

Nota Técnica n.º 139/2010/GEREG/SOF-ANA

Documento n.º 00000.0027935/2010

Em 06 de dezembro de 2010.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Fiscalização

**Assunto: Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Sinop, no rio Teles Pires**

**Ref.: Processo n.º 02501.001133/2010-68**

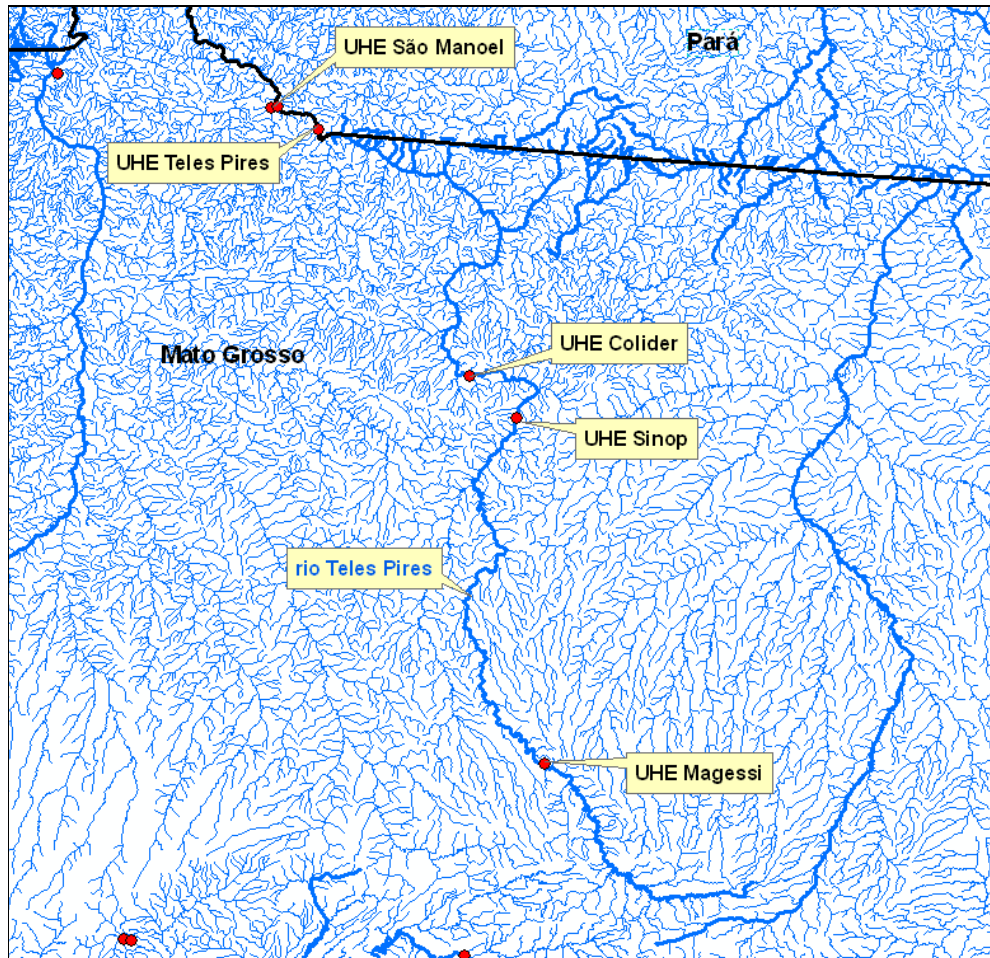
## INTRODUÇÃO

1. Esta Nota Técnica trata das análises técnicas para subsídio à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH relativa ao aproveitamento hidrelétrico Sinop, localizado no rio Teles Pires, cujo pedido foi formulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.
2. A Figura 1 ilustra a localização do aproveitamento. As suas principais características, conforme os Estudos de Viabilidade – EVI e Estudos de Disponibilidade Hídrica – EDH, apresentados pela ANEEL, são apresentadas na Tabela 1, segundo a ficha técnica do aproveitamento:

**TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO (FONTE: EVI)**

	<b>Sinop</b>
Área de drenagem do eixo de barramento (km <sup>2</sup> )	37.938
Potência instalada (MW)	408
Energia firme local (MWmed)	200
Nível d'água máximo normal a montante (m)	302,0
Nível d'água mínimo normal a montante (m)	292,0
Nível d'água máximo maximorum a montante (m)	303,0
Deplecionamento previsto (m)	10,0
Área inundada do reservatório no NA máximo normal (km <sup>2</sup> )	329,6
Potência instalada / área inundada (MW/km <sup>2</sup> )	1,2
Área inundada / área da bacia a montante (%)	0,9
População atingida (hab)	320
Volume do reservatório no NA máximo normal (hm <sup>3</sup> )	3.071
Volume do reservatório no NA mínimo normal (hm <sup>3</sup> )	1.012
Tempo de residência médio (dias)	37
Profundidade média do reservatório (m)	8,3
Altura máxima da barragem (m)	53
Vazão natural Q <sub>95%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	385

Vazão média natural $Q_{MLT}$ (m <sup>3</sup> /s)	962
Vazão máxima $Tr = 10.000$ anos (m <sup>3</sup> /s)	6.702
Vazão máxima turbinada (m <sup>3</sup> /s)	1.789
Tempo de construção (meses)	NI



**FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO AHE SINOP**

3. Os estudos de inventário hidroelétrico, finalizados em 2005, indicaram a divisão de quedas a ser aproveitada no rio Teles Pires, conforme Figura 2.
4. A Figura 3 apresenta o arranjo da UHE Sinop.

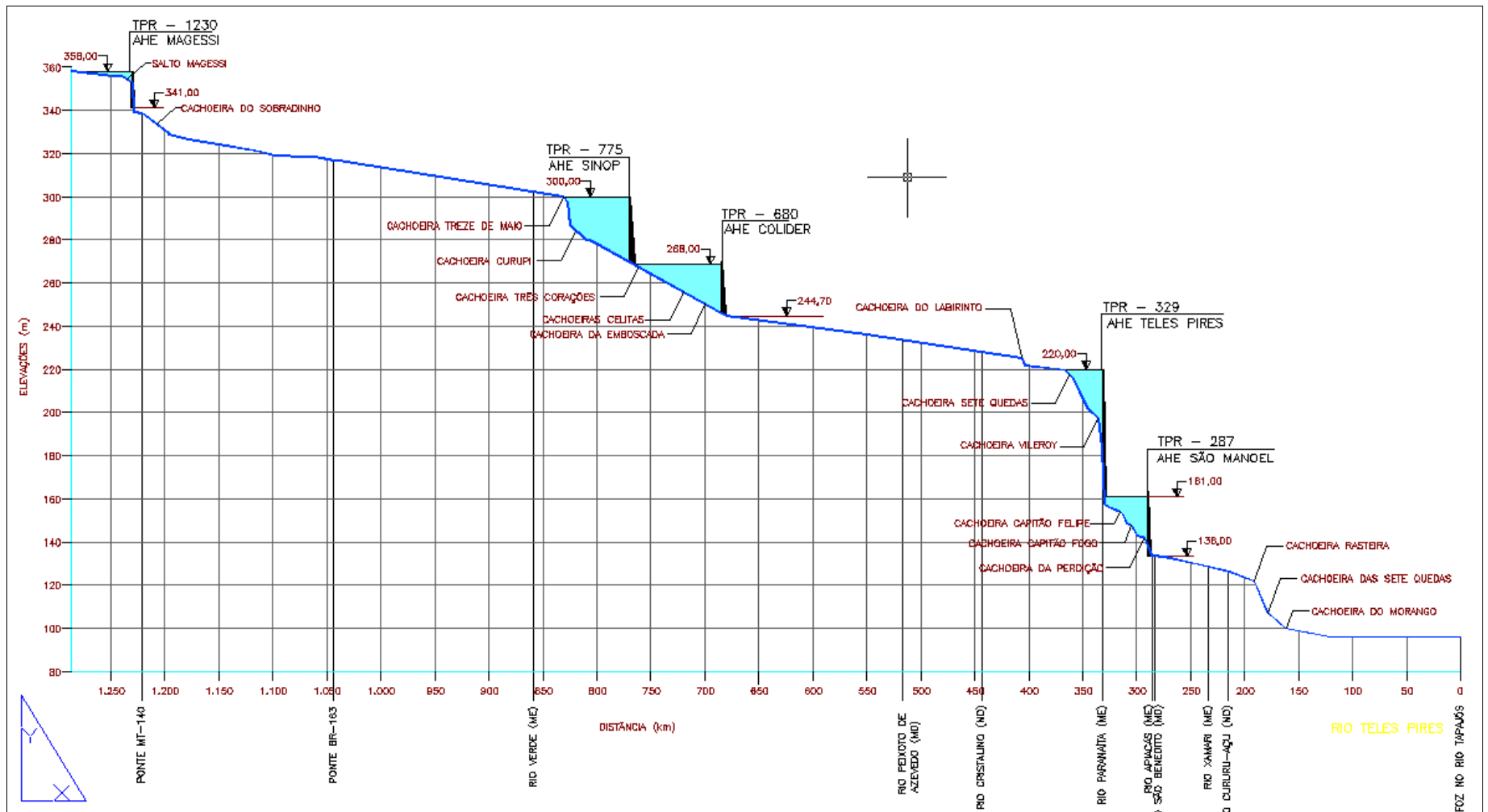


FIGURA 2 – DIVISÃO DE QUEDAS DO RIO TELES PIRES, CONFORME INVENTÁRIO



sido desenvolvidos à época, no âmbito dos estudos de viabilidade das UHEs do rio Teles Pires, para que se pudesse começar a avaliar de forma antecipada as séries de vazões afluentes aos aproveitamentos.

11. Em resposta, a ANEEL encaminhou diversos Ofícios contendo estudos hidrológicos desta usinas, sendo que a última remessa foi feita pela ANEEL, em 04 de dezembro de 2009, por meio do Ofício nº 5765/2009/SGH/ANEEL (próton 28450/2009), sendo que o material encaminhado junto a este Ofício substituiu estudos anteriormente encaminhados pela ANEEL.

12. De posse dos referidos estudos hidrológicos, a SOF/ANA encaminhou, em 11 de novembro de 2009, a CI nº 043/2009/GEREG/SOF-ANA para o NHI/ANA (próton 26062/2009) solicitando a análise das séries de vazões médias mensais afluentes aos aproveitamentos do rio Teles Pires, para subsídio às futuras DRDHs a serem emitidas para estes aproveitamentos. As atualizações dos estudos hidrológicos encaminhadas posteriormente pela ANEEL também foram repassadas ao NHI.

13. Após uma pré-análise dos estudos hidrológicos específicos da UHE Colider, o NHI encaminhou a CI nº 70/2009/NHI, em 16 de dezembro de 2009 (próton 29224/2009), em que são solicitadas as informações e os estudos complementares para a continuidade da análise da série de vazões da UHE Colider, cujos resultados também são válidos para a UHE Sinop, localizada logo a montante da UHE Colider. De posse das solicitações do NHI, a SOF/ANA encaminhou para a ANEEL, em 17 de dezembro de 2009, o Ofício nº 1677/2009/GEREG/SOF-ANA (próton 29358/2009), em que são solicitadas as informações e os estudos complementares necessários para a continuidade das análises da série de vazões da UHE Colider, com os respectivos rebatimentos na série da UHE Sinop.

14. Em resposta, a ANEEL encaminhou, em 08 de fevereiro de 2010, o Ofício nº 283/2010/SGH/ANEEL (próton 2605/2010), pelo qual foram encaminhadas as informações e os estudos hidrológicos complementares solicitados pela ANA. Os referidos estudos foram repassados ao NHI que concluiu a análise da série de vazões médias mensais por meio da Nota Técnica nº 04/2010/NHI (próton 9610/2010). O NHI encaminhou a referida NT à SOF por meio da CI nº 28/2010/NHI, a qual formaliza a série de vazões observadas e estendida afluente à UHE Sinop (próton 11297/2010).

15. A SOF, após realizar a reconstituição da série de vazões afluentes às UHEs Sinop e Colider, fornecida pelo NHI, encaminhou à ANEEL a referida série por meio do Ofício nº 751/2010/GEREG/SOF-ANA (próton 14948/2010).

16. No que diz respeito à navegação, o Ministério dos Transportes encaminhou, em 06 de fevereiro de 2009, o Ofício nº 33/SPNT/MT à ANEEL, com cópia para a ANA (próton 2842/2009), no qual foi informado que a hidrovia do rio Teles Pires chegará até Sinop, a montante da barragem da UHE Colider. Neste mesmo Ofício, também foram informadas as dimensões de comboio-tipo para a hidrovia do rio Teles Pires, além de informar que aquele Ministério estaria contratando, por meio do DNIT, estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para a hidrovia Teles Pires – Tapajós.

17. A ANA então encaminhou, em 04 de março de 2010, o Ofício nº 229/2010/GEREG/SOF-ANA para o Ministério dos Transportes (próton 4086/2010), em que foi solicitado posicionamento deste Ministério no que diz respeito à viabilidade econômica da hidrovia Tapajós – Teles Pires e ao cronograma de implantação das eclusas e canais de navegação da hidrovia do rio Teles Pires, em termos de oportunidade do investimento e disponibilidade de recursos para sua implantação.

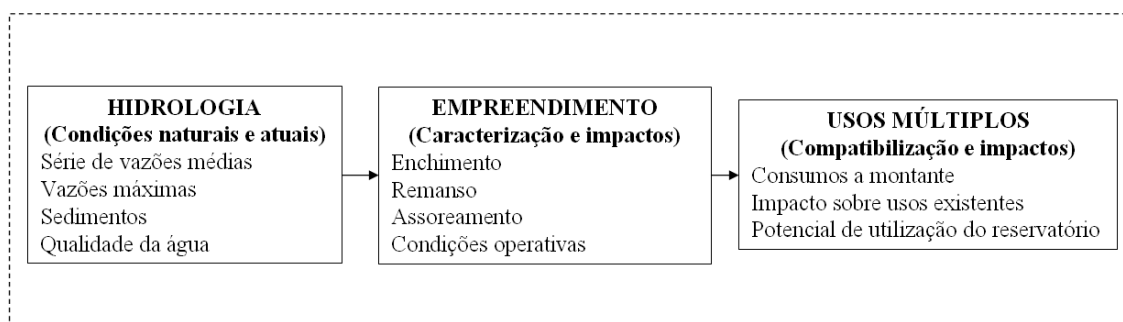
18. Em resposta, o MT encaminhou o Ofício nº 385/2010/MT em 19 de maio de 2010 (próton 10158/2010), pelo qual foi afirmada a viabilidade econômica da hidrovia, a previsão de sua extensão desde a foz do rio Tapajós até o remanso da UHE Sinop, no rio Teles Pires, e informado que o MT será o responsável pelos custos de sua implantação.

19. Em relação aos usos consuntivos a montante do aproveitamento, a SOF/ANA encaminhou, em 05 de março de 2010, a CI nº 007/2010/GEREG/SOF-ANA para a SPR/ANA (próton 4267/2010), solicitando informações de diagnóstico de consumos a montante da UHE Colider e Sinop e suas projeções para o horizonte da outorga. Em resposta, a SPR encaminhou a CI nº 033/2010/SPR (folhas 43 a 45), a qual apresenta estimativas de consumo a montante das UHEs Colider e Sinop e projeções até o ano de 2030.

20. A SOF, após estender as projeções até o ano de 2045, encaminhou estas estimativas para a Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Mato Grosso para avaliação, por meio do Ofício nº 372/2010/GEREG/SOF-ANA (próton 6585/2010). Em resposta, a SEMA encaminhou o Ofício 0692/GAB-SEMA-MT, em 14 de maio de 2010 (próton 9755/2010), posteriormente complementado pelo Ofício nº 867/GAB-SEMA-MT, em 02 de junho de 2010 (próton 11347/2010).

## **ESTRUTURA DA NOTA TÉCNICA**

21. Esta Nota Técnica contempla os itens definidos pela Resolução ANA nº 131, de 11 de março de 2003, que dispõe sobre os procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW, em corpos de água de domínio da União, e dá outras providências. A análise do empreendimento feita nesta Nota Técnica é organizada em 3 blocos: hidrologia, usos múltiplos e análise do empreendimento, conforme mostrado na Figura 4.



**FIGURA 4 – ESTRUTURA DE ANÁLISE DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS NO ÂMBITO DA ANA, VISANDO À EMISSÃO DA DRDH**

22. A declaração de reserva de disponibilidade hídrica poderá ser emitida pela ANA em atendimento ao disposto na Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e em conformidade com as diretrizes da Resolução ANA nº 131, de 2003. Tendo em vista que a declaração de reserva de disponibilidade hídrica será transformada automaticamente, pela ANA, em outorga de direito de uso de recursos hídricos, as análises técnicas abordaram as alterações na quantidade, qualidade e regime das águas resultantes da implantação dos AHEs e a disponibilidade hídrica existente no período de outorga, coincidente com o período de concessão do uso do potencial hidráulico.

## **HIDROLOGIA**

### **SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS**

23. Conforme já descrito no Histórico desta NT, antes mesmo do envio, pela ANEEL, do Estudo de Disponibilidade Hídrica e do início dos trâmites formais com vistas à emissão da DRDH, a ANA identificou, em consulta ao Relatório de Acompanhamento de Estudos e Projetos, disponibilizado pela ANEEL em seu site, a existência de diversos estudos de viabilidade em desenvolvimento no rio Teles Pires. Assim, em 14 de julho de 2009, a ANA encaminhou o Ofício nº 865/2009/SOF/GEREG-ANA à ANEEL (próton 15660/2009), em que foram solicitados os estudos hidrológicos que já haviam sido desenvolvidos à época, no âmbito dos estudos de viabilidade das UHEs do rio Teles Pires, para que se pudesse começar a avaliar de forma antecipada as séries de vazões afluentes aos aproveitamentos.

24. Em resposta, a ANEEL encaminhou diversos Ofícios contendo estudos hidrológicos desta usinas, sendo que a última remessa foi feita pela ANEEL, em 04 de dezembro de 2009, por meio do Ofício nº 5765/2009/SGH/ANEEL (próton 28450/2009), sendo que o material encaminhado junto a este Ofício substituiu estudos anteriormente encaminhados pela ANEEL.

25. De posse dos referidos estudos hidrológicos, a SOF/ANA encaminhou, em 11 de novembro de 2009, a CI nº 043/2009/GEREG/SOF-ANA para o NHI/ANA (próton 26062/2009) solicitando a análise das séries de vazões médias mensais afluentes aos aproveitamentos do rio Teles Pires, para subsídio às futuras DRDHs a serem emitidas para estes aproveitamentos. As atualizações dos estudos hidrológicos encaminhadas posteriormente pela ANEEL também foram repassadas ao NHI.

26. Após uma pré-análise dos estudos hidrológicos específicos da UHE Colider, o NHI encaminhou a CI nº 70/2009/NHI, em 16 de dezembro de 2009 (próton 29224/2009), em que são solicitadas as informações e os estudos complementares para a continuidade da análise da série de vazões da UHE Colider, cujos resultados também são válidos para a UHE Sinop, localizada logo a montante da UHE Colider. De posse das solicitações do NHI, a SOF/ANA encaminhou para a ANEEL, em 17 de dezembro de 2009, o Ofício nº 1677/2009/GEREG/SOF-ANA (próton 29358/2009), em que são solicitadas as informações e os estudos complementares necessários para a continuidade das análises da série de vazões da UHE Colider, com os respectivos rebatimentos na série da UHE Sinop.

27. Em resposta, a ANEEL encaminhou, em 08 de fevereiro de 2010, o Ofício nº 283/2010/SGH/ANEEL (próton 2605/2010), pelo qual foram encaminhadas as informações e os estudos hidrológicos complementares solicitados pela ANA. Os referidos estudos foram repassados ao NHI que concluiu a análise da série de vazões médias mensais por meio da Nota Técnica nº 04/2010/NHI (próton 9610/2010). O NHI encaminhou a referida NT à SOF por meio da CI nº 28/2010/NHI, a qual formaliza a série de vazões observadas e estendida afluente à UHE Sinop (próton 11297/2010).

28. A SOF, após realizar a reconstituição da série de vazões afluentes às UHEs Sinop e Colider, fornecida pelo NHI, encaminhou à ANEEL a referida série por meio do Ofício nº 751/2010/GEREG/SOF-ANA (próton 14948/2010). É esta série de vazões que consta do Anexo I desta NT e que deverá ser incorporada à Resolução de DRDH da UHE Sinop.

## VAZÕES MÁXIMAS

### Estudos apresentados no EDH

29. O estudo de vazões máximas apresentado no Estudo de Disponibilidade Hídrica teve como objetivo a determinação das vazões de cheia para o projeto das estruturas extravasoras da UHE Sinop.
30. Foi utilizado como base para o estudo o posto fluviométrico Cachoeirão (17280000), com posterior transferência de vazões para o local do empreendimento.
31. A série de valores máximos original para essa estação apresentava apenas 27 valores. Com isso, foi feita uma regionalização a partir de informações de mais 7 estações da região, a fim de estender a série de vazões máximas anuais no posto Cachoeirão.
32. A partir dessas análises foi obtida a série de vazões máximas, apresentada na Tabela 2 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** para a estação Cachoeirão, composta por 33 valores.

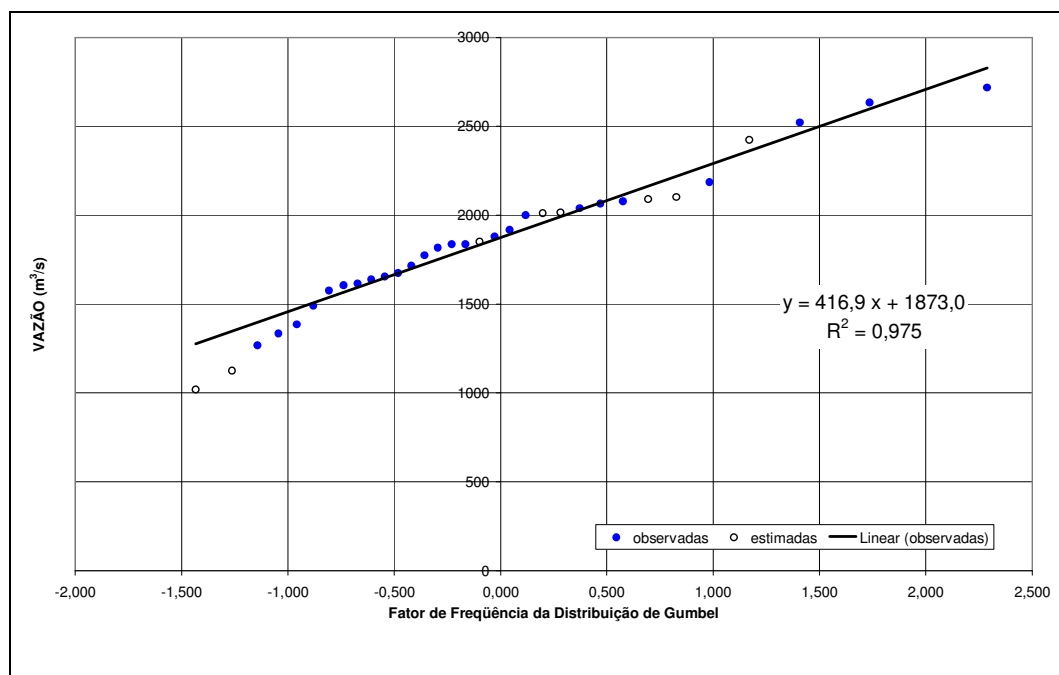
**TABELA 2 - SÉRIE DE VAZÕES ESTENDIDA PARA A ESTAÇÃO CACHOEIRÃO.**

Ano Hidrológico	Cachoeirão
1974-1975	1018*
1975-1976	1575
1976-1977	1615
1977-1978	2718
1978-1979	2090*
1979-1980	2634
1980-1981	1.605
1981-1982	2011*
1982-1983	1816
1983-1984	1.268
1984-1985	2078
1985-1986	1.714
1986-1987	1.674
1987-1988	1.773
1988-1989	1.916
1989-1990	2039
1990-1991	2102*
1991-1992	1125*
1992-1993	1851*
1993-1994	2000
1994-1995	2.522
1995-1996	1.654
1996-1997	2.065



1997-1998	1.386
1998-1999	1.880
1999-2000	1.837
2000-2001	1.334
2001-2002	1.639
2002-2003	1.837
2003-2004	2422*
2004-2005	1.490
2005-2006	2186
2006-2007	2016*
* Valor preenchido por correlação	

33. A série de vazões máximas anuais para a estação Cachoeirão foi ajustada à distribuição estatística de Gumbel. A Figura 5, obtida do EDH e reproduzida aqui, apresenta o ajuste realizado. A utilização da distribuição Gumbel no estudo de vazões máximas é devido à a assimetria da série ser inferior a 1,5 (0,16), segundo recomendação da ELETROBRÁS.



**FIGURA 5 - AJUSTE DA DISTRIBUIÇÕES DE GUMBEL À SÉRIE DE VAZÕES MÁXIMAS DA ESTAÇÃO CACHOEIRÃO**

34. Utilizando o método de Fuller na estação fluviométrica Cachoeirão e transferindo para o local de empreendimento os valores de vazão máxima encontrados para diferentes Tempos de Retorno, a partir de ponderação por proporção entre as áreas de drenagem, foram obtidas as vazões máximas e a vazão máxima instantânea com TR=10.000 anos para a UHE Sinop, conforme a Tabela 3.

**TABELA 3 – VAZÕES MÁXIMAS NA UHE SINOP**

<b>Tempo de Retorno (anos)</b>	<b>Vazão (m<sup>3</sup>/s)</b>
2	2.192
10	3.008
25	3.419
50	3.724
100	4.726
1.000	5.026
10.000	6.025
10.000 (c/ Fuller)	6.702

35. A vazão de projeto estimada para a área do empreendimento é, portanto, de 6.702 m<sup>3</sup>/s.

### **Avaliação da ANA**

36. Ao realizar a auditoria dos dados apresentados, constata-se que os valores estimados para as vazões máximas com diferentes tempos de retorno diferem dos apresentados no EDH. Após a aplicação do coeficiente de Fuller, a vazão de projeto estimada seria de 5.515 m<sup>3</sup>s.

37. A metodologia aplicada nesse estudo, porém, não foi a mesma apresentada nos EDHs das outras UHEs do rio Teles Pires. Ao se considerar para a UHE Sinop a mesma metodologia adotada para a UHE Teles Pires, tendo como base o posto Jusante Foz Peixoto de Azevedo, chega-se a uma vazão de projeto de 5.865 m<sup>3</sup>s. Considerando que essa análise deve subestimar esse valor, por se basear em uma estação fluviométrica com área de drenagem 115% superior àquela da UHE Sinop, chega-se à conclusão que o valor apresentado no item anterior (5.515 m<sup>3</sup>s) não é compatível com o empreendimento.

38. Embora a metodologia apresentada não o seja, o valor apresentado pelo empreendedor no EDH é compatível com as vazões de projeto das demais usinas do rio Teles Pires, em especial a UHE Colider.

39. A vazão de projeto estimada para a área do empreendimento é, portanto, de 6.702 m<sup>3</sup>/s, em uma área de drenagem de 37.983 km<sup>2</sup>, totalizando uma vazão decamilenar específica de 176 L/s.km<sup>2</sup>. Para a UHE Colider, localizada a montante, a vazão máxima proposta é de 6.935 m<sup>3</sup>/s, sendo a vazão de projeto específica de 167 L/s.km<sup>2</sup>. De acordo com as características de produção de água e condições de solo na bacia do rio Teles Pires, portanto, a vazão de projeto da UHE Sinop é compatível com a da UHE Colider, aproveitamento situado um pouco a jusante.

### **EMPREENHIMENTO**

#### **ENCHIMENTO**

40. O projetista apresentou, no escopo do EDH, um estudo de enchimento, cujas premissas são:

- a. Vazão remanescente, durante o período de enchimento, de 333,8 m<sup>3</sup>/s, correspondente à vazão mínima média móvel de 7 dias com 10 anos de tempo de

recorrência ( $Q_{7,10}$ ) e da mesma ordem da mínima média mensal registrada no histórico;

- b. Volume de enchimento de 3.071,2 hm<sup>3</sup>, correspondente à cota no nível máximo normal (302m);
- c. O tempo de enchimento foi calculado levando em conta três anos hidrológicos-tipo: um ano seco (90% de permanência), um ano mediano (50%) e um ano médio;
- d. Enchimento iniciando em cada um dos 12 meses do ano.

41. A Tabela 4 sintetiza os resultados obtidos no EDH:

**TABELA 4. TEMPO DE ENCHIMENTO CONSIDERANDO AS PREMISSAS MENCIONADAS (DIAS)**

Número de dias para o enchimento até a cota 302m (Vazão média)												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vazão média	1529	1566	1565	1105	814	639	522	440	415	531	776	1218
Tempo de enchimento	30	29	29	56	153	173	158	134	107	79	55	38
Número de dias para o enchimento até a cota 302m (Vazão permanência 50%)												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q50%	1403	1488	1481	1050	804	635	521	437	408	501	690	1114
Tempo de enchimento	33	31	31	60	157	181	164	140	113	86	62	42
Número de dias para o enchimento até a cota 302m (Vazão permanência 90%)												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Q90%	917	1057	938	833	668	532	435	367	336	394	520	685
Tempo de enchimento	55	53	67	184	236	226	206	181	151	122	93	71

42. Ou seja, no cenário considerado mais crítico (90% de permanência), o enchimento se daria em até 236 dias, caso se iniciasse no mês de maio. No entanto, o EDH prevê o início do enchimento para o mês de novembro, cenário em que o enchimento levaria 93 dias. Já o cronograma anexo ao EDH prevê a entrada em enchimento em 1º de outubro de 2014, cenário no qual, em um ano crítico, levaria 122 dias.

43. Em síntese, pode-se esperar que o reservatório complete seu enchimento em um prazo de 2 a 4 meses, em se cumprindo a premissa de início nos meses de outubro-novembro. Este tempo de enchimento é razoável, considerando que o reservatório do AHE Sinop é relativamente maior do que os demais na cascata do rio Teles Pires, por ser de regularização. Do ponto de vista de recursos hídricos, o ideal é que este tempo fosse reduzido tanto quanto possível, de forma a reduzir o período de alteração nas vazões do rio. Porém, é sabido que o órgão ambiental tem outras restrições a este respeito, notadamente no tocante ao resgate de fauna e períodos de piracema.

44. Sendo assim, sugere-se que a DRDH fixe o início do enchimento entre os meses de outubro a março, o que se concatena com a proposta do EDH e corresponde ao período de enchimento mais rápido. A DRDH pode prever eventuais alterações do órgão ambiental a esta proposta, conforme proposta de redação abaixo:

*Art. XXX<sup>o</sup> As condições de operação do reservatório do aproveitamento hidrelétrico serão definidas e fiscalizadas pela ANA, em articulação com o Operador Nacional do Sistema –*

*ONS, conforme disposição do art. 4º, inciso XII e § 3º, da Lei nº 9.984, de 2000, devendo respeitar as seguintes condições gerais:*

*§ 1º Vazão mínima no período de enchimento do reservatório: 333,8 m³/s;*

*§ 2º Início do enchimento ocorrendo entre os meses de outubro a março;*

*§ 3º A SEMA/MT poderá alterar a vazão remanescente durante o período de enchimento, bem como o período para seu início;*

45. Com relação à vazão remanescente no período de enchimento, entende-se que esta é suficiente para atender os usos múltiplos, visto que não há usuários outorgados a jusante do empreendimento. Além disso, está em linha com a vazão remanescente dos demais aproveitamentos no mesmo rio, já analisados ou em análise na ANA.

## **QUALIDADE DA ÁGUA**

46. Neste item, avalia-se a condição de qualidade da água do futuro reservatório da UHE Sinop, barramento a ser construído no rio Teles Pires, afluente do rio Tapajós, na bacia do rio Amazonas, em áreas dos municípios de Itaúba e Cláudia, no Estado do Mato Grosso.

47. Considerando o estabelecido no Artigo 13 da Lei 9.433 e as Resoluções CONAMA 357, CNRH nº 37 e ANA nº 219/2005, o objetivo da análise é identificar e qualificar possíveis alterações na qualidade da água devido à alteração do regime de escoamento ocasionado pela formação do reservatório, de lótico para lêntico ou intermediário (ambientes com tempo de residência de 2 a 40 dias), e as respectivas conseqüências sobre os usos da água realizados e pretendidos, a exemplo de abastecimento humano e usos recreativos, com base no instrumento do enquadramento dos corpos d'água em classes.

48. Essa análise visa também à eventual identificação e proposição de ações para evitar, controlar e minimizar conseqüências indesejáveis sobre a qualidade da água, em especial sobre o risco de eutrofização do reservatório.

49. Os primeiros documentos de qualidade da água apresentados no processo de DRDH da UHE Sinop referem-se ao Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA da Usina Hidrelétrica Sinop, que foram elaborados pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, com a participação da THEMAG Engenharia.

50. Tais documentos trataram somente do diagnóstico da situação atual de qualidade de água no local de formação do reservatório, a partir do resultado de duas campanhas de avaliação da qualidade de água, realizadas em final de fevereiro e início de março, período chuvoso, e em agosto, período seco, no ano de 2008. No total foram 14 pontos de coleta, sendo 6 no rio principal (Teles Pires), 6 nos principais afluentes (Rio Verde, Ribeirão Caldeirão, Rio Índio Possesso, Ribeirão Selma, Rio Baixada Morena e Rio Roquete) e 2 nas lagoas marginais (Lagoas do Padre e Aguapé).

51. Em termos gerais, os resultados das campanhas de monitoramento e os índices avaliados (IQA - Índice da Qualidade da Água, IET - Índice do Estado Trófico e o ICF - Índice da Comunidade Fitoplanctônica) caracterizam hoje a região com boas condições de qualidade de água, apesar de alguns parâmetros apresentarem valores que não se enquadram na classe 2 como, por exemplo, o pH, onde praticamente todos os valores foram inferiores ao mínimo estabelecido para a referida classe, fato comum para as águas do rio Teles Pires. Além disso, em dois pontos os valores de turbidez foram superiores aos padrões CONAMA e um ponto monitorado ultrapassou o máximo permitido para o fósforo total, se considerados os limites do CONAMA para ambiente lêntico (ambiente que só ocorrerá com a formação do reservatório). Os estudos, no entanto, concluíram que o eventual não enquadramento desses poucos parâmetros está relacionado às condições naturais e não aos processos de origem antrópica.

52. A ausência de informações, tais como: condições observadas em campo, data e horário das coletas, vazões e velocidades dos corpos de água no momento das coletas dificultam a interpretação dos resultados apresentados. O baixo número de amostras não permite caracterizar bem a qualidade de água ao longo do regime hidrológico e ao longo dos anos.

53. Como os estudos entregues restringiram-se ao diagnóstico da qualidade de água na condição atual de rio, sem tratar dos processos esperados de deterioração da qualidade de água que se iniciarão após o barramento do curso d'água, encaminhou-se diligência ao projetista solicitando estudo específicos do prognóstico da qualidade de água, conforme item 5.4.7 do Manual de DRDH, incluindo:

- *Verificar o número de froude por compartimentos representativos dos braços e do canal principal a serem criados com a formação do reservatório;*
- *Simular a hidrodinâmica do reservatório, considerando cenários de hidrogramas representativos de cheias e estiagens;*
- *Simular a qualidade de água do futuro reservatório, durante o enchimento e operação, para, no mínimo, os parâmetros fósforo orgânico e inorgânico, amônia, nitrato e nitrogênio orgânico, clorofila-a, biomassa, temperatura, OD, DBO e salinidade, a partir do modelo hidrodinâmico. Os resultados deverão ser expressos em cenários de desmatamento da área a ser inundada e de quantitativos de redução das cargas pontuais de poluição atuais e estimadas em função dos limites de concentração dos parâmetros simulados conforme limites do CONAMA – Resolução N° 357/2005, para classe 2;*
- *Indicar concretamente e de forma objetiva, a partir dos resultados do modelo de qualidade de água, os índices de desmatamento e, principalmente, de abatimento de cargas oriundas de esgotamento doméstico, de modo a atender minimamente o enquadramento do manancial, e de forma discretizada (corpo principal e braços).*

54. Em resposta, o projetista encaminhou, no dia 19 de novembro, documento complementar ao estudo de qualidade de água, contendo:

- Prognóstico da qualidade de água do futuro reservatório para os parâmetros OD, DBO, fósforo e nitrogênio, a partir do uso de modelo matemático que considera o reservatório como um reator único (completamente misturado);
- Cálculo das características básicas dos braços do reservatório (tempo de residência da água, profundidade média, Número de Froude densimétrico) para avaliar as prováveis futuras características desses braços.

55. A simulação realizada pelo projetista se deu em duas fases – enchimento e operação do reservatório, conforme principais características destacadas a seguir.

#### **SIMULAÇÃO FASE DE ENCHIMENTO**

56. Foi utilizado o modelo ERQUA que representa o reservatório como um reator único de mistura completa. Em grandes linhas, o modelo parte dos dados de vazões afluentes e defluentes para avaliar, pela aplicação da equação da continuidade, o volume e a área do espelho d'água do reservatório, a cada passo da simulação. Tal simplificação desconsidera os efeitos de estratificações verticais e problemas pontuais, a exemplo das piores condições de qualidade nos braços, devido aos elevados tempos de residência.

## Poluentes Simulados

57. Associando esses resultados com os dados de fitomassa na área de inundação, o modelo avalia a gradativa incorporação da matéria orgânica e simula o processo de degradação temporal através de equações cinéticas de primeira ordem associadas aos balanços de massa dos poluentes simulados, a saber: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) fósforo total (PT) e nitrogênio inorgânico total (NIT), este último englobando nitrato, nitrito e amônia. As equações de balanço empregadas para modelar o nitrogênio inorgânico total e o fósforo total não consideram qualquer termo de extinção no tempo. São considerados os termos relativos aos aportes e às defluências, assim como o termo de produção associado à decomposição da matéria orgânica vegetal inundada. No caso, admite-se que as taxas de produção de nitrogênio e de fósforo são proporcionais às taxas de extinção da DBO fixa.

## Condições Iniciais e de Contorno

58. A data considerada nas simulações para o início do enchimento foi o primeiro dia de outubro. Consideraram-se três regimes de vazões afluentes na composição dos cenários de enchimento. São eles: regime seco, com permanência de 95%, regime médio, com vazões médias normais e regime úmido, com permanência de 5%.

59. Para a seqüência representativa das vazões defluentes, admitiu-se uma descarga constante de 333,8 m<sup>3</sup>/s, correspondente à defluência mínima (Q<sub>7,10</sub>) até se alcançar o nível máximo normal (cota 302,0 m), e uma descarga igual à vazão afluente desse momento em diante. (o que não condiz com a condição operativa prevista para o aproveitamento, que prevê regularização de vazões).

60. As condições iniciais e as condições de contorno foram derivadas das campanhas de medição, utilizando-se valores intermediários entre os observados nas duas campanhas. A Tabela 5, retirada do relatório apresentado pelo projetista, apresenta os valores medidos e usados dos principais poluentes.

**TABELA 5. PARÂMETROS BÁSICOS DERIVADOS DAS CAMPANHAS LIMNOLÓGICAS**

Valores Médios dos Parâmetros	fev-mar/07	ago/07	Adotado
Temperatura da água – T (°C)	26,9	27,0	27,0
Oxigênio Dissolvido – OD (mg/L)	7,66	8,28	8,00
Dem. Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5</sub> (mg/L)	1,40	1,49	1,45
Nitrogênio Inorgânico Total – NIT (µg/L)	88	110	100
Fósforo Total - P (µg/L)	27	19	23
Velocidade do Vento –V (m/s)	---	---	2,0

61. O estudo não esclarece como os valores adotados foram derivados dos medidos nas campanhas. A pouca quantidade de dados disponíveis e a Tabela 5 evidenciam a perda de resolução espacial (que já era esperada pela utilização de modelo concentrado) e temporal, pela adoção de um só valor ao longo de todo o tempo simulado, como condição de contorno.

## **Cenários para o Enchimento**

62. Foram considerados nove cenários de enchimento, associando os três regimes de vazões acima citados com três índices de desmatamento da área a ser alagada. As simulações desses cenários foram efetuadas para um período de 365 dias.

## **Resultados para o Enchimento**

63. Segundo os estudos, sem desmatamento, em qualquer das seqüências de afluência consideradas, foi prognosticada uma situação próxima à anoxia por cerca de dois a três meses. Uma situação ainda crítica (OD abaixo dos 2 mg/L) poderá perdurar por mais um mês, aproximadamente, conquanto não ocorra uma condição hidrológica particularmente favorável (enchimento rápido). Com o desmatamento de 50% das formações florestais, espera-se uma pequena melhoria desse quadro, sendo que uma melhoria mais efetiva só é visualizada nos cenários que contemplam o desmatamento de 100% da área florestada. O prazo para a recuperação do patamar original da concentração de OD depende bastante do cenário, variando entre 3 e 8 meses aproximadamente. Destaca-se que a Resolução CONAMA 357 preconiza para a classe 2 uma concentração não inferior a 5 mg/L.

64. Sem desmatamento e na condição de enchimento rápido, a DBO deverá atingir um pico de cerca de 16 mg/L. Esse pico tende a diminuir com a velocidade do enchimento, porém em detrimento da duração do período com valores relativamente elevados, acima do limite estabelecido pelo CONAMA para águas Classe III (10 mg/L). Mesmo com o desmatamento de 100% das formações florestais, é previsto que a concentração da DBO deverá superar o limite de águas classe II (5 mg/L) por um período de 2 meses ou mais.

65. Em todos os cenários, com ou sem desmatamento, as concentrações de fósforo total simuladas ficaram abaixo da marca dos 0,070 mg/L, notando-se, entretanto, grandes variações no tempo necessário para o reservatório retomar o patamar original. O CEPIS (1990) só considera valores acima de 0,070 mg/L como indício de estado eutrófico em lagos nas regiões tropicais. Por outro lado, observa-se que o CONAMA é bastante restritivo nos limites das concentrações do fósforo total em ambientes lênticos, indicando valores de 0,030 e 0,050 mg/L para o limites de águas classe II e III, respectivamente.

66. Ainda segundo o estudo, tratam-se de prognósticos dentro da faixa do tolerável, notadamente para os cenários que contemplam o desmatamento de 50% ou mais da área florestada. Igualmente, tendo em vista as hipóteses simplificadoras assumidas neste estudo, recomenda-se uma certa cautela durante o enchimento do reservatório, com o monitoramento intensivo da qualidade da água, tanto a montante como a jusante da barragem.

67. Por último, nada se pode afirmar quanto à qualidade de água nos dendritos do reservatório para a fase de enchimento, sobretudo naqueles que apresentam tempos de residência elevados. Além disso, não foi estudado como os impactos na qualidade de água supracitados repercutirão a jusante. Apesar de não existirem outorgas no trecho de jusante, municípios como Colider, Nova Canaã do Norte e outros podem ter usos não cadastrados. Apesar de haver outros reservatórios que impactarão mais diretamente esses municípios de jusante, nenhum estudo de qualidade de água que integrasse a cascata de aproveitamentos foi feito, para a fase de enchimento e tampouco para a fase de operação dos aproveitamentos.

## **SIMULAÇÃO DA FASE DE OPERAÇÃO**

68. Para simular a operação do reservatório e cenários futuros foi utilizada pelo projetista a mesma abordagem simplificada de consideração do reservatório totalmente misturado, no qual

são conservadas as massas dos seguintes poluentes, considerando-se reações cinéticas primárias: OD, DBO e fósforo total. Mais uma vez destaca-se a perda de resolução acarretada por essa abordagem, que não possibilita prognóstico de qualidade de água distribuído ao longo do reservatório. Além disso, o ciclo do fósforo não foi simulado, o que torna as relações que exprimem as reações cinéticas pouco realistas.

### Condições Iniciais e de Contorno

69. As condições iniciais admitidas foram: zero para DBO, 5mg/L para OD e 0,02 mg/L para fósforo. As condições iniciais perdem relevância, pois o período de tempo no qual são sentidas suas influências é curto ante a resolução adotada.

70. As condições de contorno de DBO e de PT foram criadas a partir de estimativas de cargas dos poluentes geradas na bacia de drenagem para os cenários simulados. Já para OD, adotou-se o valor de 7mg/L, representativa dos valores medidos em campo, segundo o projetista. A Tabela 6 resume as cargas adotadas na geração das condições de contorno de DBO e P para os três cenários de simulação.

**TABELA 6. CARGAS ESTIMADAS DE DBO E P PARA OS TRÊS CENÁRIOS**

Cenário	Carga Total Efetiva DBO (t/mês)	Carga Total Efetiva P (t/mês)
Atual	3.428	54.4
2020	5.053	66.9
2035	7.134	83.0

71. Tais cargas foram diretamente aplicadas ao reservatório, desconsiderando o decaimento que sofreriam a montante.

### Resultados para a Operação

72. A seguir, são resumidos os resultados de concentrações dos poluentes para os três cenários de operação simulados:

- DBO: Para os três cenários considerados as concentrações simuladas de DBO estão bem abaixo do valor limite citado, atingindo um valor máximo igual a 1,8 mg/L para o cenário de 2035.
- Para o cenário Atual a concentração simulada de OD mantém-se praticamente no valor de saturação. Isso decorre, segundo o estudo, do fato de ser a DBO neste cenário muito baixa e também do fato de ser a capacidade de reaeração superficial do reservatório significativamente alta devido a sua pequena profundidade. Para cenários mais distantes começam a surgir depressões nas curvas de OD, sendo que o valor mínimo simulado foi de 4,98 mg/L para o cenário de 2035.
- As simulações sugerem que as concentrações de P Total raramente ultrapassam o valor limite da Classe 2 CONAMA para o Cenário Atual (15 meses entre 912 meses, ou seja, aproximadamente 1,6% do tempo).
- Para o Cenário 2020 as simulações indicam que as concentrações de P Total ultrapassam com mais frequência o valor limite da Classe 2 CONAMA (144 meses entre 912 meses, ou seja, aproximadamente 15,8% do tempo). A permanência do atendimento à classe 2



neste cenário (cerca de 84%) já é inferior à permanência associada à vazão de referência adotada pela ANA, de 95%.

- Para o Cenário 2035, as simulações indicam que as concentrações de P Total ultrapassam com mais frequência o valor limite da Classe 2 CONAMA (334 meses entre 912 meses, ou seja, aproximadamente 36,6% do tempo).

73. Os resultados mostram aumento de potencial de eutrofização com o tempo, sendo que o risco já é muito elevado para o cenário de 2035. Destaca-se ainda que o projetista não simulou o cenário de operação para o ano de 2045 (horizonte da outorga), cenário que resultaria em situação de não atendimento à Resolução CONAMA 357 num percentual de tempo ainda maior.

### **ANÁLISE DOS BRAÇOS**

74. Nesse item apresenta-se uma discussão acerca da análise de tempo de residência e do número de Froude densimétrico feita para os dendritos do reservatório pelo projetista. Esses dois parâmetros podem identificar locais mais vulneráveis à eutrofização.

75. Para tanto, considerou-se uma divisão do reservatório em segmentos, cada qual funcionando como um tanque a batelada, para os quais os parâmetros foram analisados.

### **Tempo de Residência**

76. Para cálculo do tempo de residência dos segmentos definiram-se séries de vazões mensais para cada segmento. Para tanto, adotaram-se as vazões médias mensais de longo período definidas para a UHE SINOP e as vazões médias mensais junto à foz do rio Verde, correspondente a 35,3% da vazão adotada para SINOP.

77. As vazões afluentes aos braços foram estimadas a partir de vazão específica estimada multiplicada pela área de drenagem dos respectivos braços. Utilizando as vazões mensais e os volumes dos segmentos correspondentes às cotas 300,00 m e 302,00 m, foram definidas para cada mês e para cada segmento o tempo de residência em dias.

### **Número de Froude Densimétrico**

78. A possibilidade de ocorrência de estratificação térmica foi avaliada através do número de Froude densimétrico, determinado pela seguinte fórmula.

$$F_d = 10^{-5} \frac{L}{Z \cdot T_w}$$

$$\text{Sendo } \begin{cases} F_d = \text{número de Froude Densimétrico;} \\ Z = \text{profundidade média;} \\ L = \text{Comprimento do reservatório;} \\ T_w = \text{tempo de residência em anos.} \end{cases}$$

79. O resultado é interpretado da seguinte forma:

Se  $F_d \ll 0,32$  haverá forte estratificação térmica;

Se  $F_d \approx 0,32$  haverá forte estratificação térmica;

Se  $F_d \gg 0,32$  haverá forte estratificação térmica;

## Resultados das Análises dos Braços

80. O prognóstico da qualidade de água nos braços do futuro reservatório não deve ter sido feito por modelagem matemática possivelmente por falta de dados ambientais e morfodinâmicos. Dois parâmetros foram utilizados como indicativos: o tempo de residência e o número de Froude.

81. Para o cálculo desses dois parâmetros algumas características morfológicas dos braços foram estimadas, tais como área de drenagem, volume e vazão afluyente. As estimativas assim feitas são precárias, servindo apenas como indicativos preliminares de tendências a eutrofização nesses braços. Esses parâmetros foram estimados para as cotas 300 e 302 m, que são as que correspondem ao maior tempo de permanência do nível de água, de acordo com os dados operacionais.

82. Foram analisados vinte e nove segmentos, sendo que os que apresentaram tempos de residência mais elevados para a cota 302 m foram, segundo o requerente, os apresentados na Tabela 7.

**TABELA 7 - TEMPO DE RESIDÊNCIA MÉDIO E MÁXIMO - RESERVATÓRIO COTA 302 M**

Segmento mais críticos	T R (dias) (média anual)	T R max (dias) /ocorrência
D1	326	581- setembro
D21	244	435 - setembro
D22	338	602 - setembro
D3	335	597 - setembro
E1	444	791 - setembro
E4	228	406 - setembro
E5	372	662 - setembro

83. Já os resultados obtidos para o Número de Froude (que indica a possibilidade de ocorrência de estratificação) mostram, para ambas as cotas, que a maior parte dos segmentos apresenta valores baixos (inferiores ou similares a 0,32), sugerindo a ocorrência de estratificação. Exceção pode ser feita aos segmentos referentes ao corpo principal do reservatório (de P1 a P7) e ao segmento E7, que praticamente manterá as características lóxicas (remanso do reservatório).

## VERIFICAÇÕES REALIZADAS PELA ANA

84. Diante da precariedade e da condição preliminar dos estudos apresentados e considerando o significativo grau de uso e ocupação da bacia do Alto Teles Pires a montante do aproveitamento de Sinop, representado especialmente pela grande expansão agrícola da área, foram realizadas pela ANA algumas verificações expeditas para comparar o potencial de produção de carga da bacia com a capacidade de assimilação do reservatório a ser formado.

85. Primeiramente, estimou-se a capacidade máxima de assimilação de cargas poluidoras pelo reservatório, por meio do uso do modelo empírico Vollenweider (1976), metodologia simplificada para avaliação do potencial de eutrofização em função da carga afluyente, tempo de detenção e características geométricas. Trata-se de uma abordagem simplificada para realizar o balanço de massa do nutriente-limitante da eutrofização (fósforo total) para estimar a capacidade de assimilação de cargas poluidoras e a tendência à eutrofização de reservatórios formados por barragens, em regiões tropicais.

86. De acordo com o Modelo Vollenweider, a capacidade máxima de assimilação de cargas de fósforo pelo reservatório de SINOP será de **818 tP/ano**. Esse limite é o indicador para assegurar as condições de qualidade de água para seus respectivos usos e resguardar os padrões estabelecidos pelo CONAMA para a classe 2 de enquadramento.

87. De acordo com o estudo apresentado pelo projetista, a carga total de fósforo da área de drenagem da UHE Sinop é de **652,8 tP/ano** e prevista, para o ano de 2035, de **996 tP/ano**, sem nenhum detalhamento de como estas cargas foram calculadas. Infere-se que foi adotada uma taxa de crescimento de cerca de 2% a.a, além de não considerar o aumento populacional advindo das obras previstas.

88. Como não foram apresentados detalhes dessas estimativas, verificaram-se nesta NT outras fontes de dados, como o estudo da UHE de Colíder, que apresentou com melhor detalhamento tal estimativa de cargas.

89. Conforme estudos enviados pela ANEEL a esta Agência, no âmbito do processo de DRDH da UHE de Colíder, o potencial de produção de cargas poluidoras difusas da área de drenagem daquele reservatório é de 1.226,7 tP/ano. Esse valor foi estimado a partir de contribuições unitárias indicadas na literatura conforme os usos de água e solo identificados (mata e floresta, agrícola, urbanos e esgotos).

90. Considerando que a área de drenagem da UHE Sinop está integralmente inserida na área de Colíder e que essa porcentagem é de 91%, por correlação de áreas, estimou-se o potencial de aporte de cargas difusas ao reservatório de Sinop, sendo de **1.116 tP/ano**. Apesar desse valor ser um pouco superior à capacidade de suporte estimada para o reservatório de Sinop, vale destacar que essa metodologia, por não considerar o decaimento da carga na área de drenagem (por infiltração) e ao longo dos cursos d'água (por oxidação da matéria), trata-se de valor conservador.

91. Outra verificação realizada para avaliar o potencial de cargas da bacia de drenagem do reservatório de Sinop foi pelo produto das concentrações médias de fósforo total (0,023 mg/L), resultantes das duas campanhas de monitoramento realizadas pela projetista, pela vazão média de longo termo do rio Teles Pires no eixo da barragem (962 m<sup>3</sup>/s), que resultou em uma carga de fósforo de **698 t/ano**. Nesse caso, entende-se que o resultado é mais realista que a primeira verificação, pois se baseou em dados observados de concentração do parâmetro e de vazões do manancial. Entretanto, devido ao reduzido número de amostras, somente uma para cada período (seca e chuva), esses resultados não são muito confiáveis.

92. Apesar das ligeiras variações entre os resultados, observa-se que ambos estão próximos ao limite da capacidade de carga do reservatório. Portanto, conclui-se que o potencial de produção de cargas de fósforo, com dados de 2010, é da mesma ordem de grandeza da capacidade de assimilação do reservatório, fato que impõe limite ao crescimento na região de empreendimentos que, nos moldes atuais, envolvam criação de novas áreas agricultáveis a partir de desmatamento, além de lançamentos de esgotos in natura nos cursos d'água afluentes ao reservatório.

93. Outra observação que merece destaque é que, embora a parcela de contribuição de cargas de nutrientes devido ao lançamento de esgotos domésticos das sete sedes municipais localizadas na área da bacia, que totalizam 226.000 habitantes atualmente, represente apenas

10% da capacidade de assimilação do reservatório, esses esgotos, na condição atual de lançamento sem qualquer tipo de tratamento, certamente provocarão outros problemas na qualidade da água, como baixos teores de oxigênio dissolvido e contaminação por coliformes fecais, que poderão inviabilizar alguns usos em segmentos específicos do reservatório.

94. Dessa forma, ressalta-se a necessidade de implementação de sistemas adequados de coleta e tratamento de esgotos domésticos, observando a necessidade de processos de remoção de nutrientes (tratamento terciário). Tais medidas deverão ser propostas com o apoio do empreendedor, uma vez que é a formação do reservatório, de sua responsabilidade, que produzirá as condições para deterioração da qualidade de água, uma vez que as condições atuais de qualidade da água do rio Teles Pires são boas, mesmo com os lançamentos de esgotos citados.

95. Visto que a simulação realizada segmentou o reservatório em um único compartimento, a avaliação das implicações negativas de lançamentos de efluentes domésticos sem tratamento no futuro reservatório da UHE Sinop ficou prejudicada. Assim, não se podem prever as condições de deterioração da qualidade de água nos segmentos que receberão aporte de esgotos, diretamente ou por meio de seus tributários.

96. Estima-se que cerca de 10% da carga de nutrientes aportada ao reservatório seja de origem doméstica, especialmente das sedes municipais de Sinop e Sorriso, tanto pelo maior número de habitantes como pela proximidade com o lago.

97. A implementação de sistemas de tratamento dos esgotos dessas cidades poderia trazer abatimentos em torno de 6% da carga de fósforo total atual e alguns ganhos localizados em termos de melhora dos índices de OD e DBO.

98. Considerando que a população de Sinop deverá ter um crescimento significativo, decorrente de empregos diretos e indiretos associados à construção da barragem, a deterioração da qualidade de água devido a esgotos domésticos deverá aumentar. Como o controle de fontes pontuais é uma das poucas medidas que o empreendedor poderá executar para melhorar a qualidade de água, recomenda-se impor ao empreendedor a implementação de sistemas de tratamento de esgoto das cidades de Sinop e Sorriso, em nível terciário.

99. Quanto às cargas difusas, sobretudo de origem agrícola, uma vez que atividade representa 73% das cargas de nutrientes da bacia, ressalta-se que a implementação de medidas para controlar a expansão desse uso é imprescindível para assegurar a qualidade de água em padrões estabelecidos pela legislação competente e padrões requeridos pelos múltiplos usos da água, entretanto, lembra-se que o empreendedor não possui qualquer governança sobre as diretrizes de desenvolvimento da região. Assim, vislumbram-se dificuldades na adoção de eventuais medidas de controle de aporte de poluentes de origem difusa, que poderiam eventualmente melhorar as condições de qualidade da água com a formação do reservatório e atender ao preconizado pelo Artigo 13 da lei 9.433 e Resolução CONAMA 357 no que diz respeito ao enquadramento. Já medidas complementares de controle dessas cargas poderiam incluir o aumento das áreas de preservação permanente, talvez com algum impacto positivo.

100. Destacam-se, ainda, os elevados tempos de residência em alguns compartimentos do reservatório, especialmente nos segmentos E5, E4, D3, D22, D21, D1 e E1, que contribuirão com a piora significativa da qualidade de água, tornando-se, inclusive, problemas de saúde pública, já que nesses ambientes poderá haver intensa proliferação de vetores. Portanto, o acesso a esses ambientes, bem como os usos de água nesses locais deverão ser severamente restringidos.

101. Por fim, as verificações realizadas pela ANA e o estudo apresentado concluem que a carga atual de nutrientes gerada na bacia de drenagem da UHE Sinop é praticamente o potencial de assimilação do futuro reservatório para a classe 2. Assim, no cenário atual de cargas, prevê-se que a qualidade de água do futuro reservatório estará nos limites dos padrões de qualidade de água estabelecidos pela legislação pertinente (CONAMA N° 357/2005). Destaca-se que situações piores são esperadas em segmentos específicos que possuem elevados tempos de

residência e grandes profundidades. Entretanto, as simplificações adotadas na simulação, discutidas em item anterior, impediram avaliações particulares desses compartimentos

102. Já para os cenários futuros, espera-se que os incrementos das atividades de uso e ocupação do solo, especialmente devido à expansão da atividade agrícola na bacia, e aumento da população, incidirão diretamente na deterioração da qualidade de água, uma vez que os usos atuais praticamente já representam a carga máxima de assimilação do reservatório.

103. Os resultados dos estudos apresentados pelo projetista, que adotou baixas taxas de crescimento dos usos na bacia e não contemplou o cenário de horizonte da outorga (2045), também mostraram que o aumento do aporte dessas cargas deverá ser superior à capacidade de suporte do reservatório e, por conseguinte, os padrões de qualidade da água estabelecidos pela classe de enquadramento não serão resguardados.

104. Nesse sentido, e considerando que o empreendedor não tem como interferir nas fontes difusas de poluição, especialmente em uma área de quase 40.000 km<sup>2</sup>, recomenda-se medidas de controle de fontes pontuais, como o tratamento de esgotos domésticos das duas maiores sedes municipais da bacia, Sinop e Sorriso, em nível terciário (medida que tampouco foi proposta pelo projetista), e ações específicas para melhor conter o carreamento dessas cargas ao reservatório, como a recomposição e ampliação das áreas de APPs.

105. Dadas as simplificações e incertezas associadas aos estudos apresentados, considerando que as verificações realizadas são preliminares, e principalmente considerando os resultados dos estudos apresentados pelo projetista e verificados pela SOF/ANA quanto à fonte predominantemente difusa das cargas, não se pode afirmar que as medidas indicadas nesta NT por si só serão suficientes para assegurar os padrões de qualidade da água no reservatório de Sinop, sobretudo porque esses processos serão fortemente influenciados pela velocidade e tipo de desenvolvimento que ocorrerá na região. Por outro lado, trata-se de medidas efetivas e que podem ser operacionalizadas pelo empreendedor.

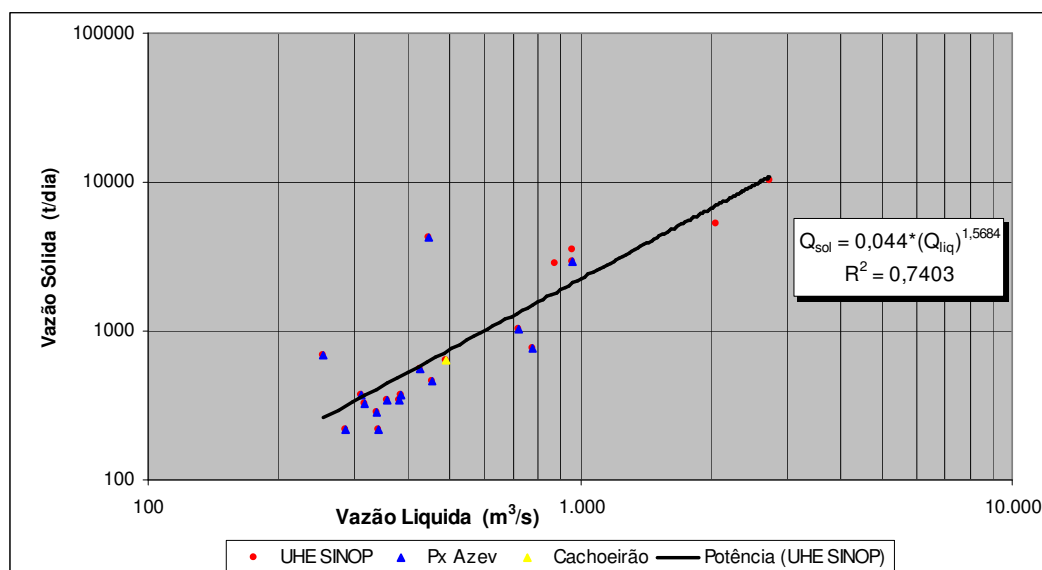
106. Por fim, sinaliza-se a provável incompatibilidade em termos de qualidade da água futura do reservatório entre os dois grandes usos que estão se consolidando na bacia do Alto Teles Pires – hidroeletricidade, a partir da formação de um grande reservatório como o de Sinop, e expansão agrícola de larga escala, mesmo com a implementação, pelo empreendedor, das medidas de controle de fontes de poluição indicadas na análise. Estima-se que as implicações negativas em termos de qualidade da água relativas nesta NT apresentem-se dentro de alguns anos, caso o reservatório seja implantado.

## **SEDIMENTOS, ASSOREAMENTO E VIDA ÚTIL DO RESERVATÓRIO**

### **Estudos apresentados no EDH**

107. O estudo sedimentométrico para a UHE Sinop foi realizado com base nas medições de descargas sólidas e líquidas realizadas junto ao eixo, acrescida de uma medição efetuada pela ANA junto ao posto Cachoeirão, situado a montante do aproveitamento e das medições realizadas pela ANA junto ao posto Jusante Peixoto de Azevedo, situado no trecho mais a jusante da bacia, porém com 15 medições de descargas sólidas.

108. Definiu-se, com isso, a curva-chave de sedimentos para o estudo, conforme a Figura 6.



**FIGURA 6 – CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS PARA O LOCAL DA UHE SINOP**

109. Para o cálculo de uma série de descargas sólidas em suspensão, a curva-chave de sedimentos foi aplicada à série de vazões médias mensais afluentes à UHE Sinop, definida para o período de 1931 a 2006.

110. A descarga sólida total média resultou em 2.359 t/dia, que resulta em uma descarga anual de 861.035 t/ano e carga específica de 22,7 t/km²/ano.

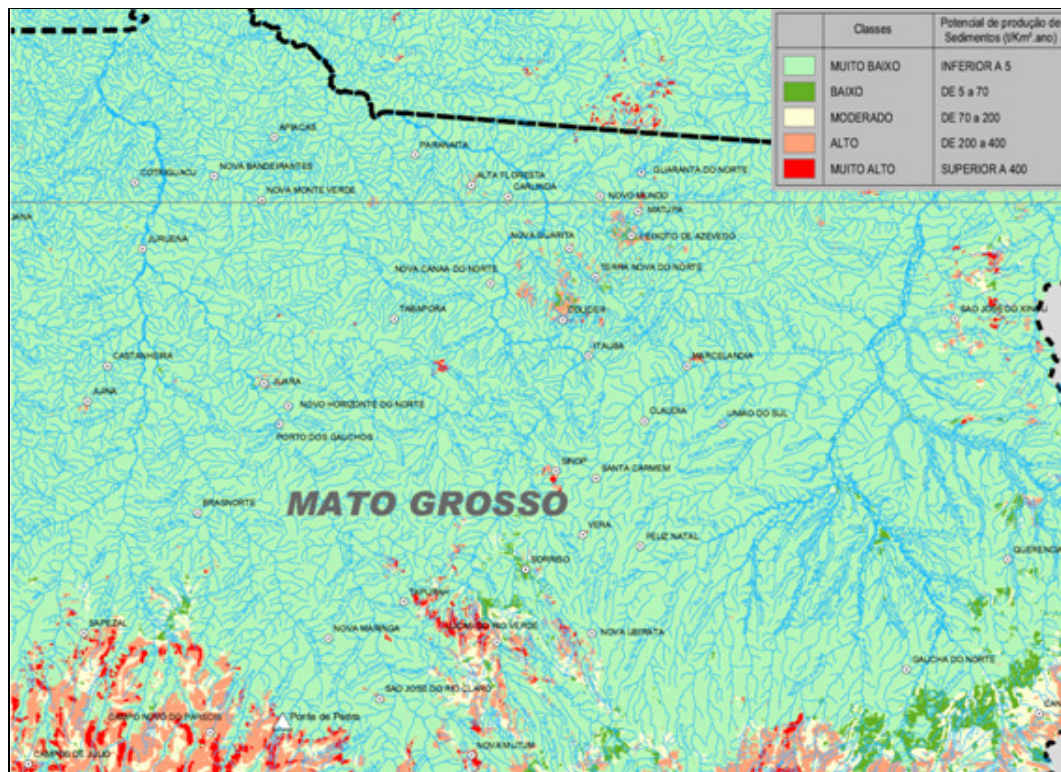
111. Para estimar a eficiência de retenção de sedimentos no reservatório foi utilizada a curva de Brune média. O valor, para o primeiro ano, é de 88% de retenção.

112. As amostras obtidas juntos às medições de descarga sólida no eixo do barramento permitiram realizar a análise granulométrica. A granulometria média dos sedimentos é de 35% de argila, 20% de silte e 45% de areia.

113. Para avaliar o assoreamento e a vida útil do reservatório, foram utilizados os softwares SEDIMENT e DPOSIT. A aplicação do SEDIMENT mostrou que, com um incremental de 2% de produção de sedimentos por ano, em 100 anos apenas 6,3% do reservatório estará preenchido por sedimentos. A aplicação do DPOSIT mostra que em 100 anos é atingida a cota de 275,2 m, um pouco acima da cota da tomada d'água (275 m).

### **Avaliação dos Estudos de Sedimentos e Assoreamento apresentados no EDH**

114. Em relação às descargas sólidas específicas anuais de sedimentos, os valores encontrados, de 22,7 t/km².ano são compatíveis com o Mapa do Potencial de Produção de Sedimentos do Brasil, elaborado pela ANEEL, conforme Figura 7. O referido Mapa apresenta, para a bacia do rio Teles Pires a montante da UHE Sinop, um potencial predominante de produção de sedimentos muito baixo (tons verde-claros), com algumas regiões tendo potenciais altos (tons vermelhos). O potencial da bacia pode ser classificado como muito baixo (< 5 t/km².ano), e, portanto, o valor encontrado no EDH é adequado ao estudo, por ser conservador.



**FIGURA 7 – MAPA DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS (ANEEL)**

115. Porém, em comparação ao estudo de sedimentos da UHE Colider, constata-se que a descarga sólida específica é menor. Considerando que a maior parte da produção de sedimentos na bacia do rio Teles Pires seria na cabeceira, e que a UHE Sinop encontra-se a montante da UHE Colider, é de se esperar que a descarga sólida específica naquela seja maior.

116. A partir dessa consideração, para validar o estudo de retenção de sedimentos no reservatório e assoreamento ao pé da barragem apresentado pelo projetista, optou-se por aplicar os modelos na UHE Sinop considerando a curva de descarga sólida obtida para a UHE Colider, a fim de obter maior segurança quanto à obtenção da vida útil do empreendimento.

117. Em relação aos estudos de assoreamento e vida útil, as metodologias apresentadas são as usualmente utilizadas nessa fase dos estudos.

118. Nessa estimativa, foram consideradas as seguintes premissas, que estão de acordo com aquelas apresentadas pelo projetista para a UHE Sinop, no âmbito do EDH:

- Tipo de reservatório: 2- depleção do reservatório de pequena a média;
- Granulometria do sedimento efluente: 45% areia, 35% silte e 20% argila;
- Taxa de aumento do transporte sólido: 2% ao ano;

119. Os resultados calculados estão próximos àqueles obtidos no EDH, mostrando que o NA correspondente à cota da soleira da tomada d'água (275 m) seria atingido pelos sedimentos depositados ao pé da barragem após cerca de 95 anos.

120. Verifica-se ainda que não foram previstas medidas estruturais adicionais para proteger a tomada d'água do circuito de geração e que poderiam aumentar a vida útil do empreendimento.

121. Portanto, face aos resultados apresentados no EDH, verifica-se que a vida útil do empreendimento para geração de energia está adequada ao horizonte da concessão.

## **REMANSO**

122. Os estudos de remanso da UHE Sinop foram realizados com o objetivo de caracterizar a elevação da linha d'água dos rios Teles Pires e Verde a montante do barramento, após a formação do reservatório, avaliando principalmente as suas interferências com propriedades, benfeitorias e infra-estruturas em geral existentes na região. Não se esperam interferências do reservatório com a curva-chave do canal de fuga da UHE Magessi a montante, devido à grande distância entre os dois.

123. Os estudos foram realizados por modelagem matemática, com a aplicação do modelo HEC-RAS, desenvolvido pelo US Army Corps of Engineers, que calcula perfis de linhas d'água e as respectivas linhas de energia, considerando o escoamento em regime permanente, unidimensional e gradualmente variado.

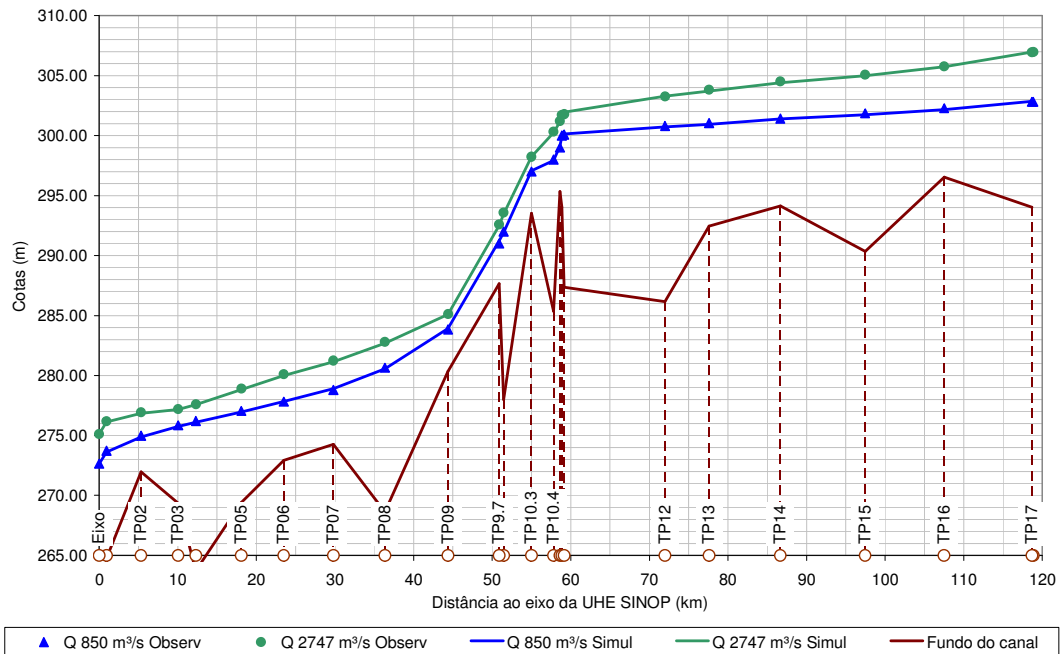
124. Como o reservatório da UHE Sinop estende-se sobre os rios Teles Pires e Verde, onde os efeitos do remanso são sentidos, o modelo matemático foi montado com 29 seções transversais cobrindo a região de formação da bacia hidráulica do reservatório, sendo que, para o rio Teles Pires, foram levantadas 22 seções transversais ao longo de cerca de 119 km da calha do rio e, para o rio Verde, foram utilizadas 7 seções ao longo de cerca de 63 km da calha do rio. A localização das seções é apresentada no EDH e no desenho SIN-V-20-230.001-DE do EVI e mostra que a distribuição das seções é bastante regular, com maior concentração na região média do trecho do rio Teles Pires, onde se observam controles hidráulicos importantes, formados por cachoeiras, corredeiras e estrangulamentos da calha. No entanto, os resultados mostram que o remanso do reservatório pode estender-se sobre a região dos rios Teles Pires e Verde um pouco mais a montante da última seção, necessitando maior detalhamento. Assim, apesar das seções estudadas estarem bem distribuídas ao longo do trecho estudado, a sua quantidade foi considerada insuficiente para este tipo de estudo, deixando descobertas algumas singularidades importantes no rio e a região mais a montante do futuro reservatório. Recomenda-se que, na continuidade dos estudos, sejam realizados novos levantamentos de campo, para um melhor detalhamento da geometria do rio, com o estabelecimento de novas seções.

125. Para a calibração do modelo, foram utilizados 2 perfis de níveis d'água observados em campo, relacionados às vazões de 850 m<sup>3</sup>/s e 2.747 m<sup>3</sup>/s, registradas no local do eixo do barramento, buscando representar, respectivamente, uma condição de estiagem e uma de cheia. A vazão de cheia foi a maior registrada durante o período de observação. As vazões na foz do rio Verde foram obtidas por relação de áreas de drenagem, obtendo-se os valores de 300 m<sup>3</sup>/s e 974 m<sup>3</sup>/s.

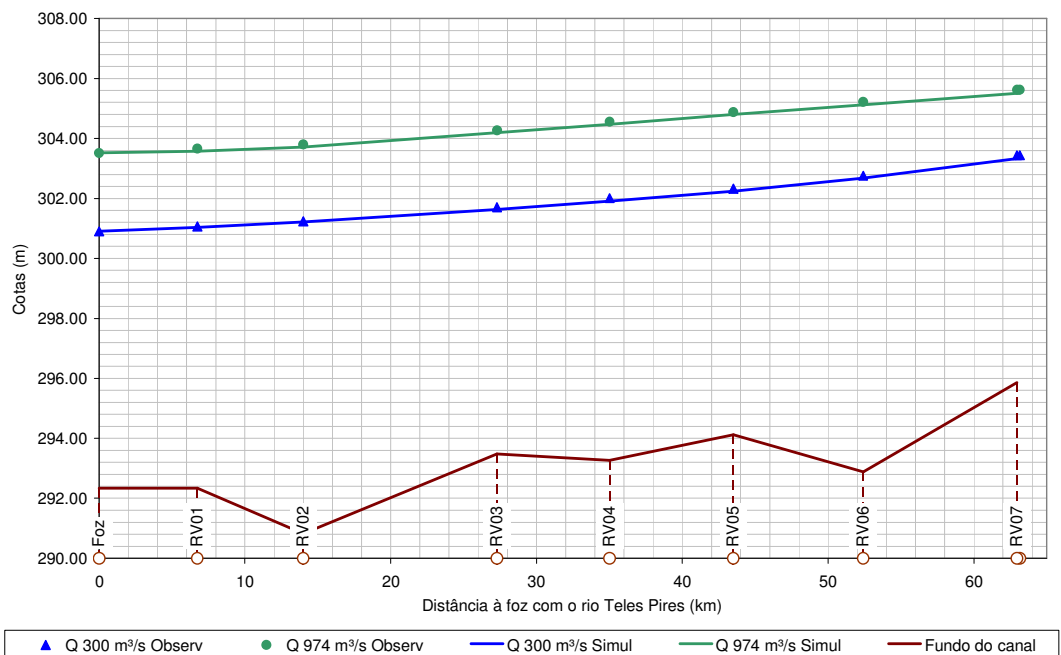
126. O processo de calibração do modelo consistiu em determinar os coeficientes de rugosidade de Manning para cada uma das seções transversais, de forma a gerar linhas d'água simuladas semelhantes às linhas d'água observadas em campo. O projetista calibrou o modelo para cada condição de vazão separadamente, considerando o coeficiente de rugosidade variável ao longo do reservatório, mas sem considerar a sua variação em relação aos níveis d'água. Com isso, obteve um conjunto de coeficientes para a condição de estiagem e um para a condição de cheia, que foram utilizados de acordo com a vazão simulada. Isso pode gerar erros na estimação de níveis para as vazões de estiagem após a formação do reservatório, pois os níveis d'água estarão sempre acima dos normais e terão mais característica de cheias, para a maior parte do trecho simulado. Contudo, esta situação configura-se a favor da segurança, pois os resultados mostram coeficientes, em geral, mais altos para a estiagem.



127. A Figura 8 apresenta os resultados finais do processo de calibração do modelo para o rio Teles Pires. Na Figura 9, são apresentados os resultados da calibração do modelo para o rio Verde, sendo as distâncias referenciadas à sua foz no rio Teles Pires.



**FIGURA 8 – RESULTADOS DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO MODELO DE REMANSO PARA O RIO TELES PIRES, NA REGIÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE SINOP**



**FIGURA 9 – RESULTADOS DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO MODELO DE REMANSO PARA O RIO VERDE, NA REGIÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE SINOP**

128. Percebe-se que o ajuste da linha d'água simulada conseguido na calibração para os dois rios foi muito próximo dos valores observados para todas as seções, de modo que os coeficientes de Manning ajustados podem ser considerados válidos.

129. Após a calibração, foram determinadas as linhas d'água dos rios Teles Pires e Verde para a afluição de várias vazões, considerando as situações em condições naturais e após a implantação do reservatório. Para caracterizar as condições de estiagem no rio Teles Pires, foram consideradas a vazão média histórica dos seis meses mais secos (junho a novembro) e a vazão Q<sub>mlt</sub> (554 m<sup>3</sup>/s e 927 m<sup>3</sup>/s, respectivamente). Para caracterizar as condições de cheia no rio Teles Pires, foram consideradas as vazões com tempos de recorrência de 25 e 100 anos (3.419 m<sup>3</sup>/s e 4.027 m<sup>3</sup>/s, respectivamente). Para o rio Verde, todas estas vazões foram transportadas por relação de áreas de drenagem para a sua foz (196 m<sup>3</sup>/s, 328 m<sup>3</sup>/s, 1.211 m<sup>3</sup>/s e 1.427 m<sup>3</sup>/s, respectivamente).

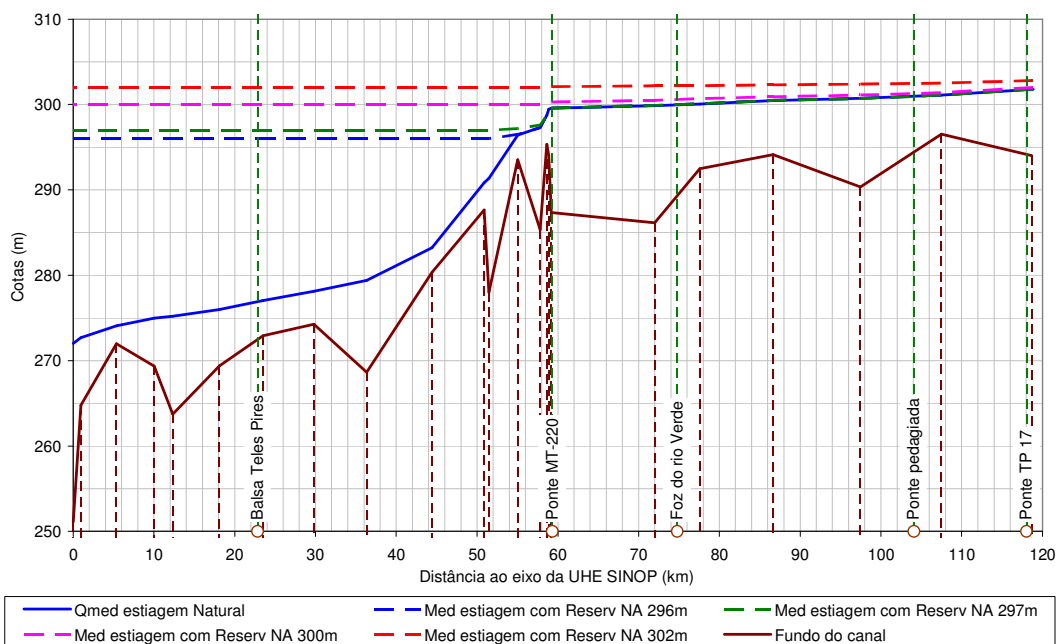
130. Como condições de contorno, para a situação natural, sem a presença do reservatório, os níveis d'água de jusante foram obtidos da curva-chave estabelecida para o local do barramento. Para a situação com o reservatório, foram considerados vários níveis d'água junto à barragem, buscando caracterizar o deplecionamento do reservatório. Assim, foram considerados os níveis d'água nas cotas 296 m, 297 m, 300 m e 302 m, tanto para a situação de estiagem quanto para a situação de cheia. No caso do rio Verde, as simulações partiram da sua foz e os níveis d'água foram obtidos dos resultados da simulação para o rio Teles Pires, aproximados para a seção de confluência.

131. As situações simuladas estão esquematizadas na Tabela 8 – situações simuladas nos estudos de remanso.

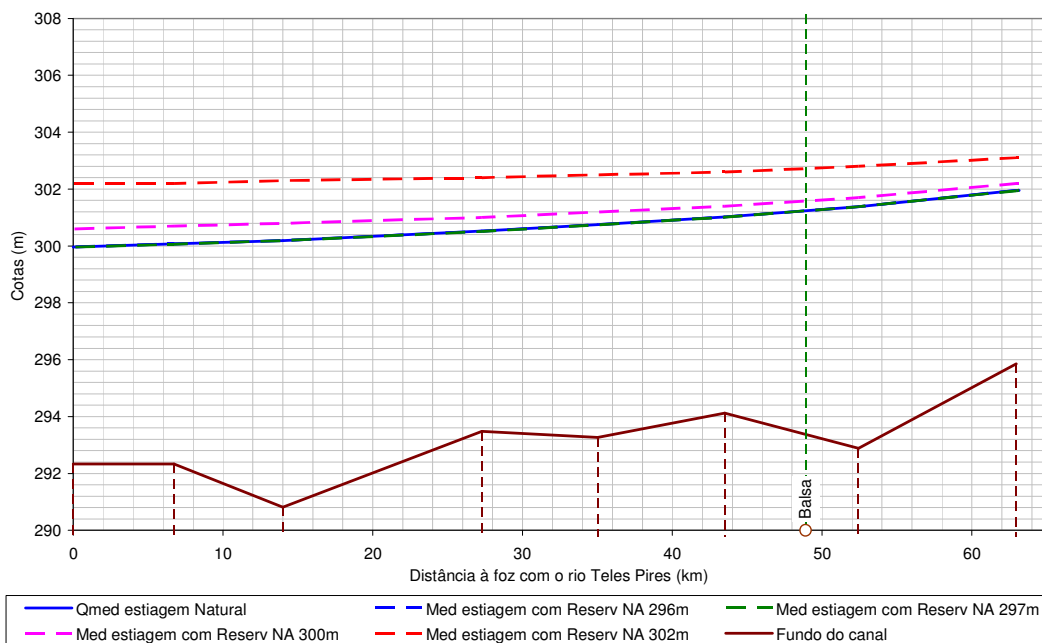
**TABELA 8 – SITUAÇÕES SIMULADAS NOS ESTUDOS DE REMANSO**

NA res	Rio Teles Pires				NA res	Rio Verde			
	Vazões					Vazões			
	Estiagem		Cheia			Estiagem		Cheia	
	Med est	MLT	TR 25	TR 100		Med est	MLT	TR 25	TR 100
	554 m <sup>3</sup> /s	927 m <sup>3</sup> /s	3.419 m <sup>3</sup> /s	4.027 m <sup>3</sup> /s		196 m <sup>3</sup> /s	328 m <sup>3</sup> /s	1.211 m <sup>3</sup> /s	1.427 m <sup>3</sup> /s
296 m	X	X	-	-	296 m	X	X	-	-
297 m	X	X	X	X	297 m	X	X	X	X
300 m	X	X	X	X	300 m	X	X	X	X
302 m	X	X	X	X	302 m	X	X	X	X

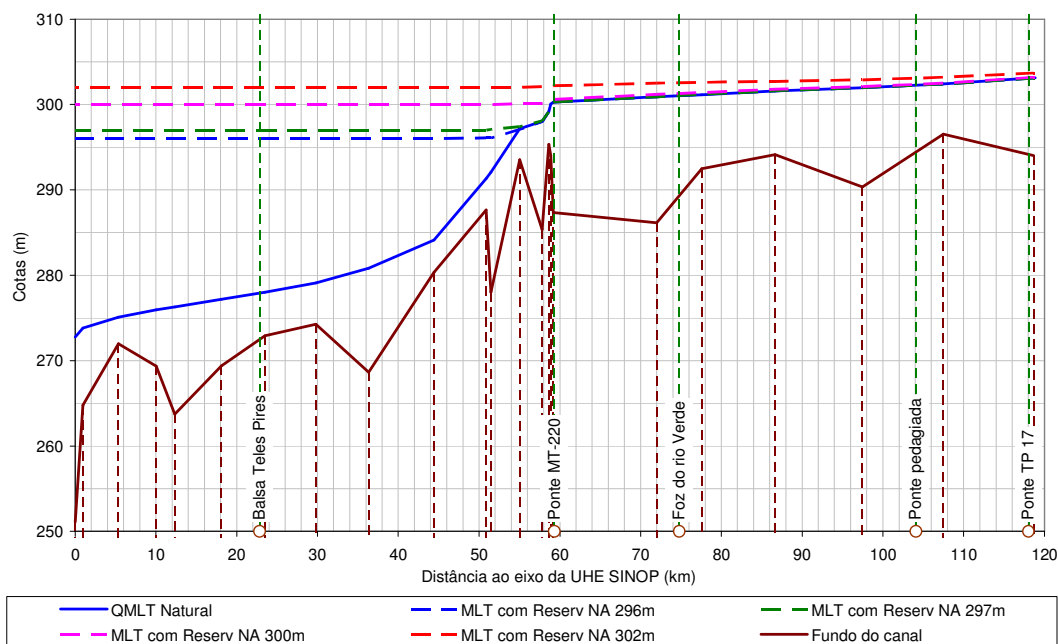
132. Os resultados dos estudos de remanso para o reservatório são apresentados, para cada vazão separadamente, da Figura 10 até a Figura 17, onde estão representadas as linhas d'água para as condições natural e com o reservatório, com a variação de NA simulada, caracterizando o deplecionamento.



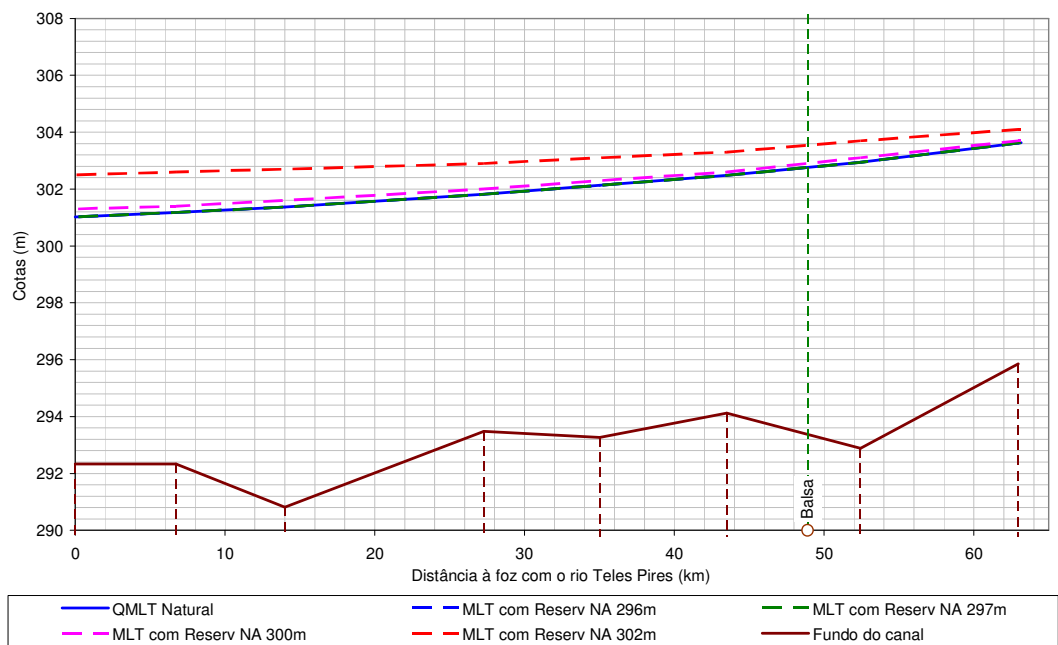
**FIGURA 10 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO TELES PIRES COM A VAZÃO MÉDIA DO PERÍODO DE ESTIAGEM**



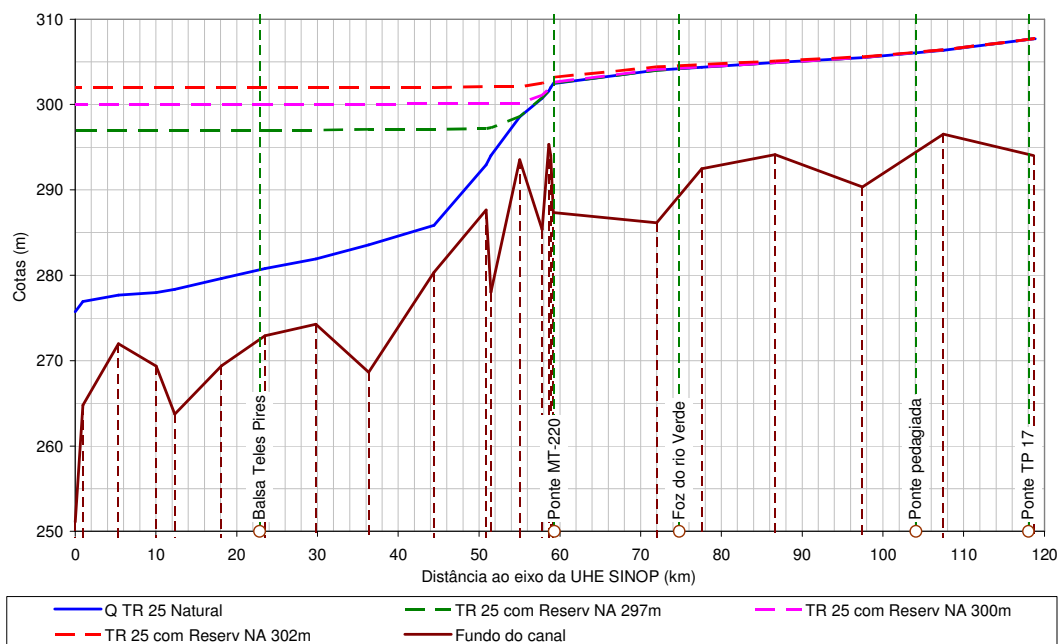
**FIGURA 11 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO VERDE COM A VAZÃO MÉDIA DO PERÍODO DE ESTIAGEM**



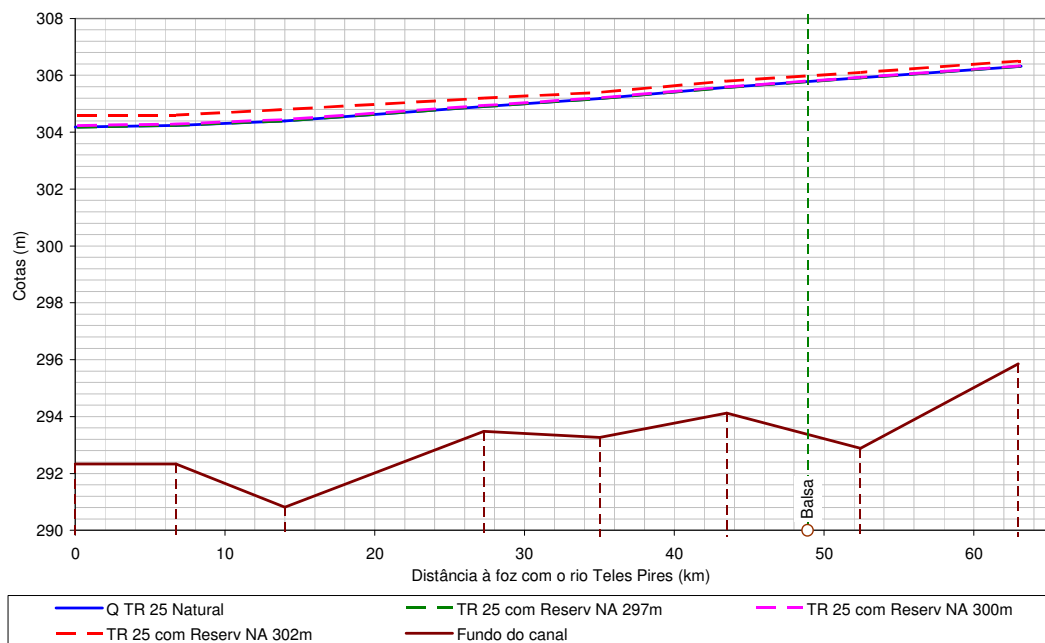
**FIGURA 12 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO TELES PIRES COM A VAZÃO MLT**



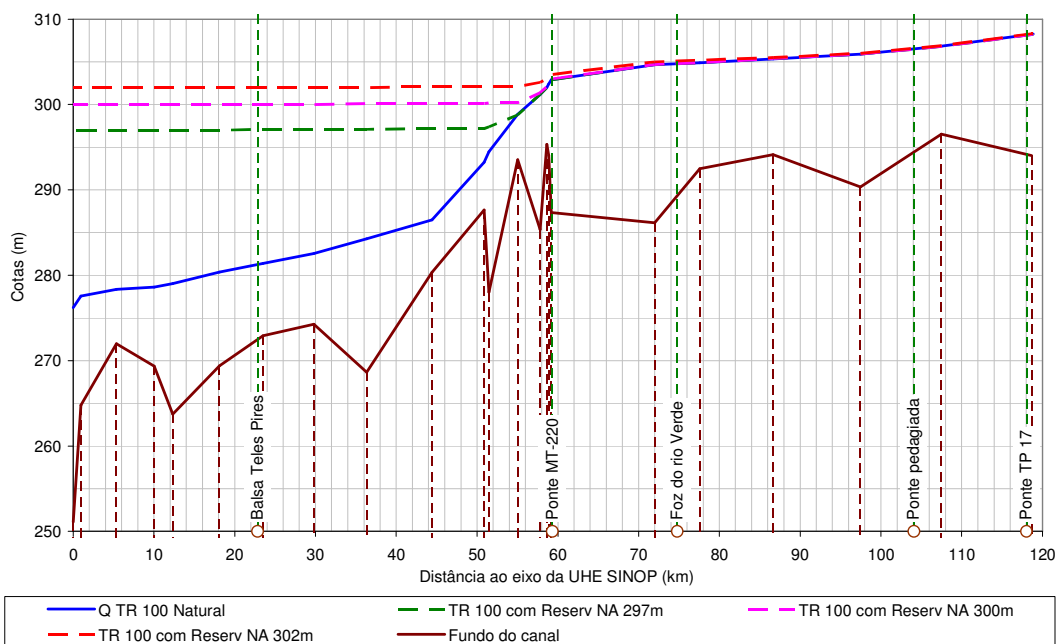
**FIGURA 13 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO VERDE COM A VAZÃO MLT**



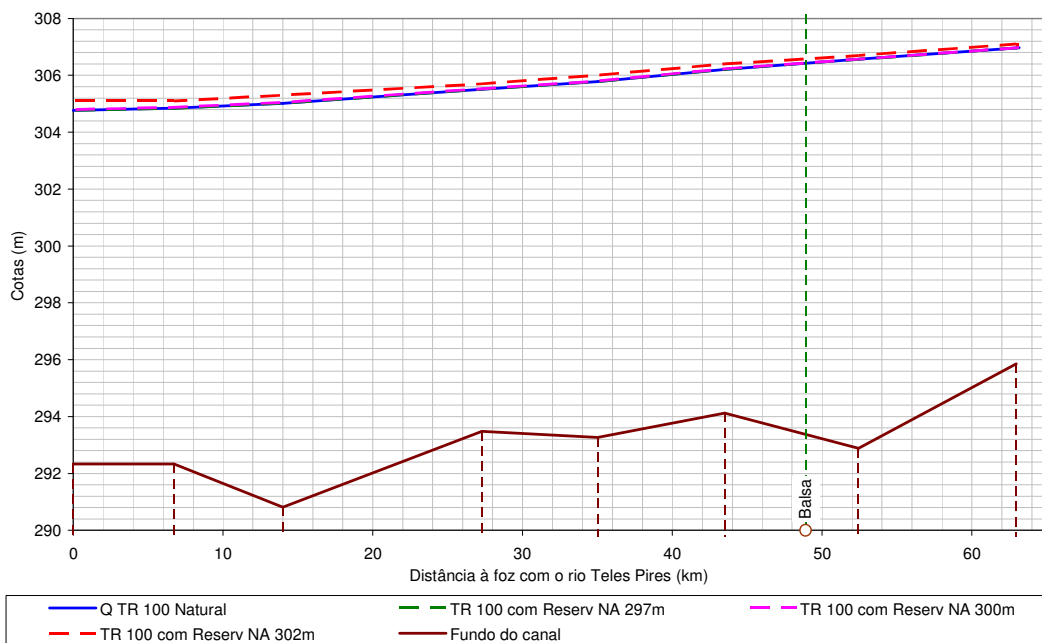
**FIGURA 14 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO TELES PIRES COM A VAZÃO DE TR 25 ANOS**



**FIGURA 15 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO VERDE COM A VAZÃO DE TR 25 ANOS**



**FIGURA 16 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO TELES PIRES COM A VAZÃO DE TR 100 ANOS**



**FIGURA 17 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE SINOP SOBRE O RIO VERDE COM A VAZÃO DE TR 100 ANOS**

133. Pode-se observar pelos resultados uma elevação da linha d'água na região logo a jusante da ponte da MT-220 consistente com a presença das corredeiras e estrangulamentos descritos no EDH e caracterizados pela acentuada queda do leito do rio. Para qualquer condição de vazão, com o reservatório deplecionado abaixo da cota 300 m, esta pode ser considerada a região final da influência do remanso. Para o reservatório acima da cota 300 m, o reservatório estende-se além deste limite, especialmente para as vazões de estiagem, ultrapassando os limites considerados neste estudo, como pode ser observado da Figura 10 à Figura 13.

134. Nos desenhos SIN-V-00-230.032-DE-R0 e SIN-V-00-230.033-DE-R0 são apresentados dois mapas com a representação dos efeitos do remanso para o reservatório considerando os NAs nas cotas 302 m e 300 m, respectivamente, considerando as condições de cheia e estiagem. Nos dois desenhos percebe-se que o reservatório estende-se além dos limites considerados neste estudo. E ainda que o reservatório na condição de estiagem promove alterações numa extensão maior do rio.

135. No EDH, o projetista faz uma breve avaliação dos resultados do estudo de remanso.

136. A montante da ponte da MT-220 e nas proximidades da confluência dos rios, as margens são bastante planas e estão fortemente sujeitas à sazonalidade das vazões, apresentando grandes áreas de inundação no período das cheias e formando diversas lagoas marginais de pequena profundidade nas estiagens. Estas lagoas constituem-se de importantes locais de reprodução e para a manutenção da ictiofauna. Por conta dessa restrição ambiental, o projetista sugere que a operação do reservatório seja feita de forma a reproduzir a sazonalidade das lagoas, operando sempre abaixo da cota 300 m nos meses de estiagem.

137. Sobre a ponte da MT-220, o projetista avalia que a elevação do nível d'água na seção da ponte pode promover alagamento do seu tabuleiro e conclui sugerindo a necessidade de relocação ou melhorias na sua estrutura.

138. Outras interferências, no entanto, não são avaliadas, embora se verifique que existem duas outras pontes e duas travessias de balsa na região de influência do reservatório.

139. No EIA, são apresentados levantamentos e quantitativos de populações e estruturas afetadas (EIA, Vol. VIII, Tomo I, pgs. 103 a 104). Os descritivos e quantitativos mostram que não há grandes núcleos urbanos atingidos pelo reservatório. No tocante à população, serão afetadas cerca de 315 famílias em 339 propriedades, totalizando cerca de 870 pessoas. No tocante à infra-estrutura viária, além da ponte sobre a MT-220, outras duas pontes poderão ser diretamente afetadas pelo reservatório, a ponte sobre a MT-222 e a ponte particular pedagiada, conhecida como ponte do Machado. Parte da MT-163 também poderá ser afetada por alguns braços do reservatório. Além disso, duas travessias por balsa serão afetadas. Os desenhos SIN-V-60-633.002-DE-R0 e SIN-V-61-643.001-DE-R0 mostram os pontos de interferência do reservatório sobre a infra-estrutura viária e sobre a população local. Não foi informado, mas acredita-se que estes levantamentos tenham sido realizados sem considerar os efeitos do remanso, como se o reservatório inundasse somente até a cota do NA Máximo Normal.

140. Como medida de compensação pelos impactos gerados, o EIA do empreendimento, na sua análise sócio-ambiental, propõe um Programa de Remanejamento de População, onde sugere oferecer aos proprietários e outros ocupantes atingidos pela implantação do empreendimento o acesso a áreas que ofereçam condições iguais ou melhores às verificadas anteriormente às obras, e um Programa de Recomposição da Infraestrutura Viária, onde recomenda a reposição ou recomposição dos trechos de estradas afetadas, o alteamento e a proteção dos acessos das pontes atingidas e a readequação das travessias das balsas.

141. Como condicionante para a conversão desta DRDH em outorga, recomenda-se que os estudos de remanso sejam reavaliados em todo o trecho estudado, buscando dar maiores detalhamentos nas regiões não cobertas por levantamentos topobatimétricos, especialmente a montante da confluência dos rios Teles Pires e Verde.

142. Como consequência, o projetista deverá reavaliar as faixas de proteção das edificações para o tempo de recorrência de 50 anos e as medidas de proteção e recomposição das infra-estruturas, em especial as viárias, para o tempo de recorrência de 100 anos, considerando os efeitos do remanso.

## CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO / VAZÕES MÍNIMAS

143. O AHE Sinop prevê um reservatório de regularização, com capacidade de armazenar vazões em períodos mais úmidos para gerar em períodos mais secos. Com isso, proporciona um aumento na geração de toda a cascata prevista a jusante, composta dos AHEs Colíder, Teles Pires, que já contam com DRDH, o AHE São Manoel, cuja DRDH encontra-se em análise, bem como os empreendimentos no rio Tapajós, em viabilidade.

144. Esta característica fará com que o regime de vazões do rio Teles Pires seja alterado a jusante do empreendimento, com aumento das vazões mínimas e redução das vazões máximas. O volume disponível para regularização corresponde a um deplecionamento de 10m, entre as cotas 292m (N.A mínimo operacional de montante) e 302m (NA máximo operacional de montante).

145. O EDH apresenta, no capítulo de descrição do empreendimento, um sub-item denominado “Garantia de Manutenção de Vazão Mínima para jusante”. Afirma que *“durante a operação da UHE Sinop, os estudos energéticos prevêem que a vazão mínima defluente será garantida pelo engolimento mínimo das unidades de geração. A premissa adotada foi de manter, no mínimo, 100% da vazão mínima mensal do histórico, de 272 m<sup>3</sup>/s. A manutenção das unidades geradoras será realizada de forma a ter sempre pelo menos uma em funcionamento”*.

146. Afirma ainda que, *“no caso raríssimo da parada forçada das três máquinas, a vazão mínima defluente será garantida por meio do vertedouro controlado”*.

147. A ficha técnica do empreendimento informa que a vazão unitária de cada uma das três turbinas é de 596 m<sup>3</sup>/s, sendo que o limite operacional para geração é de 35% desta vazão, ou 209 m<sup>3</sup>/s.

148. Depreende-se, portanto, que a vazão mínima que será mantida na maior parte do tempo será a vazão nominal de uma turbina, ou seja, 596 m<sup>3</sup>/s. Apenas em casos excepcionais a vazão remanescente será de 272 m<sup>3</sup>/s. A vazão remanescente, mesmo neste caso excepcional, é suficiente para atender os usos outorgados atuais e possíveis usos futuros no rio Teles Pires a jusante do AHE Sinop.

149. Restaria, portanto, a definição de vazão ecológica, bem como eventuais considerações de caráter mais ambiental sobre a alteração do regime hidrológico e seus efeitos no ecossistema, cuja atribuição é do órgão ambiental. Entende-se, no entanto, que esta alteração tem pouco significado, visto que logo a jusante do AHE Sinop já se inicia o remanso do AHE Colíder. Desta forma, independente da magnitude das vazões remanescentes, o rio a jusante será um ambiente lântico, cuja dinâmica é dada não pelo regime de vazões e sim pela operação de níveis da usina de jusante.

150. Desta forma, considera-se que a vazão remanescente mínima de 272 m<sup>3</sup>/s é adequada. De qualquer forma, a Resolução de DRDH deve prever a possibilidade de esta ser alterada pelo órgão ambiental.

151. Uma outra condição operativa é dada pela restrição dos níveis d’água de montante do reservatório. Embora o nível máximo operacional seja de 302m, o EDH prevê que este não possa superar 300m nos meses mais secos, de maneira a formar lagoas marginais que se constituem em locais de reprodução de peixes. A justificativa para esta restrição é dada no item 15.1 do EDH (“Restrição do Nível d’água máximo no período da estiagem”) e foi obtida através de uma análise conjunta do estudo de remanso com os estudos ambientais.

152. Na prática, o EDH propõe que o nível d’água de montante não supere 300m nos meses de julho a outubro. Nos meses de dezembro a maio, o nível pode alcançar o máximo operacional, de 302m. Já os meses de junho e novembro são meses de transição entre um nível e outro.



153. Por fim, uma última condição operativa é dada pela operação da escada de peixes, que é um dispositivo previsto no arranjo do AHE Sinop. O EDH propõe a manutenção de uma vazão de 4 m<sup>3</sup>/s na escada de peixes. Esta vazão deverá ser descontada da disponibilidade hídrica do AHE Sinop.

154. Sendo assim, a Resolução de DRDH deve listar as seguintes características do empreendimento:

*I - nível d'água máximo normal a montante (período de dezembro a maio): 302,0 m;*

*II - nível d'água máximo normal a montante (período de julho a outubro): 300,0 m;*

*III - nível d'água mínimo normal a montante: 292,0 m;*

*IV - vazão remanescente de, no mínimo, 272 m<sup>3</sup>/s;*

## USOS MÚLTIPLOS

### USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE

155. A Nota Técnica nº 75/2010/GEREG/SOF (próton 11348/2010) fez uma estimativa dos usos consuntivos atuais e futuros a montante do AHE Colíder, situado a jusante do AHE Sinop. Tal estimativa, baseada também em projeções do Plano de Recursos Hídricos da Margem Direita do Rio Amazonas (PERH-MDA), definiu a disponibilidade hídrica daquele aproveitamento, juntamente com a respectiva série de vazões.

156. A estimativa feita à época foi ainda submetida à avaliação do órgão gestor de recursos hídricos do Estado do Mato Grosso, para eventual incorporação de informações daquele Estado com respeito a projeções de demandas futuras. A SEMA-MT considerou que as projeções feitas para Colíder estão adequadas e compatíveis com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Mato Grosso.

157. A área de drenagem incremental da bacia do rio Teles Pires entre os dois aproveitamentos é de 3.700 km<sup>2</sup>, ou cerca de 10% da área do AHE Sinop. No entanto, esta área incremental abrange municípios com população atual e futura pouco expressiva, bem como pequenas áreas irrigadas. A Tabela 9 mostra os dados dos municípios existentes na área incremental, bem como as porcentagens de suas áreas situadas na bacia afluente a cada aproveitamento.

**TABELA 9. POPULAÇÃO E ÁREA IRRIGADA ATUAIS DOS MUNICÍPIOS EXISTENTES NA ÁREA DE DRENAGEM INCREMENTAL ENTRE OS AHEs SINOP E COLÍDER**

Município	% área em Sinop	% área em Colíder	Pop. atual	A <sub>irr</sub> 2006 (ha)
Cláudia	11%	30%	12.073	663
Itaúba	6%	60%	8.076	0
Colíder	0%	5%	28.416	55
Nova Canaã do Norte	0%	2%	11.168	14

158. Ou seja, de forma bastante expedita, pode-se estimar que há um incremento de apenas 129 hectares irrigados na área incremental, pouco significativos frente aos mais de 20.000 hectares irrigados que foram estimados atualmente a montante de Colíder.

159. Adicionalmente, considerando que apenas a sede de Itaúba encontra-se nesta área, há um aumento de apenas 8.000 pessoas na demanda por abastecimento urbano.

160. Sendo assim, pode-se considerar que os consumos atuais e futuros a montante do AHE Colíder são válidos também para a bacia a montante do AHE Sinop, sem perda de precisão significativa. Além disso, tal simplificação é a favor da segurança, visto que o AHE Sinop está a montante.

161. Entende-se também que não é necessária nova consulta ao Estado do Mato Grosso, visto que este já emitiu sua concordância com os usos atuais e futuros a montante do AHE Colíder.

162. Sendo assim, sugere-se que os seguintes consumos sejam descontados da disponibilidade hídrica do AHE Sinop (Tabela 10), conforme Tabela 12 da NT 75/2010/GEREG-SOF.

**TABELA 10. ESTIMATIVA DE USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE DO AHE SINOP ATÉ 2045 (M<sup>3</sup>/S)**

Ano	Consumo total
2010	6,39
2015	9,24
2020	10,92
2025	12,13
2030	13,08
2035	13,86
2040	14,54
2045	15,13

## **CAPTAÇÕES DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E OUTROS USOS**

163. Foram identificadas no EIA algumas captações de água para abastecimento humano e irrigação, além de alguns lançamentos de esgotos diretamente na área a ser inundada. Assim, recomenda-se que conste na DRDH que o abastecimento de água de sedes municipais e das localidades afetados diretamente pelo reservatório, cujos pontos de captação estejam eventualmente na área a ser inundada, não poderão ser interrompidos em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação. Além disso, deve constar na Resolução de DRDH que são de responsabilidade exclusiva do futuro titular da outorga todos os ônus, encargos e obrigações relacionadas à alteração, decorrente da implantação do empreendimento, das condições das outorgas emitidas pela ANA ou pelo órgão gestor de recursos hídricos estadual, em vigor na data de início do enchimento, nos trechos de rio correspondentes à área a ser inundada e a jusante do empreendimento.

## **NAVEGAÇÃO**

164. Conforme já descrito no Histórico desta NT, o Ministério dos Transportes encaminhou, em 06 de fevereiro de 2009, o Ofício nº 33/SPNT/MT à ANEEL, com cópia para a ANA, no qual foi informado que a hidrovia do rio Teles Pires chegará até Sinop, a montante da barragem da UHE Colider. Neste mesmo Ofício, também foram informadas as dimensões de comboio-tipo para a hidrovia do rio Teles Pires, além de informar que aquele Ministério estaria contratando, por meio do DNIT, estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para a hidrovia Teles Pires – Tapajós.

165. Assim, a ANA encaminhou, em 04 de março de 2010, o Ofício nº 229/2010/GEREG/SOF-ANA para o Ministério dos Transportes, em que foi solicitado posicionamento deste Ministério no que diz respeito aos resultados do estudo de viabilidade

econômica da hidrovia Tapajós – Teles Pires e ao cronograma de implantação das eclusas e canais de navegação da hidrovia do rio Teles Pires, em termos de oportunidade do investimento e disponibilidade de recursos para sua implantação.

166. Em resposta, o MT encaminhou o Ofício nº 385/2010/MT em 19 de maio de 2010, o qual apresenta as seguintes informações:

- Foi afirmada a viabilidade econômica da hidrovia;
- Foi informada a previsão da extensão da hidrovia desde a foz do rio Tapajós até o remanso da UHE Sinop, no rio Teles Pires;
- Foi informado que o MT será o responsável pelos custos de sua implantação;
- Especificamente sobre a eclusa e canais para transposição da UHE Colider, também no rio Teles Pires, foi sugerido que a ANA solicite ao empreendedor um estudo de alternativas de traçado e o desenvolvimento do projeto básico da alternativa definida, assumindo assim que o arranjo inicialmente apresentado nos Estudos de Viabilidade da UHE não seria o mais adequado.

167. Assim, considerando a afirmação da viabilidade da implantação da hidrovia informada pelo MT, além do disposto no Artigo 13 da Lei 9.433/1997, recomenda-se que conste na DRDH da UHE Sinop as seguintes condicionantes para sua conversão em outorga, à semelhança das condicionantes que foram impostas nas DRDHs das UHEs Colider e Teles Pires:

- *No prazo de um ano, a contar da assinatura do contrato de concessão do aproveitamento do potencial hidráulico, estudo de alternativas do sistema de eclusas e canais de navegação adaptado à concepção do empreendimento definido no Estudo de Viabilidade, com indicação da alternativa mais adequada sob os aspectos técnico, ambiental e sócio-econômico, sendo que as eclusas deverão obedecer às seguintes dimensões de comboio-tipo:*
  - *Boca: 33 m;*
  - *Comprimento: 217,5 m; e*
  - *Calado: 3,5 m.*
- *Projeto Básico do sistema de eclusas e canais de navegação, na alternativa definida no inciso anterior, em conformidade com o disposto na Lei nº 8.666 de 1993 e Resolução CONFEA nº 361 de 10/12/1991, observando-se as Recomendações Básicas para Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas, apresentadas pelo TCU em sua Cartilha de Obras Públicas.*

168. Destaca-se que a redação acima proposta já está em conformidade com a determinação da DIREC em sua 347ª reunião ordinária, que determinou a redação acima para as condicionantes relativas à navegação nos AHEs do rio Parnaíba, e para a qual a área técnica da SOF foi orientada pela AR a passar a utilizá-la na redação de condicionantes de mesmo teor nas DRDHs de novos aproveitamentos hidrelétricos, que é o caso do AHE Sinop. No entanto, neste caso optou-se por definir as dimensões mínimas de comboio (boca, comprimento e calado do comboio-tipo), ao invés de se definir as dimensões das estruturas (largura, comprimento e profundidade das eclusas e canais), uma vez que o MT recomendou que se definam as dimensões de comboio ao invés de se definir a priori as dimensões das estruturas, conforme Ofício nº 582/2010-SE/MT (próton 15307/2010).

169. Cabe destacar ainda que, não obstante a redação proposta para a condicionante acima não exigir que seja feita uma consulta ao MT, a área técnica da SOF entende ser importante

submeter o estudo de alternativas e o Projeto Básico da alternativa definida para avaliação do MT, visto que aquele Ministério é, em última instância, o órgão que deverá se utilizar dos referidos projetos para licitar as obras de navegação. No caso do AHE Sinop esta consulta é ainda mais relevante, dados os grandes volumes de escavação que parecem ser necessários para a implantação da alternativa inicialmente proposta pelo projetista. Neste sentido, o Ofício nº 1381/2010/GEREG/SOF-ANA informou à ANEEL que o arranjo proposto para a eclusa e canal de navegação envolve grande interferência em região rochosa, cujos custos para o Setor de Transportes podem ser maiores do que outras alternativas de arranjo não apresentadas até então pela projetista. Assim, foi solicitado no referido Ofício um parecer técnico mostrando claramente que a alternativa de arranjo proposta é a mais viável sob o aspecto técnico e de custos, se comparada com outras alternativas (pela margem direita e pela calha do rio), cuja resposta foi encaminhada à ANA por meio do Ofício nº 1271/EPE/2010, a qual apresenta algumas considerações sobre o arranjo proposto.

## **LAZER**

170. Segundo o EIA, a “Praia do Cortado”, tradicional balneário no rio Teles Pires no município de Sinop e palco de um festival chamado de “Festival da Praia do Cortado” que recebe 25 mil pessoas será diretamente afetada pela formação do reservatório.

171. Como medida compensatória, o Projetista propõe um Programa de Recomposição de Áreas de Turismo e Lazer, com a substituição da Praia do Cortado. Este Programa consiste da seleção de local apropriado para implantação da nova praia; estudo de viabilidade técnica da implantação da nova praia; projeto específico de implantação e funcionamento da praia; e implantação propriamente dita da praia artificial. Assim, recomenda-se que conste como condicionante para conversão da DRDH em outorga a apresentação do detalhamento do referido Programa, com a indicação do local para a implantação da praia. O referido detalhamento deverá ser incorporado ao Plano de Usos do Reservatório (PUR).

## **VAZÃO PARA ESCADA DE PEIXES**

172. Segundo o EDH, está prevista a implantação de um Sistema para Transposição de Peixes (STP), composto de uma escada com entrada, canal condutor e saída, a ser implantada na margem esquerda do canal de fuga do circuito de geração. A vazão de operação prevista é de 4,1 m<sup>3</sup>/s, que deverá ser debitada da disponibilidade hídrica para geração de energia.

## CONCLUSÃO

173. Nesta Nota Técnica foram avaliados todos os itens previstos na Resolução ANA 131/2003, Resolução CNRH nº 37 e Resolução CONAMA nº 357, visando à caracterização da disponibilidade hídrica para o AHE Sinop e as alterações de quantidade, qualidade e regime de vazões proporcionadas pela implantação do barramento do referido AHE. Todos os itens analisados apontam para o atendimento aos normativos vigentes, à exceção da alteração de qualidade da água com a formação do reservatório.

174. Em relação à qualidade da água, destaca-se inicialmente que as medições de qualidade de água realizadas no ano de 2008 pelo projetista apontam que atualmente o rio Teles Pires, no trecho previsto para o AHE Sinop, encontra-se compatível com a classe 2 de enquadramento para os parâmetros outorgáveis pela ANA.

175. Já em relação ao prognóstico de qualidade da água, ressalta-se que estimativas iniciais da SOF, baseadas em potencial de aporte de cargas e em modelo completamente misturado, indicaram um aporte potencial de cargas atual já superior à capacidade de suporte do reservatório para o parâmetro fósforo, conforme limite de concentração para classe 2 de enquadramento. Assim, a SOF solicitou, em duas diligências, que fossem apresentados estudos discretizando o referido prognóstico de qualidade da água para o corpo principal e braços do reservatório, na expectativa de que a desconformidade verificada no enquadramento não se confirmasse ao menos no corpo principal do reservatório.

176. O projetista não apresentou os estudos solicitados, se limitando a realizar um prognóstico também com base em modelo de reservatório completamente misturado, mas com entrada baseada não em potencial de aporte de cargas, mas sim em aporte efetivo de cargas, calculado a partir de medições de qualidade de água realizadas no ano de 2008 e projeções de aumento de cargas. Os resultados apresentados pelo projetista indicaram que nos anos de 2020 e 2035 (não foi apresentado o cenário no horizonte da outorga, 2045) o reservatório não atenderá a classe 2 de enquadramento em 16% e 35% do tempo, respectivamente.

177. Mesmo que sejam realizadas reduções significativas de aporte de cargas oriundas dos lançamentos domésticos, a equipe técnica da SOF não tem condições de atestar que a classe 2 de enquadramento, preconizada para o corpo hídrico em análise, em parte deste ou no todo, será respeitada na vazão de referência Q95% pelo futuro reservatório, como determina o art. 13 da Lei n.º 9.433/1997 e a Resolução CONAMA n.º 357/2005. Otimização com eventuais alterações na configuração do empreendimento e/ou ajustes no enquadramento atual para uma classe menos restritiva, associadas às reduções de cargas domésticas, poderão reverter a mencionada desconformidade legal do empreendimento.

178. Como o enquadramento *é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo* (Resolução CONAMA N.º 357 de 2005 - Artigo 2º) e os estudos analisados por esta GREG/SOF, na ocasião dos empreendimentos hidroelétricos do alto Teles Pires apontam usinas hidroelétricas, agricultura em larga escala e navegação como usos preponderantes da região, o processo de enquadramento do rio Teles Pires deverá considerar a incompatibilidade dos usos mencionados, a médio e longo prazos, com os padrões de qualidade de água previstos para o enquadramento atual preconizado para o Teles Pires (Classe II).

179. Tendo em vista a sinalização de que os usos previstos para a bacia, especialmente o reservatório a ser formado pelo AHE Sinop em análise nesta NT, deverão piorar a classe de enquadramento vigente (classe 2), a mesma que está sendo preconizada pelo Plano Estratégico ora em elaboração pela ANA, recomenda-se manifestação da SPR quanto à viabilidade de ajustes da classe de enquadramento atual do alto Teles Pires, especificadamente onde se

implantar o reservatório, como forma de adequar os padrões de qualidade de água esperados para o reservatório do AHE Sinop com os usos preponderantes previstos no referido Plano.

180. Complementarmente, entende-se imprescindível a manifestação da PGE quanto à legalidade da emissão da DRDH anteriormente à formalização dos ajustes no enquadramento atual.

181. Na hipótese das duas consultas serem positivas, sugere-se emissão da DRDH da UHE Sinop com as condições especificadas a seguir:

I - coordenadas geográficas do eixo do barramento: 11° 16' de Latitude Sul e 55° 27' de Longitude Oeste;

II - nível d'água máximo normal a montante (período de dezembro a maio): 302,0 m;

III - nível d'água máximo normal a montante (período de julho a outubro): 300,0 m;

IV - nível d'água mínimo normal a montante: 292,0 m;

V - área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 329,6 km<sup>2</sup>;

VI - volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 3.071,2 hm<sup>3</sup>;

VII - vazão máxima turbinada: 1.788,6 m<sup>3</sup>/s;

VIII - vazão decamilenar afluente: 6.702 m<sup>3</sup>/s; e

IX - vazão remanescente de, no mínimo, 272 m<sup>3</sup>/s;

§ 1º O vertedor deverá ser verificado para a passagem da cheia máxima provável, mantendo uma borda livre em relação à crista da barragem adequada para o porte do empreendimento.

§ 2º O abastecimento de água de sedes municipais e das localidades afetadas diretamente pelo reservatório, cujos pontos de captação estejam eventualmente na área a ser inundada, não poderão ser interrompidos em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação.

§ 3º As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, considerando o efeito do remanso sobre a linha de inundação do reservatório, definida a partir da revisão dos estudos de remanso.

§ 4º A infra-estrutura viária, composta por rodovias, ferrovias e pontes, deverá ser relocada ou protegida contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando o efeito do remanso sobre a linha de inundação do reservatório, definida a partir da revisão dos estudos de remanso.

§ 5º Deverão ser mantidas as condições atuais de navegação, adequadas ao porte de navegação existente atualmente na região durante as fases de construção e operação do empreendimento, incluindo balsas de travessia.

§ 6º As vazões destinadas aos usos consuntivos, conforme Anexo II, poderão ser revistas a cada cinco anos, ou quando da aprovação, atualização ou revisão de Planos de Recursos Hídricos.

§ 7º O arranjo das estruturas previstas deve buscar favorecer a passagem de sedimentos pelos vertedores e proteger a tomada d'água do circuito de geração.

§ 8º Deverá ser realizada a supressão da vegetação na área de inundação do reservatório em porções de áreas compatíveis com as condições de qualidade de água simuladas e de acordo com orientações do órgão ambiental licenciador do empreendimento.

§ 9º Deverão ser avaliadas alternativas da posição da tomada de água no barramento incorporando o foco da qualidade de água a ser transferida a jusante.

§ 10 Os estudos futuros de simulação da qualidade de água do reservatório já formado, a serem solicitados pela ANA na fase de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, poderão indicar a necessidade de eventuais exigências, de responsabilidade do futuro outorgado, quanto à implementação de sistemas de tratamentos de esgotos para compatibilizar o aporte dessas cargas aos níveis de assimilação do reservatório.

### **Condições gerais de operação:**

§ 1º vazão remanescente de, no mínimo, 272 m<sup>3</sup>/s.

§ 2º O órgão ambiental licenciador poderá alterar a vazão remanescente durante o período de enchimento e operação, bem como o período para o início do enchimento.

### **Novos Estudos e Documentos Necessários para conversão da DRDH em outorga:**

- Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;
- Novo estudo prognóstico de qualidade da água, conforme especificações a serem obtidas junto à ANA;
- Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, no âmbito do Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno;
- Plano de Contingência e de Emergência;
- Realizar a supressão da vegetação na área de inundação do reservatório em porções de áreas compatíveis com as condições de qualidade de água simuladas e de acordo com orientações do órgão ambiental licenciador do empreendimento;
- Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, no âmbito do Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno;
- Detalhar e implementar os seguintes Programas Ambientais: Programa de Apoio aos Municípios (com destaque para a proposição de medidas específicas de controle dos usos nos braços do reservatório com pior qualidade da água); Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Águas; Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas; Programas de Desmatamento e Limpeza da Área do Reservatório; Programa de incentivo ao uso controlado de pesticidas e fertilizantes na agricultura.
- Reconstituir integralmente as áreas de preservação permanentes – APPs, sendo que naqueles segmentos onde se espera tempos de residência mais críticos (compartimentos E5, E4, D3, D22, D21, D1 e E1) essas áreas deverão ser significativamente majoradas;
- Implementar sistemas de tratamento de esgoto, em nível terciário, das sedes municipais de Sinop e Sorriso. Complementarmente, estudos futuros de simulação da qualidade de água do reservatório formado, a serem solicitados pela ANA na fase de

Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, poderão indicar a necessidade de tratar os esgotos de outras cidades da área de drenagem da bacia como forma de compatibilizar o aporte dessas cargas aos níveis de assimilação do reservatório.

- Após a definição da empresa ou grupo responsável pelo empreendimento, iniciar o monitoramento indicado abaixo, como forma de gerar os dados necessários aos estudos e modelagem que serão exigidos na conversão da DRDH em outorga:
  - a. Monitorar trimestralmente os seguintes parâmetros: salinidade, temperatura, amônia, nitrato, nitrogênio orgânico, fósforo inorgânico, fósforo orgânico, Clorofila-a, zooplâncton, OD e DBO; e
  - b. Medir ventos em, no mínimo, duas estações, incluindo intensidade e azimute (ou direção) para ventos médios horários.

Atenciosamente,

**BRUNO COLLISCHONN**  
Especialista em Recursos Hídricos

**JORGE AUGUSTO PIMENTEL FILHO**  
Especialista em Recursos Hídricos

**PATRÍCIA REJANE GOMES PEREIRA**  
Especialista em Recursos Hídricos

**RUBENS MACIEL WANDERLEY**  
Especialista em Recursos Hídricos

**SERGIO R.A. GLASHERSTER DA  
ROCHA**  
Especialista em Recursos Hídricos

**ANDRÉ RAYMUNDO PANTE**  
Especialista em Recursos Hídricos  
Gerente de Regulação

De acordo,

**FRANCISCO LOPES VIANA**  
Superintendente de Outorga e Fiscalização



**Anexo I – série de vazões naturais médias mensais afluentes à UHE Sinop**

<b>Ano</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>
1931	1169	1485	1730	936	848	694	562	464	424	661	829	1108
1932	1016	1251	1674	869	774	633	546	509	437	477	520	569
1933	2212	1383	943	1043	735	601	487	397	386	419	599	1934
1934	1276	1667	1481	1064	804	663	537	464	553	537	665	1328
1935	3217	1037	2199	1103	871	706	572	463	393	549	579	1148
1936	857	2694	903	834	690	559	453	367	341	312	371	425
1937	1115	713	1675	1069	722	626	507	410	384	479	493	2390
1938	2635	1187	1010	840	733	594	481	389	334	1073	759	1103
1939	918	1335	985	814	685	611	537	435	418	455	1065	1320
1940	2184	2324	2821	1527	1006	815	665	539	470	482	1073	743
1941	1256	1854	2456	923	801	649	529	532	475	1016	787	735
1942	1418	1483	1386	1794	906	739	599	485	476	742	1086	693
1943	1807	1358	1559	1241	825	669	542	439	434	1114	1018	1570
1944	820	1318	1223	832	675	559	453	367	345	437	933	738
1945	1699	2052	2388	1389	960	778	630	510	458	506	1149	1451
1946	945	2625	1578	911	1029	745	634	513	427	447	1064	1119
1947	2675	1651	2174	1094	893	724	586	475	410	580	717	1475
1948	1018	1574	1194	874	724	587	518	420	470	517	963	4465
1949	2066	2158	1479	1015	851	731	592	480	393	904	573	1986
1950	2657	1431	2108	965	785	636	515	417	338	491	742	2445
1951	1662	1535	3858	966	931	761	617	503	452	423	810	776
1952	1260	1186	1119	983	725	588	476	385	325	320	476	1209
1953	1068	1405	2111	834	722	585	474	384	432	595	562	1018
1954	1300	1923	2365	909	768	639	518	419	402	427	1182	698
1955	2244	923	2369	907	804	664	538	436	353	357	380	1730
1956	916	1458	894	1149	833	738	599	498	520	510	2241	1536
1957	1369	2041	1344	1007	818	689	559	480	539	536	707	1485
1958	1540	1080	1297	1123	819	667	564	457	403	449	916	1815
1959	3455	1431	2484	1015	858	709	589	482	399	389	2011	1650
1960	1989	1949	1188	1038	814	659	534	433	351	470	663	1362
1961	2055	1223	1962	909	822	669	542	486	403	437	607	1841
1962	2314	1843	876	1057	743	611	495	413	494	514	523	2830
1963	896	2029	1196	899	746	604	491	397	341	353	846	623
1964	1749	748	1035	686	617	500	409	331	272	701	1460	1001
1965	1282	1559	1823	999	820	666	539	437	449	1334	1413	1020
1966	1452	2245	1172	922	798	647	524	424	383	893	560	658
1967	832	923	1035	929	686	565	458	371	315	516	647	1263
1968	750	1157	718	636	516	418	339	335	343	447	507	1355
1969	1286	814	927	762	651	532	431	349	318	395	841	1835
1970	1797	1178	911	844	734	595	482	390	324	555	520	511
1971	968	1188	717	671	599	489	428	358	399	487	603	627
1972	789	1504	769	690	595	491	430	354	330	399	1161	1230
1973	1077	1110	1005	767	648	547	451	372	341	434	1272	1758
1974	2500	1065	1373	997	851	689	558	459	431	434	489	1492
1975	923	1342	1003	881	713	579	503	408	333	390	610	626
1976	952	1254	1512	1169	777	579	444	371	363	470	653	1264
1977	1349	1653	1099	1080	928	736	489	389	388	503	746	1113
1978	1960	1481	2502	1262	1059	791	631	547	482	613	754	1163
1979	2022	1902	1307	1134	750	445	436	405	499	499	691	780
1980	1398	2340	2396	1364	918	749	601	511	510	509	567	1054
1981	1554	1543	1449	1548	1075	719	579	488	419	509	1088	1158
1982	1905	1990	1530	1612	1025	770	619	523	514	586	689	1048
1983	1407	1830	1332	1149	744	610	479	412	385	524	681	1017

<b>1984</b>	1082	1038	1194	1094	804	557	457	407	417	466	618	1115
<b>1985</b>	1663	1645	1458	1338	925	632	514	428	406	525	627	666
<b>1986</b>	1370	1686	1469	1032	757	587	473	450	442	534	539	769
<b>1987</b>	1484	1400	1351	1092	736	532	429	381	357	369	673	1408
<b>1988</b>	1525	1454	1699	1366	887	621	489	410	368	400	681	1135
<b>1989</b>	1464	1852	1837	1477	942	642	539	470	438	417	540	1246
<b>1990</b>	1810	1582	1524	1207	843	602	517	525	533	665	743	898
<b>1991</b>	1303	1650	1757	1343	754	604	548	519	518	554	726	880
<b>1992</b>	1079	1643	1497	1360	839	684	548	477	539	579	811	1477
<b>1993</b>	1233	1628	1114	912	710	571	458	411	391	430	518	860
<b>1994</b>	1577	1321	1938	1317	911	744	573	455	405	468	566	766
<b>1995</b>	2328	2132	2056	1784	1394	887	638	533	486	504	649	1014
<b>1996</b>	1423	1264	1480	1239	836	625	480	439	413	439	801	733
<b>1997</b>	1384	1954	1893	1285	890	691	524	439	400	424	532	946
<b>1998</b>	948	1234	1348	836	583	451	382	350	337	397	699	1199
<b>1999</b>	1710	1191	1584	900	653	493	419	360	361	361	545	888
<b>2000</b>	1239	1488	1851	1242	744	541	466	403	406	400	713	894
<b>2001</b>	901	904	1225	1028	699	556	450	391	396	514	642	1331
<b>2002</b>	1596	1488	1619	1174	765	587	493	427	424	431	586	756
<b>2003</b>	1464	1618	1677	1900	964	720	576	480	453	556	707	972
<b>2004</b>	1392	2998	1634	1391	1013	752	663	556	498	579	770	842
<b>2005</b>	1314	1423	1433	1158	760	592	513	438	427	514	656	1341
<b>2006</b>	2245	1577	1790	1936	986	751	615	505	494	713	874	1434
<b>2007</b>	1482	2226	1877	1075	866	678	581	500	455	504	665	1087
<b>2008</b>	1227	2346	2107	1647	1011	750	609	502	453	512	756	1040