MATI. Além de ter sido alertada pelos pescadores, a empresa tomou conhecimento desta patologia ao menos nos meses que antecederam o envio do manuscrito científico para publicação (maio de 2023), uma vez que autorizou o uso dos dados para a publicação com achado inédito: “First Record of Spinal Deformity in the South American Silver Croaker *Plagioscion squamosissimus* (Eupercaria: Sciaenidae) in the Xingu River, Brazil” (Montag *et al.* 2023).

Os autores registram que os peixes com deformidades analisados no estudo foram coletados na VGX “during a 12-month monitoring program (2021-2022)”. Por fim, Montag *et al.* (2023) agradecem a “Norte Energia S/A and Tractebel” pelo suporte financeiro. Estas especificidades parecem evidenciar algum conhecimento da empresa sobre esta deformidade nas pescadas branca, *Plagioscion squamosissimus*.

Por fim, na seção de discussão sobre as causas do encurtamento e fusão de vértebras nas pescadas, os autores consideram por “primeiro que a redução do fluxo de água devido ao represamento do rio Xingu, podem levar ao aumento de cargas mecânicas nas fases embrionária e larval dos peixes” (Montag *et al.* 2023, p.5). Desta forma, apesar de considerarmos necessária a investigação combinada sobre o papel da concentração de metais pesados e as condições da qualidade da água sobre as patologias. Avaliamos que é urgente investigar estas patologias do desenvolvimento do esqueleto das pescadas, em função da redução da vazão da água na VGX. Pois estudos indicam que mudanças nas condições do fluxo da água podem resultar em alterações espaço-temporais significativas na esquelotogênese, conforme experimentos realizados em laboratório com *zebrafish*, espécie de peixe utilizada como modelo para estudos de desenvolvimento corporal de vertebrados, e também demonstraram que a ossificação e

morfologia saudável das vértebras estava associada a capacidade e intensidade do nado (Fiaz *et al.* 2012, Suniaga *et al.* 2018).

Ainda, no contexto das patologias registradas recentemente para os peixes na VGX, recomendamos que a empresa avalie e monitore a sanidade do pescado consumido e comercializado localmente. Que os impactos não previstos no EIA sejam investigados e monitorados de forma sistemática. Em particular destacamos, que seja monitorando a prevalência das deformidades nas pescadas, a condição nutricional de peixes como por exemplo os piaus (*Leporinus* sp.), bem como infestação de vermes nematódeos no tecido muscular de peixes na Volta Grande do Xingu.

Tal cenário nos faz alertar sobre a manutenção deste ou outro hidrograma, para que não promova patologias nos peixes e outros vertebrados - especialmente porque a pescada branca é fonte importante de proteína alimentar das comunidades indígenas e ribeirinhas.

Sobre Impactos nos tracajás (*Podocnemis unifilis*)

Discorda-se das afirmações de que as análises sobre a variação temporal no tamanho, peso e fator de condição dos tracajás não obedecem à premissa de independência estatística. As análises do MATI incluem quantidade de dados maior e com padronização de esforço, incluindo também animais coletados antes do início da instalação do empreendimento e no âmbito do EIA. Isto confere robustez aos padrões observados. Além disso, as análises foram realizadas apenas com animais capturados por um único método. Isto difere do procedimento que tem sido apresentado nos relatórios referentes aos programas de ecologia e conservação de quelônios no âmbito do PBA. As análises do PBA agrupam animais capturados por diversos métodos, que são altamente seletivos quanto ao tamanho e sexo (Pezzuti *et al.* 2010, Barboza *et al.* 2013, Lacava e Balestra 2019), sobretudo porque as fêmeas são maiores (Pritchard e Trebbau 1984).

As conclusões apresentadas nos referidos estudos do PBA são incorretas, sobretudo porque quelônios são animais de crescimento lento (Moll e Moll 2004), sendo improvável um incremento de tamanho em tão pouco tempo. Além disso, de acordo com os dados e resultados apresentados pelo próprio PBA de quelônios, observa-se um decréscimo contínuo no número médio de ovos por ninho, de 13,27 ovos/ninho em 2013

para 8,95 ovos/ninho em 2022. Como o tamanho da prole é relacionado com o tamanho da fêmea, é impossível que se observe, nesse contexto, um aumento no tamanho das mesmas, assim como no seu número, ao longo do tempo. Essa discrepância indica um claro viés nas análises e resultados que a empresa apresenta. Da mesma forma, a afirmação de que há um aumento do número de desovas é também improvável, e possivelmente reflete um aumento no esforço de procura do que um real aumento do número de ninhos.

Sobre o estado atual das florestas aluviais afetadas pela ausência de alagamento

A avaliação técnica da NESA sugere que o monitoramento independente (MATI) sobre o estado da vegetação aluvial carece de detalhamento metodológico e que "*os resultados, na forma atual, carecem de valor científico e técnico*". No entanto, o método utilizado e descrito no relatório segue a literatura científica (citada no próprio relatório) e adota a mesma lógica espaço-temporal do monitoramento das piracemas, também descrita no relatório. Nesse método, os pesquisadores locais registram a queda de frutos de árvores, comumente consumidos por peixes, no chão da floresta durante o período em que estas deveriam estar alagadas. Trata-se simplesmente da observação e quantificação da porcentagem de propágulos que não são consumidos (e dispersados) pela fauna aquática, situação que impacta toda a cadeia trófica. Essas áreas de monitoramento estão localizadas dentro da floresta alagável, onde os peixes se alimentam e reproduzem. Nesta abordagem, não importa a "*posição em relação à mesma*", como mencionado na avaliação técnica da NESA, pois monitorar a fenologia das árvores na margem do rio não permite verificar se os peixes têm ou não acesso aos frutos no interior da floresta alagável, ao contrário do método aplicado pelo MATI.

Os dados sobre o adensamento de plântulas são confrontados com informações do próprio Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do empreendimento, que revelou um sub-bosque "limpo, com pouca regeneração das espécies do dossel". Este cenário contrasta com o que foi evidenciado pelo monitoramento independente e descrito em detalhes no relatório.

Quanto ao trecho da avaliação técnica que menciona a "*(...) importância de obter mais informações e dados brutos do monitoramento relacionado às florestas aluviais em realização pelo MATI para comparações*", esclarece-se que esses dados integram

manuscrito submetido para em revista científica, onde serão revisados por pares para determinar seu valor científico. Assim, em breve, esses dados estarão acessíveis para análises comparativas. No entanto, em contraposição ao exposto pela empresa, seria crucial que os dados brutos sobre fenologia e monitoramento da vegetação aluvial obtidos pela empresa também fossem disponibilizados, a fim de serem avaliados por especialistas independentes para verificar o valor científico e técnico e as interpretações decorrentes.

Além disso, seria de extrema importância que os dados coletados, que levaram ao resultado mencionado na nota de que “(...) *indicam que os padrões de riqueza e estrutura florestal não sofreram alterações consideráveis com a implantação e operação da UHE Belo Monte e já apontam para uma tendência à estabilidade de mortalidade e recrutamento de indivíduos na área do TVR para as florestas aluviais*”, fossem de conhecimento público. Isso permitiria a avaliação e verificação dos métodos utilizados, os quais carecem de esclarecimentos na nota e nos relatórios apresentados pela empresa. Além disso, a afirmação de suposta “estabilidade da mortalidade” de plantas na área sob influência direta e indireta do empreendimento é altamente questionável (e improvável), haja vista os resultados obtidos em contexto análogo e recentemente publicados sobre a mortalidade tardia (décadas após o represamento) de árvores do igapó do rio Uatumã após a construção e operação da UHE Balbina (Resende et al. 2019; Schöngart et al. 2021).

Sobre as Mudanças na Vegetação Detectadas por Imagens de Satélite

Em relação aos questionamentos do item “Sobre as Mudanças na Vegetação Detectadas por Imagens de Satélite” (pg.9), o método empregado e a correção atmosférica passaram por rigorosa revisão científica por parecerista da Dissertação de Mestrado apresentada na Universidade de São Paulo. Os detalhes dos métodos utilizados podem ser acessados em Molina (2023).

A perda da sazonalidade no alagamento da área de vazão reduzida da VGX é inegável e abrangente. Isto é documentado pela Comissão Europeia com base na análise de dados do satélite Copernicus (<https://global-surface-water.appspot.com/map>). Apesar da fonte no link supracitado não especificar o tipo de substrato alagável, nota-se que parte da região com perda de alagamento sazonal é composta por substratos rochosos, conforme

observações em campo e por sensoriamento remoto. Por consequência, ocorre a substancial perda da vegetação em ambientes alagáveis.

O questionamento sobre as inegáveis perdas de vegetação nas ilhas apresentados no documento da análise técnica necessitam de descrição mais precisa e objetiva. Estas perdas foram previstas e prognosticadas desde os estudos do EIA-RIMA. As imagens são nítidas e permitem observar que a perda de parte da cobertura vegetal da ilha é significativa, ainda que as fotos estejam em resolução diferentes. Quanto à quantificação do fenômeno, este representa dado extremamente importante e que não foi quantificado em estudos oficiais prévios. Considera-se urgente a implantação de monitoramento amplo e detalhado da perda de vegetação das ilhas de floresta aluvial por meio de sensoriamento remoto. Entende-se que a quantificação do fenômeno detectado pela primeira vez no 1º Relatório conjunto do MATI é essencial para avaliar e projetar a perda da floresta alagável da VGX devido à redução de vazão.

Sobre Comunidade de macroinvertebrados aquáticos

É referida a inclusão do monitoramento sobre a comunidade de macroinvertebrados aquáticos em ambientes de corredeiras, reconhecendo a importância destes organismos, que integram significativamente a cadeia trófica e colaboram na transferência de energia nos corpos d'água. Entretanto, a Norte Energia não indica as referências bibliográficas básicas da área de conhecimento, do protocolo adotado, ou as perguntas que pretende responder com esse monitoramento.

Sobre Aves

O primeiro relatório técnico do MATI inclui dados de apenas uma campanha de campo, com amostragens em duas ilhas. Porém, há dados adicionais de monitoramento acústico de aves nos igapós, coletados em diversas localidades da VGX em diferentes fases do ciclo hidrológico. Esses dados estão em fase de sistematização e serão analisados estatisticamente e submetidos para avaliação por pares durante o processo de publicação, o que ocorrerá em breve.

Os monitoramentos realizados no PBA desde 2012, como reiterado na "análise técnica" focam em aves aquáticas e semi-aquáticas, o que é um equívoco, visto que a avifauna especializada nos igapós é a que tem maior potencial de ser afetada pela redução de

vazão e consequente deterioração das florestas alagáveis. Neste sentido, o monitoramento realizado pela NESAs tem baixo potencial de detectar impactos ambientais sobre a avifauna da VGX.

Sobre as conclusões

O MATI é conduzido sob abordagem científica contemporânea respaldada pela comunidade científica internacional. Esta abordagem é essencial para o monitoramento de sistemas ecológicos complexos e de difícil acesso por expedições científicas tradicionais sazonais, as quais têm limitação espacial e temporal para registrar processos de alta heterogeneidade espacial e elevada variabilidade temporal. Um monitoramento integrado no tempo e espaço só é possível por meio da combinação de conhecimentos científicos e conhecimentos genuínos de pesquisadores locais (ribeirinhos e indígenas). Por fim, reiteramos que o MATI, ainda que apenas no seu primeiro relatório, registrou impactos não previstos no EIA. Esses impactos continuarão a ser investigados e monitorados de forma sistemática.

Considerando o acúmulo de impactos novos aos impactos já previstos sobre o modo de vida das comunidades indígenas e ribeirinhas na VGX, o monitoramento realizado por essas comunidades impactadas não pode ser negligenciado.

Assinam este documento os pesquisadores que compõem o MATI:

Adriano Costa Quaresma, Dr. - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Anderson Sampaio - Pesquisador local, Aldeia Miratu, TI Paquiçamba
André O. Sawakuchi, Dr. - Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP
Anne Moreira Costa, Dra. - Bolsista CNPq, Universidade Federal do Pará - UFPA
Camila C. Ribas, Dra. - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA
Camila Duarte Ritter, Dra. - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Clemerson Felix Juruna - Pesquisador local, Aldeia Paquiçamba, TI Paquiçamba
Cristiane C. Carneiro, Dra. – Ministério Público Federal – MPF-Altamira
Douglas Aviz Bastos, Dr. - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Eder Mileno Silva De Paula, Dr. - Universidade Federal do Pará - UFPA
Fabiano do Nascimento Pupim, Dr. - Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP
Fábio Batagini Quinteiro, Dr. - Universidade Federal do Pará – UFPA
Gabriela Zuquim, Dra. - Universidade de Turku, Finlândia
Helena Palmquist, MSc. - Universidade Federal do Pará
Helio Bezerra da Silva - Pesquisador local, Nova Conquista, Volta Grande do Xingu
Ingo D. Wahnfried, Dr. - Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Janice Muriel Cunha, Dra. - Universidade Federal do Pará - UFPA
Jansen Zuanon, Dr. - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (aposentado)
Jayne Juruna - Pesquisador local, Aldeia Paquiçamba, TI Paquiçamba
Josiel Juruna - Coordenador local, Aldeia Miratu, TI Paquiçamba
Josimary Abreu Nunes- Pesquisadora local, Maranhenses, Volta Grande do Xingu
Juarez Pezzuti, Dr. - Universidade Federal do Pará - UFPA
Micaeli Souza Santos- Pesquisadora local, Rio das Pedras, Volta Grande do Xingu
Ocimara Pereira Juruna - Pesquisadora local, Aldeia Papekuri, Terra Indígena Paquiçamba
Orcylene Barbosa dos Reis - Pesquisadora local, Bacajá, Volta Grande do Xingu
Paulo dos Passos Ferreira - Pesquisador local, Bacajá, Volta Grande do Xingu
Raimundo da Cruz e Silva- Pesquisador local, Goianinho, Volta Grande do Xingu
Rosilene Sousa dos Santos - Pesquisador local, Goianinho, Volta Grande do Xingu
Ronald Txakui Juruna - Pesquisador local, Aldeia Furo Seco, TI Paquiçamba
Sara Rodrigues Lima - Pesquisadora local, Ilha da Baleia, Volta Grande do Xingu
Sebastião Bezerra Lima- Pesquisador local, Ilha do Amor, Volta Grande do Xingu
Thaís Mantovanelli, Dra. - Instituto Socioambiental
Tamires Oliveira, MSc. - Universidade Federal do Pará

Referências:

Arantes, C.C.; Laufer, J.; Pinto, M.D.d.S.; Moran, E.F.; Lopez, M.C.; Dutka-Gianelli, J.; Pinto, D.M.; Chaudhari, S.; Pokhrel, Y.; Doria, C.R.C. 2022. Functional Responses of Fisheries to Hydropower Dams in the Amazonian Floodplain of the Madeira River. *J. Appl. Ecol.* , 59, 680–692.

Baird, I.G., Silvano, R.A., Parlee, B., Poesch, M., Maclean, B., Napoleon, A., Lepine, M. and Hallwass, G., 2021. The downstream impacts of hydropower dams and indigenous and local knowledge: Examples from the Peace–Athabasca, Mekong, and Amazon. *Environmental Management*, 67, pp.682-696.

Barboza, R.S.L., Barboza, M.S.L. and Pezzuti, J.C.B., 2013. " Estava pescando de malhadeira, vi na praia uns cascos brilhando, era luar, abeirei a terra e fui pegar": práticas de pesca de quelônios na várzea Amazônica (Santarém-PA). *Amazônica-Revista de Antropologia*.

Bayley, P.B., Castello, L., Batista, V.S. and Fabré, N.N., 2018. Response of *Prochilodus nigricans* to flood pulse variation in the central Amazon. *Royal Society open science*, 5(6), p.172232

Begossi, A., Salivonchyk, S.V., Hallwass, G., Hanazaki, N., Lopes, P.F.M., Silvano, R.A.M., Dumaresq, D. and Pittock, J. 2018. Fish consumption on the Amazon: a review of biodiversity, hydropower and food security issues. *Brazilian Journal of Biology*, 79, pp.345-357.

Boulton, C. A., Lenton, T. M. & Boers, N. Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. *Nat. Clim. Chang.* 12, 271–278 (2022).

Braga-Pereira, F., Morcatty, T. Q., El Bizri, H. R., Tavares, A. S., Mere-Roncal, C., González-Crespo, C., Bertsch, C., Rodriguez, C. R., Bardales-Alvites, C., von Mühlen, E. M., Bernárdez-Rodríguez, G. F., Paim, F. P., Tamayo, J. S., Valsecchi, J., Gonçalves, J., Torres-Oyarce, L., Lemos, L. P., de Mattos Vieira, M. A. R., Bowler, M., ... Mayor, P. (2021). Congruence of local ecological knowledge (LEK)-based methods and line-transect surveys in estimating wildlife abundance in tropical forests. *Methods in Ecology and Evolution*, 00, 1–14. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13773>

Buschman, V. Q. Framing co-productive conservation in partnership with Arctic Indigenous peoples. *Conserv. Biol.* 36, e13972 (2022).

Castello, L., Bayley, P.B., Fabr e, N.N. and Batista, V.S., 2019. Flooding effects on abundance of an exploited, long-lived fish population in river-floodplains of the Amazon. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 29(2), pp.487-500.

Castello, L., Isaac, V.J. and Thapa, R., 2015. Flood pulse effects on multispecies fishery yields in the Lower Amazon. *Royal Society Open Science*, 2(11), p.150299.

Chambers. R. 1994. The origins and practice of Participatory rural appraisal. *World Development* 22(7):953-969.

Danielsen, F., Burgess, N. D., Jensen, P. M., & Pirhofer-Walzl, K. 2010. Environmental monitoring: the scale and speed of implementation varies according to the degree of peoples involvement. *Journal of Applied Ecology*, 47(6), 1166-1168.

Danielsen, F.; P. M. Jensen; N.D. Burgess; R. Altamirano; P.A. Alviola; H. Andrianandrasana; J.S. Brashares; A.C. Burton; I. Coronado; N. Corpuz; M. Enghoff; J. Fjeldsa; M. funder; S. Holt; H. Hubertz; A. E. Jensen; R.Lewis; J. Massao; M.M. Mendoza; Y. Ngaga; C.B. Pipper; M.K. Poulsen; R.M. Rueda; M.K. Sam; T. Skielboe;

M. Sorensen & R. Young, R. 2014. A Multicountry Assessment of Tropical Resource Monitoring by Local Communities. *BioScience*, 64(3), 236-251.

Dias, A., Fonseca, A., Paglia, A. 2017. Biodiversity monitoring in the environmental impact assessment of mining projects: a (persistent) waste of time and money? *Perspect. Ecol. Conserv.*, 15, 206-208. doi: 10.1016/J.PECON.2017.06.001

Doria, C.R.C., Athayde, S., Marques, E.E., Lima, M.A.L., Dutka-Gianelli, J., Ruffino, M.L., Kaplan, D., Freitas, C.E. and Isaac, V.N. 2018. The invisibility of fisheries in the process of hydropower development across the Amazon. *Ambio*, 47(4), pp.453-465.

Fiaz AW, Léon-Kloosterziel KM, Gort G, Schulte-Merker S, van Leeuwen JL, Kranenbarg S (2012) Swim-Training Changes the Spatio-Temporal Dynamics of Skeletogenesis in Zebrafish Larvae (*Danio rerio*). *PLoS ONE* 7(4): e34072. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034072>

Flores, B. M., Montoya, E., Sakschewski, B., Nascimento, N., Staal, A., Betts, R. A., ... & Hirota, M. (2024). Critical transitions in the Amazon forest system. *Nature*, 626(7999), 555-564.

Gatti, L. V. et al. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature* 595, 388–393 (2021).

Hallwass, G., Lopes, P.F., Juras, A.A. and Silvano, R.A. 2013. Fishers' knowledge identifies environmental changes and fish abundance trends in impounded tropical rivers. *Ecological Applications*, 23(2), pp.392-407.

Hernandez, J., Meisner, J., Jacobs, L. A. & Rabinowitz, P. M. Re-Centering Indigenous Knowledge in climate change discourse. *PLOS Clim.* 1, e0000032 (2022).

Huaman, E. S. & Swentzell, P. Indigenous education and sustainable development: rethinking environment through indigenous knowledges and generative environmental pedagogies. *jaie* 60, 7–28 (2021).

Huntington, H.P., Begossi, A., Gearheard, S.F., Kersey, B., Loring, P.A., Mustonen, T., Paudel, P.K., Silvano, R.A. and Vave, R. 2017. How small communities respond to environmental change: patterns from tropical to polar ecosystems. *Ecology and Society*, 22(3).

Isaac, Victoria J., Leandro Castello, Paulo R. Brasil Santos, and Mauro L. Ruffino. 2016. Seasonal and interannual dynamics of river-floodplain multispecies fisheries in relation to flood pulses in the Lower Amazon. *Fisheries Research* 183: 352-359.

Jessen, T. D., Ban, N. C., Claxton, N. X. & Darimont, C. T. Contributions of Indigenous Knowledge to ecological and evolutionary understanding. *Front. Ecol. Environ.* 20, 93–101 (2022).

Johansen, I.C., Calvi, M.F., Luz, V.G., Segall-Corrêa, A.M., Arantes, C.C., Isaac, V.J., Utsunomiya, R., Reis, V.C.E.S. and Moran, E.F., 2024. Poverty–Food Insecurity Nexus in the Post-Construction Context of a Large Hydropower Dam in the Brazilian Amazon. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(2), p.155.

Kimmerer, R.W. & Artelle, K. A. 2023. Time to support Indigenous science. *Science* 383 (6680), . DOI: 10.1126/science.ado0684.

Lacava, R.V. and Balestra, R.A.M. 2019. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Quelônios Amazonicos. Ibama, Brasília, p.192.

Lopes, P.F., Cousido-Rocha, M., Silva, M.R., Carneiro, C.C., Pezzuti, J.C., Martins, E.G., De Paula, E.M., Begossi, A. and Pennino, M.G., 2024. Droughts and controlled rivers: how Belo Monte Dam has affected the food security of Amazonian riverine communities. *Environmental Conservation*, 51(1), pp.27-35.

Lovejoy, T. E. & Nobre, C. Amazon tipping point: last chance for action. *Sci. Adv.* 5, eaba2949 (2019).

Malmer, P., Vanessa, M., Austin, B. & Tengö, M. Mobilisation of indigenous and local knowledge as a source of useable evidence for conservation partnerships. In: *Conservation Research, Policy and Practice* 82–113 (Cambridge University Press, 2020). <https://doi.org/10.1017/9781108638210.006>.

Marmulla, G. 2001. Dams, fish and fisheries: Opportunities, challenges and conflict resolution. FAO Fisheries Technical Paper, 419, Rome, FAO, 166p.

Molina, K.I.A.F. 2023. Changes in the Xingu River flooded vegetation caused by Belo Monte Dam: an approach using cointegration analysis and remote sensing images. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 40p.

Nóbrega, R.L.B., Alencar, P.H.L., Baniwa, B. et al. Co-developing pathways to protect nature, land, territory, and well-being in Amazonia. *Commun Earth Environ* 4, 364 (2023). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01026-7>

Nunes, C.B., Vieira, K.C., Pereyra, P.E., Hallwass, G., Cunha, C.V. and Silvano, R.A., 2023. 'From the sky to the ground': fishers' knowledge, landscape analysis and hydrological data indicate long-term environmental changes in Amazonian clear water rivers. *Science of The Total Environment*, 904, p.166763.

Orlove, B. et al. Placing diverse knowledge systems at the core of transformative climate research. *Ambio* 52, 1431–1447 (2023).

Páez, V.P., Correa, J.C., Cano, A.M. and Bock, B.C. 2009. A comparison of maternal and temperature effects on sex, size, and growth of hatchlings of the Magdalena river turtle (*Podocnemis lewyana*) incubated under field and controlled laboratory conditions. *Copeia*, 2009(4), pp.698-704.

Pereyra, P.E.R., Hallwass, G., Poesch, M. and Silvano, R.A.M./ 2021. 'Taking fishers' knowledge to the lab': an interdisciplinary approach to understand fish trophic relationships in the Brazilian amazon. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, p.723026.

Pezzuti, J.C.B., J. Zuanon, C. Ribas, F. Wittmann, F. d'Horta, A.O. Sawakuchi, P.F.M. Lopes, C.C. Carneiro, A. Akama, B.R. Garzón, T. Mantovanelli, P.M., Fearnside & L.C. Stringer. 2022. Belo Monte through the food-waterenergy nexus: The disruption of a unique socioecological system on the Xingu River. pp. 22-40 In: F.A. Moreira, M.D. Fontana, T.F. Malheiros & G.M. Di Giulio (eds.) *The Water-EnergyFood Nexus: What the Brazilian Research Has to Say*. School of Public Health, University of São Paulo, São Paulo, SP, Brazil. 291 pp.

Pezzuti, J.C.B.; R.S.L. Barboza; I. Nunes, P.S. Miorando, L. Fernandes. 2010b. Etnoecologia e conservação de quelônios amazônicos: um estudo de caso. Em: A Etnozoologia no Brasil: Importância, Status atual, e perspectivas futuras (R.R.N. Alves, ed.). NUPPEA, Recife, 321p.

Resende, A.F., Schöngart, J., Streher, A.S., Ferreira-Ferreira, J., Piedade, M. T. F., Silva, T. S. F. 2019. Massive tree mortality from flood pulse disturbances in Amazonian floodplain forests: The collateral effects of hydropower production. *Sci Total Environ* 659:587–598. doi: [10.1016/j.scitotenv.2018.12.208](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.208)

Ribas, C. C. 2023. Escaping Darwin’s shadow: how Alfred Russel Wallace inspires Indigenous researchers. *Nature*, v. 613, p.24. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-04508-4>

Runde, A., Hallwass, G. and Silvano, R.A., 2020. Fishers' knowledge indicates extensive socioecological impacts downstream of proposed dams in a Tropical River. *One Earth*, 2(3), pp.255-268.

Santos, L.R.G. 2023. UHE Belo Monte e a soberania alimentar dos povos indígenas na Volta Grande do Xingu. PPGDSTU/NAEA, UFPA, Belém, 96p.

Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J. A., Folke, C., & Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413(6856), 591-596.

Schöngart, J., Wittmann, F., Resende, Assahira, C., Lobo, G.S., Neves, J.R.D., Rocha, M., Mori, G.B., Quaresma, A.C., Demarchi, L.O., Weiss, B.A., Feitosa, Y.O., Costa, G.S., Feitosa, G.V., Durgante, F.M., Lopes, A., Trumbore, S. E., Silva, T.S.F., ter Steege, H., Val, A.L., Junk, W., Piedade, M.T.F, 2021. The shadow of the Balbina dam – a synthesis of over 35 years of downstream impacts on floodplain forests in Central Amazonia. *Aquat Conserv Mar Freshw Ecosyst* 31:1117–1135. doi: [10.1002/aqc.3526](https://doi.org/10.1002/aqc.3526)

Seixas, C.S. 2005. Abordagens e Técnicas Participativas em Recursos Naturais. p. 73-105. In: Vieira, P.F; Berkes F., SEIXAS, C.S. *Gestão Integrada e Participativa de Recursos Naturais: Conceitos , Métodos e Experiências*. Florianópolis – SC. Secco, APED. 416P.

Silvano, R.A. and Valbo-Jørgensen, J. 2008. Beyond fishermen's tales: contributions of fishers' local ecological knowledge to fish ecology and fisheries management. *Environment, Development and Sustainability*, 10, pp.657-675.

Silvano, R.A., Baird, I.G., Begossi, A., Hallwass, G., Huntington, H.P., Lopes, P.F., Parlee, B. and Berkes, F., 2023. Fishers' multidimensional knowledge advances fisheries and aquatic science. *Trends in Ecology & Evolution*, 38(1), pp.8-12.

Silvano, R.A., Juras, A.A. and Begossi, A. 2009. Clean energy and poor people: ecological impacts of hydroelectric dams on fish and fishermen in the Amazon rainforest. In V International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development and II International Conference on Landscape Architecture (pp. 139-147).

Silvano, R.A.M. and Hallwass, G. 2020. Participatory research with fishers to improve knowledge on small-scale fisheries in tropical rivers. *Sustainability*, 12(11), p.4487.

Staal, A., Dekker, S. C., Hirota, M. & van Nes, E. H. Synergistic effects of drought and deforestation on the resilience of the south-eastern Amazon rainforest. *Ecol. Complex.* 22, 65–75 (2015).

Stengers, I. 2023. Uma outra ciência é possível. Bazar do Tempo, Rio de Janeiro, 1a. ed., p.216.

Suniaga, S., Rolvien, T., vom Scheidt, A. *et al.* (2018). Increased mechanical loading through controlled swimming exercise induces bone formation and mineralization in adult zebrafish. *Sci Rep* 8, 3646. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21776-1>

Zuanon, J., Sawakuchi, A., Camargo, M., Wahnfried, I., Sousa, L., Akama, A., Muriel-Cunha, J., Ribas, C., D'Horta, F., Pereira, T. and Lopes, P., 2020. Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundações, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu. *Papers do NAEA*, 28(2): 1-43

Wunderling, N. et al. Recurrent droughts increase risk of cascading tipping events by outpacing adaptive capacities in the Amazon rainforest. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 119, e2120777119 (2022).

