INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
COORDENAÇÃO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE HIDRELÉTRICAS, OBRAS E ESTRUTURAS FLUVIAIS
SCEN Trecho 2 - Ed. Sede do IBAMA - Bloco B - Sub-Solo, - Brasília - CEP 70818-900

Parecer Técnico nº 17/2021-COHID/CGTEF/DILIC

Número do Processo: 02001.011114/2020-52

Empreendimento:

Interessado: NORTE ENERGIA S.A

Assunto/Resumo: **Estudos Complementares do Trecho de Vazão Reduzida da Volta Grande do Xingu**

I. INTRODUÇÃO

O presente parecer tem o objetivo de avaliar os documentos encaminhados pelas correspondências **CE 0417/2020-SSAI** de 06/07/2020 (SEI 7922042) e **CE 0869/2020-SSAI** de 12/11/2020 (SEI 8755039) referentes à primeira e segunda parte dos Estudos Complementares ao ***Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu*** (Plano 14).

Entre os objetos de motivação para o parecer está o cumprimento das Condicionante Específica 2.22 da LI nº 795/2011, e Condicionantes Específicas 2.16 e 2.17 da LO nº 1317/2015, sobre o "Hidrograma de Consenso" proposto pela NESA como medida de mitigação de impactos no TVR, principalmente aqueles ligados à magnitude dos prejuízos na navegabilidade e na manutenção da biodiversidade aquática em curso.

Até o momento, constam no processo administrativo os seguintes documentos relacionados ao TVR:

- Parecer Técnico nº 34/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 4458693), 01/03/2019: Relatório parcial de acompanhamento da execução do PBA, entre eles do Projeto de Monitoramento Hidrossedimentológico (PBA 11.1.1);
- Parecer Técnico nº 38/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 4686398), 27/03/2019: Relatório Parcial de acompanhamento da execução do PBA, para os Projetos de Monitoramento de Níveis e Vazões (PBA 11.1.2) e de Monitoramento da Largura, Profundidade e Velocidade em Seções do TVR (PBA 11.1.3);
- Parecer Técnico nº 54/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 4979775), 06/05/2019: Relatório Parcial de acompanhamento da execução do PBA, para os Projetos de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas (PBA 11.3.1) e da Qualidade das Águas Subterrâneas (PBA 11.3.2);
- Parecer Técnico nº 66/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 5163987), 03/06/2019: Relatório Parcial de acompanhamento da execução do PBA, para os Projetos de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água (PBA 11.4.1) e Controle de Macrófitas Aquática (PBA 11.4.2);
- Parecer Técnico nº 99/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 5856136), 04/09/2019: Analisa a Modelagem Matemática de Qualidade da Água - Períodos de Estiagem, desconsiderando o TVR nas simulações;
- Parecer Técnico nº 111/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 6113519), 04/10/2019: Análise preliminar da Volta Grande do Xingu. Aponta uma série de dados não contemplados no processo e a necessidade de estudos complementares;
- Parecer Técnico nº 109/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 6091661), 07/10/2019: Analisou até o 15° Relatório Consolidado de Andamento do Projeto Básico Ambiental da Usina Hidrelétrica Belo Monte e condicionantes da Licença de Operação n° 1317/2015;
- Relatório de Vistoria nº 18/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 6370852), 11/11/2019: Relatou vistoria realizada no período de 14 a 18/10/2019, na área de abrangência da UHE Belo Monte, localizada no rio Xingu, nos municípios de Altamira, Vitória do Xingu, Senador José Porfírio, Brasil Novo e Anapu, no Pará. Anexos SEI 6370886 e 6370921, 6370944 a 6371100;
- Memória de Reunião nº 40/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 6403423), 13/11/2019: Define as premissas para elaboração dos *Estudos Complementares do TVR* e os cronogramas de entrega – junho/2020 (NÃO cumprido);
- CE 0770/2019-SSAI (SEI 6398510), 12/11/2019: Encaminha a Nota Técnica NE-PR-SSAI-NT-0323-0, referente ao Estudos Complementares do Trecho de Vazão Reduzida;
- Parecer Técnico nº 128/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 6477325), 26/11/2019: Avalia a Nota Técnica NE-PR-SSAI-NT-0323-0 - Estudos Complementares do Trecho de Vazão Reduzida, com previsão da entrega do estudo hidráulico até o final do PRIMEIRO semestre de 2020;

- Ofício nº 971/2019/COHID/CGTEF/DILIC (SEI 6480507), 28/11/2019: Encaminha o Parecer Técnico nº 128/2019, reforçando a entrega do estudo no primeiro semestre de 2020;
- Parecer Técnico nº 133/2019-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 6574281), 17/12/2019: Avaliação do TVR. Indícios de precariedade do Hidrograma NESA (HCA e HCB) na manutenção da biodiversidade do TVR e de falhas na aplicação do Índice de Sustentabilidade Socioambiental (ISSA);
- CE 0309/2020 – SSAI (SEI 7700386) e CE 0404/2020 – SSAI (SEI 7885488), 01 e 30/06/2020: Nova previsão de entrega dos estudos complementares para novembro/2020;
- Ofício nº 437/2020/COHID/CGTEF/DILIC (SEI 7893436), 03/07/2020: Responde a CE 0309/2020-SSAI, determinando a entrega o SRO em julho/2020 e a MMH2D impreterivelmente em novembro/2020, sob prejuízos para implementação do hidrograma de consenso em 2021;
- CE 0417/2020-SSAI (SEI 7922042), 06/07/2020: Encaminha Estudo complementar parcial do TVR referente ao sensoriamento remoto e definição manchas inundação;
- CE 0441/2020 – SSAI (SEI 8024805), 22/07/2020: Disponibilizado para consulta uma plataforma WebGis arquivos raster e vetoriais utilizados no relatório, porém, de acesso limitado às informações requeridas.
- CE 0476/2020 – SSAI (SEI 8119581), 06/08/2020: Entrega parcial de documentos complementares, mantendo pendências notificadas via e-mail (SEI 8180895);
- CE 0869/2020-SSAI (SEI 8755039), 12/11/2020: Encaminha os resultados da MMH2D dos Estudos Complementares do TVR;
- Parecer Técnico nº 126/2020-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 8147373), 14/08/2020: Análise integrada dos projetos associados ao Programa de Monitoramento Hidráulico, Hidrológico e Hidrossedimentológico (PBA 11.1) relacionada ao 17º Relatório Consolidado;
- Nota Técnica nº 18/2020/COHID/CGTEF/DILIC (SEI 8537837), 13/10/2020: Processo nº 00807.006106/2020-93. Apresenta histórico sobre a proposição do "Hidrograma de Consenso" como medida de mitigação no TVR, dos impactos relacionados com a biota aquática e das comunidades indígenas e tradicionais na VGX, e da avaliação da equipe técnica do Ibama sobre a insuficiência do hidrograma face aos atuais estudos que fazem parte do processo de licenciamento ambiental, em atendimento à TRF 1ª Região - Agravo de Instrumento n° 1032546-28.2020.4.01.0000 interposto pela Norte Energia;
- Parecer Técnico nº 164/2020-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 8566657), 16/10/2020: Análise do Programa de Monitoramento do Microclima Local (PBA 11.5) relacionada ao 17º Relatório Consolidado. Dados analisados conjuntamente com resultados do Programa 11.1;
- CE 0918/2020-SSAI (SEI 8795247), 19/11/2020: Reenvio do Modelo Digital de Terreno (MDT) e das Curvas de Nível utilizados no Sensoriamento Remoto Orbital (SRO) das manchas de inundação do Trecho de Vazão Reduzida (TVR);
- Parecer Técnico nº 185/2020-COHID/CGTEF/DILIC (SEI 8842328), 27/11/2020: Análise dos Programas 10.1 e 10.2 do 17º Relatório Consolidado da UHE Belo Monte;
- Nota Técnica nº 21/2020/COHID/CGTEF/DILIC (SEI 8945899), 11/12/2020: Processo nº 02001.027267/2020-11. Apresenta informações sobre determinações vigentes sobre o Hidrograma de Consenso proposto para TVR/VGX e demais providências, em atendimento à 9ª Vara Federal Cível da SJDF;
- Carta FASE nº 197/2020 (SEI 9031623), 28/12/2020: Manifestação em defesa ao Hidrograma de Consenso pelo Fórum das Associações do Setor Elétrico (FASE);
- Nota Técnica nº 22/2020/COHID/CGTEF/DILIC (SEI 9008175), 21/12/2020: Avalia se houve descumprimento da manutenção de vazões remanescentes ao TVR inferiores ao Hidrograma Provisório ou ao Hidrograma B no ano de 2020, em especial nos meses de outubro e novembro, em atendimento à PRM-Altamira;
- Carta ANE Brasil (SEI 9052517), 30/12/2020: Manifesto da Academia Nacional de Engenharia à decisão do Ibama em manter hidrograma provisório, apelando para que seja revertida a situação e permitida a UHE Belo Monte a operação determinada pelo hidrograma B em 2021;
- CE 005/2021-PR (SEI 9117736), 14/01/2021: Recursos Administrativo contra a implementação do hidrograma provisório em janeiro/2021;
- Despacho nº 9093590/2021-DILIC (SEI 9093590), 14/01/2021: Encaminha posição da DILIC ao recurso administrativo interposto pela empresa Norte Energia, referente à alteração pelo Ibama do Hidrograma de Consenso da UHE Belo Monte para o mês de janeiro de 2021.

Encontra-se em análise final o Projeto 11.4 encaminhado pelos 17º e 18º Relatório Consolidado, interrompido pela dar prioridade ao presente parecer técnico.

Uma avaliação preliminar do Plano 14 foi realizada pelo **Parecer Técnico nº 111/2019**, onde se verificou a necessidade de estudos complementares capazes de responder a seguintes questões:

> *1) Quais eram as manchas de inundação no TVR em vazões naturais (vazões de referência) sazonalmente? Qual o tempo médio de permanência do NA em cotas elevadas no ciclo hidrológico médio?*
>
> *2) Quais são as manchas de inundação no TVR em vazão regularizada (Hidrograma A e B) sazonalmente?*
>
> *3) Quais eram os pontos chaves de alimentação/reprodução de peixes anteriormente à instalação do TVR? E quais eram os de quelônios? Tais pontos foram mantidos?*
>
> *5) Qual era a área de floresta aluvial inundada periodicamente em estação de águas altas antes do empreendimento, e qual o tempo médio dessas inundações? Qual é a área que deixou de ser inundada com a instalação do TVR, e qual o período máximo que essas*

ficam inundadas hoje?

Posteriormente, o Plano 14 passou por uma análise mais detalhada, **Parecer Técnico nº 133/2019**, que já mostrou indícios de precariedade do "Hidrograma de Consenso" quanto à manutenção da biodiversidade do TVR e por falhas na aplicação do "Índice de Sustentabilidade Socioambiental" (ISSA) como forma de acompanhar os programas/projetos ambientais e integração de seus resultados. Também indicou a impraticabilidade do **HCA** e confirmou a necessidade urgente dos estudos complementares ainda antes dos 6 anos dos testes previstos. Enquanto não fosse finalizado e analisado o referido estudo, foi recomendado pelo Ibama a manutenção de um "Hidrograma Provisório" (princípio da precaução) obtido a partir das vazões médias mensais praticadas no TVR entre 2016 e 2018, período em que os impactos já foram significativos mesmo as vazões sendo superiores ao teto do **HCB** em sua integralidade.

Hidrograma	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	1.100	1.600	2.500	4.000	1.800	1.200	1.000	900	750	700	800	900
B	1.100	1.600	4.000	8.000	4.000	2.000	1.200	900	750	700	800	900
Provisório	**3.100**	**10.900**	**14.200**	**13.400**	**5.200**	**1.800**	**1.300**	**900**	**750**	**760**	**1.000**	**1.200**

Consideradas as evidências documentais de que os Hidrogramas A e B NÃO foram oriundos de discussão técnicas envolvendo o Ibama, mas de uma decisão unilateral por parte do empreendedor, este parecer se restringe a referir aos mesmos como HIDROGRAMAS DE TESTE e não de consenso. Em teoria, os valores mínimos e máximos propostos foram definidos a partir da viabilidade de navegação ($Q_{TVR} \geqslant 700$ m³/s), minimização de impactos sobre a ictiofauna de pedrais ($Q_{TVR} \geqslant 4.000$ m³/s) e garantia de frutificação em florestas aluviais / reprodução de outras espécies ($Q_{TVR} \geqslant 8.000$ m³/s).

O **Parecer Técnico nº 128/2019** já havia avaliado a proposta para o *Estudos Complementares do TVR* apresentada pela NESA, não observando óbices desde que acrescido de mapa de direção e velocidade de fluxo na região do TVR. As premissas para sua elaboração e os cronogramas de entrega foram acordadas previamente em reuniões entre Ibama e a empresa, **Memória de Reunião nº 40/2019,** com entrega de mapas e modelagens até junho/2020, data essa NÃO cumprida pela NESA. Somente em novembro/2020 a empresa entregou o documento final da Modelagem Matemática Hidrodinâmica do TVR, o que provocou um ATRASO substancial no cronograma de análise pelo Ibama e, em consequência, manter por mais tempo a exigência de manutenção do Hidrograma Provisório.

Na primeira semana de janeiro/2021, foi encaminhada, via e-mail, uma apresentação referente aos impactos socioambientais no TVR segundo previstos no EIA e verificados no Plano 14, incluindo resumo das *Ações de Monitoramento, Mitigação e Compensação*. No documento, a empresa traz comentários às alegações do MPF e aponta medidas mitigatórias e compensatórias, articulações institucionais e o plano de fortalecimento comunitário. Por último disserta sobre o atendimento ao Hidrograma Provisório e os resultados parciais dos Estudos Complementares, objetos da presente análise pelo Ibama.

Na reunião via *Teams* de 07/01/2021, a princípio com foco nos *Eixos dos Estudos Complementares do Trecho de Vazão Reduzida da UHE Belo Monte* em resposta parcial aos questionamentos do Parecer Técnico nº 111/2019, estavam presentes somente os técnicos de meio físico e de fauna terrestre da equipe de Belo Monte, ficando acertado uma segunda reunião para discussão do tema, ainda a ser definida.

Por uma questão de ordem, a análise dos documentos pelo presente parecer técnico foi iniciada pelo estudo referente ao sensoriamento remoto (1ª parte) pressupondo que esse tenha servido de base para a modelagem hidrodinâmica do TVR (2ª parte). Na sequência, a análise sofreu uma inversão de prioridade começando pelo referencial teórico da modelagem com fins de conhecer o processo de construção do MDT, de definição do domínio do modelo, construção da malha, intervalo computacional, dados de entrada, calibração/validação e seus resultados, para finalmente avaliar os produtos e resultados das análises.

Para fins de compreensão do texto são adotadas as seguintes abreviaturas e siglas:

A: Área da seção transversal (m^2)
ADA: Área Diretamente Afetada
AID: Área de Influência Direta do Empreendimento

AII: Área de Influência Indireta do Empreendimento

BCJ: Bacajá
BH: Bacia Hidrográfica

CC: Canal Central

CD: Canal de Derivação
CE: Período de cheia no ciclo hidrológico
CR: Canal de Restituição
CH: Ciclo Hidrológico
CN: Curva de Nível
CP: Curva de Permanência
DEM: Modelo de Elevação Digital
EN: Período de enchente no ciclo hidrológico
F[i]: Fase de LI anterior ao enchimento dos reservatórios e estabelecimento do TVR
F[ii]: Fase de LO com estabelecimento do TVR, subdividida em:
F[iia]: Enchimento / **F[iib]:** Pós enchimento
IG: Igarapés
IGI: Igarapés interceptados pelos diques
H: Profundidade seção (m)
h: Profundiade de coleta (m)
HC: Hidrogramas de Teste:
HCA: Menor Q no TVR / **HCB:** Maior Q no TVR

HP: Hidrograma Provisório proposto pelo PT nº 133/2019

L: Largura da seção (m)
MD: Margem Direita
MDT: Modelo Digital de Terreno (solo nú)

MDS: Modelo Digital de Superfície (+ objetos sobre solo)

ME: Margem Esquerda
MMH2D: Modelagem Hidrodinâmica Bidimensional

MMQA: Modelagem Matemática de Qualidade da Água

NA: Nível d'água superficial (m ou cm) / Cotas.
NA_f: Nível d'água lençol freático (0 ou cm)/cota
PP: Precipitação (mm)
Q: Descarga Líquida / Vazão (m^3/s)
QA: Qualidade da Água
RI: Reservatório Intermediário
RX: Reservatório Xingu
SBM: Sítio Belo Monte
SC: Período de seca no ciclo hidrológico
SP: Sítio Pimental

TRV: Trecho de Restituição de Vazão

TVR: Trecho de Vazão Reduzida
UG: Unidades Geradoras
UBM: Usina Belo Monte
UP: Usina Pimental
V: Velocidade de Fluxo (m/s)
VGX: Volta Grande do Xingu
VZ: Período de vazante no ciclo hidrológico

As Figuras e Gráficos citados ao longo desta análise técnica encontram-se no Anexo 01 (SEI 9229695).

Por fim, os períodos denominados ***Chuva*** e ***Estiagem*** foram representados pelos meses que irão de janeiro-abril e de junho-outubro, respectivamente, enquanto para vazão de ***Cheia*** e ***Seca*** os meses de março-maio e de agosto-novembro. Esses limites foram determinados a partir dos dados de monitoramento do Plano 11 encaminhados pelos 17º e 18º Relatórios Consolidados, GRÁFICO 01, Anexo I.

II. ANÁLISE DOS DADOS APRESENTADOS

Em rápida passagem pelo processo administrativo da UHE Belo Monte foram destacados alguns pontos por pertinência ao tema em discussão.

A **Nota Técnica IVIG** de setembro/2009, analisou o Diagnóstico Ambiental Integrado do Trecho de Vazão Reduzida (V.28 do EIA/RIMA) recomendando, entre outros, o acréscimo de informações para cada subtrecho da extensão, seções inicial e final, a revisão e retificação de informações sobre qualidade da água e limnologia, revisão do Hidrograma em função das restrições para uso da modelagem de escoamento, definição de regras para liberação controlada das vazões alternadas referentes aos HCA e HCB (aponta problemas nessa alternância), e para flexibilidade para revisões do hidrograma de acordo com mecanismos de retroalimentação e tomada de decisões previamente definidos.

O **Parecer n° 114/2009 – COHID/CGENE/DILIC/IBAMA** de novembro/2009, analisou o mérito ambiental do EIA/RIMA de Belo Monte apontando uma série de alterações necessárias à concepção de engenharia apresentadas nos Estudos de Viabilidade para se garantir a viabilidade ambiental do empreendimento. Destaca a ausência de informações conclusivas para manutenção da biodiversidade, navegabilidade e as condições de vida das populações do TVR, além de incerteza sobre o nível de estresse causado pela alternância de vazões para manutenção das espécies a médio e longo prazos, já apontando a INVIABILIDADE da vazão de cheia de 4.000 m³/s para reprodução de alguns grupos. Também foi citado a falta de critérios técnicos e legais que expressem a viabilidade ambiental do projeto.

O **Parecer nº 06/2010** de janeiro/2010, constatou que os impactos identificados "*poderiam ocasionar situações insustentáveis ao ambiente e suas populações*", e que a falta de critérios técnicos e legais NÃO propiciaram à equipe técnica uma tomada de decisão segura sobre a viabilidade de empreendimentos de tamanha complexidade.

A emissão da **LP nº 342/2010** em fevereiro/2010, com a Condicionante Específica 2.1, estabeleceu-se um período de teste do HC associado a um robusto monitoramento, a fim de constatar a compatibilidade das restrições hídricas (regra operativa X manutenção da qualidade socioambiental).

A emissão da **LI nº 795/2011** em junho/2011, a Condicionante Específica 2.22 estabeleceu as condições mínimas para o monitoramento do TVR e avaliação do HC.

A **NOT. TEC. 02001.001458/2014-13 COHID/IBAMA** de agosto/2014, avaliou o *Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do Xingu* discordando do uso do "Hidrograma de Consenso" como medida mitigatória, e considerou a possibilidade de alteração das vazões mínimas.

A **NOT. TEC. 02001.001269/2015-13 COHID/IBAMA** de julho/2015, avaliou o ISSA e apontou a necessidade de testes do HC, e que o Ibama avaliará a necessidade de adoção de medidas mitigadoras adicionais às previstas, incluindo a REVISÃO do mesmo caso este se mostre INSUFICIENTE.

O **PAR. 02001.003622/2015-08** de setembro/2015, precedeu a Licença de Operação e apresentou uma série de recomendações à execução dos Projetos do PGI/VGX, destacando a necessidade de alteração das vazões a serem submetidas ao TVR caso o HC se mostrasse insuficiente, além de apontar pendências ao atendimento da Cond. 2.22 da LI nº 795/2011.

Na emissão da **LO nº 1317/2015** em 2015, a Condicionante Específica 2.16 é complementar à Condicionante 2.22 da LI nº 795/2011.

Em **Ofício s/n INPA** (SEI 5060658) de maio/2019, a instituição relatou as condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu, destacando a INEXISTÊNCIA de estudo ou de evidência de que os hidrogramas propostos possibilitariam migrações tróficas e reprodutivas da fauna aquática para as áreas inundáveis, ou a manutenção dos padrões e processos ecológicos das comunidades dos ambientes aluviais. Também apontou falhas no delineamento experimental, no esforço de coleta e na análise dos estudos de quelônios, a ausência de estudos para avifauna associadas a florestas aluviais (apontam espécies ameaçadas) e de avaliação da resiliência (ou não) dos ambientes aluviais adaptados ao ciclo anual de inundação.

Na sequência, o **PARECER TÉCNICO Nº 1930/2019-CNP/SPPEA** - Doc. PGR-00476809/2019 (SEI 6291774; 6301409; 6428255; 6428278) de setembro/2019, baseado nas séries de vazões históricas adquiridas no site da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e em monitoramentos independentes (indígenas, USP, UFPA, INPA, UFFAM, UFRN e ISA), apontou críticas e a IMPOSSIBILIADE executiva da alternância prevista entre HCA e HCB que implicaria em altos riscos de insucesso (ambiental ou energético), uma vez que estaria associada à redução áreas de inundação chave para reprodução e alimentação de peixes, à alteração sedimentar sobre pedrais e margens, à alteração da qualidade da água, à ausência de avaliação referente à alterações fisiológicas em peixes, à ocupação de margens e predação de ovos, à insuficiência de dados sobre águas subterrâneas, à segurança alimentar (redução pesca), e à ausência de dados sobre os reflexos sobre o modo de vida de indígenas e populações ribeirinhas. Junto foi apresentado sugestões para estudos complementares.

Os documentos citados, entre outros, apresentam um panorama geral do andamento das discussões no entorno do tema que justifica toda a prudência e minúcia com que o a equipe técnica do Ibama tem tratado em suas recomendações/decisões, visando sempre a garantia da sustentabilidade ambiental e bem-estar da população indígena e ribeirinha do TVR.

Resumindo o **Parecer técnico nº 133/2019**, abordou-se inicialmente as vazões de referência com base na série histórica apresentada pelo EIA e complementada pelos registros adquiridos diretamente da ANA para a Estação 18850000, englobando um total de 1.010 meses de registros (1931 a 2014). Foram discriminados os quantitativos de registros para determinadas faixas de vazão chave apontadas pelos estudos e seu percentual de ocorrência ao longo do tempo e a probabilidade de ocorrência (curvas de permanência). Tais dados também foram separados considerando apenas os meses representativos de períodos úmidos e secos no ano hidrológico.

A revisão da série de vazão levou em consideração os dados básicos de geração a plena carga da UHE Belo Monte, quando as 18 UGs na barragem principal (UBM) estiverem funcionando ao mesmo tempo (Q_{TURB} = 13.950 m³/s), o que requer uma vazão afluente ao RX de pelo menos 17.950 m³/s ou 21.950 m³/s, dependendo se aplicado o HCA ou HCB (vazão de abril), respectivamente. As vazões de referência foram calculadas com base nas médias mensais para todo ciclo hidrológico (Curva de Permanência CH – CP_{CH}) e, posteriormente, restringiu-se as médias mensais apenas aos meses de águas altas (Curva Permanência Período Úmido – CP_{CE}):

- Q_{mlt} = 7.851 m³/s (EIA);
- Em apenas 6% e 13% do tempo a $Q_{méd.men}$ (CP_{CH}) foi superior a 21.950 m³/s ou 17.950 m³/s, respectivamente. Valores entre 4.000 - 8.000 m³/s foram observados em menos de 16% do tempo.
    - Essa média sobe para 22,4% se considerada a CP_{CE};
- $Q_{méd.men}$ entre 700 - 800 m³/s representa menos de 2% das ocorrências registradas em 84 anos;
- Consideradas as vazões de referência **Q_{50}** (proteção da biota e descarga mínima sazonal), **Q_{90}** (limite de advertência de níveis críticos de vazões para biota aquática) e **Q_{95}** (condições extremas de vazões mínimas), a CPCH apontou para 4.553 m³/s, 1.116 m³/s e 956 m³/s, respectivamente.
    - Se considerada a CPCE esses valores sobem para 13.060 m³/s, 5.836 m³/s e 4.780 m³/s, o que indica que os valores propostos submeterão a biota aquática a cenários de constante estresse, em uma frequência de pelo menos 90% do tempo;
- As maiores vazões (cheia) ocorrem entre os meses de fevereiro e maio. A maioria dos períodos úmidos na série histórica apresentou pelo menos 2 (DOIS) MESES com $Q_{méd.men}$ > 13.000 m³/s;

Esses valores são importantes uma vez que indicam que a diversidade ambiental na região da VGX se desenvolveu com vazões superiores às propostas pelo HC, e que a redução abrupta para valores inferiores à própria **Q_{95}** pode resultar em alterações físicas e biológicas com consequências de proporções desconhecidas.

- Histórico dá indícios de cenário POUCO propício à geração de energia considerando a alternância entre Q_{HCA} e Q_{HCB}, onde boa parte do tempo a Q_{AFL} seria inferior à necessária para geração máxima, implicando em constantes paradas de máquina e mesmo ao deplecionamento dos reservatórios com relevantes consequências ambientais;

Recentemente a NESA entrou com uma solicitação de alteração do regime de vazão para o RI envolvendo o rebaixamento de NA em decorrência a estiagens prolongadas na bacia do rio Xingu. O documento foi analisado em setembro/2019 pelo **Parecer Técnico nº 99/2019** e REJEITADO por dados controversos, por incompatibilidade com os dados do Plano 11 – *Gestão de Recursos Hídricos* e por desconsiderar o TVR na simulação. Até o momento nenhum outro documento foi apresentado para nova avaliação pelo Ibama, no entanto, é sabido que tem ocorrido deplecionamento do RX com riscos à própria segurança da barragem Pimental em consequência à ação de ondas abaixo do limite de enrocamento.

Lembra-se que os impactos ambientais em curso estão sendo observados sob vazões superiores ao teto do HCB, indicando que as condições de degradação ambiental podem piorar com a implementação definitiva das vazões alternadas do hidrograma de teste.

A avaliação TVR também passou pela apresentação do Índice de Sustentabilidade Socioambiental (ISSA), objeto do PGIVGX, aplicado para cada fase do empreendimento visando obter comparação das alterações ocorridas da F[i] para F[ii]. Levou em consideração a sazonalidade (cheia e seca) entre 38 variáveis socioambientais. Embora os primeiros resultados não tivessem demonstrado alterações significativas para **Ictiofauna**, foram verificadas controvérsias em relação ao *Projeto de Monitoramento da Ictiofauna* (13.3.4) e a necessidade de ajustes. Melhorias também seriam necessárias para as variáveis do componente **Navegação** uma vez que também apresentou incoerências em relação ao Projeto 14.2.2.

A última avaliação do ISSA, incluídos os ciclos hidrológicos entre os anos de 2016 a 2018 (15º RC), F[ii], cita REDUÇÃO dos valores nos períodos de cheia para os componentes **Habitats aquáticos**, **Fauna aquática/semiaquática**, **Navegabilidade** e **Pesca**, e AUMENTO para **Condição de Vida** e **Ictiofauna** indicando suposta melhoria, principalmente em períodos de seca. Em síntese, os componentes tiveram a seguinte classificação:

- **Ausência de diferenças entre as fases**: i) *Habitat Aquático* - nível d'água superficial (NA) e vazão; ii) *Pesca* - para algumas variáveis de CPUE da Pesca Ornamental e Comercial, nº espécies capturada (comercial); e iii) *comprimento espécies comerciais*;
- **Tendência à redução** (piora dos parâmetros): i) *Hábitat Aquático* - nível freático (NA_f) no início TVR; e ii) *Pesca* - CPUE da pesca ornamental - rabeta mergulho livre;
- **Ocorrência de diferenças significativas**: i) *Hábitat Aquático* - NAf - final TVR; ii) *Pesca* - CPUE da pesca comercial - rabeta redes, nº total de espécies capturadas pela pesca ornamental e comprimento médio da espécie.

A indicação de redução das condições socioambientais no TVR foi justificada na existência de "previsão" pelo EIA e que o baixo desempenho dos resultados estaria atrelado a condições hidrológicas atípicas (estiagem prolongada) na região.

Novamente se lembra aqui que esses resultados já estão ocorrendo SEM a implementação do HC, e mesmo assim a alteração da dinâmica de escoamento fluvial foi o principal agente impactante, indicando que maiores alterações ainda serão detectadas. No caso do NA_f a preocupação passa pelo comprometimento dos poços (ineficiência) e do abastecimento das populações.

Ao longo do processo é citada a grande importância das formações pioneiras e das florestas aluviais, com inúmeras espécies de áreas inundadas por 4-5 meses em média, períodos fundamentais para alimentação e reprodução da fauna. Portanto, os impactos ambientais pela implantação do empreendimento são originados principalmente da redução da área de inundação e do tempo de permanência da mancha de inundação, interferindo fortemente no ecossistema local (vegetação e fauna aquática). Sendo assim, foi requerido à NESA a inclusão de componente FLORA no ISSA uma vez que a alteração do regime fluvial no TVR está afetando a fitofisionomia da região.

Em função dos fatores anteriormente citados, os Estudos Complementares apresentam a premissa fundamentada de atualizar os dados fitofisionômicos do TVR e de detalhar as características hidráulicas do TVR, para se iniciar a avaliação do HC conforme recomendado pela equipe técnica do Ibama. Trata de um processo previsto na LO nº 1317/2015, em cumprimento à Condicionante 2.16, como parte dos testes do HC e de controle de vazão com fins de mitigar impactos.

É importante destacar que as intervenções no rio Xingu, em especial no SP, tiveram início no segundo semestre de 2011 com a emissão da LI nº 795/2011 e, em especial com a emissão da ASV nº 553/2011 para implantação da infraestrutura no SP incluindo lançamento de ensecadeiras. Acompanhando o cronograma de obras apresentado no PBA, o início a construção do barramento estava previsto para o primeiro semestre de 2012, FIGURA 01, Anexo 01. Portanto, essa análise considera que o uso de imagens a partir desse ano NÃO são mais representativas para cenários de condições NATURAIS do rio Xingu e esse detalhe será levado em consideração na análise dos documentos.

Cabe esclarecer que NÃO é objetivo do presente parecer técnico analisar os parâmetros florísticos, bióticos e socioeconômicos, se restringindo às análises dos parâmetros físicos adotados no sensoriamento remoto e na modelagem hidrodinâmica.

II.1. Sensoriamento Remoto Orbital (SRO)

Esta 1ª parte do estudo teria a função de identificar e quantificar as **manchas de inundação** no TVR por meio do imageamento por satélite (óticos e radar/SAR) do período pré e pós implantação do barramento no SP com estabelecimento do TVR junto à VGX. Foram utilizadas imagens entre os anos de 2008 e 2019. Essa etapa tem sua lógica presumida na utilização de seus produtos como dados de entrada para a 2ª etapa do estudo que é a MMH2D, considerando ser a delimitadora de várias informações para as condições de contorno do modelo, como a reclassificação das áreas de cobertura e uso do solo e definição da drenagem para delimitação das manchas de inundação.

No início de julho/2020, a CE 0417/2020-SSAI encaminhou documentos com breve resumo dos levantamentos realizados, junto a outros 9 anexos em PDF (relatório técnico e arquivos das listas de imagens satélites utilizadas) e 1 planilha eletrônica (lista de satélites, data de passagem e descrição da imagem), porém, sem os arquivos raster e vetoriais que deram origem ao Modelo Digital de Terreno (DEM) e do próprio DEM, os quais foram solicitados via e-mail.

Em 23/07/2020, CE 0441/2020-SSAI, a NESA enviou um link para consulta em plataforma WebGis (http://app-prd003.xskylab.com/) das imagens utilizadas com opção de download (não para as curvas de nível e DEM). Foi mantida a pendência, sendo notificada imediatamente via e-mail. Então em agosto, foram entregues 3 HDs, CE 0476/2020-SSAI, contendo os seguintes arquivos:

1/3: imagens e Resultados

- Alta Resolução (basemap, pleiads), LandSat LT05 (162 pastas), Sentinel-1 (2015 a 2019; 1+9+31+28+30 pastas);
- Resultados: Shapefiles (13 pastas) Arquivos áreas

2/3: Mais imagens

- Alos-1 (2008 a 2011; 4 pastas)
- Alta Resolução (basemap; pleiades)
- Aster (2008 a 2019; 12 pastas)
- Cbers (2015 a 2019; 6 pastas)
- Landsat (LC08; LT07; LT06)
- Radarsat-2 (2015 e 2017)
- Sentinel-2 (CB e DB; 547 + 248 pastas)

3/3: Imagens LandSat

- LT05 (L5 TM) / 226 / 063: 371 pastas (algumas vazias);
- LT07 (L7_ETM) / 226 / 062 e 063: 309 + 318 pastas;
- LC08 (LANDSAT_8) / 225 e 226 / 062 e 063: 249 + 250 e 243;

Ao contrário do afirmado pela CE 0918/2020-SSAI, o material NÃO contemplou os arquivos relativos ao DEM, somente entregue a equipe técnica em meados de novembro/2020, com o "reenvio" do Modelo Digital de Terreno (MDT) e das Curvas de Nível (CN) utilizadas.

Relembrando a Nota Técnica NE-PR-SSAI-NT-0323-0 (CE 0770/2019-SSAI), a proposta foi desenvolvida em função das tratativas com o Ibama (Memória de Reunião nº 40/2019) e analisada pelo Parecer Técnico nº 128/2019, em que se previa a atualização da base de dados geográficos a partir de dados derivados do **perfilamento a laser** existente (2009/2010) e complementar (2019), além de novos levantamentos topobatimétricos e de perfis de linha d'água. Os dados aqui mencionados NÃO foram identificados para essa etapa do estudo.

Considerando a vegetação florestal marginal densa na região do baixo Xingu, a definição de CNs de maior precisão é fundamentais para um MDT mais confiável, o que faria toda diferença ao responder questões já levantadas como:

> *1) Se vazões maiores seriam capazes de reestabelecer as condições naturais a o equilíbrio ambiental necessário; e*
>
> *2) Se há maior risco para os usuários do TVR a alteração na direção e velocidade do fluxo.*

Sem esclarecer se os levantamentos **primários** previstos foram de fato realizados e utilizados aqui, há grande chance desses dados terem mantidos os erros sistemáticos para período úmido observados no EIA, que na realidade estariam retratando o topo das árvores e não o nível do terreno (Nota Técnica IVIG), impedindo a identificação do que há por baixo dessa vegetação, se solo firme ou água.

O *Relatório Técnico: Levantamento da área inundada, a partir de imagens orbitais, na região entre a Barragem Principal e a Casa de Força da UHE Belo Monte – Pará, entre 2008 a 2019*, apresenta como objetivo o levantamento e quantificação das áreas inundáveis em diferentes períodos, com base na sazonalidade da região. Foram utilizadas diferentes metodologias para levantar as áreas de espelho d'água e superfície sob vegetação, acompanhando a dinâmica dessas inundações com relação ao ciclo hidrológico da região.

Segundo os levantamentos realizados pela *HEX Tecnologias Geoespaciais*, a região da VGX compreende uma área de aproximadamente 4.500 km², p.9. No entanto, o recorte para classificação espacial do estudo foi de aproximadamente 2.430 km² desconsiderando a região a montante da UP, enquanto a área denominada AOI (objeto de interesse) se resume a 658 km² (15%), FIGURA 02, Anexo 01, não contemplando o TVR em sua integralidade fechando o polígono na altura de Favânia (Vitória do Xingu, PA), cerca de 3 km a montante do TRV onde o curso parece ser mais encaixado.

O ciclo hidrológico adotado no estudo baseou-se naquele utilizado no PBA, com períodos de *Cheia* entre março-abril e *Seca* entre setembro-novembro. Considerando o hidrograma de vazão afluente na estação 18850000, GRÁFICO 02, Anexo 01, o mês de novembro normalmente apresenta vazão superior ao de agosto, portanto, período de seca encontra-se ligeiramente equivocado.

No trabalho foram utilizadas as imagens óticas *LandSat-8*, *Sentinel-2* e *CBERS-4* justificadas na sensibilidade de suas das bandas multiespectrais e resoluções, e as SAR, *Sentinel-1* e *Alos Palsar*, pela sensibilidade às variações de rugosidade do terreno, de densidade de cobertura vegetal e de umidade de solos.

Para o processamento das imagens óticas utilizou-se o Algoritmo DSWE (*Dynamic Surface Water Extend*) da USGS, controlado por vários limites (valores de tolerância) com objetivo de indicar a confiabilidade dos dados gerados. Para a definição dos algoritmos de

inclinação (inclinação de cada pixel) e de sombreamento foi necessária a utilização do **Modelo Digital de Elevação** (DEM) como dado de entrada. O DEM teria sido obtido a partir de um pré-processamento dos dados de elevação no qual se gerou uma **banda de elevação** como "máscara", utilizada em várias outras etapas, incluindo o algoritmo DSWE.

Entretanto, em nenhum lugar no texto foi identificada com clareza a origem das CNs que gerou o referido DEM que, embora um arquivo tenha sido apresentado pela CE 0918/2020-SSAI, também não apresentou informações sobre os dados de origem.

A metodologia emprega a partir da definição de 4 bandas básicas de **faixa percentual de inclinação** (usada para remover locais onde o terreno é muito inclinado para reter água), de **sombreamento** (relevo), de **Teste** e de **DSWE interpretada**. Para isso são realizados teste de diagnóstico através de índices gerados por pixel, resultando em mapas com índices de umidade, relações multiespectrais, sombra de extensão da água, índice de vegetação, e água de superfície, os quais são transformados em banda de teste para interpretação da classe de **presença** ou **não presença** de água (banda DSWE interpretada). Outros testes são realizados com o uso do DEM, FIGURA 03, Anexo 01, resultando na *Dinâmica de Extensão de Água Superficial*.

No caso das imagens CIBER-4, foram usadas apenas para separar a calha do rio do resto de elementos da imagem (banda 8-NIR, Infravermelho próximo) embora não atribuísse melhoria na classificação para para os testes citados anteriormente (não foi utilizada). Cabe colocar que essa "separação" foi meramente visual dado que esse tipo de imagem, embora determinadas combinação de bandas possa identificar áreas mais úmidas, não se presta a identificar e delimitar áreas de espelho d'água sob feições florestais.

No caso das imagens *Sentinel 1*, seguiu-se as etapas de calibração radiométrica, de redução de Ruído *Speckle* (aspecto granuloso provocadas por diversos espalhamentos elementares das ondas eletromagnéticas refletidas), de calibração geométrica (via DEM), e de definição dos limiares de água (áreas cobertas por água) a partir resultados obtidos pela Landsat-8 (máscara DSWE). Citam a falta de disponibilidade de imagens equivalentes entre sensores óticos e SAR para o período requerido no estudo, então foram definidos os intervalos de **16 a 28/04/2018** e de **16 a 28/07/2019** para gerar as máscaras DWSE para os períodos**.** Um quadro apresenta um *"resumo da estatística das imagens para todos os intervalos analisados",* p.50, dando a entender que foram selecionadas 2 imagens por período (abril e julho) para geração das máscaras.

Das imagens ALOS, teriam sido disponibilizadas pela estação *Alaska Satellite Facility* os produtos *Radiometricamente Corrigidos no Terreno (RTC)* em arquivos GeoTIFF, como ângulo de incidência, impactos por "layover ou shadow" (deformações geométricas limitantes) e DEM. Estas informações dão indícios de descumprimento da proposta dada pela Nota Técnica NE-PR-SSAI-NT-0323-0 e aprovada pelo Parecer Técnico nº 128/2019, para essa etapa do estudo. NÃO há no relatório justificativas para o uso de metodologia diferente.

Para o mapeamento das áreas de inundação, as imagens passaram por correções radiométricas de terreno com base no comprimento de ondas - **Banda L**, e interação do feixe de luz em áreas com vegetação alagada/corpos de água (64 cenas RTC), posteriormente convertidas em dB, corrigidos os ruídos (aplicação de filtro *Lee*), excluídos os pixels errados e recortadas as imagens, para então serem classificadas e processadas.

A diferenciação entre áreas **alagadas** e **inundadas** estaria na presença ou não de retro espelhamento do sinal sobre o espelho d'água, que em função da quantidade de objeto sobre a superfície produz **maior** ou **menor** "retorno" desses sinais, ou seja, se não está ou sim sob vegetação. Para cobertura da AOI foram necessárias mais de uma cena de mesma orbita (contígua) e data, para posteriormente se processar o mosaico completo do TVR. O processo utilizou imagens de 2008 a 2011 unindo-se mosaicos das órbitas esquerda e direita, obtendo-se um maior nº de amostras de áreas inundadas (composição apresentada na Tabela 8, p.60), e resultando em 28 composições ALOS.

Devido à alta cobertura de nuvens nas imagens óticas, fez-se uma estimativa da calha do rio Xingu por interpretação visual, onde nas imagens eram *"[...] analisadas as regiões onde era possível visualizar a área inundada [...]"*, p.61. O estudo destaca dois resultados de maiores áreas inundadas, 340 km² e 337,7 km², obtidas com e sem presença de nuvens. Embora afirmem que não teriam sido *"[...] encontradas imagens sem nuvens que coincidissem com a calha observada nas imagens indicadas com 34.000, o que sugere que a área inundada dessas imagens possivelmente é bem maior"*, p.63, a definem como inundação **máxima**, e propõem colocar um nível intermediário entre essas (não exemplificado no relatório).

Os resultados foram:

- **Quantitativo de Imagens**: **916** imagens que compõe, AOI: 161 SAR + 755 Óticas. **648** imagens com cobertura completa (mosaicos): 125 SAR + 523 óticas;
- **ALOS PALSAR**: 32 imagens, Tabela 12, p.65-66.
    - **Espelho D'água**: Maior área alagada não necessariamente corresponde à maior área inundada, a exemplos das imagens 2 (36,57 – 276,75 km²), 4 (13,30 – **279,20** km²), 19 (22,73 – 268,52 km²), 21 (**8,45** – 267,73 km²) e 31 (18,64 – 265,76 km²). Foram gerados 28 Mosaicos, Tabela 13, p.69, onde também se observa certa distorção entre as maiores áreas alagadas em relação as maiores inundadas, a exemplo dos mosaicos 2 (**41,08** – 316,16 km²), 3 (18,51 – **318,51** km²), 18 (24,16 – 304,98 km²) e 28 (20,84 – 307,51 km²);
    - **Ciclo Hidrológico:** Maior cobertura AOI foi para Enchente e vazante, enquanto para outubro e novembro não teriam encontrado nada;
    - **Fluxo de Áreas Alagadas x Inundadas:** Analisada a partir da definição do *Regimen Caudal* das imagens ALOS Palsar 2008 e 2010 para cada estação do ano, concluem que áreas **inundadas** ocupam em média: i) Enchente --> 270,6 km²; ii) cheia --> 306,8 km²; iii) Vazante --> 269,9 km²; e iv) Seca --> 245,7 km². Destaque para meses de março (299,7 km²), abril (310,6 km²) e maio (310,2 km²). As médias anuais para áreas inundadas e alagadas foram expostas na Tabela 14, p.73, apontando o estudo para abril (316 km²) e maio (318 km²) os meses de maior inundação (maio > abril), enquanto agosto (246 km²) e setembro (239 km²) os de menores inundação. Estudos apontam maiores áreas de inundação para os anos de 2008, seguido de 2010[1] enquanto 2009 ficou com as menores áreas, FIGURA 04, Anexo 01;

- Probabilidade de aumento da área inundada em período de cheia em 41,1 km² em média, não se observando o mesmo nas demais fases do ciclo hidrológico. Aplicada a análise de regressão linear (R^2 = 0,5875) entre os dados de áreas, resulta em crescimento diretamente proporcionais (tendências semelhantes) entre proporções *inundadas* e *alagadas*. Essa correlação seria mais discreta considerando uma regressão exponencial (R^2 = 0,7267). Pelos fracos índice de "ajuste" é sugerido a aplicação de outras análises estatísticas, NÃO identificada em nenhum outro ponto do documento;

- **SENTINEL**-1: 97 imagens entre os anos de 2015 a 2019 (estabelecimento TVR), Tabela 16, p.81-83.
  - **Espelho D'água:** Foram definidas áreas inundadas para todo período do ciclo hidrológico variando entre 228-326 km², destacando a maior disponibilidade de imagens de 2017 a 2019. Concluem que áreas **inundadas** ocupam em média: i) Enchente --> 263,47 km²; ii) cheia --> 300,49 km²; iii) Vazante --> 258,45 km²; e iv) Seca --> 258,84 km². Destaque para os meses de março (307 km²), abril (311,7 km²) e maio (286,7 km²). Estudos apontam áreas de inundação para os anos de 2015 a 2019 sem muita diferença significativa, FIGURA 05, Anexo 01;
  - Aumento da área em abril em 45,1 km² em média para período de cheia, mantendo-se a média para os demais períodos do ciclo hidrológico (260,3 km²);

- **LANDSAT (5 e 8): 227** imagens entre os anos de 2008 a 2019.
  - **Espelho D'água:** Excluídas as com cobertura 100% por nuvens, restaram 155. As imagens foram utilizadas para o cálculo de áreas inundadas que variaram de 1,9-337 km² (discrepância associada à presença de nuvens), Tabela 19, p.92-95, e para a classificação da cobertura vegetal, Tabela 20, p.95-99;
  - **Estimativa calha inundada:** Utilizando-se a metodologia de visualização de cenas para imagens óticas, foi apresentada a Tabela 21, p.102-107 e Figura 37, p.107, com as áreas médias **inundada** por fase do ciclo hidrológico: i) Enchente --> 300,8 km²; ii) Cheia --> 336,8 km²; iii) Vazante --> 275,7 km²; e iv) Seca --> 216,6 km². Destaque para meses de setembro (222,3 km²), outubro (208,2 km²) e novembro (221,2 km²). Consta a tendência ao aumento de área na Cheia em 11% (36 km²) em relação à Enchente, valor similar ao observado nas imagens Sentinel-1 e Alos. Após calcular a média anual, Tabela 22, p.108, FIGURA 06, Anexo 01, aponta que no período estudado a área média inundada seria de 281 km³, e os anos de 2010 e 2011[1] os de maiores médias. Pela interpretação visual, o estudo conclui que não houve diferença entre o ciclo de **cheia** (337 --> 338 km²) da F[i] e F[ii], e para os demais períodos sazonais as diferenças (redução) variaram de 15,8% (vazante) a 10,9% (seca / enchente);
  - Aumento da área inundada nos ciclos de cheia de 76 km², especialmente observada em março (62 km²), enquanto nos demais ciclos a tendência é de permanecer na média de 260,7 km².

- **Sentinel-2: 144** imagens (recortes) para o ano de 2019.
  - **Espelho D'água:** com estimativa de área inundada entre 0-285 km² (discrepância associada à presença de nuvens). Foram 72 Imagens também utilizadas para classificação de cobertura vegetal, sombra e nuvens, Tabela 25, p.116-118. Análise temporal de áreas inundadas não foi satisfatória gerando dificuldades para se observar qualquer tipo de tendências;

- **CIBERS-4: 59** imagens para os anos de 2015 a 2019.
  - **Espelho D'água:** com estimativa de área inundada variando entre 3,4-249 km² (discrepância associada à presença de nuvens). Análise temporal de áreas inundadas não foi satisfatória gerando dificuldades para se observar qualquer tipo de tendências;

Embora na lista de imagens estejam listadas as ASTER e RadarSat, no texto do Relatório Técnico não se faz menção ao seu uso.

O documento conclui que, empregando as metodologias DWSE e de interpretação visual (calhas de inundação para diferentes cotas de espelho d'água) foi possível classificar a área inundada do TVR com resultados **satisfatórios** (não informa o grau de incerteza dos resultados), ao mesmo tempo que cita dificuldades de definição dos contornos pela presença de nuvens o que levou a desconsiderar os dados das imagens Sentinel-2 e Cibers.

No geral, não teriam sido identificadas alterações na média das áreas alagadas nos períodos de enchente (dezembro, janeiro e fevereiro) e cheia (março, abril e maio), ao comparar F[i] e F[ii].

Em relação às informações apresentados acima, essa análise chama-se a atenção para:

1) As imagens apresentadas nas Figuras 14 e 15, p.71-72, parte do TVR encontra-se descoberto do imageamento (quadrante direito superior);

2) Considerando as vazões observadas no período de 2008 a 2019, as áreas estimadas não são proporcionais às vazões médias do hidrograma natural onde o mês de março se destaca com vazões acima do mês de maio em até 23% do volume, e não o contrário como sugerido pelo estudo;

3) A informação que a média anual de 2010 foi calculada considerando-se apenas *"[...] imagens Alos em janeiro, fevereiro e março, períodos que normalmente apresentam maior área inundada [...]"*, p.73, é meio confusa uma vez que os dois primeiros meses apresentam 47% e 77% da vazão do mês de março e estão longe de serem considerados os meses de maior área inundada na região, o que certamente resultaria numa média acima da apontada;

4) A vazão do mês de outubro é significativamente inferior ao de agosto o que reflete nas áreas efetivamente inundadas;

5) [1] Se comparadas às vazões médias mensais históricas (est. Altamira 18850000), no período de referência do imageamento na F[i], GRÁFICO 03, Anexo 01, o que se tem é o ano de 2010 representando um período de seca significativa, com menores médias entre fevereiro e abril, seguido de 2011, onde essas médias ficaram abaixo das médias para os meses. Quanto a 2009, as vazões foram superiores à de 2008, o que também resultaria em maior área inundada e não o contrário;

6) Com relação aos dados gerados para o período de 2016 a 2019, F[ii], comparando as áreas *inundadas* com aquelas geradas para a F[i], TABELA 01, mesmo com vazões a jusante da UP (TVR) inferiores àquelas praticadas no período pré enchimento do RX, GRÁFICO 04, Anexo 01, de acordo com o relatório pouco menos de 4% da área teria deixado de ser inundada exceto para o mês de maio com 8% ou menos. Por um fenômeno inusitado e NÃO explicado pelo relatório, houve acréscimo de área nos meses de março e abril (cheia) e nos ciclos de seca, mesmo as vazões médias mensais praticadas no período pós enchimento sendo SIGNIFICATIVAMENTE INFERIORES. Se os resultados produzidos separadamente forem comparados à média encontrada pela metodologia visual empregado para classificação da Landsat, observa-se distorções que chegam a 14% a mais em área no ciclo de cheia e 16% a menos em área no ciclo de seca;

Tabela 01: Áreas inundadas calculadas a partir de Imageamento dos satélites ALOS, Sentinel-1 e Landsat. Na coluna 3 os percentuais de áreas que deixaram de inundar ou passaram a inundar entre as fases pré e pós instalação do TVR, e nas colunas 5 e 6, os percentuais de diferença entre os resultados médios de áreas encontrados pelas metodologias DWSE e de interpretação visual.

Fase Ciclo Hidrológico	(1) Fluxo Área Inundada 2008 a 2010 (km²) ALOS Palsar	(2) Fluxo Área Inundada 2016 a 2019 (km²) Sentinel-1	(3) Variação F[i] e F[ii]	(4) Fluxo Área Inundada 2008 a 2019 (km²) LandSat	(5) Variação Landsat x F[i]	(6) Variação Lansat x F[ii]
Enchente	270,6	263,5	97%	301	111%	114%
Cheia	306,8	300,5	98%	337	110%	112%
Março	299,7	307,0	102%			
Abril	310,6	311,7	100%			
Maio	310,2	286,7	92%			
Vazante	269,9	258,5	96%	276	102%	107%
Seca	245,7	258,8	105%	217	88%	84%

Fontes: *Relatório Técnico.*

7) Exceto pelo processamento das Imagens ALOS, para nenhuma outra foram gerados dados específicos para áreas *alagadas*. Também não foram gerados dados para cobertura vegetal embora citado nos processamentos das imagens LANDSAT e Sentinel-2. As planilhas apresentadas mostram apenas os quantitativos de cobertura vegetal (sem classificação) por cenas/fragmentos individualizados;

8) Embora em algum momento ao apresentar os **influenciadores** para os produtos do processamento da Imagem ALOS, o texto cite a aplicação de análise de regressão linear e seus Coeficientes de Correlação e relatam fracos índices de "ajuste" sugerindo a aplicação de outras análises estatísticas, porém, nada foi identificado ao longo do documento;

9) Apesar de indicar valores numéricos de áreas inundadas e alagadas, NENHUMA carta de inundação por períodos do ciclo hidrológico comparando-se as fases do empreendimento foi apresentado conforme requerido;

10) Embora a AIO seja o TVR, no caso da F[i] o limite da área de interesse extrapola para áreas mais a montante do eixo da barragem da UP, área não contemplada no recorte do estudo e necessária para definir posteriormente a hidrodinâmica do trecho sem e com intervenção.

Dada as colocações acima, o estudo NÃO está satisfatório e requer complementações de dados e esclarecimentos.

II.2. Modelagem Hidráulica Bidimensional (MMH2D)

Entregue em meados de novembro/2020, a CE 0869/2020-SSAI veio acompanhada de 7 (sete) anexos e outras 3 (três) pastas compactadas contendo os seguintes documentos:

- Anexo I (SEI 8755158): 2º Rel. Técnico dos Estudos Complementares do Trecho de Vazão Reduzida da UHE Belo Monte – Modelagem Hidrodinâmica Bidimensional (Doc. NE-PR-SSAI-0268-0-RT), com:
  - Anexo 1 (SEI 8755175): Validação de Campo e Avaliação da Exatidão (mapeamento cobertura do solo);
  - Anexo 2 (SEI 8755180): Mapa de Uso e Ocupação do Solo;
  - Anexo 3 (SEI 8755189): Composição coloridas multiespectrais do TVR com áreas de lâmina d'água permanente, deplecionamento da lâmina d'água e variação sazonal de uso do solo (redução de vazões 7.312 m³/s --> cheia, à 680 m³/s --> SECA);
  - Anexo 4 (SEI 8755198): Tabela com coordenadas das seções transversais (167 em média);
  - Anexo 5 (SEI 8755209): Manchas de inundação (21 arquivos com mapa e quadro de resultados por vazão de referência);
  - Anexo 6 (SEI 8755217): Profundidade manchas de inundação (21 cenários: 700 a 20.423 m³/s);
  - Anexo 7 (SEI 8755223): Quantitativo de áreas florestas aluviais (Tabela + mapas para 21 cenários);
  - Anexo 8 (SEI 8755235): Mapas de velocidade (21 arquivos com mapa e quadro de resultados de vazão de referência);
  - Anexo 9 (SEI 8755248): Vídeo de animações de velocidades e de direção dos fluxos (para 6 vazões de referência)

Destaca-se aqui que NENHUM arquivo vetorial (shapefile) ou raster (tiff) utilizado pela modelagem foi apresentado ao Ibama pelo estudo nessa segunda etapa. Os dados aqui requeridos não são os mesmos utilizados no SRO.

Ao contrário do afirmado pela correspondência, a MMH2D foi entregue com 5 (cinco) meses de ATRASO, descumprindo os prazos estabelecidos na Memória de Reunião nº 40/2019[2] e reforçados pelos Parecer Técnico nº 128/2019 e Ofício nº 971/2019. A CE 0309/2020-SSAI informando os novos prazos foi protocolada somente no início de junho/2020, já com o prazo praticamente finalizado para entrega do estudo, não restando alternativas para o Ibama se não aguardar a entrega, ressalvando os "[...] *prejuízos para implementação do Hidrograma de Consenso, no ano de 2021*" (Ofício nº 437/2020).

> [2] "*13. Neste contexto, a empresa informou que seria necessário um período de seis meses a um ano de estudo. Assim, apresentou os seguintes prazos:*
>
> *(i) Elaboração de mapas das Manchas de Inundação – **6 meses**;*
>
> *(ii) Identificação das áreas mais importantes para alimentação e reprodução da ictiofauna e quelônios – **12 meses**;*
>
> *(ii) Definição das áreas e tempo médio de inundação das florestas aluviais alagadas antes e depois da formação do TVR – **6 meses**."* (grifo meu)

Partindo do pressuposto que nenhuma diferença significativa nos períodos de enchente e cheia teria sido identificada pelo processamento orbital, iniciou-se a MMH2D com fins de apresentar as manchas de inundação para toda a área do TVR em diferentes cenários de vazão. Além das 67 seções topobatimétricas já existentes, foram acrescentadas outras 73, as quais teriam permitida a construção do MDT por meio de algoritmos de Inteligência Artificial (AI) associados a modelos de regressão linear / estocástica. Também foram utilizados dados de 6 estações pluviométricas localizadas no TVR.

Nesse ponto é apontada uma primeira ressalva ao estudo complementar, quando as metodologias utilizadas para definição do MDT/DEM pelos estudos se distinguem não garantindo isonomia dos resultados ao deixar claro que eles não utilizaram da mesma base de dados.

A correspondência, ainda afirma que foi feito um mapeamento das feições vegetais associadas às áreas alagadas, que validariam os impactos e magnitudes prognosticados a época do EIA.

O NE-PR-SSAI-0268-0-RT de novembro/2020, teria focado na complementação e consolidação da base geográfica e na MMH2D (software HEC-RAS 5.0.7) do TVR com finalidade de se responder as questões 1, 2 e 4 do Parecer Técnico nº 111/2019.

Foram utilizados dados de diversos documentos apresentados ao longo do processo administrativo de licenciamento ambiental da UHE Belo Monte, e os resultados cruzados em termos comparativos *"[...] com as caracterizações socioambientais, identificação e avaliação de impactos desenvolvidas e constantes do EIA correlacionadas aos questionamentos apresentados no PT nº 111/2019-COHID/CGTEF/DILIC [...] aos resultados dos programas e projetos que integram o PGIVGX*", p.4.

Cita o "ineditismo" do estudo por não haver registro na literatura científica de estudos nessa extensão (morfologia complexa + simulações hidrodinâmicas bidimensionais), mas que mesmo assim a modelagem teria permitido o refinamento da quantificação da área com florestas aluviais alagáveis e alterações hidrodinâmicas, e a definição de diferenças no trecho de 100 km da Volta Grande do Xingu sem intervenções (condições naturais) e com barramento. Para isso foi definido 21 cenários em função de vazões de referência (Q_{MLT}; $Q_{méd}$; Q_{HC}), sazonalidade (enchente, cheia, vazante e seca) e das condições de existência ou não de um barramento.

O texto inicia dissertando sobre os resultados obtidos na **pesquisa ao EIA**, relata que o TVR foi particionado em (quatro) setores (São Pedro – 49,9 km²; Fazenda/Ressaca – 156,9 km²; Paquiçamba – 100,5 km²; jusante Bacajá – 315,5 km²), e classificado de acordo com suas características geológicas, geomorfológicas, de aptidão agrícola, de cobertura do solo, de deplecionamento/tributários/navegabilidade, e de variabilidade fisiográfica e hidráulica.

Os dados fluviométricos utilizados na modelagem consideraram as vazões históricas do período de 1971 a 2019, da estação Altamira (18850000), eliminando-se anos de 2003 e 2004 os quais teriam apresentado falhas "irrecuperáveis" mesmo após tentativa de aplicação o modelo chuva-vazão. Também foram utilizados os dados do período de 1977 a 2019 da estação Fazenda Cipaúba (18880000) localizada no rio Bacajá, nos quais serviram ao cálculo da vazão regionalizada para outros tributários adjacentes.

O relatório apresentou inicialmente os resultados para depois apontar a base teórica e metodologia utilizada para cada etapa do processo, portanto, a presente análise irá inverter a análise iniciando pela metodologia de composição do MDT, seguido pela avaliação do modelo utilizado e avaliação dos produtos e resultados.

Para definição dos 21 **cenários para modelagem**, o relatório utilizou-se de vazão médias mensais para cada segmento, rio Xingu e tributário, e vazões de referência com fins de definir suas condições hidráulicas, Quadro 21, p.94.

II.2.1. MDT

Resumidamente, o processo trata de uma reconstrução da superfície da terra de forma tridimensional, incluindo superfícies submersas (área molhada) através da topobatimetria que, posteriormente interpoladas, formam grupos de isolinhas de iguais valores compondo uma superfície contínua.

No presente estudo, o software utilizado foi o ESRI/ArqGIS (*Toolbox Arc Hydro Geoprocessing Tools 2.0*), posteriormente integrado ao HEC-RAS (*River Analysis System*).

Para essa primeira fase, os dados de entrada foram: i) CNs dos levantamentos de 2010 e 2019 do LIDAR (Light Detection And Ranging), feixes de laser na banda do infravermelho próximo; ii) Ortofotos 2010 e 2019; iii) Limite da área de interesse (contorno físico); iv) pontos de seções e perfis topobatimétricos; v) Área molhada; e vi) Área influência das CNs no período seco de 2010 (exposição da calha).

Após as CNs dos dois levantamentos terem sido recortadas (máscara da área de interesse), foram unidas em único arquivo gerando-se um MDT **intermediário** sem as áreas submersas. Posteriormente, passou-se por outros tratamentos obtendo-se o escoamento central de cada canal (extração linha de drenagem), transformando-se numa malha de interpolação (3D) com espaçamento de 5m a partir dos dados topobatimétricos. O MDT **final** foi resultado da construção de um modelo de triangulação (TIN) exportado para o

formato *raster* com resolução espacial de 1 m. Esse processo foi utilizado para gerar dois arquivos MDT específicos, um para rio natural (sem SP) e outro para o rio já sob intervenção, FIGURA 07, Anexo 01.

Não ficou claro como as CNs foram definidas e qual tratamento utilizado para solucionar os erros causados pelos objetos sobre o terreno. Nenhum arquivo de entrada, assim como dos coeficientes de entrada utilizados no processamento foram apresentados nos anexos.

II.2.2. Modelo Hidrodinâmico

O trabalho utilizou-se do software HEC-RAS (*River Analysis System*) processando uma divisão da malha bidimensional em equilíbrio com a "linha de energia" entre suas células, que representam escoamentos diversos. As equações disponíveis baseiam-se na Conservação da Massa e do Momento, optando-se pela equação da **Onda Difusa** Bidimensional com o emprego de algoritmo implícito de volumes finitos, que *"[...] permitem a simulação de passos de tempo maiores, reduzindo a propagação de erros de arredondamento e aumentando a estabilidade do modelo"*, p.104. Nessa equação, entre outros parâmetros, deve-se ter mais atenção às constantes de entrada para o raio hidráulico (R) e o Coeficiente de rugosidade de Manning (n).

O **domínio** da modelagem foi definido com base na área máxima de inundação do TVR em condição de alta vazão, **$Q_{máx}$ = 20.423 m³/s**, considerando o MDT intermediário que, a princípio, geraria *"[...] uma extrapolação proposital máxima do entorno da geometria do modelo [...]"*, p.104, acrescido de um *buffer* de 100 m.

Para construção da **malha de interpolação**, o software requereu informações de área molhada, cotas, volumes e do MDT. Embora a malha apresente precisão inferior à do MDT (uso de células maiores), isso não interferiria na qualidade dos resultados de mancha de inundação (sem diferenças significativas), que após diversos testes verificaram ganho no tempo de processamento e de estabilidade do sistema evitando-se erros de "emenda" entre os modelos. Após um refinamento utilizando "pontos de interesse", Figuras 50 a 52, p.107-109, foram geradas células aparentemente menores quanto mais próximas à região de transição entre área molhada e terra firme. O resultado foi uma malha de 20 m (rio Xingu e tributários) e outra de 120 m (outras drenagens) que teriam se mostrado bastante representativas, p.106. Chama atenção na figura de referência é a localização de canais de piracema justamente na região mais afetada pelo empreendimento (Setor São Pedro).

Foi colocado que o **intervalo de tempo** utilizado (intervalo computacional) foi o menor possível garantida a precisão dos resultados sem comprometimento das limitações de tempo de resposta do modelo HAC-RAS, e que esse tempo variou com as vazões de referência utilizadas no estudo.

Dos **dados de entrada** do sistema foram apresentados somente o *Coeficiente de Manning* (variável conforme superfície e formas de fundo da calha fluvial/leito, vegetação, variações sazonais, sedimento em suspensão etc.) e as *Condições de Contorno*, ausentando-se demais variáveis de interesse.

Considerando a proporcionalidade direta da resistência do escoamento e de n com o NA observado, foi realizada uma divisão de camadas atribuindo-se valores distintos para cada uma delas e considerados os cenários de vazão de referência. Enquanto o Quadro 22, p.111, apresenta as faixas de calibração (sem identificação) utilizadas para 13 tipologias de uso/ocupação, que variam de 0,015 (Povoado + área urbana + canteiro) a 0,2 (calha Jusante 2), a Figura 53 apresenta um mapa de diferenciação da cobertura SEM legendas. Em outra parte do documento, é informado que *"[...] áreas cobertas por rochas têm menor rugosidade (menor coeficiente de Manning) e áreas cobertas por vegetação arbustiva possuem maior rugosidade (maior coeficiente de Manning).*", p.116.

No geral, os limites de n informados equivalem a uma área limpa com pouca resistência à uma área vegetada com alta resistência, no entanto, NÃO foi identificado outro mapa no documento indicando quais são essas áreas/tipologia, assim como NÃO foi citado a que se referem as faixas de calibração citada (vazões afluentes?) e como foram selecionadas.

As **condições de contorno** (ou fronteira: conjunto de restrições adicionais às condições iniciais) é um aspecto bastante importante onde mudanças das mais sutis podem afetar drasticamente o resultado do modelo. No estudo elas foram determinadas para **Montante** - $Q_{méd.men}$ rio Xingu e tributários, e **Jusante** – valores cotas para cada cenário de vazão (curva-chave estação 1893000 – seção de controle). Aqui também não foi apresentado qualquer mapa indicando quais são esses limites.

O outro item do estudo trata da calibração e validação do modelo. Reforçando o conceito dos processos, o primeiro trata da comparação das medições com uma medida de referência (Reproduz uma condição já conhecida?), enquanto a segunda testa se o desempenho e a qualidade, entre outros parâmetros operacionais de um sistema, cumprem o esperado (É capaz de prever uma condição futura?).

A **calibração** do modelo, foi feita a partir de pares NA x Q com ajustes feitos SOMENTE na **variação de** n por trechos até que os desvios verificados para NA simulado x observados fossem os menores possíveis. Utilizou-se também o imageamento por satélite adquiridos na data de passagem nas vazões próximas às de referência, combinada à pontos do *Projeto de Monitoramento das Florestas Aluviais* para verificar áreas de florestas alagadas não visualizadas nas imagens em vazões mais altas. Observa-se que além da dificuldade de observação de lâmina d'água sob a vegetação florestal nas imagens (principalmente óticas), e da dificuldade de aquisição de produtos para períodos de cheia em período pré empreendimento, o projeto citado é realizado somente em 4 parcelas (2 ME + 2 MD) e traz somente dados florísticos, fitossociológicos e fenológicos, nunca NA, portanto, não está claro como o referido Projeto entra nesta calibração específica.

Como **validação** do MDT é citada uma comparação das manchas de inundação a algumas imagens de satélite utilizadas no estudo do tópico II.1 sem muita clareza. No Quadro 24, p.114, são apresentadas informações sobre faixa (mesma do n?), imagens, data de passagem (quase todas antigas), vazão afluente Xingu (m³/s), condição (Q_{Ref}) e Q_{DEFL} (m³/s), distinguindo entre o que teria sido usado para calibração e sua correspondência ao cenário solicitado pelo Ibama. A Figura 55, p.115, apesar da intenção de se fazer um comparativo entre uma metodologia e outra em vazão de 8.000 m³/s, não há legenda para indicar qual é qual, lembrando que o problema é na cheia e não na seca como é o caso do exemplo dado.

Essa análise discorda da suposta validação do modelo. Inicialmente por não sanar o problema principal que é o domínio da área de inundação do período de cheia e, portanto, a calibração não se acha efetivamente representativa. Segundo, pela "validação" não cobrir período de monitoramento posterior à data de conclusão do modelo e verificar se o preditivo realmente corresponderá ao observado.

Para as **seções de controle** foram consideradas 05 (cinco) seções topobatimétricas (Mangueiras, Ilha da Fazenda, 7MD, Boca de Santo Antônio, Foz Bacajá) onde foram definidas vazões, NAs, tipo de cobertura solo/vegetal e os n correspondentes para calibração do modelo, e posteriormente *"[...]para comparação com os resultados da modelagem [...]"*, p.116. Em escritório, como já citado, o ajuste do modelo foi feito exclusivamente alterando o Coeficiente de Manning, procedimento bastante criticado por vários especialistas na área, incluindo os próprios gestores do software HAC-RAS em curso aplicado em 2019 na sede do DNIT, o que levaria a distorções não desejáveis. Outro ponto a se observar é que essas seções não representam toda a seção transversal do rio Xingu naquele trecho (MD-ME), mas uma vazão parcial de um braço em sua maioria representativa da margem direita, enquanto os principais impactos são esperados na margem esquerda.

Os Quadros 25 e 26, p.118-119, apresentam os resultados da calibração do NA para 07 cenários naturais e 14 cenários de HC, respectivamente, para cada uma das cinco seções de controle. Os 21 cenários, QUADRO 01, definidos segundo as vazões de referência, teriam apresentado aderência satisfatória, com diferenças entre NA observado x calculados variando de 0,01 m (Boca Santo Antônio) a -0,88 m (7MD) na fase pré intervenção, e de 0,0 m (7MD) a -0,77 m com TVR instalado. Conforme resultados apresentados o documento dá indicativo de que o modelo teria se ajustado com mais eficiência à F[ii]

Quadro 01: Cenários definidos pela Modelagem Hidráulica 2D. Maior vazão utilizada para simulação do cenário 2* (com barramento) é de 8.000 m³/s.

Fase	Cenários		Q_{REF} (m³/s)	
Pré Intervenções	C1	1.1	Q_{MLT}	7.777,00
	C2	1.2	$Q_{méd.máx}$	20.423,00
	C3	1.3	$Q_{méd.mín}$	1.091,00
	C4	1.4	$Q_{méd.EN}$	8.546,00
	C5	1.5	$Q_{méd.CE}$	17.294,00
	C6	1.6	$Q_{méd.VZ}$	3.763,00
	C7	1.7	$Q_{méd.SC}$	1.410,00
Pós Intervenções e intalação TVR	C8	2.1	HC_{NOV}	800,00
	C9	2.2a	$HC_{AGO/SET}$*	900,00
	C10	2.2b	$HC_{AGO/SET}$**	900,00
	C11	2.3	HC_{JAN}	1.100,00
	C12	2.4	HC_{FEV}	1.600,00
	C13	2.5	HCA_{MAR}	2.500,00
	C14	2.6	$HCA/B_{ABR/MAR-MAI}$	4.000,00
	C15	2.7	HCA_{MAI}	1.800,00
	C16	2.8	$HCA/B_{MAI/JUN}$	1.200,00
	C17	2.9	HCA_{JUL}	1.000,00
	C18	2.10	HC_{SET}	750,00
	C19	2.11	HC_{OUT}	700,00
	C20	2.12	HCB_{MAR}	**8.000,00**
	C21	2.13	HCB_{JUL}	2.000,00

Médias regionalizadas: * Q_{BCJ} = 72 m³/s (EN), ** Q_{BCJ} = 52 m³/s (SC)
Fonte: Doc. NE-PR-SSAI-0268-0-RT, Quadro 26, p.119.

Apesar do relatório citar dificuldades de calibração de duas seções de controle, 7MD e Foz Bacajá, por falta de vazões em períodos equivalentes a cheia para os rios Xingu e Bacajá e pela influência dos efeitos de remanso que resultaria em dispersão dos dados, mesmo assim a calibração foi dada como satisfatória, alegando-se diferenças aceitáveis abaixo dos 40 cm. No entanto, isso só foi observado para 7MD, não sendo realidade para Foz do Bacajá na F[ii] e para ambas em período sem intervenção no rio Xingu, no qual algumas diferenças superam os 80 cm.

Quanto às vazões de referência para o período pré intervenção, há controvérsias com base na série histórica a serem citadas no item II.2.3 desse parecer.

Os **resultados da modelagem** foram apresentados mapas de manchas de inundação e de velocidade de fluxo, Anexos 5 e 8, contendo quadros com resultados de área, NA e de Q no TVR / tributários. Para se extrair resultados comparativos foram utilizadas 4 (quatro) seções transversais completas, definidas como "**representativas**", para cada setor definido no EIA (Seções 1, 2, 3 e 4), Figura 59, p.122, que são distintas das seções "**controles**". Os Quadros 27, 28[3] e 29, p.125-127, apresenta os resultados de NA calculados para os dois tipos de seção para cada um dos 21 cenários propostos, e de [3]velocidade de fluxo (V x NA x Q_{Ref}) para seções de controle. Embora o documento tenha apresentado o perfil de cada seção representativa, Figuras 60 a 63, p.123-125, não traz suas coordenadas, o critério de escolha de cada uma delas e a metodologia utilizada em seus traçados que, aparentemente, as três

primeiras são coincidentes com as seções utilizadas no EIA sem uma avaliação se os locais são as melhores opções de escolha para o estudo.

A comparação com as manchas do EIA foi realizada cruzando-se seções "coincidentes" nos três primeiros segmentos. Apesar da seção do Paquiçamba aparentemente não apresentar a mesma dimensão que a seção 3, Figura 5, p. 128, foi concluído que *"[...] modelos estão devidamente calibrados, ratificando o cálculo de áreas alagadas do EIA."*, p.129, e que pela técnica de Composição Colorida Multitemporal (CCM) os canais de escoamento superficial que margeiam as ilhas aluviais, não apresentavam alterações de área e conformações espaciais perceptíveis nas imagens de satélite utilizadas para **Q < 7.312** m³/s, e que uma redução de vazão do HC estaria restrita ao trecho de 10 km iniciais do TVR (Ilha Pimental/ME - setor São Pedro), e que isso representaria apenas 10% das vazões totais do rio Xingu.

Sobre os setores concluem:

- **São Pedro**: O (re)fluxo existente (V ≤ 0,13 m/s) se dá por efeito "remanso" podendo até chegar à barragem Pimental com Q_{HCA} = 4.000 m³/s. Isto demonstraria que o EIA teria sido "conservador", pois os efeitos "reais" seriam menores que aqueles previstos, e que a NESA teria se preocupado com os impactos junto às famílias locais;
- **Fazenda/Ressaca**: Dado que o EIA informava que entre 700-970 m³/s haveria seca total da ME, que as ilhas só seriam inundadas com 18.000 m³/s, e que vistorias de 2008 "constataram" algumas ilhas com água com pedrais submersos a 7.000 m³/s (sem quantificação) e com penetração de água de até 2 m com 3.500 m³/s (mesmo afirmando dificuldade de acesso para confirmação), o estudo complementar só teria confirmado os dados;
- **Paquiçamba**: Segundo o EIA, a MD recebe 95% do fluxo na estiagem e cerca de 80% numa Q = 11.000 m³/s, que uma área de leito de rio seco seria molhada com "pouco acréscimo" (não informam esse limite), onde uma única ilha (área total não informada) só seria parcialmente alagada com Q = 20.000 m³/s (área inundada não informada). Com Q = 700,00 m³/s haveria fluxo em canais utilizados pela população indígena embora com profundidades inferiores a 1 m, sem citar se viável à navegação. O estudo se ateve em confirmar as informações do EIA acrescentando que somente em *Q > 3.800 m³/s* ocorreria inundação da região, sem esclarecer qual seria a Q mínima para se resolver o problema da baixa profundidades para navegação;
- **Jusante Bacajá**: Setor não comtemplado na modelagem do EIA. Com base nos dados do CCM indicava à época submersão total dos pedrais à uma Q ≈ 7.000 m³/s e parcial (sem quantificação) com Q ≈ 4.000 m³/s . O estudo apenas comenta que com a batimetria realizada na região em 2019/2020 *"[...] foi possível identificar os canais com mais de 50 metros de profundidade e aqueles com mudança na direção do fluxo para vazões maiores que 8.000 m³/s."*, p.131, NÃO indicando em que as informações contribuíram à complementação do conhecimento da região.

No contexto das vazões citadas acima e considerando a frequência com que ocorriam em estado NATURAL de rio (série histórica - estação 18850000), em especial para os meses de fevereiro a maio (águas altas) considerado primordial para manutenção das funções ecológicas e modo de vida da população, o que se tem a comentar é:

1) As ocorrências de *Q < 7.312 m³/s* se deu em menos de 7% nos 47 anos de monitoramento, sendo que nos meses de março e abril NUNCA foi observada vazão média mensal inferior a 7.000 m³/s (normalmente superiores a 9.800 m³/s). Implantar vazões inferiores a essa e em regime diferente ao hidrograma ecológico seria suficiente para ACABAR com um nicho de estrema importância em período de Piracema;

2) *Q ≥ 18.000 m³/s* correspondeu mais de 19% dos 47 anos, sendo que em março e abril esse percentual sobe para mais de 57%, isso é, para manutenção ecológica seriam necessários pelo menos ½ dos anos com vazão semelhante por pelo menos 2 meses consecutivos;

3) *Q > 11.000 m³/s* são mais de 68% das observações anuais, chegando a percentuais superiores a 85% nos dois meses de referência. No caso de *Q > 20.000 m³/s*, foi observado nos primeiros três meses ocorrência de pelo menos 38%, o que implica que, ao instituir vazões inferiores se elimina permanente a ilha no Paquiçamba como área útil para conservação da fauna e flora;

4) *Q > 3.800 m³/s* representavam mais 91% das ocorrências nos 6 primeiros meses dos anos na série histórica, indicando que problemas mais sérios de navegação nos canais à ME estava restrito apenas ao segundo semestre, principalmente de agosto a novembro, e que a imposição do Q_{HC} comprometerá a navegação de forma permanente;

5) Sendo a ocorrências de Q > 7.000 m³/s verificada em 60% do período histórico de janeiro a maio, 6 (seis) meses, garantia-se que um bom período do ano parte dos pedrais estivessem inundados no setor de Jusante do Bacajá o que também passa a estar comprometido de forma permanente;

6) Observando os quadros nos mapas de inundação do Anexo 5, chama atenção a desproporcionalidade dos valores de áreas e NA ao comparar essas manchas em condições naturais de rio Xingu e de TVR instalado em vazões próximas. Destacando aqui as Q_{AFL} = 8.546 m³/s e Q_{HCB} = 8.000 m³/s, FIGURA 08, Anexo 01, tanto a área quanto o NA aumentam no setor São Pedro com a presença de barragem mesmo com vazões inferiores, são 546 m³/s a menos que provocam um aumento de 1.084 ha de área alagada em 3 cm a mais de altura da lâmina d'água, algo totalmente inusitado e sem qualquer explicação por parte do relatório:

- Cenário 4 (C 1A); Condição Natural; Enchente.méd (dez/jan/fev); Q = 8.546 m³/s; A = 38.236 ha; NA_{MAN} = 85,54 m;
- Cenário 20 (C 2.12); Condição Hidrograma B; abril; Q = 8.000 m³/s; A = 39.320 ha; NA_{MAN} = 85,57 m.

Com relação à **velocidade e direção de fluxo** no TVR, o estudo indica que o volume escoado e a profundidade do canal é que determinaram a magnitude das velocidades. Foi dado destaque ao setor São Pedro (ME) o qual estaria submetido ao efeito remanso em Q ≥ 4.000 m³/s. Os resultados das medições de Q e V são apresentadas no Quadro 31, p.133. No entanto, NÃO são apresentadas as diferenças do antes e pós instalação das estruturas do barramento de Pimental.

Quanto ao Anexo 9, a dinâmica de escoamento (vídeos) foi apresentada somente para 05 cenários (sem TVR: 17.294 e 1.091 m³/s; com TVR: 750, 4.000, 8.000 m³/s) em condições NÃO coincidentes de vazão natural e reduzida a título de comparação. A visibilidade foi reduzida quanto à direção e sentido do fluxo não permitindo evidenciar entradas e saídas. Os arquivos abarcam o Setor São Pedro e uma pequena porção dos setores Fazenda/Ressaca e Paquiçamba, não incluindo o restante do TVR, portanto, NÃO atendeu na íntegra ao solicitado pelo Ibama.

Quanto às vazões defluentes apontadas no Quadro 31, chama a atenção que em três dias consecutivos as vazões tiveram variações bastante abruptas (3.683 --> 2.573 m³/s) destacando $Q_{18/03/20}$ = 4.183 m³/s (próxima ao Q_{HCB}) não autorizada, cabendo averiguação e encaminhamento para autuação. Questiona-se a compatibilidade dos dados para seções próximas em condições de Q e V tão distintas, para se utilizar na caracterização de um cenário específico.

Quanto ao **rio Bacajá**, seu perfil longitudinal (não apresentado) teria indicado diferença de cota (ΔH) de 110 m para uma D = 400 km, isso é, S < 1 %, uma topografia plana apesar das corredeiras existentes (afloramento rochoso). Das informações passadas pelo EIA, foram citadas a extensão média da influência rio Xingu (remanso):

- $Q_{máx.BCJ}$ *= 1.465 m³/s +* Q_{xingu} *= 23.414 km³/s* --> 15-20 km e quando Q_{xingu} < 7.851 m³/s --> 7 km (não ficou claro se para mesma Q_{BCJ});
- $Q_{méd.CE.BCJ}$ *= 840 m³/s +* Q_{xingu} *< 7.851km³/s* --> 10 km;
- $Q_{méd.SC.BCJ}$ *= 40 m³/s +* Q_{xingu} *= 7.851, 4.000, 1.800 m³/s* --> 25, 10, 2,5 km, respectivamente. Para Q_{xingu} *= 1.300 m³/s o remanso* limita-se à foz. Nesse caso indicam alteração no remanso em função à implantação das vazões reduzidas do HC mantendo sua influência somente no trecho inicial próximo à confluência dos dois rios.

O estudo de 2011 teve foco principalmente na ocorrência de impactos sobre a TI Trincheira Bacajá. Foram destacadas as condições de variabilidade da navegabilidade, em função da alternância entre áreas planas (> L + < V) e corredeiras (< L e > V) totalizando 5 obstáculos, e destacadas as diferenças de Q entre estações secas e úmidas do próprio rio Bacajá. Concluem que interferências significativas **do remanso do rio Xingu sobre o rio Bacajá** se dava em até 15 km a montante da confluência e que NÃO seria esperada alterações hidráulicas relevantes com a implantação das Q_{HC}, e que estaria limitada a 12 km sem interferir na referida TI (monitoramento conduzido pelo Projeto 11.1.3). No caso da região com interferência do remanso afirmam que com a *"[...] redução de vazão no TVR é esperado o aumento da velocidade no trecho sob efeito de remanso"*, p.137.

Com o presente estudo, foram acrescentadas as informações de que: i) no período entre junho-novembro as corredeiras Percata (2 km) e São João (7 km) funcionam como seção de controle hidráulico reduzindo as influências da vazão do TVR no trecho a montante; ii) em Q = 750 m³/s, nos meses de setembro-outubro é prevista redução de NA entre Foz e Percata com prejuízos à navegação; e iii) com Q = 4.000 e 8.000 m³/s, na cheia haverá redução significativa do remanso sobre o rio Bacajá em até 7 km, o que já estaria previsto no EIA.

O relatório não deixa claro o porquê do uso de diferentes vazões de referência para o rio Bacajá, ora de 809,7 m³/s para condição de NÃO existência do TVR (qual origem se não consta no Quadro 11?), ora de 913,40 m³/s (vazão regionalizada para abril) para o uso das Q_{HC} de cheia, o que prejudica a comparação entre os cenários.

II.2.3. Produtos e Resultados

Nesse tópico o relatório informa que de posse de dados altimétricos SECUNDÁRIOS de "alta resolução" (1 m) cobrindo uma área de 2.250 km², foi delimitando uma área de estudo PRELIMINAR de **836,2 km²** que, a princípio, incorporou a área do TVR definido no EIA (622,8 km²) mais o trechos do rio Bacajá e igarapés Bacajaí, Itatá e Ituna, e um *buffer* de 500 m no entorno das suas margens.

Essa área sofreu uma segunda delimitação para o levantamento da cobertura do solo com base na modelagem hidráulica em **Q = 20.423 m³/s**, resultando em uma área de **687 km²** com potencial de ocorrência das fitofisionomias de florestas aluviais e de formação pioneira (10,3% superior à do EIA). Cabe observar que o estudo SRO considerou uma máscara para a AIO de **658 km²**, inferior à da MMH2D e do levantamento da vegetação (4%), e que a área atribuída ao TVR pelo EIA não incluía os tributários citados o que deixa dúvidas sobre o que realmente é acréscimo de área, FIGURA 09, Anexo I, cabendo esclarecimentos e verificação individualizada de cada compartimento.

Em pesquisa ao EIA, citam que as formações ombrófilas densa que ocupam as planícies quaternárias sofrem influência da flutuação de nível do rio nos períodos de **cheia** e **vazante,** ao mesmo tempo em que afirmam que o *"[...] nível de inundação é muito variável, podendo oscilar entre 4 e 8 m nos picos anuais de* ***enchente*** *e* ***vazante****."* (grifo meu), p.29, com várzeas em diferentes altitudes e florestas aluviais localizadas em locais com NA_f superficial. A informação destacada em negrito aparentou incoerente e confusa, necessitando de esclarecimentos.

É apresentadas caracteriza outros tipos de formação com base nas informações de classificação:

1. **São Pedro**: formação florestal (floresta aluvial); canais anastomosados interligados – sumidouros / paranás;
2. **Fazenda/Ressaca**: idem a São Pedro, mas com ilhas mais alongadas;
3. **Paquiçamba**: formações florestais e pioneiras (influência fluvial ou lacustre);
4. **Jusante Bacajá**: predomínio de formações pioneiras sobre rochas graníticas (pedrais) com acúmulo de sedimentos arenosos; área exposta a correntezas;

Destacam o grupo vegetal *Podostemaceae* (incluem plantas aquáticas), base da alimentação e reprodução de diversos organismos (de bentons à avifauna), altamente dependentes da flutuação nas regiões de corredeiras com seu ciclo reprodutivo ativado nas

vazantes. São locais de notável abundância e densidade de peixes pelo bom estado de conservação das ilhas. Ressaltam que nos últimos 10 anos o desmatamento e ocupação humana (TI Arara da VGX) aumentaram a pressão sobre essas áreas.

Com um trecho do EIA, afirmam que *"A dinâmica sazonal das inundações é um dos principais fatores para a regulação da intensidade e época da reprodução, recrutamento e produtividade dos peixes"*, p.30, e que peixes em estado maduro (pré-desova e após a desova) ocorreriam quase que **somente** durante a **enchente**[4], período *"[...] crucial para fechamento do ciclo reprodutivo [...]"*, p.31, com deslocamento significante de espécies entre dezembro e fevereiro para desova em áreas inundadas, mesmo à uma vazão de 7.000 - 8.000 m³/s (pedrais submersos). Essa desconexão seria estabelecida somente por volta de 3.500 m³/s, informações que teria dado origem aos tetos do hidrograma B e A, respectivamente.

Dada essa dependência do ciclo reprodutivo ao período de [4]enchente (TRÊS meses), o HC já não representaria um hidrograma ecológico adequado, uma vez que as vazões chave NÃO foram atribuídas à referida estação que tem características hidrometeorológicas e de QA particulares, além do tempo também estar aquém do necessário, questões não abordadas no texto.

A atualização das informações de **cobertura do solo** do TVR baseou-se na reclassificação e quantificação das tipologias de uso do solo e cobertura vegetal, com foco nas florestas aluviais alagadas sob influência das vazões de referência, em especial do HCA e HCB. As diferentes fitofisionomias, os aspectos fisiográficos (p.ex. declividade, solo) e periodicidade/frequência de inundação são de extrema importância para se determinar vazões remanescentes e os impactos esperados.

A base cartográfica foi gerada a partir de polígonos de feições classificadas por radar em levantamentos para supressão de vegetação, posteriormente compilados, revisados e editados. Os limites desses polígonos foram então validados visualmente em sobreposição com arquivos do perfilamento a laser (maio-junho) com resolução de 2 m[5], e do imageamento por satélites CIBERS-4 (julho/2017) e LandSat-8 (julho-agosto/2019):

- Rede drenagem base do EIA;
- Ilhas com vegetação arbórea, tempo T1 da Bradar, em março/2014 em Q = 24.994 m³/s;
- Ilhas com vegetação arbustiva, T7 da Bradar de 30/10/2015, em Q = 880 m³/s. Tributários extraídos de técnicas de classificação automática;
- Bancos de areia, CBERS de julho/2017, em Q = 1.159 m³/s, por técnicas de classificação automática;
- Estradas e acessos com base no EIA e atualizadas pelo Plano 14;
- Dados altimétricos com CN de 1 m[5] e MDT (solo nu) e MDS (solo + objetos) do perfilamento a laser de 2019;
- Mantidas as 06 classes de vegetação com alterações para classes de uso do solo (pastagens, agricultura subsistência, povoados e estruturas UHE Belo Monte).

O texto não define o que é esse tempo T e a qual radar se refere. Também apresenta informações contraditória quanto a [5]resolução do arquivo do levantamento a laser, o qual deve ser esclarecido.

Abrindo-se um parêntese sobre o BRADAR, trata-se de uma empresa do Grupo Embraer Defesa & Segurança, que tem como cliente o CTEx (Centro Tecnológico do Exército), com expertise no desenvolvimento de radares avançados para: 1) Sensoriamento remoto para cartografia e monitoramento (OrbiSAR); 2) vigilância terrestre (SENTIR M20); e 3) busca e vigilância aérea de baixa altura (SABER M60), entre outros (https://www.defesanet.com.br/bid/noticia/21270/SABER-M200---BRADAR-e-CTEx-testam-com-sucesso-radar/). Entre os citados, o radar OrbiSAR-RFP (Radar Foliage Penetration) oferece altimetria e planimetria de alta precisão, resultante do sensoriamento de banda X (altura superfície) e P (altura solo), para produção de MDS (> 0,25 m), MDT (> 1 m), etc., que em seu processamento é possível verificar a Média do Erro Altimétrico (m) e o desvio padrão (m) alcançados (https://mundogeoconnect.com/2013/arquivos/palestras/20_jun-ab-joao-moreira.pdf), informações não apresentadas no estudo.

Outro ponto a se questionar é a não citação dessa "imagem" do Bradar por nenhuma das outras análises dos tópicos II.2.1 e II.2.3, citada somente nesse tópico sem o mínimo de informações, dando a entender que nenhuma das duas etapas do estudo complementar foi integrada de fato.

Aqui informam que o mapeamento da cobertura do solo foi gerado conciliando imagens ortorrefiticadas do levantamento aéreo de 2019 obtidas com resolução de espacial de 0,40 e 2 m, imagens multiespectrais, e georreferenciamento a partir de bases cartográficas existentes, e por fim, promovendo a interpretação visual através de padrões clássicos (cor, forma, textura etc.). Teria sido realizado o levantamento de campo posteriormente, a partir da distribuição de **177 pontos** por *Amostragem Casual Estratifica*, porém, esbarrando com dificuldades de acesso criadas pela baixa vazão do período e restrições de acesso em TIs devido a pandemia. Foi adotado o procedimento definido de *"[...] observação panorâmica e categorização à média distância [...]"*, p.39, resultando no levantamento de **165 pontos**, identificados na Figura 09, p.41. Posteriormente, foi realizada a integração com as manchas de inundação resultantes da MMH2D em **Q = 20.423 m³/s**.

Dos pontos conferidos à "média distância" o relatório não apresenta quantitativos. Observa-se que nas regiões de São Pedro, de boa parte do Paquiçamba, da região entre Paquiçamba (jusante) e cachoeira de Jericoá, e de jusante da vila Santa Isabel não houve sequer conferência de ponto.

O produto foi a redefinição de algumas feições como Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Dbu) em áreas inundáveis, Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras (Abp) em áreas não inundáveis, e Floresta Ombrófila Densa Aluvial com Formações Pioneiras com Influência Fluvial e/ou Lacustre-arbustiva (Paas), discriminados em mapa na escala de 1:60.000. As classes e suas respectivas áreas encontram-se no Quadro 6, p.44, e em mapa, Anexo 2. O documento não apresentou mapa de sobreposição das classificações antiga e atual para fins de comparação.

Para aferir o grau de erro e acertos, foi construída uma Matriz de Confusão a partir da amostragem em campo. O erro foi em média inferior a 9%, Anexo 1, p.10. A Tabela 3, p.11, mostraria a exatidão inferior a **73%** para Formação Pioneira com Influência Fluvial e/ou

Lacustre-Arbustiva e de **0,98%** para Floresta Ombrófila Densa Aluvial não comentadas pelo relatório no item *Validação de Campo e Avaliação da Exatidão,* cabendo esclarecimentos.

Comparando os dados do EIA e do Estudo Complementar, e excluídas as associações de florestas ombrófilas densas aluviais (Dbu) com outras formações (segundo o documento não seriam comparáveis), o estudo informa que houve redução de área em 10% (212,22 --> 192,42 km²) principalmente em função da dissociação com Abp (palmeiras). No geral, as diferenças na quantificação de Dbu pelos estudos, Figura 18, p.55, indica um aumento de 16% em área (147,43 --> 175,65 km²), apontando aumento do quantitativo de florestas aluviais por setores, Quadro 7, p.60, que vão de 67% a jusante do rio Bacajá e 24% para rio Bacajá e Igarapés. Nos demais compartimentos varia de 4 a11%.

Na consolidação da base geográfica, para a construção do **MDT** foram necessárias as informações hidrométricas (topobatimetria e perfis de linha d'água - PBA 11.1), entre outras, para se definir as feições hidráulicas do TVR, além de dados do **levantamento a laser** e do Projeto 14.2.4 (Infraestrutura fluvial). Esse levantamento utilizou-se da aerofotogrametria e restituição a laser (LIDAR) obtidos dos levantamentos de novembro/2010 e entre maio-junho/2019, conseguindo CNs de 1 m, resultando nas cartas altimétricas apresentadas pelas Figuras 29 e 30, p.71-72.

Aqui também está ausente o detalhamento dos levantamentos e seu processamento. Não faz qualquer comentário sobre diferenças encontradas entre eles e as correções proporcionadas.

A geometria da calha do rio (principais pontos) foi refinada pela instalação de 73 seções topobatimétricas complementares entre 2019 e 2020, totalizando **142** seções transversais (topobatimétricas) na área de estudo conforme descritas no Anexo 4 e na Figura 31, p.74. Também se utilizou dados dos levantamentos do RX realizado em 2019 e do CF-Pimental de 2012 e 2018 para modelagem do trecho a montante da barragem do SP em condição natural de rio (sem intervenções).

Foram definidas **séries históricas de vazão** para o rio Xingu e tributários (Ituna, Itatá, Bacajaí, Bacajá, **Laú Labu**[6]) a partir de dados adquiridos da ANA. Da série observada na estação 18850000, foram calculadas as vazões de referência Q_{MLT}, $Q_{méd.máx}$, $Q_{méd.mín}$, $Q_{méd.EN}$, $Q_{méd.CE}$, $Q_{méd.VZ}$ e $Q_{méd.SC}$ para o rio Xingu em condições naturais, FIGURA 10, Anexo 1, e comparadas às apresentadas ao EIA.

Observando as $Q_{méd}$ apresentadas no Quadro 8, p.76-77, e as comparando aos valores do Quadro 9, p.78, faltou esclarecer a origem dos valores de MLT e das médias máxima e mínima não compatíveis com parte dos valores encontrados por essa análise. Destaca também que o [6]tributário Laú Labu não é citado em outras partes do estudo complementar, só aparecendo nesse momento.

Para os tributários foram calculadas as vazões mensais regionalizadas com base na série do período 1977 a 2019 da estação Faz. Cipaúba (18880000), rio Bacajá. Essas vazões regionalizadas são calculadas a partir da vazão específica da área de drenagem da estação de referência, que nesse caso não foi fornecido pelo estudo, mas em consulta no site da ANA, $A_{Faz.Cipauba}$ = 24.700 km² (http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas?codigoEstacao=18880000) apontou vazões entre 0,0012 a 0,036 m³/s/km², GRÁFICO 05, Anexo 01. O estudo NÃO forneceu as áreas de drenagens dos tributário citado, nem mesmo junto ao mapa de contorno das bacias tributárias ao TVR, Figura 33, p.79, prejudicando a conferência dos dados pela análise e seu julgamento se adequado ou não.

Posteriormente, com os valores na base logarítmica, as médias mensais do rio Bacajá com as do rio Xingu foram comparadas, chegando-se à conclusão que ambas apresentam sazonalidade semelhantes, com pequenas diferenças em função da magnitude nas cheias.

Foi apresentada uma **análise de permanência** mensal das vazões de referência com fins de responder o tempo médio em que o NA do rio Xingu se mantem na região da VGX/TVR em condições de rio naturais e com TVR (HC). A análise utilizou como base a série histórica de vazões médias mensais da estação Altamira (18850000).

Inicialmente, criaram outras duas séries (Série HCA e Série HCB) simulando a operação da usina a plena carga fixando as vazões mínimas mensais a serem liberadas para o TVR (Q_{HCA} e Q_{HCB}) e variando as vazões máximas mensais subtraindo-se da Q_{AFL} volume desviado para o RI (**Q_{TURB} = 13.950 m³/s**) para cada mês (janeiro a maio) entre os anos de 1971 a 2019, Quadros 12 e 13, p.82-84. Então foram contados o nº de vezes em que Q_{TVR} seria superior às $Q_{HCA/HCB}$ previstas e os percentuais (frequência) dessas ocorrências nos 47 anos, Quadros 14 e 15, p.84-85.

A partir desta etapa do relatório, a presente análise NÃO conseguiu compreender a origem dos dados citados no Quadro 16, p. 85, definido como "tempo médio de recorrência", mesmo trabalhando na base das séries histórica, HCA e HCB fornecidas pelo empreendedor. Os referidos dados não apresentam coerência se comparados aos anteriores e o texto está bastante confuso não favorecendo uma leitura clara.

Sabe-se que para viabilizar a liberação de vazão extra no TVR com a UHE em plena carga, deve-se garantir $Q_{AFL} > Q_{TURB} + Q_{HCA/HCB}$, TABELA 02. O período de janeiro a junho são os únicos meses na série histórica com alguma probabilidade de ocorrência, no entanto, somente **março** (HCA/HCB) e **abril** (HCB) teriam garantias de que a cada 2 anos haveria esse "acréscimo" de volume d'água no TVR.

Tabela 02: Vazões afluentes mínimas necessárias para garantir vazão acima dos pisos dos Hidrograma de Teste A e B, com número e percentual de ocorrência positivos entre 1971 a 2019.

HC	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
$Q_{afluente}$ (m³/s)	15.050	15.550	16.450	17.950	15.750	15.150	14.950	14.850	14.700	14.650	14.750	14.850
Nº positivos A	3	11	32	31	17	1	0	0	0	0	0	0
Frequência A	6%	23%	68%	66%	36%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
$Q_{afluente}$ (m³/s)	15.050	15.550	17.950	21.950	17.950	15.950	15.150	14.850	14.700	14.650	14.750	14.850
Nº Positivos B	3	11	25	11	9	1	0	0	0	0	0	0
Frequência B	6%	23%	53%	23%	19%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Entretanto, resta saber se esses acréscimos seriam suficientes para contornar parte dos impactos impostos na VGX. Observando o nº de meses por ano com vazões superiores a 8.000 m³/s na estação úmida, TABELA 03, GRÁFICO 06, Anexo 01, iria se restringir em 1 ou 2 meses, sendo que em mais de 64% dos anos simulados em HCA NÃO apresentaria tal vazão.

Tabela 03: Número de meses com vazões médias no TVR igual ou maior a dos pisos dos Hidrograma de Teste A e B, com percentual de ocorrência positivas entre 1971 a 2019.

Qméd.men	Nº de Meses de Ocorrência							
	HCA				HCB			
	1	2	3	4	1	2	3	4
≥ 8.000	10	6	0	1	34	11	1	1
(%)	21	13	0	2	72	23	2	2
≥ 4.000	20	15	11	1	0	0	41	6
(%)	43	32	23	2	0	0	87	13

As curvas de permanência foram traçadas comparando-se os dados das séries da estação 18850000, HCA e HCB mês a mês e para período de cheia, Figuras 35 a 40, p.87-92, Quadros 19 e 20. Concluem que para Q_{TURB} = 13.950 m³/s, *"[...] nota-se nas permanências mais baixas, principalmente nos meses de cheia, uma translação das curvas de permanência dos cenários dos Hidrogramas A e B quando comparados com a curva das vazões naturais."*, p.86, o que daria ao TVR vazões acima dos HCA e HCB, alegando que em 65% do tempo HCA ficaria acima dos 4.000 m³/s em abril, enquanto HCB em 25%.

No entanto, lógica parecida não foi utilizada para comparar as perdas em relação às vazões naturais, que a exemplo de abril onde 100% do tempo se passava Q_{TVR} > 9.800 m³/s, GRÁFICO 07, Anexo 01, período REDUZIDOS para menos de 7% pelas vazões de teste, portanto, por mais que as vazões do HCA e HCB tenham probabilidades de permanecerem acima de seus pisos, as vazões liberadas estarão abaixo do necessário para minimizar os impactos no setor Paquiçamba por exemplo.

Sabe-se que "translação" é uma isometria de deslocamento de uma "figura" original conservando direção, comprimento e amplitudes dos ângulos (mantém-se inalterada), o que não se observou no presente relatório cabendo melhor esclarecimento sobre o que o autor quis dizer com isso.

Sobre a permanência das vazões em período de cheia, alegam que vazões iguais ou superiores a 4.000m³/s e 8.000 m³/s para HCA e HCB, respectivamente, foi de 57,4% e 44%, valores que não conferem aos dados analisados. Mesmo sobre essas probabilidades, é importante frisar que os valores acima dessas vazões estão limitados a no máximo 11.575 m³/s e 16.172 m³/s.

Utilizando dos dados fornecidos pelo próprio estudo, TABELA 04, estão dispostas as probabilidades de ocorrência de vazões citadas no texto como limite para impactos no TVR. Quando se considera período natural de reprodução de espécies da fauna e flora, enchente/cheia, pela curva de permanência natural do rio Xingu, durante 5 meses cerca de 45% do tempo a VGX mantinha-se com volumes acima dos 18.000 m³/s garantindo alagamento de ilhas e pedrais nos 3 primeiros setores. Com a implantação dos hidrogramas de teste A e B, esse tempo foi completamente ELIMINADO, limitando a região a menos de 5% do tempo a vazões de 11.000 m³/s comprometendo a navegabilidade no setor Paquiçamba mesmo em épocas úmidas.

Tabela 04: Permanência de vazões de referência em função do período do ano e a instituição dos hidrogramas de teste A e B em relação às vazões naturais na série histórica da estação 18850000.

Hidrograma	Q_{REF}	Probabilidade de Excedência (%)			
		Geral	Período Úmido	Período Cheia	Abril
Est. 18850000	4.000	54	99	**100**	100
	8.000	37	85	**96**	100
	11.000	30	71	**87**	96
	18.000	12	30	**45**	64
	21.000	6	15	**23**	30
A	4.000	15	36	**57**	100
	8.000	5	12	**19**	26
	11.000	1	2	**2**	3
	18.000	0	0	**0**	0
	21.000	0	0	**0**	0
B	4.000	26	63	**100**	100
	8.000	11	27	**44**	100
	11.000	1	3	**5**	4
	18.000	0	0	**0**	0
	21.000	0	0	**0**	0

NÃO foi identificada análise de "permanência" para as vazões naturais nas vazões de referência.

O restante do relatório se limitou a atualizar os dados da curva de permanência indicada no EIA, NÃO sendo esse o objetivo do presente estudo. Portanto, NÃO respondeu em qual tempo médio o NA do rio Xingu se mantem na região da VGX/TVR em condições de rio naturais e com TVR (HC) com base nas manchas de inundação solicitadas.

Em sua conclusão para o estudo, o documento relata:

- Com base nos mapas de manchas de inundação apresentados nos Quadros 35 e 36, p.141-142, com as áreas inundadas por cenário, concluem para a resposta 1 que, para **Qméd.CH = 17.294 m³/s,** a permanência seria de **50%** do tempo por três meses. A resposta para a questão 2 não foi explicita e não contemplou avaliação comparativa;
- Em resposta ao 4º questionamentos:
  - Para área de floresta aluvial inundada periodicamente em estação de águas altas antes do empreendimento, considerada a **$Q_{méd.máx}$ = 20.423 m³/s**, se avaliou 569,38 km² de área com potencial de ocorrência da vegetação de influência aluvial inundada;
  - O tempo médio dessas inundações seria de no máximo **8%** do tempo;

Utilizando da mesma série histórica, esse valor de permanência indicado não é compatível ao observado pela presente análise, uma vez que em período de cheia (março a maio) mostrou-se entre 25-30 %, com percentuais semelhantes ou superiores a 15% se considerado todo período úmido (janeiro a maio).

- Para responder sobre a área que deixou de ser inundada com a instalação do TVR, utilizando-se da **$Q_{méd.CH}$ = 17.294 m³/s**, apontou uma área inundada em condições naturais de A = 161,67 km² (148,11 Dbu + 13,56 Paas), para uma permanência de **14%** do tempo (dado difere do anterior). Se reportando ao Quadro 37, p.145, as áreas que deixaram de ser inundadas com Q_{HCA} = 4.000 m³/s e Q_{HCB} = 8.000 m³/s foram de 130,03 km² (- 80,4%) e 113,07 km² (-69,9%), respectivamente, que seria equivalente ao já preconizado pelo EIA. Destacam que em 66% do tempo a área a ser inundada em HCA é superior à informada com base nas curvas de permanência, e de 23% do tempo para HCB.

Quanto às áreas por tipologia, recorrendo ao *Anexo_02_Mapa_de_Uso_e_Cobertura_Vegetal,* o quadro aponta uma área de Dbu de 175,65 km³ e de 38,12 km² para Paas, e de 16,73 km² de associação entre as duas fitofisionomias, observa-se dados CONFRONTANTES.

Quanto ao período máximo dessas inundações, NÃO foi respondido pelo relatório, uma vez que período de águas altas é de pelo menos 5 meses com 35% do tempo com Q > 17.294 m³/s e percentual semelhante (tendendo a menor) para $Q_{TVR.HC}$.

- Alegam que com o HCB foram mantidos os *"[...] pulsos hidrológicos necessários para as migrações longitudinais e laterais da ictiofauna, [...] a magnitude da redução de populações de espécies intolerantes às alterações hidrológicas foi alterada de alta para média[...]"*, p.148, enquanto que com HCA estaria se garantindo a *"[...] manutenção de parte dos habitats reprodutivos e tróficos, [...] uma vez que nesta vazão mínima de cheia se garantiria a manutenção de ambientes aquáticos de pedrais (considerando a profundidade da lâmina d'água)."*, o que reduziria a perda de renda dos pescadores na VGX;

Essa análise entende ser a presente afirmação especulativa uma vez feita sem a terceira parte do estudo complementar realizada.

- Por fim, afirmam que os resultados apresentados pelo estudo complementar ratificaria as análises quali-quantitativas do EIA e que todas as ações necessárias para minimizar os impactos foram tomadas junto ao PBA.

III. CONSIDEAÇÕES FINAIS

É de conhecimento dessa equipe técnica que se trata de um estudo de alto grau de complexidade, porém, necessário.

O que se observou de maneira geral foi que o denominado **estudo complementar** esteve mais amarrado ao processo comparativo entre resultados recentes com aqueles do EIA com fins nítidos de REFERENDAR resultados pretéritos, que buscar independência e isonomia técnica. Se gastou mais tempo em explicar o EIA que gerar uma base de dados mais segura e mais bem explorada, capaz de eliminar as fragilidades das informações.

O estudo foi originalmente pensado em se avaliar, a luz de novas tecnologias, as características intrínsecas da região da Volta Grande do Xingu sem amarrar a dados pretéritos. Uma avaliação comparativa caberia à equipe do Ibama em momento oportuno.

Faltou dados de base para teste e comprovação dos resultados, faltou esclarecimentos como fontes, origem de dados, faltou clareza na redação do texto, citações sem resultados e discussões. Não ficou clara a conexão entre SRO e a MMH2D, que acabou gerando informações em duplicidade e sem uso direto de uma para outra. Se destacou mais as vazões do hidrograma de teste que as vazões naturais. Exemplo disso está destacado em vários momentos desse parecer.

A análise não foi facilitada principalmente por ausência de arquivo vetorial (shapefile) ou raster (tiff) utilizado pela modelagem na segunda etapa do estudo, assim como de arquivo de entrada a exemplo dos coeficientes cinéticos utilizados no processamento.

Ao longo do relatório, foram sendo identificadas vazões com características específicas as quais caberiam maior atenção como $Q_{90.CE}$ = 5.836 m³/s (limite de advertência de níveis críticos de vazões para biota aquática), $Q_{95.CE}$ = 4.780 m³/s (condições extremas de vazões mínimas), 18.000 m³/s e 11.000 m³/s, entre outros. Esses valores são importantes uma vez que indicam que a diversidade ambiental na região da VGX se desenvolveu com vazões superiores às propostas pelo HC, e que a redução abrupta para valores inferiores à própria **Q_{90}** pode resultar em alterações físicas e biológicas com consequências de proporções desconhecidas.

Entre os produtos almejados pelo estudo complementar, destaca o **MDT** previsto a ser construído a partir do perfilamento a laser e do refinamento da topobatimetria (dados primários) conforme a metodologia acordada entre o Ibama e a NESSA. No entanto, os dados apresentados no tópico sobre o sensoriamento remoto isso NÃO ocorreu. Citado resumidamente no relatório, o DEM adquirido teria sido produto do processamento das imagens ALOS (produtos *Radiometricamente Corrigidos no Terreno - RTC*) sem se referir ao grau de precisão da técnica utilizada.

Esclarecendo as nomenclaturas, um MDT é complementar ao DEM incluindo características lineares do terreno. O Ibama ao definir a elaboração do MDT dentro da metodologia aprovada, quis garantir a identificação da altitude da área em relação ao solo (terra nua), com a maior precisão possível evitando distorções como aquelas apontadas no período do EIA. Estes erros se devem em geral à vegetação florestal densa marginal na região do baixo Xingu. Conforme comentado no item II.2, há indícios que tais distorções continuam ocorrendo uma vez que os resultados de áreas inundadas distorcem das vazões observadas na região no período analisado.

A presente análise também discorda da suposta validação do modelo. Inicialmente por não sanar o problema principal que é o domínio da área de inundação no período de cheia, que por vez não atribui efetiva representatividade à calibração. Segundo, por não atribuir caráter preditivo com sua aplicação posterior à data de conclusão do modelo e verificação se esse realmente estaria correspondendo ao observado. Por fim, o ajuste da calibração somente com base na alteração do Coeficiente de Manning também é bem questionável o que poderia estar levando a distorções não desejáveis ao longo do processo.

Os mapas de inundação gerados individualmente não permitem a visualização das diferenças entre vazões similares em cenários de rio com e sem TVR. A presença de resultados com valores incoerentes onde área e altura da lâmina d'água são inferior para vazões superiores também se torna elemento de questionamento.

Em vários momentos faltou apresentação de resultados para todos os setores em todos os cenários modelados, como foi para os resultados da dinâmica de escoamento (vídeos), além da visualização limitada impedindo se evidenciar entradas e saídas. Os mapas apresentados no Anexo 8 só apresentam velocidade em escalas de cores sem adição dos vetores direcionais.

Os dados do levantamento de cobertura vegetal no estudo referente ao SRO apresentou dados de área separadas por cenas, sem mapa ou quadro geral. Não se encontrou no texto do relatório uma convergência entre os dados apresentados pelo SRO e pela Modelagem.

Houve a tentativa de se explicar o tempo de permanência da lâmina d'água sobre determinada vazão de referência pela reavaliação de Curva de Permanência do EIA, atualizada com a inclusão dos dados fluviométricos do período de 2005 a 2019. No entanto, a abordagem seguiu priorizando as vazões do HC e não das vazões naturais, e os mesmos três setores do EIA com pouca (ou quase nenhuma) avaliação do setor Jusante Bacajá.

Em decorrência do exposto, essa análise NÃO considerou satisfatória as respostas dadas aos questionamentos 1, 2 e 4 do Parecer Técnico nº 111/2019, principalmente por faltar compatibilidade entre dados apresentados pelo relatório e os observados pelo parecer, e pela falta de independência técnica dos dados.

Outra importante questão levantada era se ao aumentar a vazão do TVR além do HC qual seria o comportamento hidrodinâmico em cenário sob intervenção. NENHUMA simulação com vazões acima dos 8.000 m³/s foi realizado para o cenário de rio com barramento, portanto, o estudo continua falho sem dar condições ao Ibama de obter respostas razoáveis e seguras em colaboração ao processo de tomada de decisão sobre a viabilidade do hidrograma de teste.

Também não foi respondido se instituir vazões superiores ao HC sobre a proposta de um hidrograma alternativo, esta seria capaz de estabelecer as condições mais próximas aos naturais garantindo o equilíbrio ambiental necessário, e se as alterações hidrodinâmicas (alteração na direção e velocidade do fluxo) poderiam refletir em maior risco para os usuários do TVR considerando uma "inundação" por efeito remanso caracterizada por refluxo na ME do TVR.

Por fim, verificou-se conclusões com base em especulações sobre garantias de manutenção de ambientes aquáticos sob vazões do hidrograma de teste sem dados dos estudos bióticos, que ainda se encontra em andamento.

Deve-se sempre lembrar que os impactos ambientais em curso estão sendo observados sob vazões superiores ao teto do HCB, indicando que as condições de degradação ambiental podem piorar com a implementação definitiva das vazões alternadas do hidrograma de teste. Por isso e pelas motivações acima, esse parecer não considera adequada a abordagem dada pelo relatório técnico, sugerindo sua DEVOLUÇÃO e readequação.

Atenciosamente,

Documento assinado eletronicamente por **CINTHIA BARROCA DE CASTRO**, **Analista Ambiental**, em 01/02/2021, às 15:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ibama.gov.br/autenticidade, informando o código verificador **9223070** e o código CRC **F368387E**.

Referência: Processo nº 02001.011114/2020-52 SEI nº 9223070