

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

69d37cf44d192aa7e2088d9e9806f2a2d0955c47c35ee94a4ef9e0a5836f0a38

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

PAR. 02001.003602/2016-18 COHID/IBAMA

Assunto: UHE São Manoel (Processos nº 02001.004420/2007-65)

Origem: Coordenação de Energia Hidrelétrica

REFERENCIA: CT 02001.014006/2016-55/

Ementa: Análise modelagem matemática de qualidade da água para fins de definição quantitativo supressão bacia de acumulação

A UHE São Manoel encontra-se em implantação no rio Teles Pires, eixo nas coordenadas 9°09'9.20"S / 57°03'08"W, entre os municípios de Paranaíta (MT) e Jacareacanga (PA). A usina terá potência instalada de 700 MW (potência firme de 416,84 MW), a partir de 4 turbinas tipo Kaplan (177,32 MW/UG). O futuro reservatório terá 64 km² a ser operado em regime de fio d'água em NA 161 m. O empreendimento recebeu a Licença de Instalação nº 1017/2014 em agosto/2014.

O presente Parecer Técnico visa analisar o documento intitulado "*Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água. Modelagem Matemática da Qualidade da Água*" (sem data) elaborado pela empresa HydroAmbiental Estudos e Projetos Ltda, encaminhado pela correspondência CT-GM-SM-196/16 de 01/08/16 (Protocolo 02001.014006/2016-55 de 01/08/16) e seus anexos:

1. Figura 4.6.2: Segmentação do Reservatório. Reatores e Bacias;
2. Mapa 1: Segmentos do Reservatório;
3. Mapa 1: Aspectos Considerados para Determinação da Área de Supressão;
4. Mapa 1: Supressão Vegetal do Reservatório;
5. Mapa 1: Uso e Ocupação das Áreas Adicionais de Supressão.

O relatório apresentado para a UHE São Manoel, abordou os seguintes tópicos:

- Introdução;
- Características da UHE São Manoel e área de estudo (estruturas vertentes, vazões, tempo de residência);
- Conceituação dos modelos (hidráulico, estratificação térmica e eutrofização);
- Dados utilizados (cartográficos e topográficos, climáticos, hidrológicos, qualidade da água, estimativa fitomassa, segmentação reservatório);
- Estratificação térmica (dados entrada e resultados);
- Qualidade da água (módulo hidráulico / vazão afluente, carbono biodegradável, taxa de biodegradação fitomassa, constantes equações cinéticas);
- Resultados (operação / 4 etapas, enchimento sem e com desmatamento);
- Conclusão e Recomendação;

Conforme a correspondência, o início do enchimento do reservatório está previsto para 01/07/2017



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

(início operação), p.1, porém, o modelo inicia-se com uma sobre-elevação de cota no início do desvio de 2ª fase em 01/12/16.

Os demais documentos relativos à supressão da vegetação, também encaminhados pela referida correspondência, são focos de análise específica e não exclui a possibilidade de áreas adicionais de supressão.

No caso presente, cabe observar que, em se tratando de um estudo prognóstico sem possibilidade de calibração e validação prévia (modelagem de sistema inexistente), serão levados em consideração a segurança ambiental contra eventuais impactos salvaguardando não só ao atendimento dos padrões de qualidade definidos pela Resolução Conama nº 357/05, mas às condições adequadas à conservação da biota aquática (fauna e flora) e às condições cênicas, entre outros. Portanto, o estudo apresentado será analisado de forma conservadora uma vez entendido se tratar de um procedimento de suporte à tomada de decisão exigida com base nas condicionantes 2.5 e 2.14 da LI 1017/2004:

“2.5. No que se refere às atividades de supressão de vegetação: ...

c) Elaborar e apresentar, no prazo de 18 (dezoito) meses, novo delineamento da limpeza da bacia de acumulação e mapeamento dos setores de desmatamento, proposto em estudos de qualidade da água, preservação da ictiofauna e fauna terrestre, aspectos paisagísticos e econômicos”;

“2.14. Apresentar no âmbito do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água, nova modelagem matemática referente ao período de enchimento e estabilização do reservatório”.

1. MODELO PROGNÓSTICO

Atualmente existem variados modelos matemáticos hidrodinâmicos e de qualidade da água utilizados no intuito de prognosticar as condições futuras de um trecho de rio, de um lago / lagoa (sistema existente), ou as prováveis modificações decorrentes da alteração hidrodinâmica ao barrar um curso d'água (sistema inexistente). São modelos de comportamento de um sistema geralmente do tipo determinístico (TUCCI, 2005), isso é, para uma mesma entrada o sistema produzirá a mesma saída, mesmo que algumas características sejam aleatórias (p.ex. Vazão).

Tais modelos consistem em simular as concentrações de constituintes presentes no corpo hídrico pelas características hidrodinâmicas (módulo hidráulico - equações de momento e continuidade), as condições iniciais do sistema aquático e a cinética de reações (módulo qualidade da água) que avalia os caminhos de fluxo no sistema, a mistura, a diluição de contaminantes e os tempos de detenção da água.

Conforme afirma HAETINGER *Apud* SANTOS (2009), estes modelos apresentam limitações que envolvem quantidade e qualidade dos dados hidrológicos, dificuldade na formulação matemática de alguns



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

processos simplificando-se o comportamento espacial de variáveis e fenômenos. Portanto, a aplicação de um determinado modelo envolve a escolha daquele mais apropriado, seleção e análise dos dados necessários, ajuste e verificação de parâmetros, definição de cenários de aplicação, prognóstico e estimativa das incertezas dos resultados.

Ao barrar um trecho de rio transformando-o em um sistema diferente daquele original, além da mudança na sua hidrodinâmica, há a inundação de áreas ora ocupadas por vegetação nativa, áreas agricultáveis, e pastagens, implicando em incremento de substâncias (principalmente material orgânico) ao novo corpo hídrico que pode comprometer a qualidade da água e seus usos múltiplos.

Nesses ambientes, as principais fontes de carbono (matéria orgânica) a serem consideradas (BIANCHINI JR, 2016) são: 1º) lixiviação do solo e de detritos de origem terrestre, afluxo de matéria orgânica particulada grosseira e aporte de matéria orgânica particulada fina (alóctone); 2º) decomposição de organismos aquáticos (autóctones); 3º) metabolitos extracelulares ou fotossintetizados excretados de organismos aquáticos (autóctones); 4º) metabolitos extracelulares ou fotossintetizados excretados por macrófitas aquáticas da zona litoral (autóctones); e 5º) excreção da fauna. O incremento via margens florestadas também são consideradas como autóctones (Abelho, 2001, *Apud Gímenes et al.* 2010).

As fontes alóctones nos sistemas lênticos/intermediário, frações particuladas e dissolvidas de matéria orgânica, advêm principalmente de tributários e enxurradas durante eventos pluviométricos. No caso de reservatórios artificiais em formação deve-se também considerar como fontes autóctones não apenas detritos originados dos processos de produção primária (exsudados, restos de macrófitas aquáticas e plânctons), mas a fitomassa incorporada durante a operação de enchimento.

Para o presente trabalho, a empresa optou por simular o futuro sistema (reservatório) com o programa WASP (Water Quality Analysis Simulation Program), desenvolvido para simular os processos hidrodinâmicos e de transporte de contaminantes com intuito de possibilitar a interpretação e prever respostas de qualidade da água a fenômenos naturais e poluição antrópica em várias decisões de gestão. O software está disponibilizado na página da EPA - US Environmental Protection Agency (EPA, 2016).

O modelo está baseado em aproximações (simplificações) e pode ser estruturado para ser aplicado em uma, duas ou três dimensões. A simulação inclui temperatura, DBO, OD, nutrientes, processo de eutrofização, crescimento bacteriano, e outras variáveis, a partir dos processos de advecção, dispersão, cargas pontuais e difusas e as trocas limites.

Ele permite relacionar modelos de transporte hidrodinâmicas e de sedimentos que podem fornecer fluxos, velocidades em profundidades, temperatura, salinidade e fluxos de sedimentos. Permite definir coeficientes de variabilidade temporal, fluxos advectivos, cargas de poluentes e condições de qualidade da água de contorno, e permite pequenas adaptações de estruturação dos processos cinéticos.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

Os processos de qualidade da água são representados por sub-rotinas cinéticas especiais que são ou escolhidas a partir de uma biblioteca ou definidas pelo usuário. O software além do módulo básico (transporte de constituintes conservativos), vem com outros três módulos principais: o DYNHYD que é o módulo hidrodinâmico que simula o movimento da água (quantidade de movimento), o TOXI para poluição com substâncias tóxicas (produtos químicos orgânicos, metais e sedimentos), e o EUTRO para a qualidade da água - poluição convencional (oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, nutrientes e eutrofização).

Embora as exemplificações de aplicação do modelo pela Agência Norte-americana deram-se em ambientes lênticos com prognóstico gerado a partir de um modelo calibrado (ambiente existente), ele foi estruturado para a partir dos módulos básicos permitir substituição de sub-rotinas cinéticas por pacote global (modelos/equações) para problemas específicos. O WASP em si não simula a incorporação do material orgânico afogado, nesse caso há a necessidade de se incluir módulo bioquímico apropriado.

1.1. Dados da Modelagem

O empreendimento é caracterizado pelos seguintes parâmetros com base na Res. ANA 1.039/2014/EIA-RIMA e no projeto engenharia:

- NA Máximo normal: 161 m (montante) / 138,76 m (jusante);
- NA Mínimo normal: 161 m (montante) / 132,81 m (jusante);
- NA Máx. Maximorum: 163 m (montante) / 150,95 m (jusante);
- Cota tomada d'água (montante): 126 m;
- Cota de base vertedor (laje jusante): 131,44 m;
- Area reservatório: 64 km² (NA Máximo) / 75 km² (NA Max. Maximorum);
- Vol. reservatório: 577 hm³ (NA Máximo);
- Extensão reservatório: 40 km (NA Máximo);
- Perímetro: 392 km (NA Máximo);
- Profundidade média: 8,7m (até 35 m);
- Q remanescente: 566 m³/s;
- Q turbinada: 3.980 m³/s;
- Q decamilar: 13.828 m³/s;
- Q mlt: 2.293 m³/s;

OBS: A divergência de valores de cota NA Máximo (161 m ou 161,44 m) observadas algumas vezes na modelagem, refere-se à mudança de nomenclatura por mudança na referência no NR pelo IBGE em 2011, não significando aumento em 0,44 m na cota do reservatório.

As estruturas de geração e de vertimento da usina mostram tomada d'água e vazão defluente em cota de base, indicando tratar-se de repasse de água de fundo a jusante (normalmente pior qualidade nos períodos iniciais). No entanto, o modelo foi aplicado considerando o reservatório da UHE São Manoel

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

como imensos reatores de mistura completa em série, o que equivale dizer que em 8 km² (área de um segmento qualquer) as concentrações são as mesmas em qualquer ponto.

Das vazões médias mensais (Q Méd.Men) destacam a média da máxima (Q Máx.Men) em período úmido (março) e média da mínima (Q Mín.Men) em período de estiagem (setembro). Considerando o período solicitado para pré-enchimento e enchimento, as Q Méd.Men previstas seriam de 1.057 e 2.602 m³/s, respectivamente, TABELA 1.1. No caso do enchimento, após os primeiros 30 dias estaria reduzido a 816 m³/s.

Tabela 1.1:
Q Méd.Men afluente ao reservatório da UHE São Manoel (m³/s)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
Mín	1685	2554	1980	1305	894	642	489	395	329	316	474	911	316
Méd	3728	4324	4500	3582	2297	1482	1057	816	709	895	1495	2602	2290
Máx	6564	6577	8150	6096	3756	2448	1733	1296	1054	2148	3060	6852	8150

Fonte: Quadro 2.1, p.6.

O tempo de residência médio da água apresentado para o corpo central, refere-se somente para o local do eixo do barramento da UHE São Manoel, TABELA 1.2, indicando tendências lóticas a intermediárias (prioritária). A inexistência de gráfico de distribuição espacial de campo velocidade, entre outros, não permite visualizar a diferença ao longo de todo o reservatório e identificar locais de maior criticidade.

Tabela 1.2:
Q Méd.Men da UHE São Manoel e Tempo de residência (Tr) médio, a partir de série gerada junto ao eixo do barramento da UHE São Manoel.

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Méd
Q Méd. Men (m³/s)	3728	4324	4500	3582	2297	1482	1057	816	709	895	1495	2602	2290
Tr (dias)	1,8	1,5	1,5	1,9	2,9	4,5	6,3	8,2	9,4	7,5	4,5	2,6	2,9

Fonte: Quadro 2.2, p.7.

A situação nos braços a serem formados demonstram situações mais críticas, indicando ambientes lênticos com cenário preocupante, TABELA 1.3. Os valores ruins foram justificados em função das reduzidas dimensões das bacias contribuintes laterais. Cabe observar que o dado apresentado refere-se ao Tr médio podendo esses valores serem superiores se considerado um evento climatológico adverso em



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

ocasião de enchimento do reservatório. Aqui também não foi apresentado gráfico de distribuição espacial da variável.

Tabela 1.3:
Q Méd.Menl UHE São Manoel e Tempo de residência (Tr) médio.

Mês	Área (Km²)	Vol (Hm³)	Q Méd (m³/s)	Prof Méd (m)	Tr Médio (dias)
Corpo Central - eixo barramento	51,671	432,554	2291	8,4	2,9
Trib. Seg.07	2,808	13,029	2,15	4,6	70
Trib. Seg.09	1,734	5,942	2,29	3,4	30
Trib. Seg.11	2,344	11,742	0,74	5,0	184
Trib. Seg.13	3,442	31,227	0,24	9,1	1506

Fonte: Quadro 5.1., p.46.

O estudo aponta para uma área de futuro reservatório com cerca de 3.650 ha de floresta ombrófila densa (FOD) bem preservada. Uma modelagem preliminar realizada na fase de EIA utilizando-se o mesmo modelo WASP, já apontava problemas de qualidade da água indicando a necessidade de supressão mínima de 25,7% da cobertura vegetal da bacia de inundação. A modelagem foi rodada considerando uma vazão remanescente de 566 m³/s definida pela DRDH (Resolução ANA nº 129/2011), enchimento em período de cheia (março -> Q Méd.Men = 5.048 m³/s) e desvio de 2ª fase em período de estiagem reduzindo a possibilidade de sobrelevação a montante.

Os dados de uso e ocupação da bacia de acumulação, Quadro 6.1.3.1, p.56, indica FOD (submontana e aluvial - 36,50 km²), superfície líquida (lâmina d'água - 2,34 km²), solo exposto/edificações e pasto/cultura (1,94 km²). Nesse caso, o modelo estaria considerando uma área total de 61,84 km², um déficit de 2,16 km² dos 64 km² previstos no projeto e pela outorga de águas (Resolução ANA nº 1039/2014).

Entende-se por biomassa a quantidade de carbono em uma determinada região (origem vegetal e animal), expressa em "toneladas C/ha". A origem dos dados de fitomassa (biomassa vegetal) utilizados na presente modelagem foi obtida indiretamente a partir da metodologia adotada no estudo aplicado pela UHE Teles Pires, p.40, uma vez que a tentativa de ajuste de uma metodologia própria para a UHE São Manoel gerou erros significativos.

Para definição dos teores de água (40%), de Carbono Total (CTot) e Carbono Oxidável (COxi) para cada estrutura arbórea (tronco, galho grosso, galho fino, folha, casca, e flor/fruto), e biodegradação, foram utilizados dados e equações disponíveis na literatura, Quadros 4.5.1 a 4.5.3, p. 40-42. Dados de biomassa



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

verde (fresca e seca) e morta (serrapilheira) teriam sido adquiridos do próprio Inventário florestal (IF) realizado para São Manoel.

Foram utilizadas as seguintes equações:

- Fitomassa fresca (Ff): $Ff(FODsubmontana) = 435,29 \text{ t/ha}$ / $Ff(FODaluvial) = 430,72 \text{ t/ha}$;
- Fitomassa seca (Fs): $Fs(FODsubm) = 435,29 \cdot (1-0,4) = 262,34 \text{ t/ha}$ / $Fs(FODaluv) = 430,72 \cdot (1-0,4) = 259,41 \text{ t/ha}$;
- Carbono Total (CTot): $CTot(FODsubm) = Fs(FODsubm) \cdot 0,5 = 131,17 \text{ t/ha}$ / $Ctot(FODaluv) = Fs(FODaluv) \cdot 0,5 = 129,65 \text{ t/ha}$.

O documento não apresenta o limite de erro da estimativa da fitomassa - peso seco.

Com a definição do CTot (t/ha) e sua distribuição entre as diversas estruturas vegetais, a partir dos valores médios de COxi (definidos em estudo de biodegradação para cada estrutura), foram definidos os quantitativos de COxi por formação florestal incluindo serrapilheira (11,61 e 16,14 t/ha CTot para FOD submontana e aluvial, respectivamente), p.41-42.

Quanto às fitofisionomias identificadas, agricultura e pastagem, os valores de COxi foram adquiridos do EIA da UHE Serra do Facão (0,6 e 0,4 t/ha, respectivamente), valores estimados para região de cerrado, fisiograficamente distinta da região amazônica, classificada como Floresta Estacional Semi-decidual (FESd) e Savana Florestada (Cerradão). Para a presente modelagem foi utilizado um valor genérico de 0,8 t/ha para as duas classes de cobertura, ligeiramente superiores, mas sem justificativas.

Cabe observar que, se considerados os dados da UHE Serra do Facão em comparação àqueles apontados pelo Quadro 4.5.4, p.43, os teores de COxi para FOD (6,53 e 7,62 t/ha), estão bem inferior àqueles encontrados para FESd/Cerradão, que foi de 13,60 t/ha, o que implicaria dizer que uma FOD teria biomassa inferior a uma FESd ou cerradão, o que é um equívoco. Tal diferença pode indicar o uso de valores de COxi subestimados. Se comparados os valores estimados entre os biomas, TABELA 1.4, esse valor pode chegar ao dobro do COxi considerado na modelagem.

Tabela 1.4:

Cálculo comparativo dos valores de Carbono Oxidável (Coxi) considerando valores para floresta Ombrófila Densa, bioma amazônico, e para FESd, bioma cerrado, UHE Serra do Facão.

SEG	COxi FODSubm (t)	COxi FODaluv (t)	COxi Cult/Past (t)	COxi total (t)	COxi FODSubm (t)	COxi FODaluv (t)	COxi Cult/Past (t)	COxi total (t)
	COxi = 6,53 e 7,62 t/ha (FOD)				COxi = 13,60 t/ha (FESd/Cerradão)			
1	20,31	2,13	0,00	22,44	42,30	3,81	0,00	46,10



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

2	162,60	385,83	0,00	548,42	338,64	688,43	10,88	1.037,95
3	298,94	525,92	0,00	824,86	622,61	938,40	0,00	1.561,01
4	1.486,75	744,59	0,00	2.231,34	3.096,45	1.328,58	0,00	4.425,03
5	1.204,07	393,98	0,00	1.598,05	2.507,70	702,98	0,00	3.210,69
6	1.753,57	393,45	0,00	2.147,01	3.652,14	702,03	0,00	4.354,18
7	1.516,07	0,00	22,22	1.538,29	3.157,51	0,00	0,00	3.157,51
8	2.382,54	749,55	0,00	3.132,08	4.962,10	1.337,42	0,00	6.299,52
9	1.046,63	0,00	0,00	1.046,63	2.179,81	0,00	0,00	2.179,81
10	2.714,33	308,92	0,16	3.023,40	5.653,11	551,21	0,00	6.204,32
11	1.087,77	0,00	44,46	1.132,23	2.265,49	0,00	0,00	2.265,49
12	2.202,70	295,89	16,06	2.514,65	4.587,55	527,95	0,00	5.115,50
13	1.940,78	153,66	0,00	2.094,44	4.042,06	274,18	0,00	4.316,23
14	1.848,58	907,78	0,00	2.756,36	3.850,02	1.619,76	0,00	5.469,78
TOT	19.665,62	4.861,69	82,91	24.610,22	40.957,49	8.674,76	10,88	49.643,13

Acrescenta a esse quantitativo, visto a densidade de carbono biodegradável por fitofisionomia vegetal do estudo, Quadro 6.1.3.2, p.57, aquele deficit de 2,16 km² que pode implicar em média 495 t de CO_{xi} que deixaram de ser considerados na presente modelagem.

Outro ponto que pode contribuir para tal conclusão, refere-se quais as características hidrodinâmicas consideradas, se aquelas utilizadas no estudo de remanso. Caso não sejam adequadas podem representar área inundada ligeiramente maior da considerada no estudo, elevando ainda mais o quantitativo de CO_{xi} não computado. Portanto, o documento apresentado não apresenta clareza quanto aos valores reais de carbono lábil considerados na modelagem, dando indícios de que esses se encontram subestimados.

Dos 14 seguimentos no qual o futuro reservatório foi dividido para a modelagem, destacam em ordem decrescente de massa de carbono biodegradável a ser incorporada: Seg_8 (12,73%), Seg_10 (12,29%), Seg_14 (11,20%), Seg_12 (10,22%), Seg_4 (9,07%) e Seg_6 (8,72%). Esses 6 compartimentos representam juntos 64,62% do total, ou seja, mais de 15.904 t.

Se considerados o quantitativo de CTot e CO_{xi} por área total do segmento (incluindo superfície hídrica), então se destacam Seg_8 e 10, Seg_14 e Seg_12, respectivamente. Porém, se considerando as



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

concentrações por hectare em cada segmento, a ordem se modifica destacando Seg_9 e 13, Seg_7 e Seg_10, 11 e 12.

Até o momento, a empresa solicitou autorização para supressão de 1.177,5 ha (27%) restritos à margem esquerda do rio Teles Pires, em região imediatamente a montante do eixo do barramento (ASV nº 1123/2016 de 29/06/16), e outros 203,85 ha oriundas da ASV nº 936/2011/2014 para o canteiro de obras. A princípio já teria sido contemplada a supressão de cerca de 1.381,35 ha, cerca de 37% da vegetação florestal contida na bacia de acumulação, que em termos de CO₂i representa em média a retirada de 4.365,07 t, 17,74% do total informado.

Em continuidade ao processo de licenciamento, diante resultados do monitoramento de qualidade da água, entre outros, o estudo foi revisto objetivando avaliar a necessidade de complementação de área e indicando qual o quantitativo mínimo necessário para se garantir a saúde ambiental do corpo hídrico, além de:

- *“Fornecer subsídios para possíveis utilizações das águas do futuro reservatório da UHE São Manoel, visando às premissas de usos múltiplos que norteiam as políticas de recursos hídricos no Brasil; e*
- *Estimar a necessidade de supressão vegetal na fase de implantação do reservatório da UHE São Manoel, de modo a manter condições mínimas para manutenção da biota aquática e da qualidade das águas na fase de enchimento deste reservatório.”*

1.2. Estudo Prognóstico:

O relatório apresentado cita entre os impactos relacionados com os balanços bioquímicos do futuro reservatório, o reflexo nas concentrações de oxigênio dissolvido (mortalidade de peixes, gases sulfídrico e metano, poder de corrosão da água, etc.), e na fertilização da água (nitrogênio e fósforo). Cita estudos que indicam que tais alterações tendem a diminuir o potencial de utilização das águas do reservatório e do trecho do rio a jusante do empreendimento.

Indica as duas fases de maior comprometimento do reservatório, enchimento e operação, onde se observarão as condições mais críticas (afogamento e decomposição da biomassa vegetal) com liberação de grande quantidade de compostos orgânicos e nutrientes, e posterior estabilização das condições bioquímicas do meio aquático até completo equilíbrio.

Os processos acima foram representados na modelagem por 3 modelos distintos:

1. Modelo de Mekong: modelo hidráulico (2DH - compartimentos horizontais) com base na Fórmula de Manning e na Equação da Continuidade. Depende de uma adequada condição de contorno com topografia bem amarrada, condições que regulam escoamento e processo de circulação da água no futuro reservatório;
2. Modelo de Estratificação térmica (MIT): baseado no processo de absorção e transmissão da radiação solar, convecção devido ao esfriamento da superfície pela evaporação, ação do vento e os fluxos de vazões afluentes e defluentes, que podem favorecer a formação de camadas térmicas distintas -



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

redução das condições de mistura (turbulência), e posterior quebra da termoclina promovendo mistura vertical das camadas (epilímnia, metalímnia e hipolímnia) com depreciação da qualidade da água;

3. Modelo WASP4: modelo de eutrofização que a partir de uma adaptação (não informada) representaria o processo de incorporação e biodegradação da matéria vegetal inundada. As cinéticas dos efeitos de advecção, dispersão e interação dos diversos constituintes considerados no processo são realizados pelos Módulos básicos (transporte dos constituintes conservativos), EUTRO4 (processos físico-químicos que afetam o transporte e a interação entre os nutrientes, fitoplâncton, matéria orgânica e oxigênio dissolvido), DYNHYD4 (movimento da água em rios, estuários ou reservatórios) e TOXI4 (biodegradação, hidrólise, fotólise e oxidação química de elementos tóxicos).

Os dados utilizados na modelagem foram:

- Dados cartográficos e topográficos (só citados). Ausência de mapas e informações básicas;
- Dados climáticos de estações distantes e pouco representativas: cidade de Vera, Alta Floresta e Cachimbo, a 323 km, 125 km e 292 km, respectivamente. É sabido que a premissa básica de uma modelagem é a utilização de dados fiéis à área de estudo, não justificando o uso de outras fontes a partir do momento que existe estação climatológica no canteiro de obras do empreendimento;
- Dados hidrológicos com a utilização de vazões médias mensais de três estações: UHE São Manoel (eixo barramento), Est. 17380000 (jusante Peixoto Azevedo - 140 km a montante do empreendimento), e Est. 17410000 (Pousada Santa Rosa - 62 km jusante do eixo barramento). As variáveis foram discretizadas ao nível diário. Para as entradas laterais a vazão foi definida por vazão específica (eixo barramento);
- Dados de qualidade da água com base nas 13 seções de monitoramento definidas no PBA para os parâmetros Temperatura Água ($T_{ag}^{\circ}C$), OD, NH_3 , NO_3 , OPO_4 , CHLa, DBO, OD, N-Org e P-Org (1 ano: nov/2014 a out/2015 - mensais / algumas falhas) e nas séries obtidas das estações SEMA-MT e ANA. As frequências são irregulares:
 - 17340000: 20 campanhas de set/2009 a dez/2015 - $T_{ag}^{\circ}C$ e OD (frequência irregular);
 - 17340100: 27 campanhas de abr/2008 a out/2014 - $T_{ag}^{\circ}C$, OD, DBO, NH_3 , NO_3 , OPO_4 e $PTot$ (frequência irregular);
 - 17381000: 28 campanhas de jul/2006 a out/2014 - $T_{ag}^{\circ}C$, NH_3 , NO_3 , OPO_4 , DBO, OD e $PTot$ (frequência irregular);
 - 17380000: 26 campanhas de set/2002 a dez/2015 - $T_{ag}^{\circ}C$ e OD (frequência irregular);
 - 17410000: 19 campanhas de set/2002 a jan/2013 - $T_{ag}^{\circ}C$ e OD (frequência irregular);
- Estimativa de biomassa (densidade de carbono biodegradável, ou lábil) conforme observações feitas no item 1.1 deste parecer técnico; e
- Segmentação do reservatório - mapa I, p. 45;

1.2.1. Modelagem Hidráulica

Para aplicação do modelo hidráulico de Mekong, o reservatório foi segmentado a partir de dados cartográficos, levantamentos topográficos (seções transversais) e por perfilamento a laser, que definiu um “esquema topológico do sistema hídrico” - conjunto de 14 compartimentos individualizados - além de parâmetros geométricos de cada compartimento (nível d'água x área da superfície líquida). Tais compartimentos foram definidos a partir dos levantamentos batimétricos em 20 seções transversais (estudos de viabilidade), acrescidos de outras 4 seções próximas ao eixo barramento, além de outras



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

seções realizadas por barco não tripulado com ecobatímetro em locais de corredeiras (número não especificado). O documento não apresenta quantas seções ao total.

A modelagem hidráulica foi em teoria, aplicada em 2 dimensões na horizontal (2DH), embora as grandes áreas resultantes dessa compartimentação da bacia de acumulação (corpo principal e braços), acabam por funcionar como grandes reatores de mistura completa (1D) atuando em série, interligados por 13 canais hipotéticos de transferência dos parâmetros simulados. Alimentando esse sistema foram considerados 10 entradas representadas pela vazão afluyente da UHE Teles Pires (Q-01), e outras 09 bacias de drenagens laterais.

O documento cita que tal delimitação contemplou “(...) *os compartimentos representativos do corpo central do reservatório, separando-os das porções dos braços laterais (...)*”, p.11, com base na velocidade de escoamento. No entanto, vários desses segmentos centrais comportam braços relativamente grandes, p.ex Seg_8, em que provavelmente haverá diferença de velocidade de fluxo, mas tratado como se fossem homogêneos.

Cabe observar que ao descrever as atividades de uma modelagem, o que no texto refere-se a calibragem do modelo hidráulico, p.11, trata-se de uma pseudocalibragem, uma vez que o cenário imaginado ainda não existe, portanto não real.

Embora o estudo cite a utilização do Coeficiente de Manning (n = coeficiente de rugosidade) nos parâmetros de definição do modelo hidrodinâmico, p.9, há ausência de informações sobre qual o valor utilizado no Estudo de Remanso, esclarecimentos já solicitado na ATA 02001.000225/2016-57 e não apresentado até o presente momento. Caso o estudo tenha considerado uma bacia totalmente desmatada e a modelagem de qualidade da água tenha utilizado os mesmos dados hidráulicos, o atrito formado pela vegetação afogada reduzirá a velocidade de fluxo aumentando o T_r no corpo central e braços laterais, podendo os valores apresentados estarem subestimados.

Os dados vetoriais (condições de contorno) tiveram tratamento numérico para entrada (AutoCAD), cada reator tratado em termos de nível d'água, área superfície líquida e vol. ocupado, entre outros. Foram apresentadas tabelas cota x área x volume por Segmento, Quadros 6.1.1.1 a 6.1.1.3, p.53-54.

Os dados gerados nessa etapa serviram de base para o modelo de qualidade da água.

1.2.2. Modelagem estratificação térmica

A estratificação térmica é definida como sendo a diferenças de temperatura ao longo do perfil de um reservatório gerando camadas d'água com diferentes densidades - epilímnio, metalímnio (termoclina) e hipolímnio -, funcionando como uma barreira física que impede que a massa d'água se misture (condição de estabilidade térmica). Tais estratos frequentemente estão diferenciados física, química e



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

biologicamente.

A importância do conhecimento da possibilidade de formação dessas camadas está no estabelecimento de condição de hipóxia (ou mesmo anoxia) do hipolímnio criada pela falta de circulação adequada e baixa aeração, induzindo a um processo de degradação anaeróbia (lenta) da matéria orgânica com acúmulo de nutrientes em formas reduzidas, substâncias nocivas à biota aquática e à formação de gases de efeito estufa. É indesejável a quebra de termoclina (geralmente ocasionada por uma turbulência ou redução abrupta da temperatura na superfície), que provocando a desestratificação dessas camadas libera tais substâncias num curto período. A mistura completa no perfil, implicaria em súbito consumo de O₂ dissolvido induzindo a um quadro de anoxia de todo o perfil d'água levando à degradação da qualidade da água e mesmo à morte da biota aquática por asfixia.

O modelo de estratificação térmica foi aplicado para se avaliar uma tendência à formação de camadas distintas de massa d'água no perfil vertical do reservatório da UHE São Manoel por diferenças de temperaturas, com reduzida capacidade de renovação, ou seja, sua estabilidade obedecendo uma condição de sazonalidade (ano hidrológico médio).

A simulação foi desenvolvida considerando o reservatório em sua cota 161,44 m, temperaturas obtidas junto ao eixo do barramento (nesse caso para todo corpo central), e próximo à "confluência" nos segmentos 7, 9, 11 e 13.

Não foi possível compreender por que do Quadro 5.1, p.46, considerar cota 166,44 m, ou se trata de mero erro de digitação.

Os resultados seguem as Figuras 5.2.1 a 5.2.5, p. 49-51, com leituras de metro em metro:

- Corpo Central (ou eixo do barramento): Profundidade = 22 m. Tr = 2,2 dias (intermediário). Nº de leituras = 23 (?). Sem estratificação ao longo do perfil de temperatura mensal (justificado no Tr);
- Seg_07: Profundidade = 11 m. Tr = 70 dias (lêntico). Nº de leituras = 12 (?). Estratificação meses de estiagem com termoclina formada a pouco menos de 7 m de profundidade a partir da superfície (ago-out, justificado ausência de processos advectivos significativos);
- Seg_09: Profundidade = 10 m. Tr = 30 dias (intermediário). Nº de leituras = 11 (?). Sem estratificação ao longo do ano (justificado no Tr e baixo vol. do compartimento);
- Seg_11: Profundidade = 15 m. Tr = 184 dias (lêntico). Nº de leituras = 16 (?). Estratificação na maior parte do ano com termoclina formada a pouco menos da metade do perfil (sem justificativas). Desestratificação nos períodos de mai e jun;
- Seg_13: Profundidade = 18 m. Tr = 1506 dias (lêntico). Nº de leituras = 19 (?). Estratificação na maior parte do ano com termoclina formada nos 6 m iniciais a partir da superfície (justificado na profundidade, maior vol. d'água e baixa entrada d'água da bacia contribuição). Desestratificação no período de jun.

Os braços laterais, segmentos 07, 11 e 13, representam preocupação inicial uma vez que há tendência a



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

quebra de termoclina podendo-se esperar impactos decorrentes.

1.2.3. Modelagem Qualidade da Água

O trabalho concentra suas atividades na execução do módulo EUTRO4 considerando as variáveis bioquímicas NH_3 , NO_3 , OPO_4 , CHLa , DBO , OD , N-Org e P-Org , envolvidos na cinética fitoplanctônica, e nos ciclos do P, N e OD.

No presente caso, o módulo foi “modificado” (informação incompleta), com objetivo de englobar processos de incorporação da fitomassa e sua biodegradação durante enchimento e estabilização do reservatório.

A presente modelagem tratou três “sistemas” acrescidos ao módulo EUTRO4 (processo interativo), identificados como:

- Sistema 9: entrada DBO da matéria vegetal fixa no solo que envolve o uso de três constantes “K” de dissolução e biodegradação, com consumo de OD;
- Sistema 10: entrada N fixo na fitomassa;
- Sistema 11: entrada P fixo na fitomassa, que também envolveria as constantes “K”;

Quadros com as taxas de biodegradação, Quadro 6.1.5.1, p.60, encontra-se incompletos não identificando as constantes.

É importante destacar que para o modelo o processo de biodegradação tem início logo após seu afogamento, sem morte gradual da fitomassa. Nesse caso, afirma o autor que *“as simulações podem conter resultados que sejam mais críticos do que o esperado (por exemplo: déficits de OD), pois a defasagem temporal entre submersão e morte da vegetação contribui para a atenuação da velocidade das alterações da qualidade da água”*, p.20.

Os resultados foram apresentados por gráficos nas condições de sem e com desmatamento, para corpo central e os quatro braços laterais.

A 2ª fase de desvio do rio vai do período de 1º dez/2016 a abr/2017, Figura 7.1.1, p.63, que representa o dia 1 da modelagem - Etapa 1. As Etapas 2, 3 referem-se ao quantitativo de estruturas vertentes fechadas e ogivas concretadas que faria elevar temporariamente a cota de montante em até 10 m, ou no caso das Etapas 3 e 4 que representam o enchimento propriamente dito do reservatório no dia 213 (01/07/17).

O período de enchimento do reservatório até o NA Máx foi trabalhado em 45 dias, p.62.

Os resultados para biomassa inundada foi discutido em função do potencial oxi-redução (ORP) da água



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

com base na fixação (ORP elevada) ou dissolução (ORP baixa) de nutrientes, principalmente fósforo. Em condição de anaerobiose (anoxia), condição comumente encontrada na camada mais inferior de um reservatório, uma redução da ORP leva a dissolução de compostos e fertilização da água que pode resultar no processo de eutrofização. Uma vez reduzido o quantitativo de biomassa alagada, estaria controlando o processo de degradação bioquímica, reduzindo a quantidade de nutrientes e controlando o mecanismo que induz à anoxia.

Resultados sem desmatamento:

Os gráficos mostrados pelas Figuras 7.2.1 e 7.2.2, p.65, mostram as condições de OD ao longo dos 350 dias de modelagem no corpo central e nos braços laterais, respectivamente. Os dados de saída não se mostraram adequados, de difícil visualização (sobrepostos), e sem conseguir demonstrar distribuição espacial do parâmetro ao longo do reservatório.

A princípio, somente os braços laterais sofreriam maior depreciação da qualidade da água. Os índices de OD no corpo principal apenas em algumas situações, início das Etapas 1 a 3 e no enchimento, estariam com valores abaixo de 4 mg/L, destacando Seg_12 e Seg_14. Já os índices nos braços a maioria chegou à condições de anoxia por mais de 100 dias com o início do enchimento. O gráfico não permitiu observar o tempo médio para estabilização desses compartimentos após o dia 350 nessas condições.

No geral a discussão do relatório encontra-se simplista e pouco explorada.

Resultados com desmatamento:

Inicialmente, o documento não esboça os caminhos que levaram a adoção de um único cenário de desmatamento, fechado nos percentuais apontados no Quadro 7.3.1, p.66. com supressão de somente 7 segmentos, na sequência: Seg_09, 11 e 13 em 100%, Seg_07, Seg_14, Seg_10 e Seg_12 em 96,8%, 55,79%, 51,17%, e 49,94%, respectivamente, conforme o Mapa “Aspectos Considerados para Determinação da Área de Supressão”, p. 67, aspectos estes nada claros. Novamente o Seg_8 não foi considerado na proposta embora tenha se mostrado uma área aparentemente sensível.

Fala-se nas seguintes premissas para escolha das áreas:

- manutenção da qualidade da água para biota aquática (sem informar parâmetros e índices considerados);
- aspectos associados à beleza cênica (sem definição);
- navegação - supressão das partes imersas (sem parâmetros);
- refúgio para ictiofauna (sem parâmetros)

Destaca junto à p.68, o comentário que “(...) devido às características do modelo adotado, os valores estimados das concentrações dos constituintes químicos referem-se a situações médias, podendo ocorrer



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

casos de maior gravidade em locais específicos do reservatório, onde a circulação da água é menor, condicionando maiores tempos de residência. Nesta condição enquadram-se os cursos dos braços tributários afluentes ao corpo do reservatório". Embora cite apenas aos braços, essa hipótese também é aplicada ao corpo central, uma vez que há vários outros braços incluídos em vários segmentos, tal como Seg_08, Seg_06, Seg_05, e Seg_04.

Dando vistas ao Mapa da p.67, referente às áreas propostas para supressão, verifica-se que o Seg_07 ficará obstruído pela vegetação do Seg_08, dando indícios que as condições de qualidade da água em Seg_07 poderá ser mais crítica.

Na discussão dos resultados, p.68, o autor comenta que *"O compartimento do reservatório mais afetado nesta condição refere-se o braço representativo do segmento 13, situado mais próximo do eixo do UHE São Manoel que se destaca dos demais braços tributários pela sua maior profundidade e reduzida disponibilidade hídrica de sua bacia contribuinte"*, situação essa não demonstrada pelo pelos gráficos, ao contrário, indica as condições menos críticas entre os compartimentos.

Segundo os gráficos apresentados pelas Figuras 7.3.1 a 7.3.10, p.69-74, considerando os limites preconizados pela Res. CONAMA 357/05 e os índices necessário à manutenção da vida aquática, tem-se:

- OD: Corpo central ($4 < OD < 5$ mg/L) com depreciação da água após início da Etapa 3 e nos 50 primeiros dias de enchimento. Braços ($0,5 < OD < 5$ mg/L) por período de até 100 dias;
- DBO: Corpo central ($8 < DBO < 5$ mg/L) com depreciação da água após início da Etapa 3 e nos 50 primeiros dias de enchimento. Braços ($15 < OD < 5$ mg/L) por período de até 100 dias, já apresentando alteração significativa já no início da Etapa 2;
- NO_3 : Corpo central e braços com concentrações inferiores a 10 mg/L. Índices mais elevados do constituinte no corpo central com alterações por período superior a 150 dias. Nesse caso, os gráficos não permitem avaliar uma estabilidade do constituinte no período modelado;
- NH_3 : Corpo central e braços com redução significativa de até 0,14 mg/l (0,37 mg/L), menos da metade dos valores iniciais, exceto no início da Etapa 2 que eleva em até 0,15 mg/L;
- Ptot: Corpo central ($0,064 < \text{PTot} < 0,084$ mg/L) com depreciação da água após início da Etapa 2, e mais discretamente no início da Etapa 3 e enchimento nos 50 primeiros dias. Braços ($0,009 < \text{P Tot} < 0,081$ mg/L) com queda imediatamente após início enchimento.

O documento que encaminhou o Mapa I *"Efeito de Remanso - Condição Natural do Rio, com Reservatório e Desvio pelo Vertedouro (Vazão Média Diária)"*, carta CT-GM-SM-165/16 (Prot. 02001.011832/2016-42) retificando a carta CT-GM-SM 146-16 (Prot. 02001.010342/2016-29) com o pedido de anuência para dar início à Etapa 1 de desvio de 2ª fase, mostra linha de inundação na cota **148 m** atingindo parcialmente os braços laterais. Considerando a ausência de caracterização das premissas de escolha das áreas de supressão é necessária que a complementação recomendada dos segmentos Seg_8 e Seg_10 seja efetuada ainda antes do desvio.

A partir da Etapa 3 em diante, os valores de DBO estiveram bem acima do limite de 5 mg/L no corpo



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

central por mais de 50 dias. No caso dos braços foram quase 100 dias com índices que chegam a 14 mg/L já na Fase 2. Os segmentos Seg_07 e Seg_09 predominam sob aqueles de maior criticidade, reforçando a necessidade de acréscimo na supressão dos segmentos Seg_10 e Seg_08.

O ciclo do nitrogênio tem sua etapa inicial na decomposição da matéria orgânica, processo de oxidação biológica (consumo de O_2), transformando na sequência o N-org $\rightarrow NH_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NO_3$. É de se esperar uma quantidade crescente do composto amoniacal num primeiro período de afogamento da fitomassa. No entanto, um comportamento contrário foi apresentado pela modelagem.

O rio Teles Pires tem apresentado valores de NO_3 inferiores a 0,32 mg/L, sendo que em muitas campanhas sequer foi detectado. O modelo não demonstra ter havido alterações quanto aos valores “padrão”, somente uma elevação geral nos segmentos imediatamente ao enchimento, além de um pico inicial na Etapa 2. Destacaram os segmentos Seg_12 e Seg_14.

O enchimento do reservatório resultou em queda significativa do NH_3 em até a metade do valor inicial concomitantemente ao aumento de NO_3 , como se imediatamente todo composto nitrogenado fosse degradado a nitrato, o que não é real. Não há justificativa no estudo para esse padrão de variação atípico. Um pico inicial só foi detectado na Etapa 2, também destacando os segmentos Seg_12 e Seg_14.

Se observado o monitoramento do íon no âmbito do PBA, os valores médios encontram-se em torno de 0,01 mg N/L, muitas vezes sequer detectados também. Maiores concentrações observadas em jan-fev/2015 e, principalmente em out/15 ($0,06 < NH_3 < 1,8$ mg N/L). A princípio, o modelo demonstrou um aumento nos valores no corpo d'água central ($> 0,22$ mg/L) e nos braços Seg_07 e Seg_09, reduzindo após início enchimento.

Aparentemente não houve infração à Conama nº 357/05 se considerado o limite de 2 mg/L. Não houve avaliação se valores de NH_3 modelados atendem o limite preconizado pela legislação por ausência de indicação da variação do pH nos compartimentos. Em rápida consulta aos resultados de pH do P.M. Qualidade da Água, a média encontra-se em torno de 7, porém, variando de 4,98 a 8,27. Foi observada variação bastante grande para uma mesma seção em área sem aparente intervenção antrópica, p.ex. P04, que para mesmo período hidrológico variou de 4,98 a 8,04 dando indícios de erro de medição, o que reduz a confiabilidade nos dados.

As tabelas apresentadas como dados de entrada, Quadros 4.4.2 a 4.4.8, p.27-38, somente as estações da Sema-MT apresentam dados de PTot. Embora o parâmetro tenha sido monitorado no PBA. Sem explicações os valores não foram utilizados, apresentando-se apenas dados de ortofostato embora os gráficos de saída remetem-se a PTot.

Nas estações citadas, os valores de Ptot estão variando de 0,02 a 0,06 mg/L, excepcionalmente no



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

período de jun/2012 a jul/2013 (4 campanhas), esses valores ficaram entre 0,09 a 0,19 mg/L, no limite da Conama nº 357/05 (0,1 mg/L). No caso do monitoramento no âmbito do PBA, os valores encontram-se abaixo dos 0,05 mg/L, com pouquíssimas exceções (campanha de nov/2014) e um único valor acima do limite preconizado (P05 em out/2015 em 0,14 mg/L).

Comparando tais valores, houve elevação das concentrações no corpo central imediatamente à Etapa 1 (desvio de 2ª fase), destacando os segmentos Seg_12 e Seg_14 em pico no início da Etapa 2 seguido de aumento por período de 50 dias com o enchimento. Considerando que um $Tr = 2,2$ dias caracteriza ambiente intermediário, o limite permitido pelo Conama nº 357/05 é de 0,05 mg/L, indica que os limites em todo período modelado estão acima do permitido, sem indicar recuperação a níveis permitidos para corpos de Classe 2. O documento equivoca-se ao afirmar que *“(...)estabilizando-se em patamares de 0,065 mg/L, bastante similar as concentrações aportadas do rio Teles Pires a montante. Nestas condições observa-se o atendimento do valor Máximo Permitido pela Resolução do CONAMA 357”, p.71.* O compartimento Seg_09, tributário, também infringe os limites estipulados para ambiente intermediário, recuperando 50 dias após início enchimento.

O mesmo comportamento é observado para os braços (exceto Seg_09) que apresentaram resultados acima do limite de 0,03 mg/L (ambientes léticos). Os braços Seg_11 e Seg_13 têm recuperação nos 50 últimos dias modelados, o que não verifica no Seg_07.

O documento conclui que:

- A qualidade da água no corpo central do reservatório está suscetível àquela aportada do médio e alto curso do Teles Pires do que dos afluxos de vazões geradas na bacia contribuinte do reservatório;
- $Tr > 2$ dias no corpo central configura “ambiente lótico, de mistura completa e sem tendência a ocorrência de processo de estratificação térmica”;
- Segmentos 07 e 09 (menor profundidade média e maior disponibilidade hídrica) terão condições mais favoráveis, sem a tendência de ocorrer processos de estratificação térmica (?);
- Condições peculiares apontadas nos quatro braços sugeriu-se remoção radical da biomassa nos compartimentos, evitando anoxia nas fases críticas;
- Manutenção de paliteiros visa preservação da ictiofauna (proteção e refúgio) propiciando a criação de ambientes favoráveis para a reprodução e formação de novos criadouros naturais;
- Baixa taxa de incorporação biomassa da FODAluv (maior tempo - não imediato) não reduzindo OD severamente, o que implicaria em tempo recuperação hídrica não prolongado;
- Fase crítica de enchimento (transitória e curta) requer monitoramento intensivo da qualidade da água - diário (OD, pH, condutividade, temperatura da água, SDT e salinidade), junto aos braços, montante e jusante do eixo barramento.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas observações feitas ao longo do corpo deste parecer técnico, verificam-se pontos críticos no documento que não contribuem para validação da modelagem.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

De modo geral, o programa WASP não permitiu avaliar os resultados sob a ótica de cumulatividade dos constituintes de um compartimento para o outro, demonstrando uma interface gráfica pouco amigável para os objetivos do estudo, dando indícios de não tratar ser um programa adequado ou a metodologia aplicada não foi adequada.

A forma com que os resultados foram apresentados sem discussões e justificativas também contribuiu para essa deficiência. Acrescenta-se a isso a inadmissível inexistência de estudo para avaliação dos impactos a jusante do reservatório, e de resultado com a concentração mínima de CO₂ necessária de remoção conforme apontada pela modelagem. Tais falhas induzem as conclusões a mera especulação.

A modelagem deverá ser refeita sanando-se as questões pontuadas a seguir:

1. Não se identificou referências sobre a origem do quantitativo utilizado para serrapilheira utilizado no estudo;
2. A única informação sobre o modelo bioquímico a ser utilizado, refere-se àquelas repassadas na reunião de 17/08/16, ATA 02001.000225/2016-57, no qual se afirma tratar-se do programa EXTRA-QUAL modificado, informação que deve ser detalhada;
3. Quanto ao módulo hidrodinâmico, não foi possível avaliar de qual maneira os modelos MEKONG e DYNHYD4 operariam, se simultaneamente de forma distinta, ou se o módulo DYNHYD4 foi desativado;
4. Não há informação sobre o levantamento complementar realizado em 2014 (modelo hidráulico reduzido), p.21. O documento deverá ser reapresentado com a malha das seções, e resultados como mapas afins e modelo digital de terreno;
5. Soma das áreas de uso e ocupação dos compartimentos em que o reservatório foi dividido para modelagem aponta para uma área total de 61,84 km², inferior aos 64 km² previstos no projeto e na Resolução ANA nº 1039/2014. A diferença de 2,16 km² em termo de densidade de carbono biodegradável por fitofisionomia vegetal do estudo, pode implicar em 495 t de CO₂ deixados de ser considerados na presente modelagem;
6. Na ATA 02001.000225/2016-57 foi informada que as condições de vazão capaz de elevar a cota em 10 m considera um TR = 50 anos (8.300 m³/s), informação não citada no documento em análise e bem acima das Q Méd. Men informadas no texto do documento. Não está claro como essa informação entrou no modelo.
7. Como variáveis temporais são citadas as vazões afluentes mais as contribuições laterais. Não há referência em qual momento e por quanto tempo ao longo da modelagem se usou a vazão remanescente de 566 m³/s, e onde entrou a vazão de Tr 50 anos. Não há informações das vazões definidas com base em qual regra operativa;
8. Uso do coeficiente de ponderação $\alpha = 1/2$ (equação da continuidade - fórmula de Manning-Strickler) para declividade da linha de energia, p.9. Observando a literatura técnica (TUCCI, 2005) tal coeficiente é apontado como sendo 0 ou 1 considerando tratar-se de um modelo Regressivo ou Central/Progressivo, respectivamente, e não uma variação “entre 0 e 1”. Não foi identificada justificativa para o uso de valor não convencional, portanto, cabendo esclarecimentos;
9. Tabelas Cota x Área x Volume em cada segmento consideram cotas finais em 170,44 m, valor não identificado em outras fontes e sem justificativa;
10. Durante a reunião de 17/08/16, ATA 02001.000225/2016-57, é afirmado que o módulo bioquímico acrescido ao EUTRO4 se trata do programa “EXTRA-QUAL”, no entanto, sem qualquer informações



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

- no relatório. Cabe observar que não se trata de um programa normalmente utilizado, não havendo citações bibliográficas facilmente disponíveis na Rede Mundial de Computadores;
11. Ao citar “adaptações nos processos cinéticos, não apresenta relatório do programa com dados de entrada (sub rotinas cinéticas) e saída. Não é possível se avaliar a escolha dos parâmetros;
 12. As condições mínimas para a manutenção da biota aquática não citada no relatório. Aparentemente estaria pautada na concentração mínima de 3 mg/L, p.64. No entanto, segundo a ATA 02001.000225/2016-57, afirmou ter o modelo baseado-se na premissa de se manter concentrações superiores a 4 mg/L de OD, informação em nenhum momento confirmada no relatório;
 13. Mesmo o Seg_08 contendo maior massa de carbono oxidável (12,73%), COxi Tot, não houve apontamento de comprometimento pela modelagem;
 14. Quanto à não incorporação imediata da fitomassa afogada, o autor não aborda que o cenário apresentado pode mascarar um período de estabilização superior ao apresentado;
 15. O pré-enchimento representado pela 2ª fase de desvio - Etapa 1 da modelagem, p.62, o improvável aumento da cota em 10 m já estaria “lavando” grande parte dos constituintes químicos oriundos do afogamento da biomassa (inexistência de valores de COxi considerado), o que suavizaria os impactos no momento do fechamento. É importante esclarecer quais as alterações caso a maior parte dessa biomassa seja afogada junto com o enchimento do reservatório na Etapa 4. Há necessidade de se ter informação do quantitativo de COxi consumido nas etapas, indicando em mapa de cotas diárias;
 16. Premissas para escolha da área para supressão não precedida de caracterização paramétrica daqueles considerados na escolha, assim como não há informação sobre os índices de referência;
 17. Problemas de circulação de água apontado para Seg_07 e em menor grau Seg_09 pode ter origem no remanescente florestal a ser deixado no braço do Seg_08 e Seg_10, funcionando como barreira física para circulação da água;
 18. Em relação aos resultados de OD, não cabe a manutenção de valores inferiores a 4 mg/L em toda coluna d’água, tão pouco condições de anoxia como demonstrada em alguns braços. Para fins de proteção à ictiofauna, deve-se manter uma lâmina d’água mínima com oxigenação suficiente para se permitir a fuga de cardumes e se evitar morte de peixes. Novamente, as características de elevado Tr nos braços e presença de bloqueio de vegetação remanescente nos Seg_07 e 09, p.ex., pode estar contribuindo para o cenário apresentado;
 19. Falta de coerência na definição de ambiente lótico para a $Tr > 2$ dias no corpo central, configurando divergência na afirmação de falta de “*tendência de ocorrência de processo de estratificação térmica*” se observados os gráficos de resultados;
 20. Ausência de análise de proliferação de macrófitas em função à presença de paliteiros;
 21. Interpretação de minimização de criticidade pela baixa taxa de incorporação biomassa da FODAluv não precedida de uma avaliação quanto às interferências no aumento do tempo para estabilização do reservatório.

Independente da apresentação de nova modelagem, é pertinente a limpeza completa da margem esquerda dos segmentos Seg_10 e Seg_08 com fim de melhoria às condições de circulação e oxigenação da água estimada em valores bem abaixo do preconizado pela legislação vigente. Essa limpeza complementar deve ser imediata e com término condicionado antes do início do desvio de 2ª fase.

Não estão descartadas outras supressões complementares como prerrogativa à emissão da licença de operação. Portanto, é necessário que a reapresentação da nova modelagem sanando as questões elencadas nesse parecer seja realizada o mais breve possível.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS
Coordenação de Energia Hidrelétrica

Uma vez que houve grande atraso da empresa em entregar o relatório objeto da presente análise, assume a EESM qualquer atraso de cronograma que venha acontecer.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIANCHINI JR, Aspectos do processo de decomposição nos ecossistemas aquáticos continentais. IN: Pompêo, M. L. M. (Ed.) Perspectivas na Limnologia do Brasil. Disponível em www.ib.usp.br/limnologia/Perspectivas/arquivo%20pdf/Capitulo%202.pdf em 23/08/16;

EPA - US, Environmental Protection Agency. Disponível em: <https://www.epa.gov/exposure-assessment-models/water-quality-analysis-simulation-program-wasp>, em 08/01/16.

Gimenes, K.Z., Cunha-Santino, G.B., Bianchini Jr, i. Decomposição de matéria orgânica alóctone e autóctone em ecossistemas aquáticos. In: Oecologia Australis 14(4): 1036-1073, Dezembro 2010. Disponível em: www.oecologiaaustralis.org/ojs/index.php/oa/article/viewfile/oeco.2010.1404.../493, em 23/08/16.

HAETINGER, C. Seminário Integrado: modelagem matemática aplicada as questões ambientais. UNIVATES, Lageado. Apresentação slides.

SANTOS, V.R. Avaliação da qualidade da água do rio Andrada através do modelo QUAL2K. Monografia. Curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Passo Fundo, 142p. 2009.

TUCCI, C.E.M. Modelos hidrológicos. ABRH. 2ªed. Porto Alegre, RS: Ed.UFRGS. 678p. 2005.

Brasília, 21 de setembro de 2016

Cinthia Barroca de Castro
Analista Ambiental da COHID/IBAMA