



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Nota Técnica n.º 177/2009/GEREG/SOF-ANA  
Documento n.º 28774/2009

Em 10 de dezembro de 2009.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Fiscalização

**Assunto: Declarações de Reserva de Disponibilidade Hídrica para os aproveitamentos hidrelétricos Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana, localizados no rio Parnaíba**

**Ref.: Processos n.º 02501.001324/2007-24, 02501.001323/2007-80, 02501.001325/2007-79, 02501.001326/2007-13 e 02501.001327/2007-68**

## INTRODUÇÃO

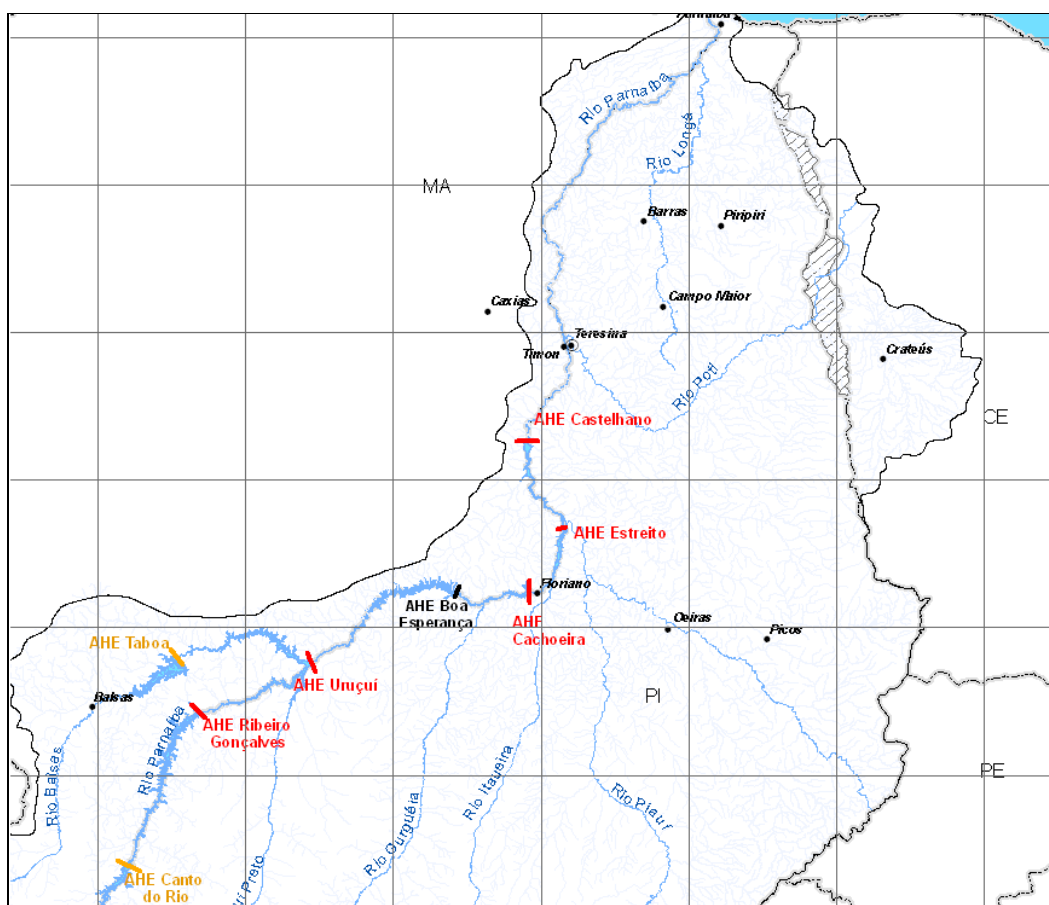
1. Esta Nota Técnica trata das análises técnicas para subsídio às Declarações de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDHs relativas aos aproveitamentos hidrelétricos Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana, localizados no rio Parnaíba, cujos pedidos foram formulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

2. A Figura 1 ilustra a localização dos aproveitamentos. 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 as fichas técnicas dos aproveitamentos:

**TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS (FONTE: EVI)**

	Rib. Gonçalves	Uruçuí	Cachoeira	Estreito	Castelhana
Área de drenagem do eixo de barramento (km <sup>2</sup> )	32.673	78.480	140.277	153.376	237.477
Potência instalada (MW)	113	134	63	56	64
Energia firme local (MWmed)	80,5	98,7	48,6	44,8	49,4
Nível d'água máximo normal a montante (m)	243,0	190,0	116,4	101,0	86,0
Nível d'água mínimo normal a montante (m)	240,0	189,0	115,4	100,0	85,0
Nível d'água máximo maximorum a montante (m)	244,0	191,7	118,0	102,1	87,8
Deplecionamento previsto (m)	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Área inundada do reservatório no NA máximo normal (km <sup>2</sup> )	237,8	278,8	42,1	66,3	76,6
Potência instalada / área inundada	0,48	0,48	1,50	0,84	0,84

(MW/km <sup>2</sup> )					
Área inundada / área da bacia a montante (%)	0,73	0,36	0,03	0,04	0,03
População atingidas (hab)	2.968	8.441	1.840	2.033	1.211
Volume do reservatório no NA máximo normal (hm <sup>3</sup> )	3.204	3.081	236	308	444
Volume do reservatório no NA mínimo normal (hm <sup>3</sup> )	2.553	2.811	197	246	372
Tempo de residência médio (dias)	172	81	6	7	9
Altura máxima da barragem (m)	56,0	42,0	22,5	20,0	19,0
Vazão natural Q <sub>95%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	130,0	211,0	233,0	237,0	262,0
Vazão média natural Q <sub>MLT</sub> (m <sup>3</sup> /s)	216,0	438,0	484,0	494,0	557,0
Vazão máxima Tr = 10.000 anos (m <sup>3</sup> /s)	3.120	5.732	6.935	7.245	11.321
Vazão máxima turbinada (m <sup>3</sup> /s)	280	542	598	534	620
Tempo de construção (meses)	39	39	31	31	31



**FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DOS AHEs DO RIO PARNAÍBA**

3. . A partir de 2001, a CNEC Engenharia S.A. desenvolveu para a CHESF- Companhia Hidroelétrica do São Francisco o Inventário Hidrelétrico da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, aprovado pela ANEEL. A alternativa de divisão de quedas selecionada tem a configuração apresentada na Figura 2.

## RIO PARNAÍBA - DIVISÃO DE QUEDA

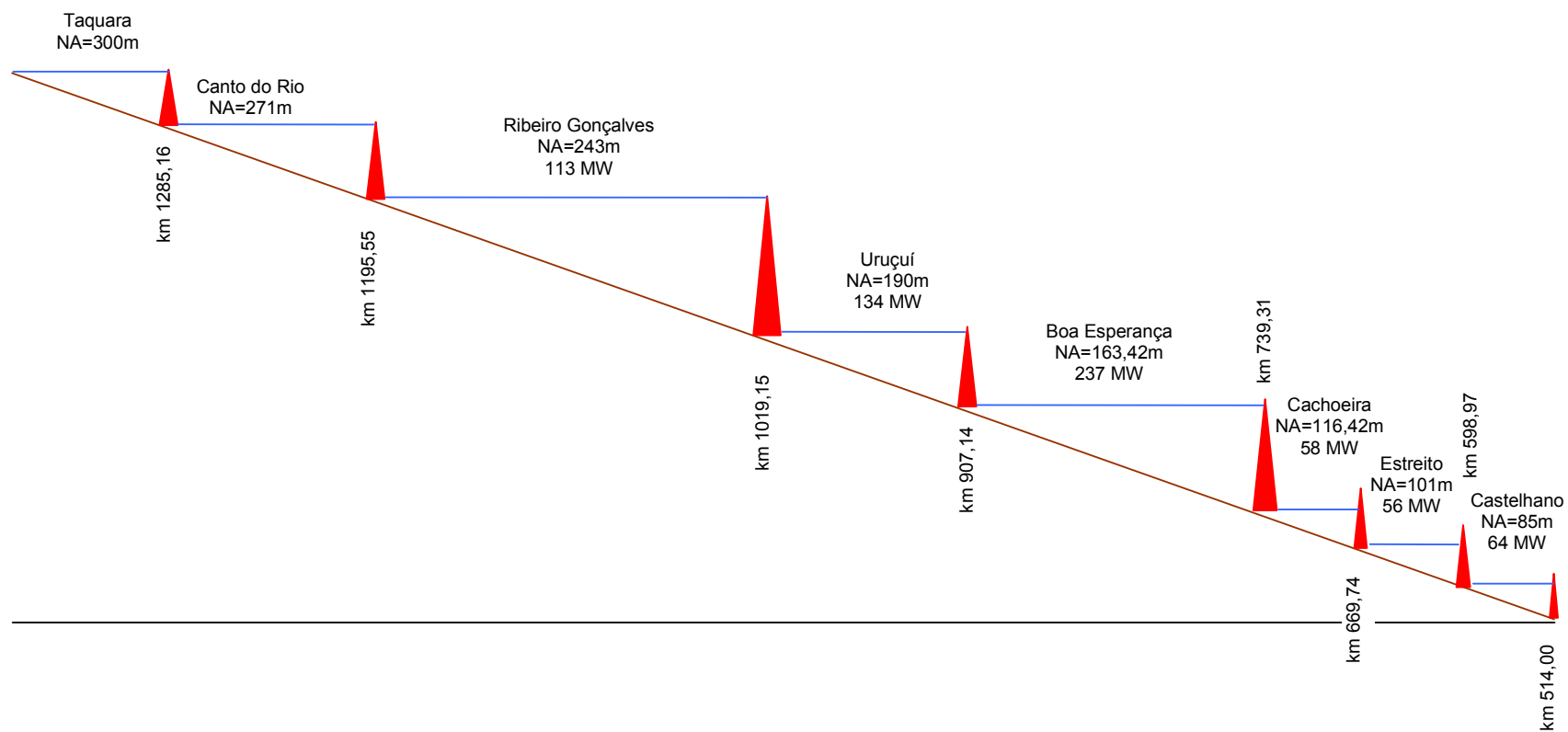


FIGURA 2 – DIVISÃO DE QUEDA DO RIO PARNAÍBA

## HISTÓRICO

4. Os cinco processos foram abertos em 22 de agosto de 2007, com a anexação dos pedidos de DRDH, os Estudos de Disponibilidade Hídrica – EDHs e os Estudos de Viabilidade - EVIs, juntamente com os ofícios de convocação de reunião técnica para apresentação dos estudos de viabilidade dos empreendimentos. Também foram anexados a cada processo os documentos resultantes desta reunião.

5. Na reunião técnica, realizada nesta Agência Nacional de Águas em 15 de agosto de 2007, estiveram presentes representantes da Companhia Hidrelétrica do São Francisco – CHESF, Projotec e Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores – CNEC, integrantes da equipe de elaboração do Estudo de Viabilidade para a implementação de cinco aproveitamentos hidrelétricos no rio Parnaíba. Também estiveram presentes, além do corpo técnico da ANA, representantes da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA.

6. Como desdobramentos da reunião técnica e da análise preliminar realizada pela Superintendência de Outorga e Fiscalização – SOF/ANA, foram solicitados os seguintes documentos e estudos complementares, por meio do Ofício nº 799/2007/SOF-ANA:

- a) Critérios usados no dimensionamento das eclusas dos empreendimentos e correspondente manifestação da Administração das Hidrovias do Nordeste – AHINOR;
- b) Metodologia adotada para obtenção das séries de vazões médias mensais, incluindo as metodologias obtidas do Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – SIPOT, bem como estudos hidrológicos do projeto da UHE Boa Esperança, sob concessão da CHESF;
- c) Mapas, em meio digital, das áreas urbanas, localidades e infra-estrutura viária afetadas pelos empreendimentos, contendo as curvas de nível e as manchas de inundação para as cheias de 10, 50 e 100 anos;
- d) Revisão dos estudos de transporte de sedimentos e avaliação da vida útil dos reservatórios, com base nos dados de vazões diárias registrados nas estações fluviométricas e considerando-se o assoreamento atingindo a soleira das tomadas d'água;
- e) Consolidação dos estudos sobre usos consuntivos a montante dos empreendimentos, considerando dados do censo IBGE 2000, Atlas de Abastecimento de Água Nordeste e Resolução ANA nº 96/2007;

7. Em 21 de dezembro de 2007 foi protocolado na ANA o recebimento do Ofício nº 2248/2007-SGH/ANEEL (fl. 126) contendo, em anexo, os estudos complementares solicitados pela ANA.

8. Em 31 de janeiro de 2008 a ANA enviou ofício ao Ministério dos Transportes (Ofício nº 002/2008/AR-OC-ANA), solicitando manifestação quanto aos anteprojetos de eclusas apresentados nos Estudos de Viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos do rio Parnaíba, no tocante às dimensões, concepções e critérios de projeto.

9. Em 27 de março de 2008 foi protocolado na ANA o Ofício nº 094/SPNT/MT, contendo a manifestação do Ministério dos Transportes quanto às dimensões das eclusas. As dimensões informadas pelo MT no referido Ofício diferiam das dimensões utilizadas nos anteprojetos dos arranjos de eclusas apresentados nos Estudos de Viabilidade.

10. Em junho de 2008, a ANEEL encaminhou, por meio do Ofício nº 1455/2008/SGH-ANEEL, uma revisão dos Estudos de Disponibilidade Hídrica e dos Estudos de Viabilidade, em função da incorporação a estes estudos das séries de vazões médias mensais oriundas Dos

estudos de reconstituição das séries de vazões contratados pelo ONS, que tiveram acompanhamento da ANA e da ANEEL.

11. Em função das novas dimensões informadas pelo MT no Ofício nº 094/SPNT/MT, foi realizada em 07 de julho de 2009 uma reunião entre ANA, ANEEL, MT e Governo do Estado do Piauí, a partir da qual o MT retificou em 08 de julho de 2009, por meio do Ofício nº 340/SPNT/MT, as dimensões do comboio para o projeto das eclusas do rio Parnaíba, para as dimensões originais que haviam sido contempladas nos desenhos preparados nos Estudos de Viabilidade dos aproveitamentos hidrelétricos. Este Ofício também informou a intenção do governo em implantar as eclusas simultaneamente aos aproveitamentos hidrelétricos.

12. Em 17 de julho de 2009 a ANA informou a ANEEL e à CHESF, por meio do Ofício nº 876/2009/SOF-ANA, da retificação das dimensões de comboio formalizadas pelo MT e da sua intenção em implantar as eclusas simultaneamente aos AHEs; e solicitou que a ANEEL estudasse a viabilidade da inclusão das eclusas num arranjo integrado com as demais estruturas dos novos aproveitamentos hidrelétricos.

13. Em resposta, a CHESF informou, em 03 de agosto de 2009, por meio do Ofício CE-PR-340/2009, que a eventual inclusão das eclusas num arranjo integrado com as estruturas dos AHEs demandaria a elaboração de novos Estudos de Viabilidade dos AHEs.

14. A ANA, de posse da resposta da CHESF, encaminhou Ofício à ANEEL em 09 de setembro de 2009, solicitando manifestação formal daquela Agência sobre as manifestações da CHESF em relação ao estudo de arranjo integrado entre as eclusas e os AHEs.

15. Em resposta, a ANEEL encaminhou, em 18 de novembro de 2009, o Ofício nº 5457/2009/SGH-ANEEL, no qual a ANEEL ratifica as considerações da CHESF em relação à viabilidade de inclusão das eclusas no arranjo integrado com os AHEs.

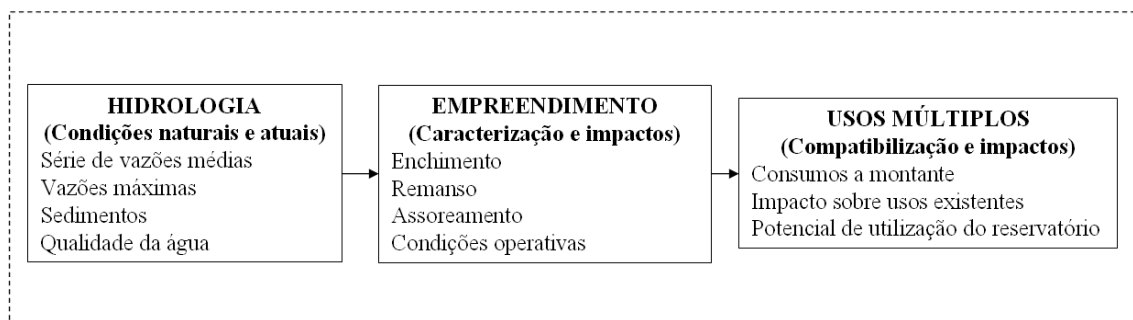
16. Em 18 de setembro de 2009, a ANA encaminhou para a ANEEL o Ofício nº 1236/2009/SOF-ANA, no qual é informado que as Revisões dos Estudos de Disponibilidade Hídrica e dos Estudos de Viabilidade, encaminhadas pela ANEEL pelo Ofício nº 1455/2008/SGH-ANEEL, apresentam séries de vazões médias mensais com valores distintos das séries estudadas pelo ONS com acompanhamento da ANA e ANEEL, e que haviam sido aprovadas pela ANEEL para planejamento do SIN por meio da Resolução Autorizativa nº 1953, de 16 de junho de 2009. Até o fechamento desta Nota Técnica, a ANEEL não encaminhou resposta a este Ofício.

17. A ANA ainda encaminhou, em 18 de novembro de 2009, o Ofício nº 1536/2009/GEREG/SOF-ANA para o Ministério dos Transportes, dando conhecimento e solicitando manifestação a respeito das considerações feitas pela CHESF e ANEEL a respeito da viabilidade da inclusão das eclusas no arranjo integrado com os AHEs.

18. A ANA também encaminhou os Ofícios nº 1542/2009/GEREG/SOF-ANA e nº 1543/2009/GEREG/SOF-ANA para a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão e Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Piauí, respectivamente. Os referidos Ofícios consultam as Secretarias em relação aos usos atuais de recursos hídricos nos rios de domínio estadual que poderão ser afetar ou serem afetados pelos empreendimentos. Também apresenta as projeções de incremento dos usos consuntivos realizada pela ANA nas bacias a montante de cada um dos AHEs, solicitando a avaliação das Secretarias. Os referidos Ofícios não foram respondidos até o momento.

## ESTRUTURA DA NOTA TÉCNICA

19. 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 dos empreendimentos feita nesta Nota Técnica é organizada em 3 blocos: hidrologia, usos múltiplos e análise do empreendimento, conforme mostrado na Figura 3.



**FIGURA 3 – ESTRUTURA DE ANÁLISE DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS NO ÂMBITO DA ANA, VISANDO À EMISSÃO DA DRDH**

20. 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

21. A primeira avaliação das séries de vazões dos aproveitamentos do rio Parnaíba realizada nos EVIs seguiu metodologias consagradas.

22. No caso da UHE Ribeiro Gonçalves, a metodologia seguiu quatro etapas basicamente:

- i) Foi selecionado o posto Ribeiro Gonçalves (34060000), localizado no rio Parnaíba, como posto base para a geração da série de vazões médias mensais para o eixo do barramento, principalmente pela sua proximidade;
- ii) As falhas de observações deste posto foram preenchidas por correlação com as vazões de outros postos localizados na região, dentro da mesma bacia. Foram utilizados os postos Sítio do Velho (34070000), Balsas (34130000) e São Felix das Balsas (34170000). Foram obtidas boas correlações e a série foi definida para o período de agosto de 1963 a dezembro de 2004;
- iii) Para a extensão da série, foi utilizado um modelo do tipo chuva-vazão, calibrado para o posto Ribeiro Gonçalves, utilizando dados pluviométricos de postos localizados na região e as normais climáticas de evapotranspiração do INMET da estação Floriano. Foram utilizados os

postos pluviométricos Santa Rita de Cássia (1144002) e Carolina (0747003), sendo ainda utilizado o posto Formosa do Rio Preto (11450002) como apoio. A calibração foi realizada com bons resultados e a série foi então estendida para o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2004; e

- iv) A série estendida do posto Ribeiro Gonçalves foi então transferida por relação de áreas de drenagem para o local do eixo do barramento da UHE Ribeiro Gonçalves.

23. Para todas as outras UHEs, a série de vazões foi obtida por relação entre as produtividades hídricas de áreas incrementais entre os eixos dos aproveitamentos, o eixo do barramento da UHE Boa Esperança e o local denominado Araçá, inventariado no rio Parnaíba, cuja série de vazões era disponibilizada no SIPOT, mas que foi recentemente excluída. Estes procedimentos, no entanto, não levam em conta os efeitos dos usos consuntivos a montante e nem a operação do reservatório da UHE Boa Esperança, de forma que as séries obtidas não se configuram em séries de vazões naturais.

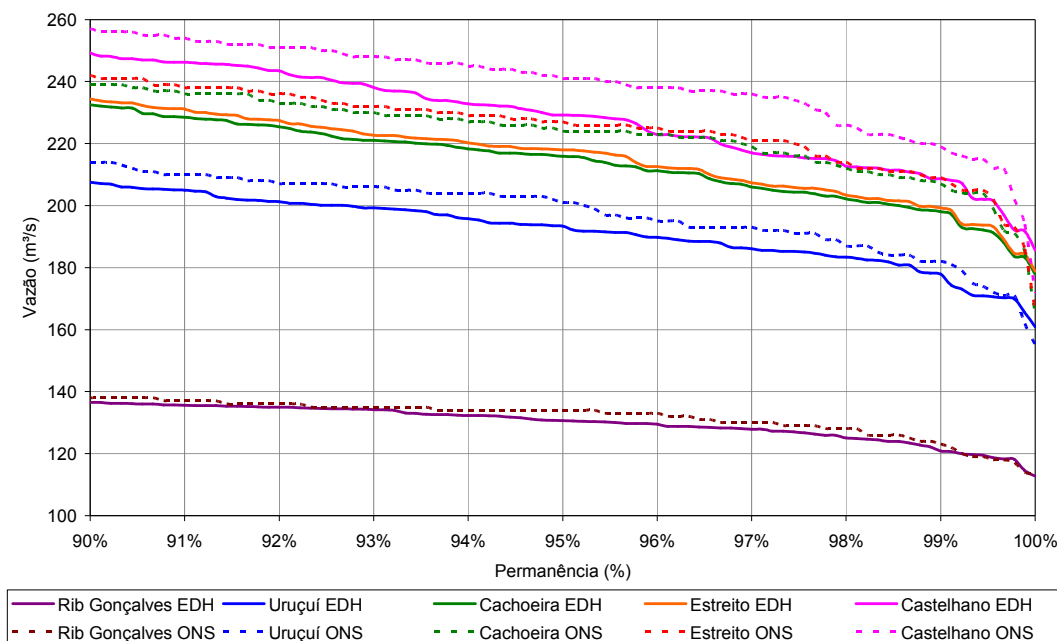
24. Para conhecer as séries de vazões naturais dos aproveitamentos hidrelétricos construídos e inventariados no rio Parnaíba, o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS contratou um estudo de consistência e reconstituição de séries de vazões naturais para estes aproveitamentos. Este estudo foi acompanhado por uma comissão composta por representantes do Ministério das Minas e Energia – MME, ANA, ONS, Empresa de Pesquisa Energética – EPE e ANEEL. Em 2009, o ONS finalizou o estudo e a ANEEL formalizou os seus resultados por meio da Resolução Autorizativa ANEEL nº 1.953, de 16 de junho de 2009, aprovando a série de vazões naturais para os aproveitamentos do rio Parnaíba para o período de janeiro de 1931 a dezembro de 2005, autorizando o ONS a utilizar estas séries nos processos de planejamento e programação do Sistema Interligado Nacional – SIN.

25. No entanto, visando dar celeridade ao processo, em junho de 2008, o projetista apresentou revisões dos Estudos de Disponibilidade Hídrica – EDH de todos os aproveitamentos estudados considerando somente os resultados parciais do estudo das séries de vazões naturais do ONS avaliadas até aquele momento. Porém, as séries apresentadas pelo projetista diferiram significativamente das séries finais aprovadas pelo ONS. A Tabela 2 apresenta um resumo das séries, apontando as diferenças médias observadas, considerando o período completo e também o período crítico do sistema interligado (junho de 1949 a novembro de 1956).

**TABELA 2– ESTATÍSTICAS DAS SÉRIES DE VAZÕES UTILIZADAS NO EDH E AS APROVADAS PELA ANEEL, COM AS DIFERENÇAS OBSERVADAS**

	<b>Ribeiro Gonçalves</b>	<b>Uruçuí</b>	<b>Cachoeira</b>	<b>Estreito</b>	<b>Castelhano</b>
Qmlt EDH 1931-2005	227	437	512	520	576
Qmlt ONS FINAL 1931-2005	227	429	502	509	563
<b>diferença (%)</b>	<b>0,0%</b>	<b>-1,8%</b>	<b>-2,0%</b>	<b>-2,1%</b>	<b>-2,3%</b>
Q95% EDH 1931-2005	134	201	224	227	241
Q95% ONS FINAL 1931-2005	131	193	216	218	229
<b>diferença (%)</b>	<b>-2,2%</b>	<b>-4,0%</b>	<b>-3,6%</b>	<b>-4,0%</b>	<b>-5,0%</b>
Qmlt EDH 1949-1956	204	377	433	439	481
Qmlt ONS FINAL 1949-1956	198	351	399	404	440
<b>diferença (%)</b>	<b>-2,9%</b>	<b>-6,9%</b>	<b>-7,9%</b>	<b>-8,0%</b>	<b>-8,5%</b>
Q95% EDH 1949-1956	132	193	211	212	223
Q95% ONS FINAL 1949-1956	126	180	195	196	205
<b>diferença (%)</b>	<b>-4,5%</b>	<b>-6,7%</b>	<b>-7,6%</b>	<b>-7,5%</b>	<b>-8,1%</b>

26. Observa-se, na Tabela 2, que as diferenças observadas foram significativas, necessitando revisão dos estudos do empreendimento por parte do projetista para avaliar os impactos decorrentes da adoção destas novas séries de vazões. A Figura 4 apresenta um detalhe das curvas de permanência das séries de vazões, para as maiores permanências, onde se percebe as diferenças entre as séries, especialmente para os aproveitamentos a jusante da UHE Boa Esperança.



**FIGURA 4— CURVAS DE PERMANÊNCIA DAS SÉRIES DE VAZÕES, DETALHANDO AS PERMANÊNCIAS SUPERIORES A 90%**

27. Por conta disso, a ANA encaminhou à ANEEL, em setembro de 2009, o Ofício nº 1236/2009/SOF-ANA, solicitando que os estudos do EDH fossem revisados pelo projetista considerando as séries de vazões naturais aprovadas pela ANEEL. Até o fechamento desta Nota Técnica, a ANEEL ainda não havia se pronunciado sobre o assunto.

28. De qualquer forma, a ANA adotará nas DRDHs de cada empreendimento as séries de vazões naturais definidas pelo estudo do ONS, por terem sido obtidas no âmbito dos estudos de naturalização e por terem sido avaliadas e aprovadas nos diversos órgãos que acompanham os estudos, inclusive a ANA.

## VAZÕES MÁXIMAS

29. Avaliou-se no presente trabalho a metodologia utilizada para o cálculo das vazões extremas usadas para o projeto das usinas no rio Paranaíba, analisando também os resultados obtidos, procurando verificar a consistência dos mesmos com os valores regionalmente esperados.

30. A metodologia utilizada pela Consultora para a determinação das vazões extremas nos estudos de viabilidade das UHEs propostas para o rio Parnaíba – Ribeirão Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana – consiste em:



- obtenção de séries diárias de vazão nos locais de aproveitamento a partir de registros de postos fluviométricos;
- estatísticas das séries de vazões diárias máximas anuais;
- estimativa de vazões de projeto com base nas distribuições exponencial e Gumbel.

31. Para as UHEs propostas a jusante de Boa Esperança utilizou-se um modelo de onda cinemática a partir das vazões diárias afluentes à Boa Esperança, além da contribuição lateral obtida a partir das vazões de postos fluviométricos localizados em tributários do rio Parnaíba.

32. Em uma etapa subsequente as vazões máximas foram utilizadas para a determinação dos hidrogramas de projeto a partir do hidrograma médio de cheia em postos fluviométricos de referência.

33. A aplicação particular da metodologia para cada uma das bacias das UHEs propostas não considera a atenuação da cheia pelos reservatórios a montante, sejam estes parte da cascata proposta ou já estejam implantado – caso de Boa Esperança – o que contribui para um dimensionamento mais conservador das vazões máximas, representando uma abordagem a favor da segurança.

34. Destaca-se a seguir a aplicação da metodologia às UHEs propostas:

- Vazões diárias para os aproveitamentos a montante de Boa Esperança:
  - a) Ribeiro Gonçalves: série de vazões diárias obtidas a partir do posto fluviométrico Ribeiro Gonçalves (34060000), cobrindo o período 1973 a 2005;
  - b) Uruçuí: soma das vazões nos PFs São Félix das Balsas, no rio das Balsas, Sítio do Velho, no rio Parnaíba, e Fazenda Bandeira, no rio Uruçuí Preto, com correção pela relação de área para a vazão em Uruçuí, estendendo-se de 1968 a 2005.
- Vazões diárias para os aproveitamentos a jusante de Boa Esperança:
  - a) Cachoeira: deslocamento das vazões diárias em Boa Esperança por onda cinemática + vazão lateral do PF Barra do Lance, abrangendo de 1973 a 2005;
  - b) Estreito: deslocamento das vazões diárias em Boa Esperança por onda cinemática + vazão lateral do PF Barra do Lance, abrangendo de 1973 a 2005;
  - c) Castelhana: deslocamento das vazões diárias em Boa Esperança por onda cinemática + vazão lateral do PF Barra do Lance, abrangendo de 1973 a 2005.

35. A Tabela 3 apresenta as vazões extremas obtidas pela consultora para as UHEs propostas, apontando-se a coerência dos resultados, com o aumento de vazões em direção a jusante, chegando a 11.321 m<sup>3</sup>/s em Castelhana, com período de retorno de 10.000 anos, o último reservatório na cascata.

**TABELA 3 - VAZÕES MÁXIMAS DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE**

UHE		Ribeiro Gonçalves	Uruçuí	Boa Esperança	Cachoeira	Estreito	Castelhano
área (km <sup>2</sup> )		32.673	78.480	84.686	140.277	153.376	237.477
TR	2	642	1.288	1.348	1.484	1.492	1.804
	10	1.110	2.127	2.291	2.514	2.579	3.603
	50	1.580	2.967	3.233	3.544	3.666	5.401
	100	1.780	3.329	3.639	3.988	4.134	6.175
	1.000	2.450	4.530	4.988	5.461	5.690	8.748
	10.000	3.120	5.732	6.336	6.935	7.245	11.321

36. Para efeito de comparação e verificação da adequação dos valores de vazões extremas apresentados para as UHEs propostas, verificou-se, nesta NT, os valores de vazões extremas obtidos em postos fluviométricos de referência e também na UHE Boa Esperança. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.

**TABELA 4 - VAZÕES MÁXIMAS VERIFICADAS NESTA NT**

Seção		Boa Esperança (1966-2005) <sup>1</sup>	Barra do Lance (1973-2005)	Barão do Grajaú (1983-2005)	Fazenda Veneza (1968-2005)
área (km <sup>2</sup> )		84.686	50.286	140.707	238.501
TR	2	1,314	238	1,341	1,803
	10	2,133	600	2,247	3,121
	50	2,952	962	3,152	4,440
	100	3,304	1,117	3,542	5,008
	1.000	4,476	1,635	4,838	6,894
	10.000	5,647	2,152	6,133	8,780

<sup>1</sup> dados obtidos da reconstituição de vazões naturais diárias afluentes à UHE Boa Esperança (ONS/ANA/ANEEL)

37. O dado de destaque é a comparação entre as vazões em Barão do Grajaú e Cachoeira, praticamente controlando a mesma bacia, além de Castelhano e Fazenda Veneza, em situação semelhante. Nota-se que as vazões obtidas para os postos fluviométricos são inferiores aquelas para as UHEs propostas, proporcionando tranquilidade em adotar os valores propostos pela consultoria.

38. Como último comentário acrescenta-se que, pela metodologia utilizada nos Estudos de Viabilidade, as vazões máximas das UHEs a jusante da UHE Boa Esperança resultam em valores inferiores em relação àqueles informados para o dimensionamento de UHE Boa Esperança (12.000 m<sup>3</sup>/s, segundo o site da CHESF). A discrepância neste caso pode ser atribuída à metodologia originalmente usada para Boa Esperança à época do seu projeto, que, pela falta de dados fluviométricos, usou dados pluviométricos e transformação em deflúvios.

39. Assim, recomenda-se para as DRDHs que as vazões de dimensionamentos dos vertedores sejam as propostas pelo Projetista nos Estudos de Viabilidade. Recomenda-se, ainda, que os vertedores sejam verificados para a passagem das cheias máximas prováveis, mantendo bordas livres em relação às cristas das barragens adequadas ao porte dos empreendimentos.

## VAZÕES MÍNIMAS

40. A estimativa das vazões mínimas nos AHEs previstos no rio Parnaíba tem importância uma vez que estas são condicionantes do tempo de enchimento dos reservatórios, que vem a ser um ponto crítico na presente análise, como será visto mais adiante.

41. Os EDHs apresentados calcularam a vazão mínima média móvel de 7 dias com 10 anos de tempo de recorrência ( $Q_{7,10}$ ) a partir do ajuste de uma distribuição de Gumbel aos dados observados em postos fluviométricos próximos. A Tabela 5 mostra os resultados do estudo de vazões mínimas para os AHEs do rio Parnaíba, bem como os postos fluviométricos usados para cada estimativa.

**TABELA 5 - VAZÕES MÍNIMAS APRESENTADAS NO EDH E POSTOS FLUVIOMÉTRICOS NOS QUAIS FORAM BASEADAS AS ESTIMATIVAS**

AHE	Área de drenagem	Posto de referência	Período de dados	$Q_{7,10}$
Ribeiro Gonçalves	32.673 km <sup>2</sup>	Ribeiro Gonçalves (34060000)	1973-2005	116 m <sup>3</sup> /s
Uruçuí	78.480 km <sup>2</sup>	Sítio do Velho (34070000) São Félix de Balsas (34170000) Fazenda Bandeira (34090000)	1968-2005	230 m <sup>3</sup> /s
Cachoeira	140.277 km <sup>2</sup>	Barão de Grajaú (34311000)	1983-2005	265 m <sup>3</sup> /s
Estreito	153.376 km <sup>2</sup>	Barão de Grajaú	1983-2005	288 m <sup>3</sup> /s
Castelhano	237.477 km <sup>2</sup>	Fazenda Veneza (34660000)	1967-2005	208 m <sup>3</sup> /s

42. Como se vê, há uma descontinuidade na vazão mínima entre os AHEs Estreito e Castelhano, com uma diminuição da  $Q_{7,10}$  a despeito de um aumento de cerca de 50% da área de drenagem. Para investigar a razão desta aparente inconsistência, foram comparadas as mínimas médias móveis anuais das estações Barão de Grajaú (34311000) e Fazenda Veneza (34660000), das quais foram obtidas as vazões mínimas de Estreito e Castelhano, respectivamente. A Tabela 6 mostra o resultado desta comparação.

**TABELA 6 - VAZÕES MÍNIMAS MÉDIAS MÓVEIS ANUAIS (M<sup>3</sup>/S) NAS ESTAÇÕES DE REFERÊNCIA PARA CÁLCULO DA  $Q_{7,10}$  EM ESTREITO E CASTELHANO E DIFERENÇA ENTRE AMBAS**

Ano	34311000	34660000	Ano	34311000	34660000	dif	Ano	34311000	34660000	dif
1967		265	1980		219,3		1993	292,8	300,8	8
1968		259,7	1981		275,3		1994	275,8	280,6	4,8
1969		161,1	1982		332,4		1995	298,6	294,4	-4,2
1970		182,3	1983	256,6	264	7,4	1996	277,7	281,9	4,2
1971		156,4	1984	264,2	268,9	4,7	1997	324	307,8	-16
1972		179,4	1985	312,6	326,4	13,8	1998	265,3	261,9	-3,4
1973		232,9	1986	365,3	349,5	-16	1999	289,6	294,6	5
1974		268,1	1987	339,2	334,1	-5,1	2000	279,7	285,5	5,8
1975		267,4	1988	289	336,5	47,5	2001	310,1	310,9	0,8
1976		219,9	1989	291,3	287,2	-4,1	2002	295,1	282,4	-13
1977		255,4	1990	287,8	270,6	-17	2003	298,4	305,6	7,2
1978		248,3	1991	302,1	309	6,9	2004	309	257,9	-51
1979		242,6	1992	295,2	300,2	5	2005	288,9	232,7	-56

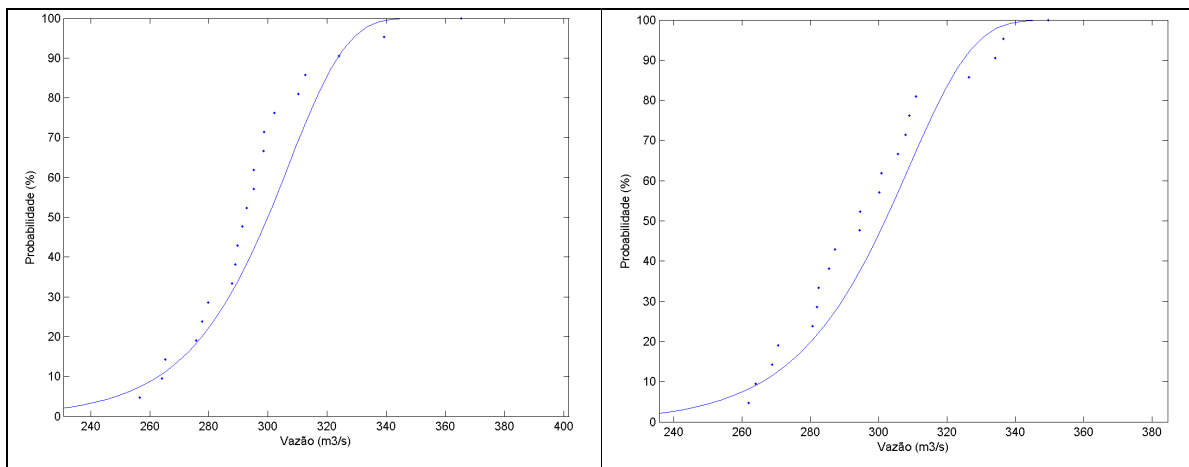
43. O primeiro aspecto que chama a atenção na Tabela 6 é o fato das vazões mínimas na estação Fazenda Veneza (34660000) terem aumentado. Enquanto no período de 1967 a 1972 ocorriam vazões mínimas inferiores a  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ , o mesmo não ocorre nenhuma vez de 1973 em diante. Este fato indica claramente que a UHE Boa Esperança, implantada na década de 1970 a montante, está regularizando as vazões do rio Parnaíba. Desta forma, está sendo inserida uma tendência no cálculo das vazões mínimas, dado que são usados períodos diferentes no cálculo da  $Q_{7,10}$  de Estreito e de Castelhana.

44. Um segundo fator que explica a diminuição das vazões mínimas no trecho entre Estreito e Castelhana é o fato de existirem incrementais negativas em 10 dos 23 anos de monitoramento concomitante. Em parte, espera-se de fato que o incremento de vazões no trecho seja muito pequeno, uma vez que neste trecho a bacia do rio Parnaíba está inserida no semi-árido. No entanto, chamam a atenção diminuições mais significativas, como nos anos de 2004 e 2005, que eventualmente tenham relação com algum uso consuntivo existente no trecho.

45. Desta forma, para tornar as vazões mínimas dos AHEs em análise compatíveis entre si, foram recalculadas nesta NT as vazões  $Q_{7,10}$  das UHEs Estreito e Castelhana, através do ajuste de uma distribuição de Gumbel, com as seguintes alterações:

- foi considerado apenas o período de 1983 em diante, para eliminar a tendência introduzida pela construção de Boa Esperança no ajuste das vazões mínimas;
- foram retiradas do ajuste, para ambos AHEs, as vazões mínimas de 2004 e 2005, por serem consideradas inconsistentes.

46. A Figura 5 mostra os ajustes da distribuição de Gumbel às mínimas anuais, feita nesta Nota Técnica.



**FIGURA 5 - AJUSTE DA DISTRIBUIÇÃO DE GUMBEL ÀS MÍNIMAS MÉDIAS MÓVEIS ANUAIS EM BARÃO DO GRAJAÚ (ESQUERDA) E FAZENDA VENEZA (DIREITA), PERÍODO DE 1983 A 2003**

47. A vazão  $Q_{7,10}$  resultou em  $262,9 \text{ m}^3/\text{s}$  em Barão do Grajaú ( $140.240 \text{ km}^2$ ) e  $266,0 \text{ m}^3/\text{s}$  em Fazenda Veneza ( $267.730 \text{ km}^2$ ). Interpolando-se linearmente as vazões para as áreas de drenagem dos aproveitamentos ( $153.376 \text{ km}^2$  e  $237.477 \text{ km}^2$ , respectivamente), obtém-se vazões  $Q_{7,10}$  de  $263,2 \text{ m}^3/\text{s}$  em Estreito e  $265,3 \text{ m}^3/\text{s}$  em Castelhana. Deve ser ajustada ainda a vazão  $Q_{7,10}$  de Cachoeira, também baseada em Barão de Grajaú, que resulta em  $262,9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

48. Como se vê, trata-se de um incremento ainda pequeno frente ao aumento da área de drenagem (mais de 80.000 km<sup>2</sup>), porém da forma como foram calculados nesta NT os resultados parecem ser mais compatíveis. A Tabela 7 resume as vazões mínimas dos empreendimentos.

**TABELA 7 - RESUMO DAS VAZÕES MÍNIMAS DOS AHES DO RIO PARNAÍBA**

<b>AHE</b>	<b>Q<sub>7,10</sub></b>
Ribeiro Gonçalves	116,0 m <sup>3</sup> /s
Uruçuí	230,0 m <sup>3</sup> /s
Cachoeira	262,9 m <sup>3</sup> /s
Estreito	263,2 m <sup>3</sup> /s
Castelhano	265,3 m <sup>3</sup> /s

## **EMPREENDIMENTO**

### **ENCHIMENTO**

49. Para cada AHE previsto no rio Parnaíba, foi apresentado em cada Estudo de Disponibilidade Hídrica um estudo de enchimento, todos baseados na mesma metodologia, descrita brevemente a seguir:

- a. determinação de um hidrograma-tipo, com as vazões médias de cada mês;
- b. cálculo do tempo de enchimento para 12 cenários, cada um considerando o início do enchimento em um mês diferente;
- c. manutenção de uma vazão igual a 50% da Q<sub>7,10</sub> durante o enchimento.

50. Um resumo dos resultados do tempo de enchimento apresentados no EDH são mostrados na Tabela 8.

**TABELA 8 - TEMPO DE ENCHIMENTO MÁXIMO E MÍNIMO, APRESENTADOS NO EDH**

	<b>Tempo mínimo</b>	<b>Mês de início</b>	<b>Tempo máximo</b>	<b>Mês de início</b>
<b>Rib. Gonçalves</b>	174	dezembro	280	abril
<b>Uruçuí</b>	65	fevereiro	191	junho
<b>Cachoeira</b>	4	março	22	setembro
<b>Estreito</b>	5	março	30	setembro
<b>Castelhano</b>	6	março	28	setembro

51. É interessante notar a transição pela qual passa a bacia do Parnaíba à medida que se avança para jusante. Nas UHEs de Ribeiro Gonçalves e Uruçuí, o tempo de enchimento é menor se iniciado em dezembro, reflexo do clima de cerrado nesta porção da bacia. Já nas UHEs de jusante, o menor tempo de enchimento se dá iniciando em março, em virtude do período de chuvas do semi-árido.

52. O EDH, bem como o EIA, não apresentam diretrizes sobre a época mais adequada para início do enchimento do reservatório. De forma genérica, menciona que, "se o enchimento final acontecer no início dos meses úmidos, a elevação do nível d'água pode ser tão rápida que cause significativos impactos a jusante da barragem, especialmente para a fauna. Se pelo contrário, o enchimento final acontecer no período seco, as consequências finais são imediatas a

jusante, pois um bom trecho rio abaixo ficaria com vazões reduzidas, prejudicando a biota aquática e as atividades de pesca".

53. O EIA afirma ainda que, "no tocante à reprodução dos peixes na área de influência de Ribeiro Gonçalves, a migração reprodutiva tende a ocorrer antes da elevação do nível do rio e inundação das áreas marginais. Deste modo, seria mais oportuno que o enchimento antecederesse tal período, ou seja, na fase de mais baixo nível, coincidente com o período de julho a outubro". Em especial no caso de Ribeiro Gonçalves, tal afirmativa não faz sentido, dado que o enchimento em qualquer hipótese, e em especial se iniciado em julho, deverá se estender período de cheias adentro. Visto ainda que o projeto desta UHE não prevê escada de peixes, esta consideração parece não ter muito fundamento.

54. Adicionalmente, algumas limitações são identificadas no estudo de enchimento, as quais são listadas a seguir:

- a. a vazão remanescente em Estreito e Castelhana é função do estudo de vazões mínimas, que contém inconsistências, como visto anteriormente;
- b. considera-se que a vazão remanescente proposta é muito baixa, em especial dados os tempos de enchimento longos, proporcionando-se uma situação de estresse hídrico prolongado no rio;
- c. o tempo de enchimento foi calculado considerando-se um ano médio, sem levar-se em conta a recorrência de tal ano nem o tempo necessário em anos mais secos;
- d. não foi levada em conta no estudo de enchimento a possibilidade de enchimento simultâneo da cascata de reservatórios, situação em que o volume disponível para enchimento dos reservatórios de jusante seria muito menor e o tempo de enchimento, conseqüentemente, seria maior. Cabe salientar que tal possibilidade é real, dado que o tempo previsto para construção de Ribeiro Gonçalves e Uruçuí é de 39 meses, enquanto que a previsão para as demais é de 31 meses, sendo que o leilão das UHEs deverá ocorrer na mesma data.

55. Desta forma, o problema do enchimento da cascata de reservatórios torna-se complexo. Há diversos anos hidrológicos possíveis, diversas possíveis ordens de entrada em operação, bem como diversas possibilidades de vazão remanescente. Da combinação destas possibilidades, surgem inúmeros cenários possíveis. Sendo assim, esta NT realizou algumas simulações, considerando alguns destes cenários, procurando conduzir a um conjunto de recomendações visando a um compromisso entre um tempo de enchimento razoável e um estresse hídrico mínimo do rio Parnaíba. Estas simulações levaram em conta ainda as séries de vazões aprovadas pela ANA e ANEEL, que diferem das séries do EDH.

### **Cenário 1 – hipótese de enchimento em 1ª adição**

56. Esta hipótese é a mesma adotada no EDH, ou seja, o enchimento de cada reservatório se dará individualmente, sem interferência de enchimentos a montante, de forma que toda a vazão natural do rio estará disponível para enchimento. No entanto, além do tempo de enchimento para um ano médio, foi calculado também o tempo necessário para enchimento dado um ano seco, com 95% de garantia.

57. A Tabela 9 mostra os resultados da simulação do cenário 1 considerando um ano médio. Os resultados são similares aos obtidos pelo EDH, diferindo apenas devido à série de vazões utilizada.

**TABELA 9 - TEMPO DE ENCHIMENTO DOS RESERVATÓRIOS PARA UM ANO MÉDIO (DIAS)**

	Média			
	tempo mínimo	mês	tempo máximo	mês
Rib. Gonçalves	165	Dezembro	272	Abril
Uruçuí	72	fevereiro	207	maio
Cachoeira	4	Março	27	Setembro
Estreito	5	Março	33	Agosto
Castelhano	6	Março	42	Agosto

58. Já a Tabela 10 mostra os resultados da simulação no cenário 1 considerando um ano seco, com 95% de permanência.

**TABELA 10 - TEMPO DE ENCHIMENTO COM 95% DE PERMANÊNCIA (DIAS)**

	95%			
	tempo mínimo	mês	tempo máximo	mês
Rib. Gonçalves	233	Outubro	308	Abril
Uruçuí	108	Janeiro	252	maio
Cachoeira	7	Março	41	Setembro
Estreito	9	Março	50	Setembro
Castelhano	10	Março	64	Agosto

59. Alternativamente, avaliou-se qual seria o tempo de enchimento considerando uma vazão remanescente maior. Propõe-se um hidrograma mínimo a ser mantido a jusante durante o período de enchimento, igual à mínima média mensal de cada mês. A Tabela 11 mostra as ordenadas do hidrograma remanescente proposto.

**TABELA 11 - PROPOSTA ALTERNATIVA DE HIDROGRAMA MÍNIMO A SER MANTIDO DURANTE O ENCHIMENTO DOS RESERVATÓRIOS (M<sup>3</sup>/S)**

	Rib. Gonçalves	Uruçuí	Cachoeira	Estreito	Castelhano
Janeiro	191	330	372	376	406
Fevereiro	217	367	443	448	488
Março	223	380	490	506	596
Abril	184	287	340	348	396
Maio	161	268	298	301	321
Junho	123	174	188	189	197
Julho	121	171	184	185	192
Agosto	118	166	178	179	186
Setembro	113	161	183	184	192
Outubro	124	173	192	193	202
Novembro	153	230	258	260	276
Dezembro	176	273	323	328	372

60. A Tabela 12 mostra o tempo mínimo necessário para enchimento dos reservatórios do Parnaíba, dado um ano médio e um ano seco (95% de permanência).

**TABELA 12 - TEMPO DE ENCHIMENTO COM HIDROGRAMA REMANESCENTE (DIAS)**

	Ano médio	Ano seco
Rib. Gonçalves	549	860
Uruçuí	173	382
Cachoeira	11	23
Estreito	15	34
Castelhano	20	48

61. Como se vê, a adoção de um hidrograma mínimo remanescente a ser mantido durante o enchimento aumenta muito o tempo de enchimento dos reservatórios, em especial os de montante. No caso de Ribeiro Gonçalves, por exemplo, o tempo de enchimento aumenta de cerca de meio ano para um ano e meio, se o enchimento se der em um ano hidrológico médio, e de 8 meses para 2 anos e meio, se o enchimento ocorrer em um ano seco. Estes resultados indicam ser inviável a manutenção de uma vazão remanescente superior ao que foi proposto no EDH, pois o período com vazão reduzida se prolongaria demasiadamente. Já nas UHEs mais a jusante, o tempo de enchimento é tão curto que faz pouco sentido propor um hidrograma variável, visto que todos os enchimentos se dão em cerca de um mês ou menos.

62. Verifica-se ainda que tanto a proposta de vazão remanescente do EDH quanto o hidrograma mínimo apresentam vazões inferiores à restrição de vazão mínima defluente de Boa Esperança, igual a 240 m<sup>3</sup>/s, necessária para a captação de abastecimento de água no trecho entre Boa Esperança e Teresina (PI), conforme ONS (2006<sup>1</sup>). Sendo assim, foram calculados os tempos de enchimento das UHEs situadas a jusante de Boa Esperança (Cachoeira, Estreito e Castelhano) considerando uma vazão remanescente de 240 m<sup>3</sup>/s durante o enchimento, conforme Tabela 13.

**TABELA 13 - TEMPO DE ENCHIMENTO (DIAS) CONSIDERANDO UMA VAZÃO REMANESCENTE DE 240 M<sup>3</sup>/S**

	Ano médio	Ano seco	Mês
Cachoeira	5	9	março
Estreito	6	12	março
Castelhano	8	13	março

63. Como se vê, a proposta de enchimento com vazão remanescente de 240 m<sup>3</sup>/s aumenta em poucos dias o tempo total de enchimento, e mantém uma vazão suficiente para atendimento de restrições de usos múltiplos a jusante.

### **Cenário 2 – Enchimento simultâneo**

64. Este cenário leva em conta os prazos propostos para construção dos AHes do rio Parnaíba, ou seja, 39 meses para Ribeiro Gonçalves e Uruçuí e 31 meses para os demais aproveitamentos. Desta forma, a hipótese é que o início do enchimento se dará simultaneamente em Cachoeira, Estreito e Castelhano, enquanto que o início de Ribeiro Gonçalves e Uruçuí se dará 8 meses após. São adotadas as vazões remanescentes de 50% da Q<sub>7,10</sub> em Ribeiro Gonçalves e Uruçuí, e de 240 m<sup>3</sup>/s nas demais.

<sup>1</sup> Operador Nacional do Sistema (2006): Inventário de restrições hidráulicas.



65. Sendo assim, os reservatórios cujo tempo de enchimento se alteram neste cenário são Uruçuí, Estreito e Castelhana, que se situam a jusante de reservatórios cujo enchimento pode vir a ser simultâneo. Para Ribeiro Gonçalves e Cachoeira, não há alterações, conforme Tabela 14 e Tabela 15.

**TABELA 14 - COMPARAÇÃO ENTRE TEMPOS DE ENCHIMENTO (DIAS) NOS CENÁRIOS 1 E 2 (ANO MÉDIO)**

	Média			
	1ª adição	mês	Ench. simultâneo	mês
Rib. Gonçalves	165	Dezembro	165	Dezembro
Uruçuí	72	fevereiro	158	Dezembro
Cachoeira	4	Março	4	Março
Estreito	5	Março	8	Março
Castelhana	6	Março	10	Março

**TABELA 15 - COMPARAÇÃO ENTRE TEMPOS DE ENCHIMENTO (DIAS) NOS CENÁRIOS 1 E 2 (ANO SECO)**

	95%			
	1ª adição	mês	Ench. simultâneo	mês
Rib. Gonçalves	233	Outubro	233	Outubro
Uruçuí	108	Janeiro	265	Outubro
Cachoeira	7	Março	7	Março
Estreito	9	Março	16	Março
Castelhana	10	Março	19	Março

66. No caso das UHEs Estreito e Castelhana, o tempo de enchimento aumenta pouco se seu início se der simultaneamente ao enchimento do reservatório de montante. Desta forma, não há necessidade de imposição de defasagens temporais entre o início do enchimento destes reservatórios. Sugere-se apenas que seja expressa na resolução de DRDH que o enchimento dos reservatórios de Cachoeira, Estreito e Castelhana se dê entre os meses de janeiro a maio, para minimizar o tempo de enchimento. Deve constar também a vazão remanescente de 240 m<sup>3</sup>/s a ser mantida durante o enchimento destes reservatórios.

67. Já no caso de Uruçuí, caso o enchimento tenha início simultaneamente com Ribeiro Gonçalves, há um aumento significativo no tempo de enchimento. No entanto, como se vê, o tempo necessário passará a ser da mesma ordem de grandeza que o tempo de enchimento de Ribeiro Gonçalves. Isto ocorre pelo fato de Uruçuí barrar a foz do rio das Balsas, sem o qual o tempo de enchimento simultâneo seria muito maior. Deste ponto de vista, é até interessante que os enchimentos de ambas se dêem de forma simultânea, para que seja diminuído o tempo em que o rio Parnaíba se submeterá a uma vazão muito baixa. Sendo assim, sugere-se que conste na resolução de DRDH destas duas UHEs que o início do enchimento se dê entre os meses de outubro e fevereiro.

68. Adicionalmente, embora do ponto de vista da ANA não haja restrições para um eventual enchimento simultâneo de Ribeiro Gonçalves e Uruçuí, sugere-se que seja dada ciência ao IBAMA de que o tempo de enchimento de Uruçuí pode ser bastante alto, caso o enchimento se dê simultaneamente com Ribeiro Gonçalves. Assim, eventuais restrições identificadas por aquele Instituto com respeito a este tópico podem ser incorporadas à análise da ANA quando da transformação da DRDH em outorga.

## QUALIDADE DA ÁGUA

69. Neste item, avalia-se a condição de qualidade de água dos futuros reservatórios de Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana, barramentos a serem construídos em cascata no rio Parnaíba.

70. O objetivo dessa análise é identificar e qualificar os possíveis impactos gerados na qualidade da água devido à alteração do regime de escoamento, de lótico para lântico, e as respectivas conseqüências sobre o ecossistema aquático e sobre as relações da população local com o manancial, como por exemplo, usos de água para abastecimento e lazer. Esses resultados servirão de subsídios para a implementação de ações para controlar e minimizar as conseqüências indesejáveis do processo de eutrofização.

71. Os documentos de qualidade de água apresentados à ANA referem-se aos estudos dos EIAs/RIMAs dos cinco empreendimentos, que foram elaborados pela Projetos Técnicos e Consultoria Ltda – Projotec (2006), contratados pelo consórcio formado pelas empresas Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), Construtora Queiroz Galvão S/A e a CNEC Engenharia S/A.

72. Os documentos focaram, sobretudo, o diagnóstico da situação atual de qualidade de água nos locais de formação dos reservatórios e simulações matemáticas para previsão das alterações e condições dos novos sistemas hídricos que serão gerados com a construção dos barramentos.

73. O estudo pautou-se no entendimento que as condições mais críticas na qualidade da água deverão ocorrer na fase de enchimento dos reservatórios, uma vez que a submersão de solos e vegetação remanescente das áreas de inundação deverão consumir oxigênio durante os processos de estabilização bioquímica da matéria orgânica.

74. De modo geral, os problemas atuais de qualidade de água da bacia do rio Parnaíba concentram-se nas regiões de maiores aglomerados urbanos, como Teresina, Parnaíba, Picos, Piripiri e Crateús, e estão relacionados a lançamentos in natura de esgotos domésticos nos mananciais da bacia e à disposição inadequada de lixo urbano. A agricultura irrigada, apesar de pouco relevante no momento, encontra-se em expansão na bacia, com previsão de implantação de grandes projetos.

75. De acordo com o diagnóstico da qualidade de água atual, as águas do rio Parnaíba, na região dos empreendimentos, são classificadas, segundo o Índice de Estado Trófico, como Oligotróficas, ou seja, águas limpas, de baixa produtividade, que possivelmente não provocam interferências nos usos múltiplos desse recurso natural. No entanto, com a formação dos reservatórios propostos, espera-se grandes alterações desse cenário, visto que o escoamento será alterado, sujeitando-se a períodos de retenção hidráulica, estratificações térmicas e químicas, entre outras conseqüências.

76. O Índice do Estado Trófico tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia-se a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas, ou o potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas.

## Metodologia dos Estudos Apresentados

77. Para a avaliação dos futuros impactos na qualidade de água, decorrentes da implantação dos reservatórios, realizou-se simulações matemáticas com o aplicativo WASP (Water Quality Analysis Simulation Program), da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA - Environmental Protection Agency).

78. Nesse modelo, o corpo hídrico é representado por uma seqüência de compartimentos longitudinais, divididos em segmentos, que tem seu funcionamento representado por reatores homogêneos de mistura completa, interligados por canais, que processam o escoamento entre células vizinhas. As leis de transferência de vazões baseiam-se nas formulações da Fórmula de Manning aliada a expressão da continuidade, cujo sentido do escoamento é função da diferença dos níveis d'água entre as células consideradas.

79. As informações de entrada necessárias à aplicação do Modelo WASP são apresentadas abaixo, bem como os dados definidos para o estudo dos barramentos no rio Paranaíba:

- Condições de contorno para as variáveis bioquímicas – utilizou-se resultados da média de duas campanhas de amostragem realizadas em abril e julho de 2005, além de dados secundários;
- Dados hidrológicos e climatológicos - utilizou-se informações contidas na publicação “Estudo Agrometeorológico para o Estado do Piauí” e séries de vazões médias mensais afluentes aos reservatórios;
- Dados relativos a densidade de carbono biodegradável de cada segmento - realização de pesquisa para quantificar e qualificar as diversas tipologias vegetais de cada segmento de reservatório e suas respectivas áreas;
- Constantes das equações cinéticas relativas aos ciclos dos nutrientes e do oxigênio dissolvido – foram utilizados dados de literatura;
- Taxas de biodegradação da fitomassa inundada - valores baseados em dados de publicações acadêmicas e referentes a experimentos desenvolvidos em condições aeróbias e anaeróbias realizados em ambiente de laboratório (Antonio et al., 1999; Bitar et al., 2002; Cunha-Santino & Bianchini Jr., 2002 – Departamento de Hidrobiologia da Universidade Federal de São Carlos); e
- Dados Cartográficos e Topográficos - levantamento aerofotogramétrico digital, cartas planialtimétricas disponíveis nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, levantamentos topobatimétricos de seções transversais.

80. A ênfase das simulações realizadas foi a verificação da necessidade e a quantificação de biomassa a ser removida, antes do enchimento dos reservatórios, para que os padrões de qualidade da água sejam mantidos nos níveis preconizados pela legislação pertinente, representados nesse estudo pelos parâmetros de Oxigênio Dissolvido e Demanda Bioquímica de Oxigênio.

81. As simulações realizadas consideraram dois cenários alternativos de enchimento:

- Cenário 01 – sem previsão de ações de desmatamento e limpeza da área dos reservatórios, e
- Cenário 02 – Considera ações de desmatamento e limpeza das áreas a serem inundadas em níveis que garantam uma concentração de oxigênio dissolvido não inferior a 4 mg/l, valor considerado como limite mínimo para a preservação da ictiofauna.

82. A metodologia aqui brevemente esboçada constituiu a abordagem técnica empregada nos estudos de qualidade de água dos cinco barramentos propostos no rio Parnaíba, conforme detalhes e resultados apresentados a seguir.

## **Resultados**

83. Os resultados das avaliações dos cinco empreendimentos apresentados no EIA são enfáticos em destacar que, dada a extensão e a complexidade do problema, os resultados limitam-se a uma antevisão aproximada das condições de qualidade da água que poderão ocorrer com o enchimento dos reservatórios. Assim o próprio EIA recomenda aprofundar a análise realizada, observando os procedimentos abaixo:

- Realização de novas campanhas de amostragem de qualidade da água que deverão ser realizadas em épocas distintas do ano, de forma a permitir uma correlação com o regime sazonal de vazões;
- Realização de inventário da vegetação residente na área do reservatório, detalhando por tipologia vegetal, as quantidades participativas dos substratos representativos das folhas, cascas, galhos, serapilheira, além da matéria orgânica presente na camada superficial do solo, retratando dessa forma as especificidades da região;
- Realização de bioensaio em laboratório, considerando os substratos vegetais residentes na área do reservatório para auxiliar na determinação das constantes das equações cinéticas relativas ao processo de biodegradação da fitomassa afogada; e
- Aprimoramento dos estudos de modelagem matemática da qualidade da água, considerando-se a atualização dos parâmetros de entrada e a formalização de novos cenários de enchimento, que deverão contemplar outras datas de início do enchimento dos reservatórios, conjugados com outros tempos de enchimento, com vistas a se adequar aos aspectos relacionados ao resgate da fauna residente e ao cronograma de implantação do empreendimento.

84. Outra constatação destacada para os cinco barramentos trata dos processos de eutrofização dos braços, que deverão ser controlados na origem, com a implementação de ações para evitar as afluições de fontes poluidoras, além de conter os aportes de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.

85. A seguir, destacam-se alguns resultados específicos de cada reservatório.

### **Reservatório da UHE Ribeiro Gonçalves**

86. O reservatório do AHE Ribeiro Gonçalves será formado em trecho do rio Parnaíba, com cerca de 180 km de extensão, entre os municípios de Ribeiro Gonçalves (PI), Santa Filomena (PI), Loreto (MA), Sambaíba (MA) e Tasso Fragoso (MA).

87. O reservatório a ser formado, no nível d'água máximo normal, correspondente a elevação 243,00 m, terá um volume de 3.204 milhões de m<sup>3</sup> e uma área inundada de aproximadamente 238 km<sup>2</sup>.

88. O tempo médio de retenção hidráulica do lago de Ribeiro Gonçalves será da ordem de 172 dias. Em geral, os processos de exportação de nutrientes e de renovação da massa d'água serão mais favorecidos no período compreendido entre os meses de novembro a abril, quando o tempo médio de residência será de 137 dias.

89. Durante os estudos para elaboração do EIA/RIMA do empreendimento, foram coletados dados primários, nos meses de abril e julho de 2005, em duas estações localizadas no rio Parnaíba, na área de influência do AHE Ribeiro Gonçalves, sendo uma a montante do Barramento, em Tasso Fragoso-MA, e outra, a jusante, em Ribeiro Gonçalves-PI.

90. Esses dados mostram que a concentração de oxigênio dissolvido, medida à superfície, apresentou valores elevados em ambas as estações e períodos amostrados, variando entre 9,1 e 11,0 mg/L (108 a 130% de saturação), se comparados aos limites estabelecidos pela Resolução N° 357/2005 do CONAMA, referentes a águas da classe II (5mg/L).

91. Os nutrientes nitrogenados – nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato – apresentaram concentrações relativamente baixas, inferiores aos limites máximos recomendados pelo CONAMA. Os valores de ortofosfato também foram baixos (inferiores a 0,004mg/L), enquanto a concentração de fósforo total, cujo valor máximo admissível é de 100 µg/L para ambientes lóticos, apresentou valores médios entre as duas estações de, respectivamente, 130 e 330µg/L.

92. Esses valores foram interpretados como reflexos da quantidade de material orgânico particulado presente nas coletas, além da provável contribuição orgânica das cidades localizadas na área de influência das estações - Tasso Fragoso e Benedito Leite.

93. Destaca-se, ainda, que as maiores concentrações dos parâmetros avaliados ocorreram em circunstâncias de menores vazões, no mês de julho.

94. O futuro reservatório de Ribeiro Gonçalves foi dividido em 14 segmentos para realização da simulação de qualidade de água.

95. A simulação considerou um período de 360 dias, iniciando com o fechamento do reservatório, no mês de setembro. Nessa condição, a previsão para enchimento do reservatório é de 208 dias, segundo o EIA. Assim, a simulação compreendeu os períodos de enchimento e pós-enchimento do reservatório.

96. Nas avaliações realizadas, considerou-se as vazões médias mensais de longo período afluente ao local do eixo de Ribeiro Gonçalves e a manutenção de uma vazão mínima a jusante de 58 m<sup>3</sup>/s, valor que corresponde a 50% da vazão mínima caracterizada pela Q7,10.

97. Nos resultados da simulação do cenário 1, aquele que desconsidera a implementação de ações de desmatamento e limpeza da área de inundação, observou-se, em 8 das 14 partições do reservatório, concentrações de oxigênio dissolvido inferiores a 4 mg/l.

98. A avaliação do cenário 2 indicou a necessidade de ações de desmatamento e limpeza do reservatório nos compartimentos abrangidos pelos segmentos de 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07 e 09, perfazendo uma área de 107,51 km<sup>2</sup>, em torno de 45% da área do reservatório.

#### **Reservatório da UHE Uruçuí**

99. A barragem do AHE Uruçuí será construída no Rio Parnaíba, em áreas dos municípios de Uruçuí, no Piauí, e Benedito Leite, no Maranhão. A barragem será de terra compactada, com 1010m de comprimento e 41,2 m de altura, formando um reservatório com superfície de 278,8 km<sup>2</sup> (27.880 hectares) e volume de armazenamento de 3.081 milhões de metros cúbicos.

100. No reservatório da AHE Uruçuí, o tempo médio de retenção hidráulica será da ordem de 81 dias, condição de ecossistemas intermediários entre rio e lago.
101. Os meses de dezembro a maio favorecerão os processos de exportação de nutrientes e de renovação da massa d'água, períodos em que os tempos médios de residência serão de 61 dias.
102. Os dados primários que definiram as condições de contorno das variáveis bioquímicas das campanhas de amostragem do EIA/RIMA são de seis estações localizadas na área de influência do aproveitamento, sendo duas delas localizadas no rio Balsas e as demais no rio Parnaíba.
103. Os trechos dos rios Parnaíba e Balsas, localizados na área de influência direta do AHE Uruçuí estão inseridos imediatamente a montante do reservatório de Boa Esperança. Assim sendo, as características limnológicas deste trecho do rio influenciam as características do trecho inicial desse reservatório. Tal fato pode ser evidenciado pelos valores mais elevados de turbidez, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais e nutrientes registrados nos dois rios em relação ao reservatório. Por este motivo, a porção inicial do reservatório de Boa Esperança, a jusante da futura UHE Uruçuí, apresenta características predominantemente mesotróficas (FADURPE, 2006).
104. O oxigênio dissolvido apresentou concentrações elevadas em todas as estações nos dois períodos amostrados, variando entre 6,17 e 11,0 mg/L.
105. Registrou-se, ainda, uma diminuição da concentração de oxigênio desde a montante para jusante, entre 10 e 7 mg/L, possivelmente relacionada à redução da velocidade da água e aumento das contribuições orgânicas para a calha do rio ao longo do trecho. Os valores também foram comparativamente mais elevados em abril/2005, devido a variações sazonais de temperatura e precipitação.
106. Os nutrientes nitrogenados (nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato) e fosfatados (ortofosfato e fosfato total) apresentaram concentrações relativamente baixas, inferiores aos limites máximos recomendados pela Resolução N° 357/2005 do CONAMA. No entanto, o fósforo total, cujo valor máximo admissível para rios é de 100 µg/L, apresentou valores médios acima de 110µg/L em todas as estações, tendo atingido 405µg/L em estação do rio Parnaíba.
107. No processo de segmentação, o reservatório foi dividido em 15 parcelas, sendo 7 na calha do rio Parnaíba, 6 no rio Balsas e 2 no braço do rio Uruçuí Preto.
108. Nas avaliações foram consideradas as vazões médias mensais de longo período afluente ao local do eixo de Uruçuí e a manutenção, para jusante, da vazão sanitária de 115 m<sup>3</sup>/s, a qual corresponde a 50% da vazão mínima Q<sub>7,10</sub>.
109. Os cenários simulados compreenderem 300 dias, intervalo que abrange os períodos de enchimento e pós-enchimento do reservatório, adotando janeiro como mês de início do enchimento e 68 dias para completar o volume correspondente ao nível d'água máximo normal do reservatório, conforme o EIA.
110. No primeiro cenário verificaram-se concentrações mais elevadas de oxigênio dissolvido nos segmentos de montante dos rios Parnaíba (segmentos 07, 08 e 09) e Balsas (segmentos 14 e 15), onde a previsão é superior à 4 mg/L.

111. De montante para jusante, as concentrações de oxigênio dissolvido são decrescentes, apresentando taxas de oxigênio dissolvido inferiores a 4 mg/L em dez dos quinze compartimentos considerados na simulação. Condições mais críticas de qualidade da água são observadas nos trechos de jusante do rio Balsas, especialmente no segmento 01, seção mais próximo ao eixo da barragem, onde observa-se valores de OD inferiores a 1 mg/L.

112. As simulações do cenário 2 indicam a necessidade de um percentual médio de desmatamento da ordem de 47 % da área ocupada pelos diversos substratos vegetais, o que equivale a uma superfície de 10.954,8 ha. As maiores intervenções deverão ser direcionadas nos braços do rio Balsas e rio Uruçuí Preto.

### **Reservatório da UHE Cachoeira**

113. A barragem do AHE Cachoeira, a ser construída no Rio Parnaíba, imediatamente após a foz do riacho Grande e antes do riacho Sucuruju, terá uma superfície de 42,1km<sup>2</sup> (4.210 hectares), um volume armazenado de 39 milhões de metros cúbicos e estará inserida nos municípios de Barão de Grajaú e São João dos Patos, no Maranhão, e Floriano, Jerumenha e Guadalupe, no Piauí.

114. No reservatório da AHE Cachoeira, o tempo médio de retenção hidráulica será de 6 dias, classificando-se como ecossistema com comportamento similar ao dos rios. Em geral, os processos de exportação de nutrientes e de renovação da massa d'água serão mais favorecidos nos meses de dezembro a maio, com tempos médios de residência 4 dias, conforme o EIA.

115. Foram coletados dados primários, em abril e julho de 2005, em cinco estações localizadas no rio Parnaíba e em dois de seus tributários da margem direita – riacho da Prata e rio Gurguéia.

116. Os dados relativos às estações dos tributários do rio Parnaíba (riacho da Prata e rio Gurguéia) evidenciam valores mais elevados que aqueles registrados no rio Parnaíba, para a maioria das variáveis analisadas.

117. O trecho do rio Parnaíba, localizado na área de influência direta do AHE Cachoeira, insere-se a jusante do reservatório de Boa Esperança. Deste modo, as características limnológicas deste trecho do rio diferem daquelas observadas a montante do reservatório, refletindo as modificações das variáveis físicas e químicas da água do rio Parnaíba, ao longo desse reservatório. Tal fato pode ser evidenciado pela redução dos níveis de turbidez, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais e nutrientes, além do aumento do pH e da transparência da água ao longo do reservatório.

118. Assim, a porção final do reservatório de Boa Esperança, a montante da UHE de Cachoeira, apresenta características predominantemente oligotróficas.

119. A concentração de oxigênio dissolvido apresentou valores inferiores a 5mg/L em alguns pontos, sobretudo em abril/2005, com valores predominantemente mais elevados em todas as estações, no mês de julho/2005.

120. Os nutrientes nitrogenados apresentaram concentrações relativamente baixas, inferiores aos limites máximos recomendados pela Resolução N° 357/2005 do CONAMA, para águas da Classe II. No entanto, o fósforo total, cujo valor máximo admissível é de 100 µg/L,

apresentou valores acima de 240 µg/L nas estações localizadas no rio Parnaíba, a montante da cidade de Floriano (PI).

121. O reservatório foi dividido em 11 segmentos para realizar a simulação matemática, sendo 8 na calha do rio Parnaíba e 3 em braços remansados.

122. As simulações iniciaram no mês de setembro, com o início do fechamento do reservatório, e compreenderam um período de 300 dias, abrangendo fases de enchimento e pós-enchimento do reservatório.

123. No período de enchimento, estimado em 21 dias no EIA, manteve-se constante a liberação da vazão sanitária de 133 m<sup>3</sup>/s, que corresponde a 50% da Q<sub>7,10</sub>.

124. Nas avaliações foram consideradas as vazões médias mensais de longo período afluente ao local do eixo de Cachoeira e, na fase operativa, o nível d'água foi mantido constante, ou seja, com descarga para jusante da vazão total afluente ao eixo de Cachoeira.

125. Os resultados do cenário 1 nos segmentos 01 a 03, situados mais próximos do local do eixo, indicaram a ocorrência de concentrações abaixo de 4mg/L.

126. Os resultados sugerem possível ocorrência de um gradiente longitudinal, sendo que os segmentos mais a montante possuem condições mais favoráveis de recuperação dos níveis de OD.

127. Apesar da ocorrência de baixas taxas de oxigênio dissolvido, observa-se uma recuperação deste parâmetro, ao patamar de 4 mg/L, num tempo aproximado de 74 dias, para o segmento mais crítico. Nesse compartimento, verifica-se um elevado tempo de residência, resultado de sua localização adjacente ao eixo da barragem o que propicia um extenso remanso adentrando neste braço do reservatório. Em outros segmentos, as recuperações de OD são esperadas em 11 a 25 dias.

128. As simulações do cenário 2 indicam a necessidade de ações de desmatamento e limpeza do reservatório nos compartimentos abrangidos pelos segmentos 01, 02 e 03, que perfaz uma área de 1.853,9 ha dos 4.210 ha da área do reservatório (44 %).

### **Reservatório da UHE Estreito**

129. A barragem do AHE Estreito será construída no rio Parnaíba, nos municípios de Amarante (PI) e São Francisco do Maranhão (MA). A barragem será de terra compactada, com 850m de comprimento e 20m de altura, formando um reservatório com superfície de 66,3km<sup>2</sup> (6.630 hectares) e um volume armazenado de 308 milhões de metros cúbicos.

130. O tempo médio de retenção hidráulica desse reservatório será de 7 dias segundo o EIA, o que produzirá um comportamento de escoamento similar ao de rios. Nos meses de dezembro a maio, o tempo médio de residência será de 5 dias, tornando mais efetivos os processos de exportação de nutrientes e de renovação da massa d'água.

131. Os dados primários são oriundos das duas campanhas de amostragem (abril e julho de 2005) realizadas em cinco estações, localizadas duas no rio Parnaíba e as demais em três tributários da margem direita (rios Itaueira, Paracatí e Caldeirão).



132. Esses dados mostraram que a concentração de oxigênio dissolvido foi inferior a 5mg/L na estação do rio Parnaíba, a jusante de Floriano, na campanha de abril, provavelmente devido ao aporte de material orgânico carregado da área urbana, durante o período de maior precipitação, uma vez que em julho/2005, a concentração neste local foi mais elevada (7,24mg/L).

133. A concentração de fósforo total novamente esteve acima do valor máximo admissível (100 µg/L), segundo padrões estabelecidos pelo CONAMA para ambientes lóticos, com valores variando entre 150µg/L e 296µg/L, em abril/2005 e julho/2005, respectivamente. Conforme já ressaltado, tais níveis podem ser atribuídos à provável contribuição de esgotos domésticos.

134. No processo de segmentação, o reservatório foi dividido em 10 compartimentos representativos do rio Parnaíba.

135. Nas simulações, considerou-se as vazões médias mensais de longo período afluente ao local do eixo de Estreito e a manutenção, para jusante, da vazão sanitária de 144 m<sup>3</sup>/s, que corresponde a 50% da vazão mínima Q<sub>7,10</sub>.

136. Os cenários simulados compreenderam períodos de 300 dias, abrangendo fases de enchimento e pós-enchimento do reservatório, considerando um período estimado de enchimento de 30 dias, com início no mês de setembro.

137. Na simulação do cenário 1, observou-se uma ocorrência de baixas taxas de oxigênio dissolvido, especialmente nos segmentos de 01 a 05, mas com rápida recuperação deste parâmetro, ao patamar de 4 mg/L, em um tempo aproximado de 32 dias.

138. No segundo cenário, as simulações indicaram a necessidade de ações de desmatamento e limpeza do reservatório nos compartimentos abrangidos pelos segmentos de 01 a 07, perfazendo uma área de 3111,1 ha, em torno de 47% da área do reservatório.

#### **Reservatório da UHE Castelhana**

139. A barragem do AHE Castelhana, a ser construída na calha do Rio Parnaíba, nos municípios de Palmeirais (PI) e Parnarama (MA), será de terra compactada, com 445m de comprimento e 19 m de altura máxima, formando um lago com superfície de 76,6 km<sup>2</sup> (7.660 hectares) e volume de armazenamento de 444 milhões de metros cúbicos.

140. No reservatório do AHE Castelhana, o tempo médio de retenção hidráulica será de 10 dias segundo o EIA, o que representa um escoamento similar ao de rios. Em geral, os processos de exportação de nutrientes e de renovação da massa d'água serão mais favorecidos no período entre os meses de dezembro a maio, com tempos médios de residência de 7 dias.

141. Os dados primários, utilizados na definição das condições de contorno foram coletados em abril e julho de 2005, em onze estações de amostragem inseridas na área de influência do AHE Castelhana, sendo quatro delas localizadas no rio Parnaíba e seis em tributários de sua margem direita: rio Canindé, riacho Riachão, riacho Fundo, riacho Corrente e riacho dos Negros, além de uma em área alagada.

142. Nessas campanhas, a concentração de oxigênio dissolvido apresentou valores inferiores a 5 mg/L em abril/2005, nas estações localizadas no rio Parnaíba, cujo valor médio neste mês, de 5,20 mg/L, foi inferior à média em julho (7,17 mg/L). Nos tributários, a

concentração média em abril/2005 também foi superior à de julho/2005, 4,68 e 6,74 mg/L, respectivamente.

143. Os nutrientes nitrogenados e fosfatados apresentaram concentrações relativamente baixas, inferiores aos limites máximos recomendados, em Resolução, pelo CONAMA. Como os resultados dos outros aproveitamentos, a concentração de fósforo total, cujo valor máximo admissível é de 100 µg/L para rios, apresentou valores médios, nas estações do rio Parnaíba, de 152 µg/L e 242 µg/L, em abril e julho/2005, respectivamente.

144. No processo de segmentação, o reservatório foi dividido em 9 parcelas do rio Parnaíba, e as simulações compreenderam um período de 300 dias, abrangendo fases de enchimento e pós-enchimento do reservatório, com início no mês previsto para fechamento do reservatório, junho, segundo o EIA.

145. No período de enchimento, estimado em 19 dias, manteve-se constante a liberação da vazão sanitária de 104 m<sup>3</sup>/s, representada por 50% da Q<sub>7,10</sub>, até o reservatório atingir a cota correspondente ao nível d'água máximo normal de 86,00 m. Durante a fase de operação, o nível d'água foi mantido constante, ou seja, foi descarregada para jusante a vazão total afluyente ao eixo de Castelhana.

146. Na simulação do cenário 1, observou-se ocorrência de baixas taxas de oxigênio dissolvido, nos segmentos de 01 a 05, as quais rapidamente se recuperaram, atingindo patamares de 4 mg/L, em um tempo aproximado de 21 dias.

147. Para o cenário 2, os resultados das simulações indicam a necessidade de ações de desmatamento e limpeza do reservatório nos compartimentos abrangidos pelos segmentos de 01 a 04, num total de 17% da área do reservatório, ou seja, 1.337,6 ha.

#### **Análise das Conclusões Apresentadas**

148. Diante dos resultados apresentados e da própria conclusão do EIA em relação aos estudos de qualidade da água, que qualifica as análises realizadas como preliminares, conclui-se que as informações não permitem mensurar, de forma mais precisa, as alterações sobre a qualidade de água a serem geradas com a formação dos cinco barramentos propostos para o rio Parnaíba, dificultando, assim, a identificação dos possíveis impactos que o ecossistema aquático e a população regional serão submetidos, bem como as medidas adequadas de contenção e mitigação.

149. Entre as principais deficiências dos estudos apresentados, destaca-se a insuficiência dos dados utilizados na caracterização das condições de contorno, informações que visam inserir os efeitos dos usos de água e da dinâmicas de ocupação da bacia na modelagem. Os dados de monitoramento foram oriundos de apenas duas campanhas pontuais e instantâneas de amostragem, realizadas em julho e abril, em 2005.

150. Entende-se que esses dados não podem caracterizar o comportamento médio dos parâmetros de qualidade de água, sobretudo porque estão sujeitos às interferências de variações sazonais de precipitação/escoamento e dos diversos usos de água e solo da bacia, necessitando, portanto, de novas campanhas de monitoramento de qualidade de água, conforme recomendado no próprio estudo.

151. Outra falha grave do estudo foi a ausência de análise de cenários para considerar a evolução do processo de uso e ocupação na bacia, a partir de projeções de crescimento

populacional e dos usos, principalmente abastecimento humano, esgotamento sanitário e atividades agrícolas. Dessa forma, os cenários avaliados limitam-se às situações atuais, sem nenhuma indicação das condições de qualidade de água ao longo da vida útil dos reservatórios, as quais tendem a piorar, caso o aporte de cargas orgânicas e de nutrientes não seja controlado.

152. Sobre esse tema, verifica-se ainda a ausência de informações que relacionem as condições de qualidade com as possíveis fontes poluidoras, que, por conseguinte, não permitiram a consideração nas simulações realizadas de cenários com e sem ações de controle, de modo a identificar as intervenções necessárias para melhorar as condições qualitativas das águas dos futuros reservatórios, como por exemplo, por meio da implementação de sistemas de tratamento de esgoto.

153. Nesse sentido, o estudo limitou-se em indicar, de forma geral, a destinação inadequada de esgotos domésticos e lixo como os principais responsáveis pela deterioração da qualidade de água da bacia. Sobre essa problemática, os estudos ambientais também foram bastante simplistas, pois destacaram a necessidade de medidas de saneamento integrado, incluindo o fechamento de lixões e o controle do lançamento de esgotos domésticos nas cidades localizadas na área de drenagem da barragem, como medida para diminuir a contaminação. Contudo, as efetivas medidas não foram identificadas e, tão pouco, proposto um programa específico para tratar dessas ações.

154. Ainda como limitações, têm-se as restritas informações resultantes da modelagem matemática realizada, as quais focaram apenas nos parâmetros de OD e DBO, sem mostrar as concentrações estimadas de nutrientes (fósforo e nitrogênio), notadamente porque os índices atuais de fósforo na calha do rio Parnaíba, conforme monitoramento realizado, já são superiores aos recomendados pela legislação pertinente para rios, lembrando que esses limites são mais restritivos para ambientes lênticos. Destaca-se que, conforme Resolução ANA nº 219/2005, os parâmetros de qualidade da água que devem ser analisados para fins de outorga são temperatura, DBO e, em locais sujeitos à eutrofização (reservatórios), Fósforo ou Nitrogênio.

155. Outra verificação prejudicada pelo reduzido número de resultados apresentados do processo de modelagem foi a avaliação do índice de estado trófico dos reservatórios, uma vez que não foram apresentadas as concentrações esperadas de nutrientes, conforme mencionado anteriormente, tampouco dados sobre os riscos de estratificação térmica e química dos reservatórios.

156. Tendo em vista a existência do reservatório de Boa Esperança, barragem em operação desde a década de 70, no rio Parnaíba, entre os reservatórios em estudo, e a similaridade hidráulica (área, volume e profundidade) desse lago com o de Ribeiro Gonçalves, maior barramento proposto, o histórico dos dados de monitoramento e o acompanhamento do nível trófico desse reservatório são referências importantes para considerar nas avaliações dos riscos de eutrofização dos novos reservatórios.

157. Por último, destaca-se que as características do reservatório da UHE Ribeiro Gonçalves são as mais preocupantes em relação ao risco de eutrofização, devido ao seu grande volume, baixa afluência de vazões e o conseqüente alto tempo de retenção hidráulica. Assim, sugere-se estudo de modelagem hidrodinâmica ambiental, a ser detalhado pela ANA, como condicionante para conversão da DRDH em outorga, sem prejuízo dos demais estudos e aprofundamentos propostos no EIA em relação à modelagem de qualidade da água. Esta modelagem poderá indicar as medidas a serem tomadas para evitar ou minimizar a eutrofização, como níveis mínimos de tratamento de esgotos, além de sinalizar os locais onde poderão ser implantados outros usos da água, como a aqüicultura. Neste sentido, destaca-se que a

caracterização do potencial de uso do reservatório para outros usos da água é um dos itens previstos no manual de DRDH e que não foi contemplado nos estudos apresentados á ANA.

158. Pretende-se com essa modelagem hidrodinâmica ambiental caracterizar os perfis de velocidades e elevações no reservatório e permitir a simulação da qualidade de água englobando a sinergia dos seguintes poluentes constituintes do ciclo do fósforo: temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo orgânico, fósforo inorgânico, nitrogênio orgânico, amônio, nitrato, clorofila e biomassa de fitoplâncton.

159. Por fim, as conclusões apresentadas mostram a necessidade, para todos os reservatórios, de aprofundamento e detalhamento dos estudos de simulação de qualidade de água e dos programas de mitigação e controle dos efeitos e impactos desses barramentos para melhor avaliar a qualidade de água dos futuros reservatórios, além de promover uma gestão mais precisa dos recursos hídricos na área de influência dos empreendimentos em análise. Esta conclusão também foi destacada no EIA, que prevê um detalhamento da modelagem da qualidade da água nas fases seguintes dos estudos.

### **Condicionantes para Conversão da DRDH em outorga**

160. Nesse item são apresentadas recomendações de estudos complementares a serem impostos como condicionantes para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos.

161. Aprofundar e detalhar a modelagem matemática da qualidade de água dos reservatórios, observando:

- O melhoramento da caracterização das condições de contorno das variáveis bioquímicas, a partir da ampliação do número de amostragem de qualidade de água, incluindo dados secundários e resultados de novas campanhas de monitoramento que deverão ser realizadas, minimamente, em três meses representativos de cada período (estiagem e cheia).
- Realizar estudo de caracterização das fontes de aporte de cargas orgânicas e de nutrientes de cada reservatório, pontuais e difusas, incluindo projeções de crescimento das atividades identificadas, para o tempo de vida útil dos barramentos, em intervalos de dez anos;
- Realizar inventário da vegetação da área de inundação dos reservatórios e estudos em laboratório sobre a dinâmica de decomposição dos substratos identificados e relacionar esses efeitos sobre a qualidade da água dos futuros lagos, permitindo a avaliação de cenários de percentuais de áreas a serem desmatadas, anteriormente ao enchimento dos reservatórios.
- Simular a qualidade de água dos reservatórios considerando as projeções de crescimento das atividades poluidoras, conforme item anterior, e cenários de abatimento das cargas orgânicas e de nutrientes. Essas avaliações deverão se ajustar às regras e cronogramas de enchimento dos reservatórios;
- Detalhar os resultados das simulações para, pelo menos, os parâmetros de OD, DBO, Fósforo e Índice de Estado Trófico;
- Atualizar os índices de desmatamento e limpeza dos reservatórios, conforme novas condições de contorno simuladas;

162. Apresentar estudo de modelagem hidrodinâmica ambiental do reservatório de Ribeiro Gonçalves, a partir de simulações do transporte e reações cinéticas dos poluentes intervenientes no ciclo do fósforo, considerando-se dados hidrodinâmicos, em escalas compatíveis com tais fenômenos, e medições de forçantes hidrodinâmicos do sistema, como os

perfis topobatimétricos, além de dados de vazão e ventos, conforme especificações a serem requeridas junto à SOF/ANA;

163. Apresentar histórico de monitoramento da qualidade de água do reservatório de Boa Esperança, incluindo análises atuais do Índice de Estado Trófico;

164. Apresentar programa específico de saneamento integrado, incluindo realocação e melhoria dos sistemas de esgotamento sanitário para equacionar os problemas de qualidade de água provocados pela disposição inadequada de lixo e lançamentos in natura de esgotos domésticos dos municípios da área de influência dos reservatórios, observando os cenários de abatimento de cargas simulados e as respectivas medidas de controle e intervenção;

165. Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para os reservatórios, no âmbito dos programas ambientais dos empreendimentos;

166. Detalhar os seguintes Programas Ambientais indicados nos EIAs/RIMAs dos empreendimentos: Programa de Uso de Conservação de Entorno do Reservatório, Programa de Monitoramento da Água, Programa de Monitoramento de Plâncton, Zooplâncton e Macrófitas Aquáticas.

## SEDIMENTOS, ASSOREAMENTO E VIDA ÚTIL DOS RESERVATÓRIOS

### UHE Cachoeira

167. Os dados utilizados foram os da estação sedimentométrica Barão de Grajaú (34311000), operada pela ANA no rio Parnaíba em seção com área de drenagem de 140.240 km<sup>2</sup> e 45 medições de descarga sólida (de 1992 a 2003). Também foram utilizadas 15 medições de descarga sólida realizadas durante os estudos de inventário e de viabilidade, em local denominado PB-FDS-04. O Hidro apresenta uma medição de descarga sólida realizada na estação Barão de Grajaú em outubro de 2006 que não foi utilizada nos estudos de viabilidade, que são anteriores a esta data.

168. Inicialmente, foi ajustada uma curva-chave de sedimentos, utilizando-se dados de descarga líquida da estação. O ajuste foi realizado em dois tramos, um para descargas líquidas específicas inferiores a 0,003534 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> e outro para vazões específicas superiores a este valor. A Tabela 16 apresenta os resultados:

**TABELA 16 – CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS DA ESTAÇÃO BARÃO DE GRAJAÚ**

Estação Fluviométrica	1 EQUAÇÃO	Validade
Barão de Grajaú	$Q_{sólida} = 3.2 \times 10^{12} \times Q_{líquida}^{5.83730}$	$Q_{líquida} \leq 0,003534$
PB-FDS-04	$Q_{sólida} = 50000 \times Q_{líquida}^{2,65330}$	$Q_{líquida} > 0,003534$

169. 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 ao eixo do aproveitamento Cachoeira, definida para o período de 1931 a 2005. Como a curva-chave de sedimentos apresenta uma regressão em que, para o cálculo da descarga sólida, as descargas líquidas são elevadas à potência 5,8373 (para baixas vazões) e 2,6533 (para altas vazões), a utilização de vazões médias mensais ao invés de vazões diárias pode subestimar as descargas sólidas, em que

pese o fato de que a área da bacia no ponto do aproveitamento é grande, o que pode minimizar este problema.

170. A descarga sólida total foi obtida a partir da descarga sólida em suspensão, majorando-a em 20%, arbitrado com sendo o percentual de descarga de arraste. A descarga sólida total média anual resultou em 1.472.732 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 10,5 ton/km<sup>2</sup>/ano.

171. Assim, a ANA recomendou ao projetista que fossem calculadas as descargas sólidas utilizando vazões diárias observadas nas estações fluviométricas existentes, comparando os resultados com a estimativa realizada com vazões médias mensais. Em atendimento à solicitação da ANA, foram encaminhados novos estudos, desta vez aplicando a curva-chave de sedimentos às vazões diárias. A descarga sólida total média anual aumentou para 1.613.118 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 11,5 ton/km<sup>2</sup>/ano.

172. Para transformar a descarga sólida total afluyente ao reservatório para volume de sedimentos total afluyente ao reservatório, foi estimado peso específico médio dos sedimentos pelo método de Lane e Koelzer, resultando num peso específico de 1,554 t/m<sup>3</sup>, num horizonte de 100 anos em que o sedimento ficaria submerso no reservatório.

173. Para estimar a retenção de sedimentos no reservatório, foi utilizada a curva de Brune, em que, para a relação capacidade / vol. afluyente anual de 0,015, foi encontrada uma eficiência de retenção de 58%. Os estudos apresentados ainda adotaram as seguintes premissas:

- toda a descarga sólida de arraste (268.853 ton/ano) ficaria retida no reservatório,
- a descarga sólida em suspensão (1.344.265 ton/ano) dobraria durante a vida útil do empreendimento, por conta de alterações no uso do solo da bacia, e nesta descarga em suspensão majorada por dois é que seria aplicada a eficiência de retenção de 58%.

174. As premissas adotadas foram conservadoras e são consideradas adequadas.

175. Os resultados apresentados indicam que os sedimentos atingiriam o NA max normal do reservatório em 175 anos, e que, após 100 anos, 57% da capacidade total do reservatório estaria preenchida com sedimentos.

176. O estudo ainda afirma que “A disposição do arranjo das estruturas hidráulicas, com a soleira da tomada d’água e o canal de entrada (em caixa) situados em cota abaixo do fundo do rio, faz com que parte dos sedimentos acumulados nessa caixa seja transportada pelas unidades geradoras. No entanto, a maior parte dos sedimentos que atinge a região da barragem, em particular o canal de aproximação, será transportada através das comportas do vertedouro; uma vez que é no período de cheias que ocorrem os maiores arrastes e transportes de sedimentos”.

177. No entanto, recomenda-se para a fase de Projeto Básico, que seja avaliado o tempo em que os sedimentos atingirão a cota da soleira da tomada d’água do circuito de geração.

#### **UHE Castelhana**

178. Os dados utilizados foram os da estação sedimentométrica Teresina (34690000), operada pela ANA no rio Parnaíba em seção com área de drenagem de 240.375 km<sup>2</sup> e 43 medições de descarga sólida (de 1992 a 2003). Também foram utilizadas 21 medições de descarga sólida realizadas durante os estudos de inventário e de viabilidade, pela CHESF (15 medições) e CNEC (6 medições), no local denominado Castelhana, no período de 2001 a 2005.

O Hidro apresenta uma medição de descarga sólida realizada na estação Barão de Grajaú em setembro de 2006 que não foi utilizada nos estudos de viabilidade, que são anteriores a esta data.

179. Inicialmente, foi ajustada uma curva-chave de sedimentos, utilizando-se dados de descarga líquida da estação. A Tabela 17 apresenta o resultado do ajuste.

**TABELA 17 – CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS DAS ESTAÇÕES TERESINA E CASTELHANO**

Estação Fluviométrica	2 EQUAÇÃO
Teresina	$Q_{\text{sólida}} = 272420 \times Q_{\text{líquida}}^{2,7071}$
Castelhano	

180. 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 ao eixo do aproveitamento Cachoeira, definida para o período de 1931 a 2005. Como a curva-chave de sedimentos apresenta uma regressão em que, para o cálculo da descarga sólida, as descargas líquidas são elevadas à potência 2,7071, a utilização de vazões médias mensais ao invés de vazões diárias pode subestimar as descargas sólidas, em que pese o fato de que a área da bacia no ponto do aproveitamento é grande, o que pode minimizar este problema.

181. A descarga sólida total foi obtida a partir da descarga sólida em suspensão, aplicando-se um fator de correção de 20%, arbitrado com sendo a descarga de arraste. A descarga sólida total média anual resultou em 4.561.460 ton/ano, resultando em uma carga específica de 19,2 ton/km<sup>2</sup>.ano.

182. Assim, a ANA recomendou ao projetista que fossem calculadas as descargas sólidas utilizando vazões diárias observadas nas estações fluviométricas existentes, comparando os resultados com a estimativa realizada com vazões médias mensais. Em atendimento à solicitação da ANA, foram encaminhados novos estudos, desta vez aplicando a curva-chave de sedimentos às vazões diárias. A descarga sólida total média anual aumentou para 5.779.324 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 24,3 ton/km<sup>2</sup>/ano.

183. Para transformar a descarga sólida total afluente ao reservatório para volume de sedimentos total afluente ao reservatório, foi estimado peso específico médio dos sedimentos pelo método de Lane e Koelzer, resultando num peso específico de 1,554 t/m<sup>3</sup>, num horizonte de 100 anos em que o sedimento ficaria submerso no reservatório.

184. Para estimar a retenção de sedimentos no reservatório, foi utilizada a curva de Brune, em que, para a relação capacidade / vol. afluente anual de 0,025, foi encontrada uma eficiência de retenção de 65%. Os estudos apresentados ainda adotaram as seguintes premissas:

- toda a descarga sólida de arraste ( 963.221 ton/ano) ficaria retida no reservatório,
- a descarga sólida em suspensão (4.816.103 ton/ano) dobraria durante a vida útil do empreendimento, por conta de alterações no uso do solo da bacia, e nesta descarga em suspensão majorada por dois é que seria aplicada a eficiência de retenção de 65%.

185. As premissas adotadas foram conservadoras e são consideradas adequadas.

186. Os resultados apresentados indicam que os sedimentos atingiriam o NA max normal do reservatório em 84 anos, e que, após 100 anos, 100% da capacidade total do reservatório estaria preenchida com sedimentos.

187. O estudo ainda afirma que “A disposição do arranjo das estruturas hidráulicas, com a soleira da tomada d’água e o canal de entrada (em caixa) situados em cota abaixo do fundo do rio, faz com que parte dos sedimentos acumulados nessa caixa seja transportada pelas unidades geradoras. No entanto, a maior parte dos sedimentos que atinge a região da barragem, em particular o canal de aproximação, será transportada através das comportas do vertedouro; uma vez que é no período de cheias que ocorrem os maiores arrastes e transportes de sedimentos”.

188. No entanto, recomenda-se para a fase de Projeto Básico, que seja avaliado o tempo em que os sedimentos atingirão a cota da soleira da tomada d’água do circuito de geração.

#### UHE Estreito

189. Os dados utilizados foram os da estação sedimentométrica Barão de Grajaú (34311000), operada pela ANA no rio Parnaíba em seção com área de drenagem de 140.240 km<sup>2</sup> e 45 medições de descarga sólida (de 1992 a 2003). Também foram utilizadas 15 medições de descarga sólida realizadas durante os estudos de inventário e de viabilidade, em local denominado PB-FDS-05. O Hidro apresenta uma medição de descarga sólida realizada na estação Barão de Grajaú em outubro de 2006 que não foi utilizada nos estudos de viabilidade, que são anteriores a esta data.

190. Inicialmente, foi ajustada uma curva-chave de sedimentos, utilizando-se dados de descarga líquida da estação. O ajuste foi realizado em dois tramos, um para descargas líquidas específicas inferiores a 0,003534 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> e outro para vazões específicas superiores a este valor. A Tabela 18 apresenta os resultados:

**TABELA 18 – CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS DA ESTAÇÃO BARÃO DE GRAJAÚ**

Estação Fluviométrica	3 EQUAÇÃO	Validade
Barão de Grajaú	$Q_{sólida} = 3.2 \times 10^{12} \times Q_{líquida}^{5.83730}$	$Q_{líquida} \leq 0,003534$
PB-FDS-04	$Q_{sólida} = 50000 \times Q_{líquida}^{2,65330}$	$Q_{líquida} > 0,003534$

191. 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 ao eixo do aproveitamento Estreito, definida para o período de 1931 a 2004. Como a curva-chave de sedimentos apresenta uma regressão em que, para o cálculo da descarga sólida, as descargas líquidas são elevadas à potência 5,8373 (para baixas vazões) e 2,6533 (para altas vazões), a utilização de vazões médias mensais ao invés de vazões diárias pode subestimar as descargas sólidas, em que pese o fato de que a área da bacia no ponto do aproveitamento é grande, o que pode minimizar este problema.

192. A descarga sólida total foi obtida a partir da descarga sólida em suspensão, aplicando-se um fator de correção de 20%, arbitrado com sendo a descarga de arraste. A descarga sólida total média anual resultou em 1.343.170 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 8,7 ton/km<sup>2</sup>/ano.

193. Assim, a ANA recomendou ao projetista que fossem calculadas as descargas sólidas utilizando vazões diárias observadas nas estações fluviométricas existentes, comparando os resultados com a estimativa realizada com vazões médias mensais. Em atendimento à solicitação da ANA, foram encaminhados novos estudos, desta vez aplicando a curva-chave de sedimentos às vazões diárias. A descarga sólida total média anual aumentou para 1.763.750 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 11,5 ton/km<sup>2</sup>/ano.



194. Para transformar a descarga sólida total afluyente ao reservatório para volume de sedimentos total afluyente ao reservatório, foi estimado peso específico médio dos sedimentos pelo método de Lane e Koelzer, resultando num peso específico de 1,554 t/m<sup>3</sup>, num horizonte de 100 anos em que o sedimento ficaria submerso no reservatório.

195. Para estimar a retenção de sedimentos no reservatório, foi utilizada a curva de Brune, em que, para a relação capacidade / vol. afluyente anual de 0,02, foi encontrada uma eficiência de retenção de 60%. Os estudos apresentados ainda adotaram as seguintes premissas:

- toda a descarga sólida de arraste (293.958 ton/ano) ficaria retida no reservatório,
- a descarga sólida em suspensão (1.469.792 ton/ano) dobraria durante a vida útil do empreendimento, por conta de alterações no uso do solo da bacia, e nesta descarga em suspensão majorada por dois é que seria aplicada a eficiência de retenção de 60%.

196. As premissas adotadas foram conservadoras e são consideradas adequadas.

197. Os resultados apresentados indicam que os sedimentos atingiriam o NA max normal do reservatório em 204 anos, e que, após 100 anos, 49,1% da capacidade total do reservatório estaria preenchida com sedimentos.

198. O estudo ainda afirma que “A disposição do arranjo das estruturas hidráulicas, com a soleira da tomada d’água e o canal de entrada (em caixa) situados em cota abaixo do fundo do rio, faz com que parte dos sedimentos acumulados nessa caixa seja transportada pelas unidades geradoras. No entanto, a maior parte dos sedimentos que atinge a região da barragem, em particular o canal de aproximação, será transportada através das comportas do vertedouro; uma vez que é no período de cheias que ocorrem os maiores arrastes e transportes de sedimentos”.

199. No entanto, recomenda-se para a fase de Projeto Básico, que seja avaliado o tempo em que os sedimentos atingirão a cota da soleira da tomada d’água do circuito de geração.

#### UHE Ribeiro Gonçalves

200. Os dados utilizados foram os da estação sedimentométrica Ribeiro Gonçalves (34060000), operada pela ANA no rio Parnaíba em seção com área de drenagem de 32.912 km<sup>2</sup> e 44 medições de descarga sólida (de 1992 a 2003). Também foram utilizadas 21 medições de descarga sólida realizadas durante os estudos de inventário e de viabilidade, pela CHESF (15 medições) e CNEC (6 medições), nos locais denominados Tasso Fragoso (20.648 km<sup>2</sup>) e Ribeiro Gonçalves (32.673 km<sup>2</sup>), no período de 2001 a 2005. O Hidro apresenta uma medição de descarga sólida realizada na estação Ribeiro Gonçalves em outubro de 2006 que não foi utilizada nos estudos de viabilidade, que são anteriores a esta data.

201. Inicialmente, foi ajustada uma curva-chave de sedimentos, utilizando-se dados de descarga líquida da estação. O ajuste foi realizado em dois tramos, um para descargas líquidas específicas inferiores a 0,0053098 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> e outro para vazões específicas superiores a este valor. A Tabela 19 apresenta os resultados:

**TABELA 19 – CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS DAS ESTAÇÕES RIBEIRO GONÇALVES E TASSO FRAGOSO**

Estação Fluviométrica	4 EQUAÇÃO	Validade
Ribeiro Gonçalves	$Q_{sól} = 2,01 \times 10^{15} \times Q_{líq}^{7,37844}$	$Q_{líq} \leq 0,0053098$
Tasso Fragoso PB-FDS-01	$Q_{sól} = 7,07 \times 10^8 \times Q_{líq}^{4,54154}$	$Q_{líq} > 0,0053098$

202. 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 ao eixo do aproveitamento Ribeiro Gonçalves, definida para o período de 1931 a 2004. Como a curva-chave de sedimentos apresenta uma regressão em que, para o cálculo da descarga sólida, as descargas líquidas são elevadas à potência 7,37844 (para baixas vazões) e 4,54154 (para altas vazões), a utilização de vazões médias mensais ao invés de vazões diárias pode subestimar as descargas sólidas, em que pese o fato de que a área da bacia no ponto do aproveitamento é grande, o que pode minimizar este problema.

203. A descarga sólida total foi obtida a partir da descarga sólida em suspensão, aplicando-se um fator de correção de 20%, arbitrado com sendo a descarga de arraste. A descarga sólida total média anual resultou em 4.705.889 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 144 ton/km<sup>2</sup>/ano.

204. Assim, a ANA recomendou ao projetista que fossem calculadas as descargas sólidas utilizando vazões diárias observadas nas estações fluviométricas existentes, comparando os resultados com a estimativa realizada com vazões médias mensais. Em atendimento à solicitação da ANA, foram encaminhados novos estudos, desta vez aplicando a curva-chave de sedimentos às vazões diárias. A descarga sólida total média anual aumentou para 7.669.790 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 235 ton/km<sup>2</sup>/ano.

205. Para transformar a descarga sólida total afluente ao reservatório para volume de sedimentos total afluente ao reservatório, foi estimado peso específico médio dos sedimentos pelo método de Lane e Koelzer, resultando num peso específico de 1,554 t/m<sup>3</sup>, num horizonte de 100 anos em que o sedimento ficaria submerso no reservatório.

206. Para estimar a retenção de sedimentos no reservatório, foi utilizada a curva de Brune, em que, para a relação capacidade / vol. afluente anual de 0,468, foi encontrada uma eficiência de retenção de 97%. Os estudos apresentados ainda adotaram as seguintes premissas:

- toda a descarga sólida de arraste (784.315 ton/ano) ficaria retida no reservatório,
- a descarga sólida em suspensão (3.921.574 ton/ano) dobraria durante a vida útil do empreendimento, por conta de alterações no solo da bacia, e nesta descarga em suspensão majorada por dois é que seria aplicada a eficiência de retenção de 97%.

207. As premissas adotadas foram conservadoras e são consideradas adequadas.

208. Os resultados apresentados indicam que os sedimentos atingiriam o NA max normal do reservatório em 54 anos, e que, após 100 anos, 100% da capacidade total do reservatório estaria preenchida com sedimentos.

209. O estudo ainda afirma que “A disposição do arranjo das estruturas hidráulicas, com a soleira da tomada d’água e o canal de entrada (em caixa) situados em cota abaixo do fundo do rio, faz com que parte dos sedimentos acumulados nessa caixa seja transportada pelas unidades geradoras. No entanto, a maior parte dos sedimentos que atinge a região da barragem, em particular o canal de aproximação, será transportada através das comportas do vertedouro; uma vez que é no período de cheias que ocorrem os maiores arrastes e transportes de sedimentos”.

210. No entanto, recomenda-se para a fase de Projeto Básico, que seja avaliado o tempo em que os sedimentos atingirão a cota da soleira da tomada d’água do circuito de geração.

## UHE Uruçuí

211. Os dados utilizados foram os da estação sedimentométrica Ribeiro Gonçalves (34060000), operada pela ANA no rio Parnaíba em seção com área de drenagem de 32.912 km<sup>2</sup> e 44 medições de descarga sólida (de 1992 a 2003), da estação sedimentométrica São Félix de Balsas (34170000), operada pela ANA no rio das Balsas em seção com área de drenagem de 24.219 km<sup>2</sup> e 46 medições de descarga sólida (de 1992 a 2003) e da estação sedimentométrica Fazenda Bandeira (34090000), operada pela ANA no rio Uruçuí Preto em seção com área de drenagem de 15.543 km<sup>2</sup> e 46 medições de descarga sólida (de 1992 a 2003). Também foram utilizadas 36 medições de descarga sólida realizadas durante os estudos de inventário e de viabilidade, pela CHESF (30 medições) e CNEC (6 medições), nos locais denominados Sambaíba (19.686 km<sup>2</sup>), Uruçuí (área não informada) e Benedito Leite (área não informada), no período de 2001 a 2005. O Hidro apresenta medições de descarga sólida realizadas nas estações Ribeiro Gonçalves (em outubro de 2006), São Félix de Balsas (em julho de 2006) e Fazenda Bandeira (outubro de 2006), que não foram utilizadas nos estudos de viabilidade, que são anteriores a estas datas.

212. Inicialmente, foi ajustada uma curva-chave de sedimentos, utilizando-se dados de descarga líquida da estação. O ajuste foi realizado para cada rio (Parnaíba, das Balsas e Uruçuí Preto), sendo que para os rios Parnaíba e das Balsas o ajuste foi realizado em dois tramos (para vazões específicas altas e baixas). A Tabela 20 apresenta os resultados:

**TABELA 20 – CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS UTILIZADAS**

Estação Fluviométrica	Equações		
	5 TRECHO DE APLICAÇÃO	6 EQUAÇÃO	Validade
Ribeiro Gonçalves Tasso Fragoso PB-FDS-01	Rio Parnaíba	$Q_{sól} = 2,01 \times 10^{15} \times Q_{líq}^{7,37844}$	$Q_{líq} \leq 0,0053098$
		$Q_{sól} = 7,07 \times 10^8 \times Q_{líq}^{4,54154}$	$Q_{líq} > 0,0053098$
S. Félix de Balsas Sambaíba	Rio das Balsas	$Q_{sól} = 9 \times 10^{12} \times Q_{líq}^{6,4546}$	$Q_{líq} \leq 0,0045301$
		$Q_{sól} = 34,027 \times Q_{líq}^{2,86125}$	$Q_{líq} > 0,0045301$
Fazenda Bandeira	Rio Uruçuí Preto	$Q_{sól} = 19,986 \times Q_{líq}^{2,47067}$	

213. 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 ao eixo do aproveitamento Uruçuí, definida para o período de 1931 a 2004.

214. Foram utilizados os dados de descarga líquida disponíveis para os três rios (Parnaíba, das Balsas e Uruçuí), em um período coincidente de dados (1984 a 2002), para fazer uma partição das vazões médias mensais afluentes ao aproveitamento Uruçuí e desta forma aplicar as curvas-chaves de sedimentos ajustadas para cada tributário. Esta partição, calculada como uma média para cada mês do ano, foi aplicada à toda a série de vazões médias mensais afluentes ao local de Uruçuí. A partição de vazões entre os tributários é apresentada na Tabela 21:

**TABELA 21– PARTIÇÃO DE VAZÕES ENTRE OS TRIBUTÁRIOS DO UHE URUÇUÍ**

Rio	Percentuais de Partição da Vazão											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Parnaíba</b>	49,6	50,1	46,5	45,0	49,5	52,2	53,5	54,4	54,9	54,8	55,7	54,5
<b>Balsas</b>	43,2	42,4	46,5	47,5	41,8	38,6	37,3	36,3	35,9	36,4	36,2	38,0
<b>Uruçuí Preto</b>	7,2	7,5	7,0	7,5	8,7	9,2	9,2	9,3	9,2	8,8	8,1	7,5

215. Como as curvas-chave de sedimentos apresentam regressões em que, para o cálculo da descarga sólida, as descargas líquidas são elevadas a potências que vão de 2,47 até 7,38, a utilização de vazões médias mensais ao invés de vazões diárias pode subestimar as descargas sólidas. No caso do aproveitamento Uruçuí, como alguns tributários não possuem grandes áreas de drenagem, a diferença entre as vazões médias mensais e os máximos diários de cada mês do ano pode ser considerável.

216. A descarga sólida total foi obtida a partir da descarga sólida em suspensão, aplicando-se um fator de correção de 20%, arbitrado com sendo a descarga de arraste. A descarga sólida total média anual resultou em 5.105.304 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 65 ton/km<sup>2</sup>/ano.

217. Assim, a ANA recomendou ao projetista que fossem calculadas as descargas sólidas utilizando vazões diárias observadas nas estações fluviométricas existentes, comparando os resultados com a estimativa realizada com vazões médias mensais. Em atendimento à solicitação da ANA, foram encaminhados novos estudos, desta vez aplicando a curva-chave de sedimentos às vazões diárias. A descarga sólida total média anual aumentou para 8.421.821 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 107 ton/km<sup>2</sup>/ano.

218. Para transformar a descarga sólida total afluyente ao reservatório para volume de sedimentos total afluyente ao reservatório, foi estimado peso específico médio dos sedimentos pelo método de Lane e Koelzer, resultando num peso específico de 1,554 t/m<sup>3</sup>, num horizonte de 100 anos em que o sedimento ficaria submerso no reservatório.

219. Para estimar a retenção de sedimentos no reservatório, foi utilizada a curva de Brune, em que, para a relação capacidade / vol. afluyente anual de 0,22, foi encontrada uma eficiência de retenção de 94%. Os estudos apresentados ainda adotaram as seguintes premissas:

- toda a descarga sólida de arraste (850.884 ton/ano) ficaria retida no reservatório,
- a descarga sólida em suspensão (4.254.420 ton/ano) dobraria durante a vida útil do empreendimento, por conta de alterações no solo da bacia, e nesta descarga em suspensão majorada por dois é que seria aplicada a eficiência de retenção de 94%.

220. As premissas adotadas foram conservadoras e são consideradas adequadas.

221. Os resultados apresentados indicam que os sedimentos atingiriam o NA max normal do reservatório em 300 anos, e que, após 100 anos, 33,4% da capacidade total do reservatório estaria preenchida com sedimentos.

222. O estudo ainda afirma que “A disposição do arranjo das estruturas hidráulicas, com a soleira da tomada d’água junto ao fundo do rio, faz com que parte dos sedimentos acumulados nas proximidades seja transportada pelas unidades geradoras”.

223. No entanto, recomenda-se para a fase de Projeto Básico, que seja avaliado o tempo em que os sedimentos atingirão a cota da soleira da tomada d'água do circuito de geração.

### Conclusões da Análise dos Estudos de Sedimentos e Assoreamento

224. Em relação aos cálculos das descargas sólidas totais anuais de sedimentos, verificam-se os valores absolutos e específicos apresentados na Figura 6.

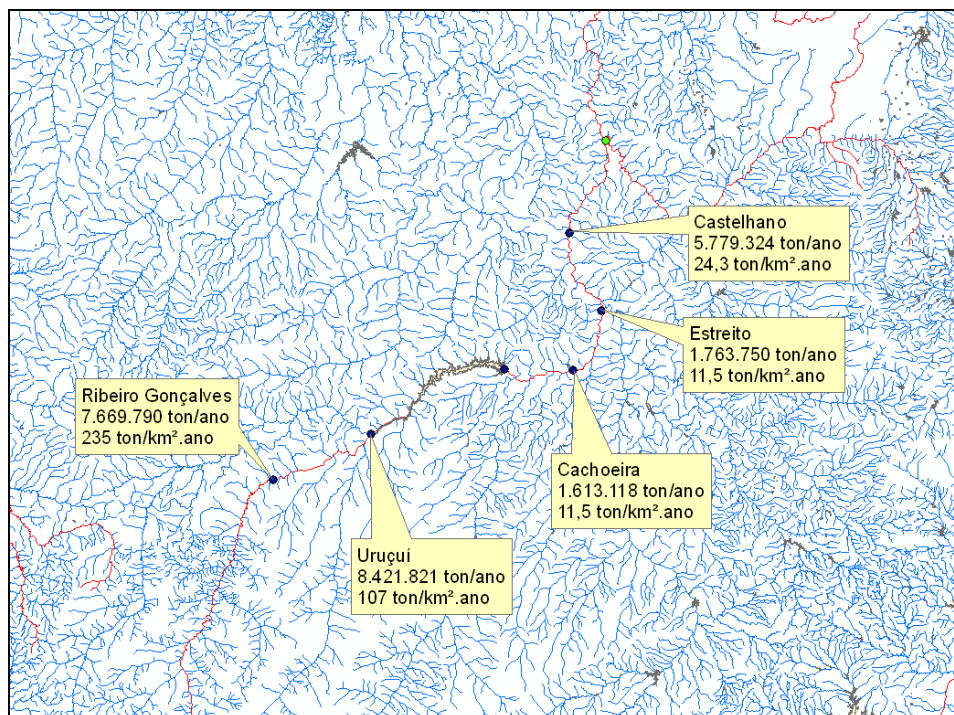
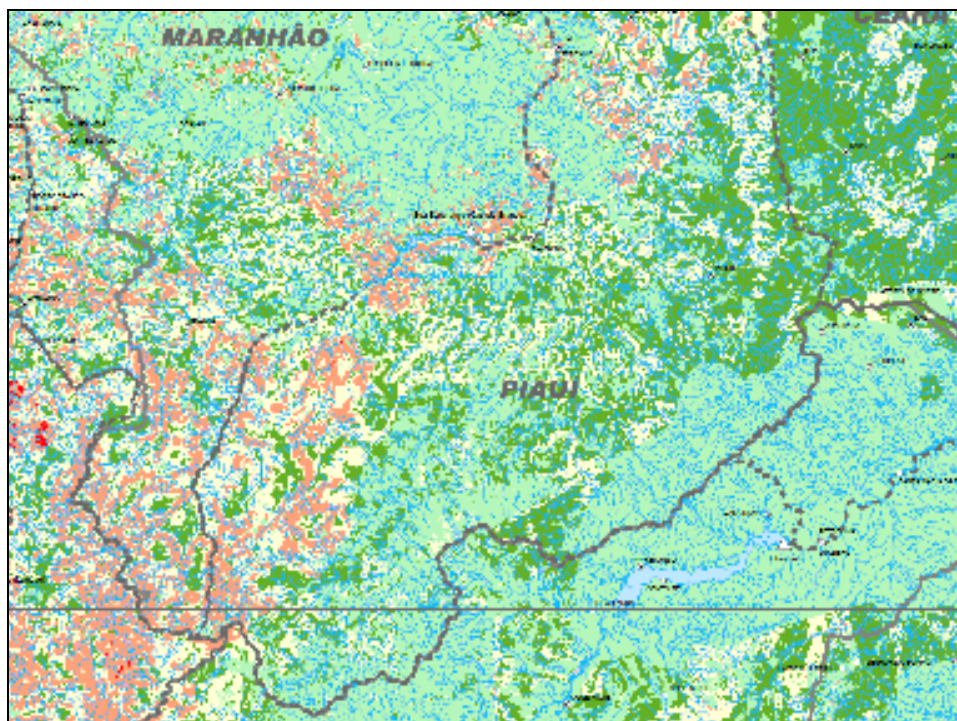


FIGURA 6 – DESCARGAS SÓLIDAS DE SEDIMENTOS, EM VALORES ABSOLUTOS E ESPECÍFICOS

225. Pela Figura 6, infere-se que os totais médios anuais de descarga sólida diminuem no trecho entre Uruçuí e Estreito, o que a princípio não seria esperado, uma vez que a expectativa é que em termos de cargas totais anuais médias de longo período, o valor seja crescente de montante para jusante. Entretanto, o curto período em que ocorreram medições de descarga sólida para o traçado das curvas-chave de sedimentos pode indicar que, durante este período ocorreu uma tendência de assoreamento do rio Parnaíba no trecho Uruçuí – Estreito. Já nos trechos Ribeiro Gonçalves – Uruçuí e Estreito – Castelhano, aparentemente ocorreu uma fase de erosão e remobilização de sedimentos durante o curto período de medição de descargas sólidas realizadas.

226. Numa comparação das descargas sólidas específicas anuais de sedimentos, os valores encontrados, maiores nos locais a montante, e mais baixos a jusante, são bastante compatíveis com o Mapa do Potencial de Produção de Sedimentos do Brasil, elaborado pela ANEEL, conforme Figura 7. O referido Mapa apresenta, para o alto Parnaíba, um potencial de produção de sedimentos que vai de baixo a alto, e que em média pode ser classificado como moderado (70 a 200 ton/km².ano). Verifica-se que as duas UHEs localizadas nesta porção da bacia – Ribeiro Gonçalves e Uruçuí, apresentam descargas sólidas específicas de 235 e 107 ton/km².ano, valores compatíveis com o potencial esperado. Já na porção da bacia a jusante de Boa Esperança, o mapa apresenta um potencial que vai de alto a muito baixo, e que em média pode ser classificado como baixo (5 a 70 ton/km².ano). Verifica-se que as três UHEs localizadas nesta porção da bacia –

Cachoeira, Estreito e Castelhana, apresentam descargas sólidas específicas que vão de 11,5 a 24,3 ton/km<sup>2</sup>.ano, valores compatíveis com o potencial esperado.



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

227. Em relação aos estudos de assoreamento e vida útil, as metodologias apresentadas são as usualmente utilizadas nessa fase dos estudos (viabilidade). Foram adotadas premissas conservadoras para os cálculos, a saber:

- Todos os cálculos de assoreamento foram realizados considerando os reservatórios operando individualmente (em primeira adição), o que se configura numa premissa bastante conservadora, uma vez que se planejam 5 reservatórios em cascata;
- A descarga sólida estimada foi majorada (multiplicada por dois), prevendo uma intensificação do uso do solo na bacia;
- Foi considerado que toda a descarga sólida de arraste ficaria retida nos reservatórios, ao passo que a eficiência de retenção obtida da curva de Brune foi aplicada apenas à descarga sólida em suspensão;
- Foi adotada a recomendação da ANA para o cálculo das descargas sólidas a partir das descargas líquidas diárias, ao invés da utilização de médias mensais.

228. A adoção destas premissas garante bastante segurança aos estudos apresentados. No entanto, os estudos complementares apresentados à ANA mostram um resultado preocupante para o AHE Ribeiro Gonçalves, uma vez que a vida útil estimada pelos estudos para este AHE (tempo em que os sedimentos preencheriam todo o reservatório, atingindo o NA máx. normal) é de apenas 54 anos. Assim, em que pese a vida útil calculada ter sido superior ao horizonte previsto para a outorga de direito de uso de recursos hídricos (30 anos), o que não inviabiliza a emissão da DRDH para este AHE, recomenda-se dar ciência à ANEEL deste resultado, que pode ter influência nos estudos energéticos e na própria viabilidade. Ainda, recomenda-se que as

linhas de remanso estimadas para este AHE sejam consideradas para um horizonte de deposição de sedimentos de 10 anos após o início das operações, período após o qual a eficiência de retenção do reservatório já deverá se reduzir bastante. A linha de remanso assim delimitada é que deverá ser considerada para a adoção das medidas de relocação das captações de água e outras infra-estruturas existentes. A última recomendação para o AHE Ribeiro Gonçalves é de que, para a fase de Projeto Básico, sejam detalhados os efeitos do assoreamento e do remanso sobre os demais usos da água, notadamente as captações de água para abastecimento público e sobre a navegação existente.

229. Uma outra recomendação de condicionante em relação aos estudos de assoreamento dos cinco AHEs é de que seja calculado, no Projeto Básico de cada usina, o tempo em que os sedimentos atingirão a cota da soleira das tomadas d'água dos circuitos de geração.

## REMANSO

230. Os estudos dos remansos provocados pelas UHEs do rio Parnaíba foram realizados com o objetivo de verificar as elevações das linhas d'água e avaliar as suas influências a montante dos barramentos, a fim de subsidiarem os estudos de ordem sócio-econômica e ambiental na área de influência dos empreendimentos, em especial para a delimitação das áreas inundadas dentro dos perímetros urbanos.

231. Os estudos de remanso para todos os aproveitamentos seguiram uma mesma metodologia e foram realizados por modelagem matemática com a aplicação do programa HEC-RAS, desenvolvido pelo US Army Corps of Engineers, que calcula perfis de linhas d'água e respectivas linhas de energia, considerando o escoamento em regime permanente, unidimensional e gradualmente variado.

232. Como dados de entrada para o modelo, foram utilizadas seções transversais do rio Parnaíba e do rio das Balsas obtidas de levantamentos topobatimétricos, além de informações obtidas de outros levantamentos planialtimétricos e aerofotogramétricos da área do barramento e da área do reservatório. O número de seções topobatimétricas utilizadas nos estudos e a extensão de cada reservatório são apresentados na Tabela 22.

**TABELA 22– SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS UTILIZADAS NO MODELO DE REMANSO PARA CADA APROVEITAMENTO**

<b>Aproveitamento</b>	<b>Rio</b>	<b>Número de seções</b>	<b>Extensão do reservatório (km)</b>	<b>Densidade de seções</b>
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	16	177,7	1 / 11,1 km
Uruçuí	Parnaíba	12	144,0	1 / 12,0 km
	Das Balsas	17	100,0	1 / 5,9 km
Cachoeira	Parnaíba	8	62,0	1 / 7,8 km
Estreito	Parnaíba	10	72,3	1 / 7,2 km
Castelhano	Parnaíba	15	86,1	1 / 5,7 km

233. As localizações das seções topobatimétricas utilizadas nos estudos são apresentadas em planta para cada aproveitamento, nos seus respectivos processos. A Tabela 23 identifica estes desenhos.

**TABELA 23– DESENHOS COM AS LOCALIZAÇÕES DAS SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS PARA CADA APROVEITAMENTO**

<b>Aproveitamento</b>	<b>Processo ANA</b>	<b>Desenho</b>	<b>Folha</b>
Ribeiro Gonçalves	02501.001324/2007-24	VRIB/GE.00/DE.0010	77
Uruçuí	02501.001323/2007-80	VURU/GE.00/DE.0010	73
Cachoeira	02501.001325/2007-79	VCAC/GE.00/DE.0010	65
Estreito	02501.001326/2007-13	VEST/GE.00/DE.0010	65
Castelhano	02501.001327/2007-68	VCAS/GE.00/DE.0010	66

234. Considerando a extensão do trecho estudado em cada reservatório, a densidade de seções é relativamente baixa para este tipo de estudo. No entanto, como pode ser visto nos desenhos identificados na Tabela 23, o rio Parnaíba e o rio das Balsas apresentam-se com muitos trechos retilíneos, com poucas singularidades e com poucas afluições, de modo que as seções selecionadas podem ser consideradas representativas.

235. Para a calibração do modelo não foram utilizadas linhas d'água observadas em campo, mas foram utilizados níveis d'água observados em cheias históricas ocorridas na região, os quais foram pesquisados junto à população local, identificados em campo e amarrados topograficamente às seções. Esta abordagem não garante a relação entre os níveis d'água observados e as vazões em curso, já que os valores de vazão são adotados de acordo com as datas fornecidas nos resultados da pesquisa. Ainda assim, esta metodologia é considerada válida face às grandes incertezas na determinação das vazões de eventos extremos, que são calculadas por meio de extrapolações de modelos probabilísticos. Contudo, o relatório não apresenta os valores das vazões utilizadas, o que não permite avaliar a sua precisão.

236. A calibração do modelo consistiu em determinar os coeficientes de rugosidade da equação de Manning para cada uma das seções transversais, de forma a gerar linhas d'água simuladas que coincidisse com os níveis d'água observados nas cheias. O estudo considerou o coeficiente de rugosidade constante em todo o estirão estudado em cada reservatório. Também não foram consideradas variações com a profundidade da seção, o que pode acarretar sub ou superestimação dos níveis. No entanto, como o rio corre bastante encaixado, não há grande variação das áreas inundadas com a elevação dos níveis, não comprometendo os estudos. A Tabela 24 apresenta os coeficientes calibrados para cada aproveitamento.

**TABELA 24– RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO DO MODELO DE REMANSO PARA CADA APROVEITAMENTO**

<b>Aproveitamento</b>	<b>Rio</b>	<b>Leito do rio</b>	<b>Margens</b>
Ribeiro Gonçalves	Parnaíba	0,033	0,038
Uruçuí	Parnaíba	0,035	0,040
	Das Balsas	0,035	0,040
Cachoeira	Parnaíba	0,035	0,040
Estreito	Parnaíba	0,033	0,038
Castelhano	Parnaíba	0,035	0,040

237. Não foram apresentados os resultados do processo de calibração do modelo, de modo que não foi possível avaliar os seus resultados finais e, conseqüentemente, validar os coeficientes de Manning obtidos. Recomenda-se que, no Projeto Básico, quando da revisão dos estudos de remanso, sejam apresentados mais detalhes sobre os resultados do processo de calibração.

238. Após a calibração, para cada um dos reservatórios, foram determinadas as linhas d'água para a afluição de vazões de cheias com tempos de recorrência de 10, 25, 50, 100, 1.000,

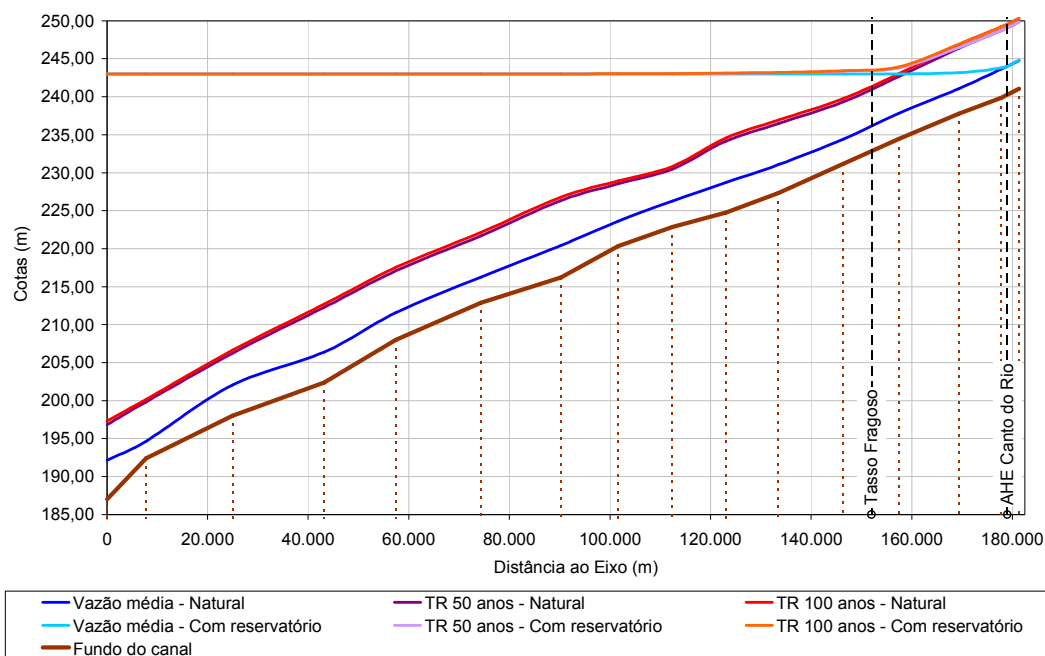


5.000 e 10.000 anos, considerando as situações em condições naturais e após a implantação dos reservatórios. Nos Adendos do EDH, foram também simuladas as linhas d'água para a afluência da vazão média, considerando a revisão da série de vazões naturais. Embora esta série considerada não tenha sido a definitiva, os resultados possivelmente não diferirão muito dos resultados a serem obtidos com a série final, apresentada no item referente às vazões médias mensais, o que permite considerar os seus resultados como válidos. Além disso, a vazão média não é considerada para a definição da faixa de desapropriação e nem para a relocação das estruturas viárias.

239. Como condições de contorno, para a condição natural, sem a presença do reservatório, os níveis d'água de jusante foram considerados a partir das curvas-chaves estabelecidas para o canal de fuga de cada aproveitamento. Para a condição com o reservatório, os níveis d'água de jusante foram considerados controlados pela curva de descarga do vertedouro. Depois de ultrapassada a capacidade de escoamento controlado pelo vertedouro, quando as comportas encontram-se completamente abertas, o nível d'água passou a ser considerado como o nível atingido pela passagem da onda de cheia amortecida pelo reservatório, embora tenha sido conservada a vazão sem amortecimento.

240. Os principais resultados dos estudos de remanso de interesse para a DRDH são apresentados da Figura 8 à Figura 13. Nestas figuras, estão plotadas as linhas d'água para as condições natural e com o reservatório, para a vazão média e para as vazões de cheias com tempos de retorno de 50 e 100 anos.

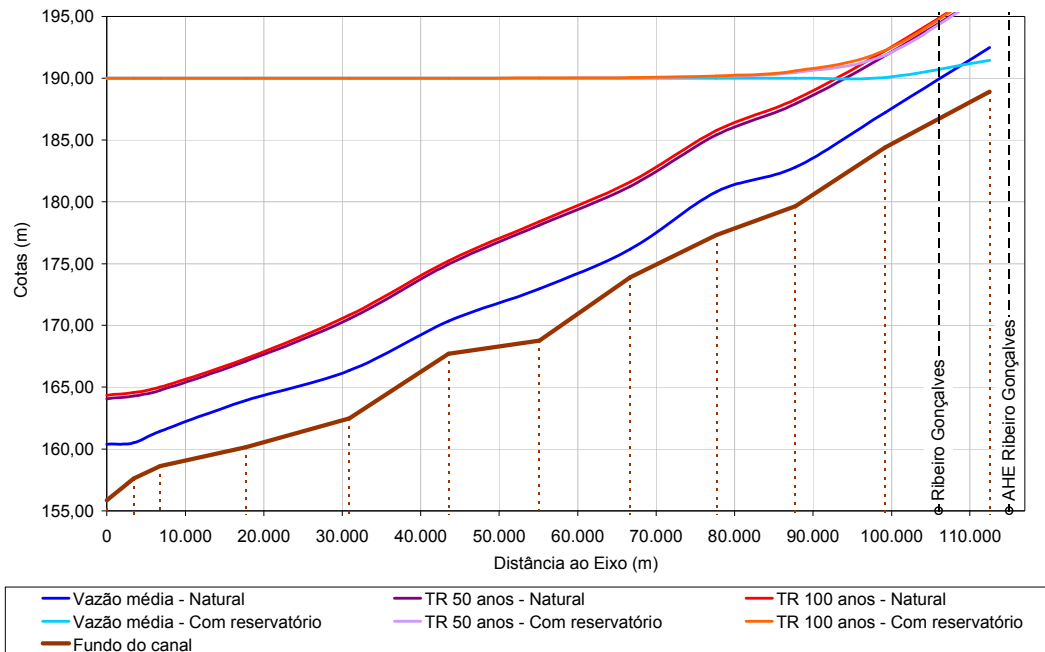
241. Como se vê na Figura 8, a cidade de Tasso Fragoso encontra-se na área de alagamento permanente do reservatório da UHE Ribeiro Gonçalves, o que deve promover o alagamento de áreas urbanas. Este alagamento ainda será ampliado levando em conta os efeitos do remanso para as vazões com maior recorrência.



**FIGURA 8– RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O AHE RIBEIRO GONÇALVES**

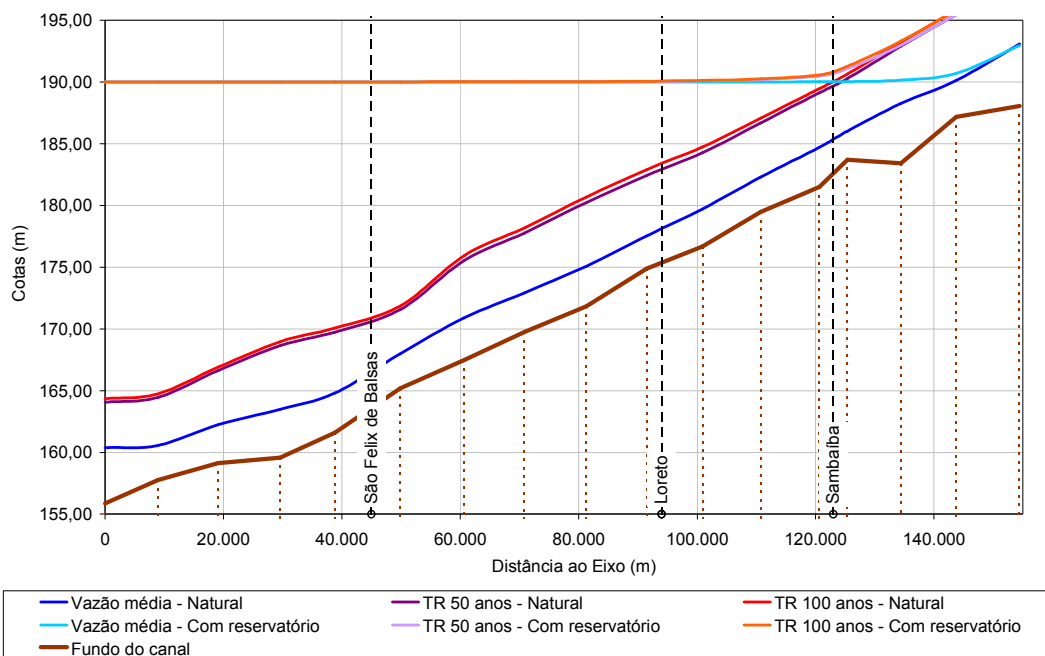
242. A Figura 9 mostra os efeitos do reservatório da UHE Uruçuí, considerando somente o seu braço que se estende sobre o rio Parnaíba, onde se vê que, para as vazões mais baixas, haverá uma pequena influência do reservatório sobre a área urbana de Ribeiro Gonçalves. Esta

influência minimiza-se para as vazões com maiores recorrências, pois há a tendência de ajuste da linha d'água do reservatório com a que ocorre naturalmente. Mais a montante, a UHE Ribeiro Gonçalves aparentemente não deve receber influência direta do reservatório.



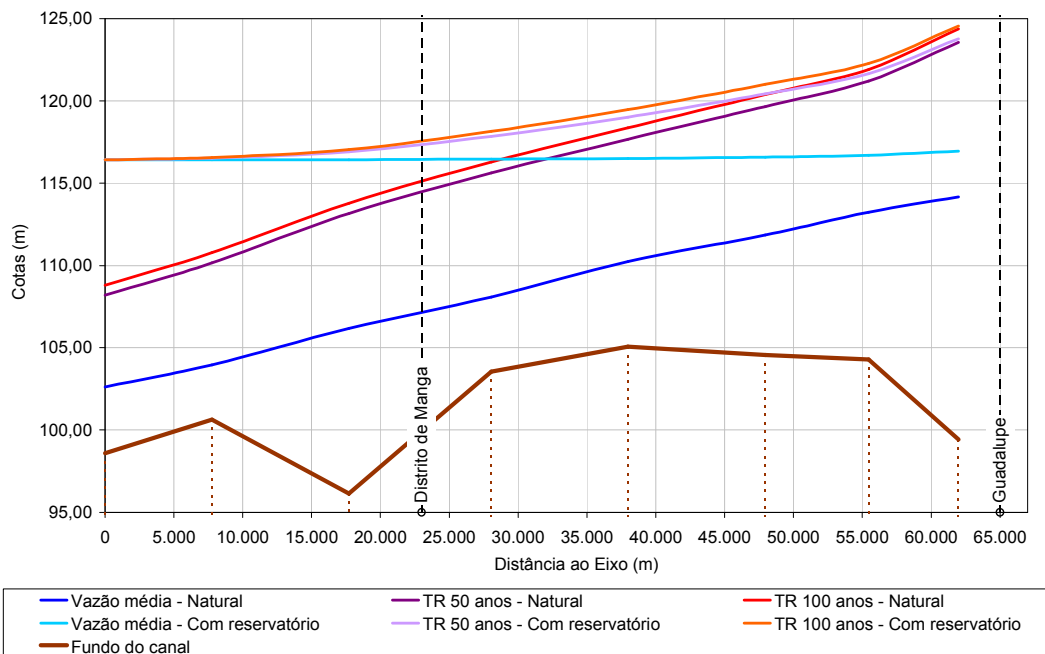
**FIGURA 9– RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O AHE URUÇUÍ, PARA O BRAÇO DO RESERVATÓRIO SOBRE O RIO PARNAÍBA**

243. Na Figura 10 são apresentadas as linhas d'água do reservatório da UHE Uruçuí, considerando o seu braço que se estende sobre o rio das Balsas. As áreas urbanas de São Felix de Balsas e Loreto estão na região de alagamento permanente do reservatório e não deverão sofrer influência das variações promovidas pelo remanso do reservatório. O mesmo não acontece com a área urbana de Sambaíba, que se encontra na região do remanso para as vazões com recorrência mais altas.



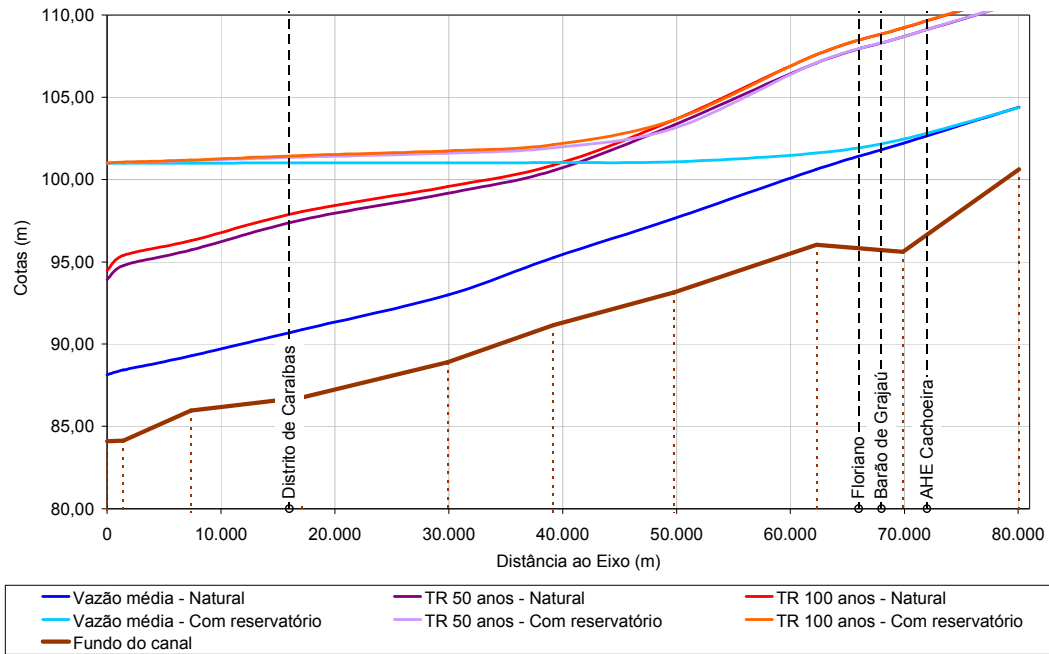
**FIGURA 10 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O AHE URUÇUÍ, PARA O BRAÇO DO RESERVATÓRIO SOBRE O RIO DAS BALSAS**

244. Na Figura 11 podem-se ver as linhas d’água para o reservatório da UHE Cachoeira. Nota-se que a área urbana de Guadalupe, que se localiza imediatamente a jusante da UHE Boa Esperança, deve sofrer alguma influência do reservatório nas vazões médias. Para as vazões mais altas, o efeito do remanso é minimizado, pois a linha d’água tende a ajustar-se aos mesmos níveis da situação natural. Na região mediana do reservatório, encontra-se o distrito de Manga que sofrerá influência do reservatório para todas as vazões analisadas.



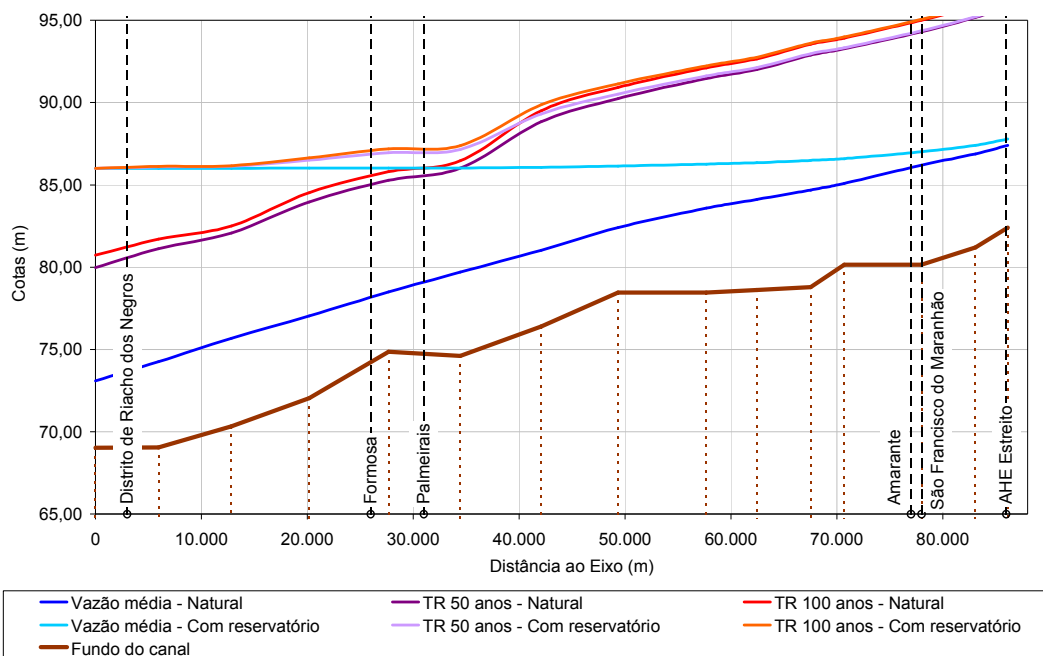
**FIGURA 11 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O AHE CACHOEIRA**

245. A Figura 12 mostra os efeitos da presença do reservatório da UHE Estreito. Nela pode-se verificar que o distrito de Caraíbas, localizado na região média do reservatório, além do alagamento permanente para as vazões baixas, deverá também sofrer as variações dos níveis d'água por conta dos efeitos do remanso, para todas as vazões analisadas. Mais a montante, as áreas urbanas de Floriano e Barão do Grajaú devem sofrer influência do remanso somente para as vazões mais baixas. A UHE Cachoeira encontra-se numa região onde as influências do reservatório concentram-se nas vazões abaixo da média.



**FIGURA 12 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O AHE ESTREITO**

246. Na Figura 13 são apresentadas as linhas d'água do reservatório da UHE Castelhana. A área urbana do distrito de Riacho dos Negros está na região de alagamento permanente do reservatório e não deverá sofrer influência das variações promovidas pelo remanso do reservatório. As localidades de Formosa e Palmeirais, além do alagamento permanente para as vazões mais baixas, sofrerão a influência das variações de níveis d'água proporcionadas pelo remanso para as vazões com recorrência mais altas. Mais a montante, as áreas urbanas de Amarante e São Francisco do Maranhão, além da UHE Estreito, devem sofrer influência do remanso somente para as vazões mais baixas.



**FIGURA 13 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O AHE CASTELHANO**

247. Os resultados dos estudos de remanso apresentados nos relatórios de EDH e no EVI não avaliam as influências dos reservatórios sobre as áreas urbanas, as estruturas viárias ou outras estruturas presentes nas áreas de alagamento. No EVI e no EIA, no entanto, são apresentados levantamentos e quantitativos de populações e estruturas afetadas, salientando que estes levantamentos foram realizados sem considerar os efeitos do remanso, como se o reservatório inundasse somente até a cota do NA Máximo Normal. Um resumo desses levantamentos é apresentado na Tabela 25.

**TABELA 25 – INFLUÊNCIAS DIRETAS DOS RESERVATÓRIOS DE CADA APROVEITAMENTO, APRESENTADOS NOS EIAs**

Aproveitamento	Influência do reservatório
Ribeiro Gonçalves	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alagamento de áreas rurais em Loreto, Sambaíba e Tasso Fragoso, no Maranhão, e em Ribeiro Gonçalves e Santa Filomena, no Piauí</li> <li>– Alagamento de áreas urbanas em Tasso Fragoso, no Maranhão</li> <li>– 2.967 pessoas afetadas, em 192 imóveis urbanos e 559 imóveis rurais</li> <li>– Alagamento de pequenos trechos das rodovias MA-378 e BR-324</li> <li>– Não foram identificadas estruturas viárias de relevância afetadas</li> </ul>
Uruçuí	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alagamento de áreas rurais em Loreto, Sambaíba, Benedito Leite e São Felix das Balsas, no Maranhão, e em Uruçuí e Ribeiro Gonçalves, no Piauí</li> <li>– Alagamento de áreas urbanas em Loreto e São Felix das Balsas, no Maranhão</li> <li>– 8.841 pessoas afetadas, em 494 imóveis urbanos e 1.293 imóveis rurais</li> <li>– Alagamento de pequenos trechos da rodovia BR-324 e de outras pequenas estradas locais</li> <li>– Possível alagamento de pontes em Loreto, no Maranhão, e em Ribeiro Gonçalves, no Piauí</li> <li>– Alagamento da linha de transmissão entre Loreto, no Maranhão, e Uruçuí, no Piauí</li> </ul>
Cachoeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alagamento de áreas rurais em Barão de Grajaú e São João dos Patos, no Maranhão, e em Floriano, Guadalupe e Jerumenha, no Piauí</li> <li>– 1.328 pessoas afetadas, em 368 imóveis rurais</li> <li>– Alagamento de pequenos trechos da rodovia BR-230 e de outras pequenas estradas locais</li> <li>– Alagamento da linha de transmissão entre a UHE Boa Esperança e Loreto, no</li> </ul>

	<p>Maranhão</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não foram identificadas estruturas viárias de relevância afetadas</li> </ul>
Estreito	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alagamento de áreas rurais em São Francisco do Maranhão e Barão de Grajaú, no Maranhão, e em Floriano e Amarante, no Piauí</li> <li>- 2.033 pessoas afetadas, em 573 imóveis rurais</li> <li>- Alagamento de pequenos trechos de pequenas estradas locais</li> <li>- Não foram identificadas estruturas viárias de relevância afetadas</li> </ul>
Castelhano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alagamento de áreas rurais em São Francisco do Maranhão e Parnarama, no Maranhão, e em Palmeirais e Amarante, no Piauí</li> <li>- Alagamento de áreas urbanas em Palmeirais, no Piauí</li> <li>- 1.211 pessoas afetadas, em 20 imóveis urbanos e 341 imóveis rurais</li> <li>- Alagamento de pequenos trechos da rodovia PI-130 e de outras pequenas estradas locais</li> <li>- Alagamento de ponte em Palmeirais, no Piauí</li> </ul>

248. Como medida de compensação pelos impactos gerados nos sistemas de abastecimento público, os EIAs dos empreendimentos propõem um Programa de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida, onde sugere uma atualização do levantamento das infra-estruturas atingidas, com ênfase nas estruturas viárias, e a elaboração de projetos de reorganização e relocação das estruturas afetadas pelos reservatórios.

249. Por fim, os estudos de remanso apresentaram-se bastante adequados com relação à quantidade e à qualidade dos dados utilizados. Contudo, os estudos de assoreamento mostraram os reservatórios estão sujeitos à grande influência do transporte de sedimentos, sendo mais notório no caso do reservatório da UHE Ribeiro Gonçalves, devido ao seu porte. Com o assoreamento, os efeitos do remanso acentuam-se na entrada do reservatório, podendo alterar significativamente os níveis d'água determinados neste estudo.

250. Por conta disso, como condicionante para a conversão desta DRDH em outorga, recomenda-se que os estudos de remanso sejam reavaliados em todos os aproveitamentos, contemplando as consequências do processo de assoreamento, especialmente no reservatório da UHE Ribeiro Gonçalves.

251. Como consequência, o projetista deverá reavaliar as faixas de proteção das edificações para o tempo de recorrência de 50 anos e as proteções das infra-estruturas, em especial as viárias, para o tempo de recorrência de 100 anos.

252. Desta forma, sugere-se ainda como condicionante de conversão, que seja apresentado o detalhamento dos Programas de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida, indicados nos EIAs dos empreendimentos, com levantamento das estruturas viárias afetadas diretamente pelo reservatório.

## **CONDIÇÕES GERAIS DE OPERAÇÃO**

253. As UHEs previstas no rio Parnaíba, à exceção de Ribeiro Gonçalves, serão a fio d'água, de forma que não há variação de nível d'água durante a operação normal dos reservatórios. Da mesma forma, não há necessidade de estabelecimento de vazões remanescentes, visto que as vazões defluentes são iguais às afluentes. Nenhum dos arranjos prevê trecho de vazão reduzida.

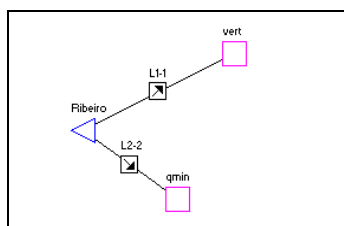
254. No caso de Ribeiro Gonçalves, prevê-se uma variação de níveis d'água de 3m, entre as cotas 240m e 243m. Assim, o reservatório possui uma capacidade, ainda que não muito grande, de regularizar vazões. A esse respeito, o EDH apresentado afirma que "nos estudos

energéticos, foi considerada uma vazão ecológica de 240 m<sup>3</sup>/s, prevista para manter a restrição de navegação a jusante da UHE Boa Esperança".

255. Em uma análise preliminar, pode-se constatar que tal afirmativa é inconsistente, uma vez que a vazão média de longo período (Qmlt) afluyente a Ribeiro Gonçalves é de 227 m<sup>3</sup>/s, inferior à vazão remanescente proposta, de forma que não é possível o reservatório sustentar uma vazão remanescente de 240 m<sup>3</sup>/s em 100% do tempo.

256. Já a ficha técnica SIPOT, enviada como anexo ao EDH, apresenta uma vazão mínima defluente de 58 m<sup>3</sup>/s, igual à vazão remanescente no período de enchimento, não especificando se tal vazão mínima se refere à implantação ou à operação. Por fim, a ficha técnica do EDH afirma que a vazão regularizada no período crítico (de 1949 a 1956) é de 125 m<sup>3</sup>/s.

257. Em vista do aparente impasse, e tendo em vista que estas condições devem ser definidas pela ANA no ato da DRDH e têm influência sobre o leilão da UHE Ribeiro Gonçalves, foram realizadas algumas simulações do balanço hídrico do reservatório de Ribeiro Gonçalves no *software* LABSID/Acquanet. Estas simulações consideraram a série de vazões afluentes analisada nesta NT, a curva cota-área-volume informada no EDH e a evaporação média mensal informada na ficha técnica. O volume útil corresponde ao volume armazenado entre as cotas 240 e 243 m do reservatório. A Figura 14 mostra a topologia criada no Acquanet.



**FIGURA 14 - ESQUEMA DA SIMULAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO DE RIBEIRO GONÇALVES**

258. Na Figura 14 a vazão Qmin representa a vazão regularizada pelo reservatório, e vert representa um dreno para retirar volumes em excesso do balanço hídrico. A vazão Qmin é determinada por tentativa e erro, partindo-se da vazão média e diminuindo-se a vazão até que haja 100% de garantia.

259. Obteve-se assim uma vazão regularizada com 100% de garantia igual a 150 m<sup>3</sup>/s. Sendo assim, sugere-se que seja estabelecida a vazão mínima de 140 m<sup>3</sup>/s, correspondente à vazão unitária das turbinas previstas para Ribeiro Gonçalves. Sugere-se também que seja dada ciência ao IBAMA com relação a esta vazão mínima, visto que ela não consta da documentação apresentada pela ANEEL, sendo produto da análise técnica na ANA.

## USOS MÚLTIPLOS

### USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE

260. A Nota Técnica nº 214/2008 GREG/SOF/ANA (doc. 16781/2008) fez uma estimativa dos usos consuntivos previstos para a bacia do rio Parnaíba (MA/PI), a montante das UHEs previstas para serem implantadas neste rio, cujas Declarações de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) encontram-se em análise nesta SOF.

261. No entanto, após a formalização da NT 214, foram publicados os resultados do Censo Agropecuário do IBGE de 2006, com importantes subsídios à caracterização do uso da água para irrigação no Brasil e, em particular, na bacia do Parnaíba, onde este uso tem se intensificado. A disponibilização deste dado é particularmente importante pois as projeções de consumo de água para irrigação feitas na NT 214 foram baseadas no censo agropecuário de 1996, bastante desatualizado.

262. Desta forma, esta Nota Técnica complementa as estimativas de usos consuntivos atuais a montante das UHEs do rio Parnaíba, bem como as projeções de consumo ao longo do horizonte de validade das outorgas de direito de uso de recursos hídricos a serem emitidas para os aproveitamentos hidrelétricos. Esta atualização diz respeito apenas aos consumos de irrigação, visto que para os demais setores usuários as estimativas da NT 214 permanecem válidas.

263. Foram identificados os municípios que fazem parte da bacia do Parnaíba a montante das UHEs em análise, bem como a porcentagem da área de cada município interna à bacia. Multiplicando-se estas porcentagens pelas áreas irrigadas informadas no censo de 2006, foi possível obter uma estimativa da área irrigada atual na bacia, e compará-la com a área irrigada no censo anterior (1996). A Tabela 26 mostra o resultado desta comparação.

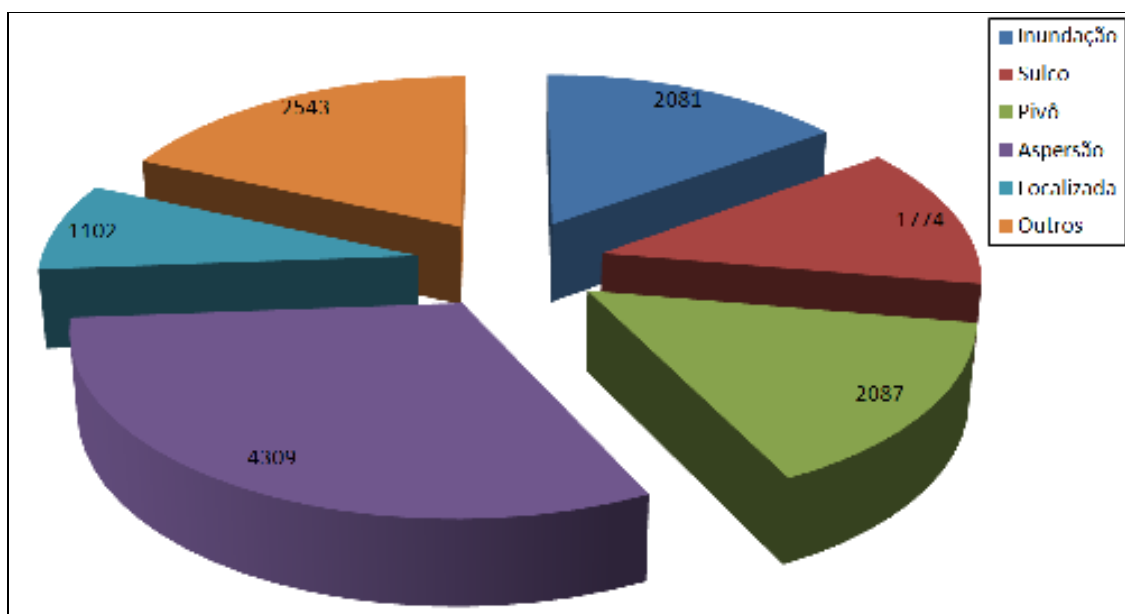
**TABELA 26 - AUMENTO DA ÁREA IRRIGADA A MONTANTE DAS UHEs DO RIO PARNAÍBA (1996 A 2006)**

UHE	Área irrigada (ha)		Taxa anual
	1996	2006	
Castelhano	9640	18755	6.9%
Estreito	6849	14284	7.6%
Cachoeira	6415	13540	7.8%
Uruçuí	3734	10253	10.6%
R. Gonçalves	45	3222.8	53.2%

264. Como se vê, houve um aumento expressivo da área irrigada na bacia do Parnaíba. É interessante notar que o crescimento relativo foi maior nas cabeceiras da bacia, o que pode ser atestado pela alta taxa anual a montante da UHE Ribeiro Gonçalves.

265. A Figura 15 mostra a distribuição da área irrigada a montante da UHE Castelhano, de acordo com o método de irrigação.





**FIGURA 15 - DISTRIBUIÇÃO DA ÁREA IRRIGADA A MONTANTE DA UHE CASTELHANO DE ACORDO COM O MÉTODO DE IRRIGAÇÃO**

266. O somatório das áreas irrigadas por cada método não corresponde à área total (Tabela 26), devido a inconsistências do próprio Censo Agropecuário. De qualquer forma, pode-se notar que não há uma predominância de um método de irrigação específico. Possivelmente, parte da área cadastrada como aspersão se trate efetivamente de pivô central, de forma que este método tenha uma abrangência maior na bacia.

267. Vale salientar que a NT 214 adotou uma taxa de crescimento da irrigação igual a 5,57%, inferior às taxas mostradas na Tabela 26. Este fato justifica a presente revisão dos usos consuntivos, visto que uma projeção subestimada dos usos poderia levar a dificuldades na emissão de outorgas na bacia, por parte da ANA e dos órgãos gestores de recursos hídricos do Maranhão e Piauí.

268. Para simplificação, o cálculo das vazões de usos consuntivos em função da área irrigada será feito com base no consumo específico estimado para os dados do censo de 1996 sobre a bacia do Parnaíba, já apresentado na NT 214. Os resultados da análise feita dão conta de um consumo específico anual de 0,237 l/s/ha. Supondo que não houve alteração significativa da eficiência dos métodos de irrigação adotados de 1996 até hoje, pode-se usar esta vazão específica para estimativa dos consumos atuais e futuros.

269. Os consumos para irrigação estimados para o ano de 2006 foram então projetados até o ano de 2044, considerando que a irrigação continuará crescendo linearmente no mesmo ritmo observado entre 1996 e 2006. Os consumos projetados para a irrigação foram então somados aos dos demais setores usuários, já apresentados na NT 214. Os resultados finais da análise são mostrados na Tabela 27.

**TABELA 27 - ESTIMATIVA DE USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE DAS UHES DO RIO PARNAÍBA ATÉ 2044 (M<sup>3</sup>/S)**

	Ribeiro Gonçalves	Uruçuí	Cachoeira	Estreito	Castelhana
2009	1,056	3,177	4,404	4,667	6,686
2015	1,514	4,140	5,526	5,839	8,212

2020	1,898	4,956	6,503	6,859	9,571
2025	2,286	5,790	7,535	7,937	11,044
2030	2,678	6,650	8,643	9,095	12,677
2035	3,076	7,545	9,860	10,367	14,538
2040	3,483	8,490	11,230	11,800	16,719
2044	3,818	9,296	12,478	13,105	18,780

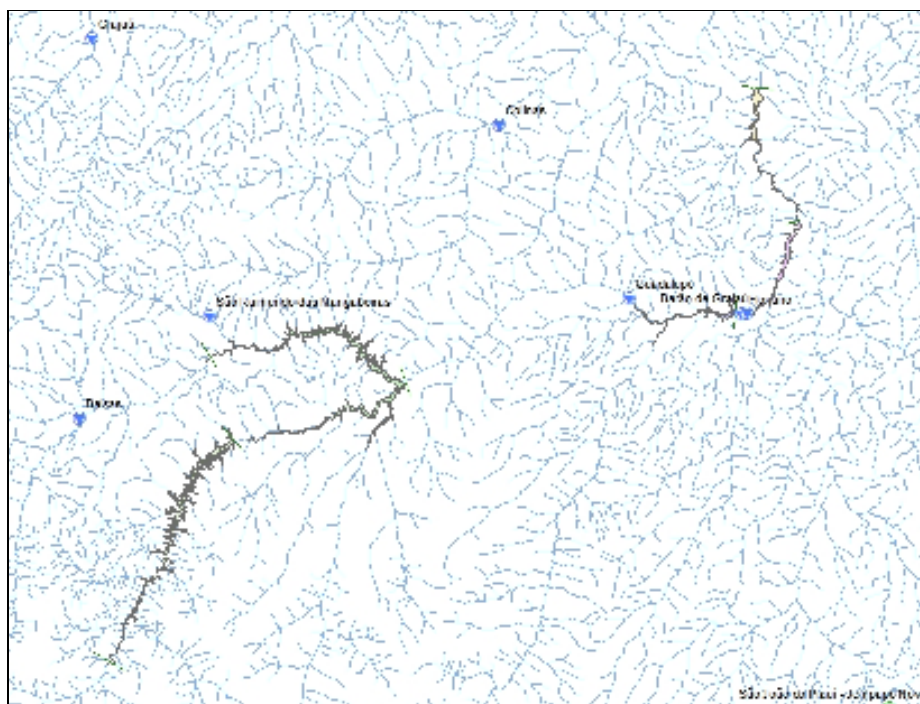
270. Novamente, pode-se notar que a incorporação dos dados do censo agropecuário de 2006 levou a estimativas mais altas, e, em última análise, mais precisas, dos usos consuntivos na bacia do Parnaíba.

### **CAPTAÇÕES DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO**

271. O projetista não apresentou em nenhum documento um levantamento das captações de água para abastecimento público que serão afetadas direta ou indiretamente pelos reservatórios dos AHEs do rio Parnaíba. Nos EIAs, afirma-se que, *“atualmente, quase a totalidade das sedes municipais piauienses dispõe de água de boa qualidade para o abastecimento de sua população. Algumas exceções se referem aos municípios recentemente criados ou aqueles situados na região do semi-árido, onde a insuficiência na oferta de água constitui ainda um complexo problema de ordem social”* (EIA Ribeiro Gonçalves, Vol. IV – Avaliação Ambiental).

272. Como foi apontado nos estudos de remanso, a formação dos reservatórios afetará diretamente algumas sedes municipais e alguns distritos que são atendidas com captações de água para abastecimento público pelas empresas de saneamento estaduais e municipais. Mas não há informações suficientes que possam definir quantas e quais são essas captações.

273. A SOF solicitou à Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR um levantamento das captações afetadas diretamente pela formação dos reservatórios, baseado nos dados do Atlas Nordeste de Abastecimento Urbano. O levantamento foi realizado considerando somente as captações superficiais registradas e estão apresentadas na Figura 16. Não foram identificadas as captações subterrâneas existentes.



**FIGURA 16 – CAPTAÇÕES SUPERFICIAIS NO RIO PARNAÍBA QUE SERÃO AFETADAS DIRETAMENTE PELOS RESERVATÓRIOS PREVISTOS (FONTE: ATLAS NORDESTE)**

274. Este levantamento, porém, não é conclusivo, servindo somente como informativo da influência direta do reservatório.

275. Como medida de compensação pelos impactos gerados nos sistemas de abastecimento público, os EIAs propõem um Programa de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida, onde sugere uma atualização do levantamento das infra-estruturas atingidas, incluindo as estruturas de captação de água para abastecimento, e a elaboração de projetos de reorganização e relocação das estruturas afetadas pelos reservatórios.

276. Desta forma, sugere-se como condicionante de conversão desta DRDH em outorga, que seja apresentado o detalhamento dos Programas de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida, indicados nos EIAs dos empreendimentos, com levantamento das estruturas das captações de água para abastecimento afetadas pelo reservatório, inclusive as subterrâneas, acompanhadas de anteprojetos descrevendo as soluções de proteção ou relocação propostas, desenvolvidos em articulação com a concessionária do serviço de saneamento e em conformidade com as projeções de incremento da demanda decorrentes da implantação do empreendimento.

## NAVEGAÇÃO

277. A seguir são apresentados alguns tópicos do documento intitulado “A Navegação no rio Parnaíba”, datado de novembro de 2009, de autoria do especialista em recursos hídricos Ciro Garcia Pinto (SUM-ANA), que tratou de um diagnóstico da navegação atual, e de um levantamento do potencial de navegação e dos projetos de navegação previstos para este rio.

- ✓ A hidrovia do Parnaíba é constituída pelos rios Parnaíba e das Balsas e administrada pela Administração das Hidrovias do Nordeste – AHINOR.

- ✓ O rio Parnaíba é navegável num trecho de 1235 km, entre a cidade de Filomena e sua foz (o que engloba todas as cinco usinas previstas) Ao longo dessa trajetória assinalam-se três segmentos principais:
- ✓ O trecho a jusante da UHE de Boa Esperança (670 km) é limitado pelo estuário do rio e a barragem de Boa Esperança, e se caracteriza por um alargamento da calha e considerável quantidade de bancos de areia e seixos submersos nas cheias, aflorando na época da estiagem. A declividade média é de 23 cm/km, sendo mais suave nos últimos 300 km. A profundidade do canal navegável na estiagem é geralmente entre 1 e 2 m;
- ✓ O trecho intermediário se estende da UHE Boa Esperança até a localidade de Uruçuí, abrangendo o lago formado pelo reservatório da barragem que inunda o vale adjacente por cerca de 187 km;
- ✓ O segmento superior fica a montante do remanso da obra, localizado entre os povoados de Uruçuí e Santa Filomena, com extensões acumuladas de 478 km.
- ✓ Os maiores obstáculos para a navegação no Parnaíba são constituídos por bancos de areia e alguns afloramentos rochosos. No trecho da hidrovia, entre Santa Filomena e Teresina, a navegação encontra-se interrompida na localidade de Guadalupe, onde foi implantada a Barragem da UHE Boa Esperança no km 743, com um desnível de 47 m, os quais somente poderão ser vencidos quando concluídas as obras do Sistema de Eclusas de Boa Esperança, paralisadas desde 1982.
- ✓ O reservatório da barragem da UHE Boa Esperança eliminou parte dos obstáculos naturais e tornou possível a navegação a montante.
- ✓ O Parnaíba é navegado em corrente livre e no seu estado natural, entre as cidades de Uruçuí e Santa Filomena e no trecho a jusante, da barragem da UHE Boa Esperança até a sua foz.
- ✓ Atualmente o transporte aquaviário no Rio Parnaíba ocorre principalmente no sentido transversal, entre municípios do Maranhão e do Piauí.
- ✓ A navegação atual no Parnaíba é praticada por embarcações autopropulsadas, de pequeno e médio porte, com capacidade de carga variando entre 1,0 e 12,0 toneladas, no transporte de carga geral como: arroz, milho, feijão, babaçu, carnaúba, cana de açúcar, algodão, mandioca, farinha de mandioca, pescados, crustáceos e gêneros diversos, para abastecimento das populações ribeirinhas e transporte de passageiros entre as cidades e os diversos povoados ao longo da via.
- ✓ Em relação à potencialidade da navegação, o total de produção de grãos em 2007 nos Estados da Bahia, Tocantins, Piauí e Maranhão que estariam na área de influência da hidrovia do Parnaíba, segundo o referido documento, estão apresentados na Tabela 28.

**TABELA 28 – PRODUÇÃO DE GRÃOS EM 2007 NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA HIDROVIA DO RIO PARNAÍBA, SEGUNDO O DOCUMENTO “A NAVEGAÇÃO NO RIO PARNAÍBA” (SUM-ANA)**

<b>Estado</b>	<b>Produção de grãos em 2007 na área de influência da Hidrovia do rio Parnaíba (ton/ano)</b>
Maranhão	991.081
Bahia	2.170.612
Piauí	604.577
Tocantins	232.916
<b>TOTAL</b>	~ 3.999.186

- ✓ Os investimentos previstos para o transporte hidroviário no Plano Nacional de Logística e Transporte – PNLT para o Parnaíba, incluído no plano como parte integrante do Vektor Nordeste Setentrional, são apresentados na Tabela 29.

**TABELA 29 – INVESTIMENTOS PREVISTOS NO PNLT PARA O RIO PARNAÍBA**

<b>Período</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo Estimado (R\$ mil)</b>
2008/2011	Conclusão das eclusas de Boa Esperança	63.000
2012/2015	Implantação da Hidrovia do Parnaíba de Santa Filomena a Teresina.	83.220
2012/2015	Construção de Terminais de Grãos em Teresina e Santa Filomena	130.390

278. Também foi consultado o Plano Nacional de Viação (Lei nº 5.917/73), no qual o rio Parnaíba está contemplado com 1.176 km navegáveis, entre a foz e a cidade de Santa Filomena. Neste trecho estão contidos todos os cinco reservatórios planejados.

279. Segundo dados da Administração das Hidrovias do Nordeste – AHINOR, apresentados nos documentos encaminhados pelo projetista à ANA, os trechos navegáveis do rio Parnaíba subdivide-se em:

- Foz até UHE Boa Esperança: Profundidade  $\geq 1,30\text{m}$
- UHE Boa Esperança até Uruçuí: Profundidade  $\geq 3,00\text{m}$
- Uruçuí até Santa Filomena: Profundidade  $\geq 0,80\text{m}$
- Rio Balsas: 225 km navegável (embarcações de pequeno calado)
- Eclusa na UHE Boa Esperança: obras civis concluídas

280. Os documentos encaminhados pelo projetista à ANA também apresentam croquis com traçados preliminares de arranjos de canais e eclusas para transposição dos desníveis formados pelos reservatórios dos AHEs. As dimensões definidas para as câmaras do sistema de eclusas foram: Largura de 12,00 m; Comprimento de 125 m e calado de 3,0m. Estas dimensões foram informadas pelo Ministério dos Transportes por meio do Ofício nº 340/SPNT/MT, e são superiores às da eclusa da UHE Boa Esperança.

281. Os arranjos dos sistemas de eclusas apresentados nos croquis encaminhados pelo projetista à ANA estão apresentados na Figura 17. Verifica-se que todos os arranjos apresentados estão fora do corpo das estruturas associadas aos aproveitamentos hidrelétricos, à exceção do AHE Uruçuí, no qual a eclusa está conectada ao canal de restituição do circuito de geração, em posição muito próxima à saída das turbinas (posição aparentemente desfavorável para navegação).

282. Destaca-se que a ANA conduziu, durante as análises técnicas dos AHEs do rio Parnaíba, tratativas entre o setor elétrico e o setor de transportes. Estas tratativas culminaram em uma reunião realizada em 18 de novembro de 2009 na sede da ANA, na qual a ANA, ANEEL, CHESF (projetista), Ministério dos Transportes e DNIT ratificaram as dimensões de comboio-

tipo determinadas pelo MT por meio do Ofício nº 340/SPNT/MT e utilizadas nos croquis das eclusas preparados pelo projetista - CHESF.

283. Em relação ao arranjo dos sistemas de eclusas, dado que até o momento foram preparados pela CHESF apenas estudos preliminares - croquis de possíveis arranjos das eclusas que não foram ainda avaliados pelo MT; e dada a disposição governamental manifestada pelo MT em implantar as eclusas simultaneamente à implantação dos aproveitamentos hidrelétricos (Ofício nº 340/SPNT/MT), os representantes das instituições encaminharam a proposta de que a ANA, quando da emissão das DRDHs, condicionará a conversão destas em outorgas mediante a apresentação, por parte do empreendedor vencedor do leilão, do Projeto Básico dos sistemas de eclusas. Estes deverão ser realizados nas dimensões já definidas pelo MT, e com arranjos de projeto que deverão estar equacionados com o Ministério dos Transportes.

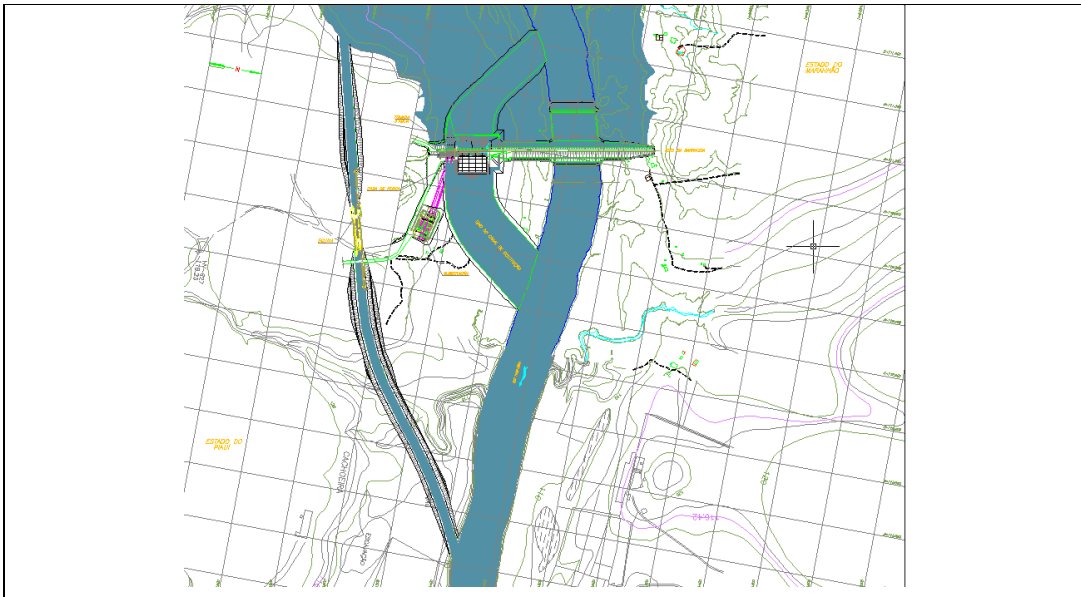
284. Em complemento aos encaminhamentos dados na referida reunião, o MT encaminhou à ANA em 02 de dezembro o Ofício nº 634/SPNT/MT que apresenta a Nota Técnica nº 93/2009, cujo teor ratifica os encaminhamentos dados na reunião, solicitando que os estudos de possíveis arranjos das eclusas, inclusive levantando a possibilidade de arranjos integrados, sejam definidos com a participação do MT.

285. Assim, a proposta de condicionar a conversão da DRDH em outorga à apresentação dos Projetos Básicos das eclusas permite que, previamente ao detalhamento dos arranjos das eclusas propostos em forma de estudos preliminares para o nível de Projeto Básico, sejam definidos pelo setor elétrico e pelo setor de transportes os arranjos que apresentem maior viabilidade técnica, econômica e ambiental para ambos. Em relação ao escopo mínimo de um Projeto Básico, destaca-se a Lei 8.666 e a Resolução nº 361/1991 do Conselho Federal de Engenharia - CONFEA, que dispõem que o Projeto Básico deve atestar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da solução de engenharia proposta.

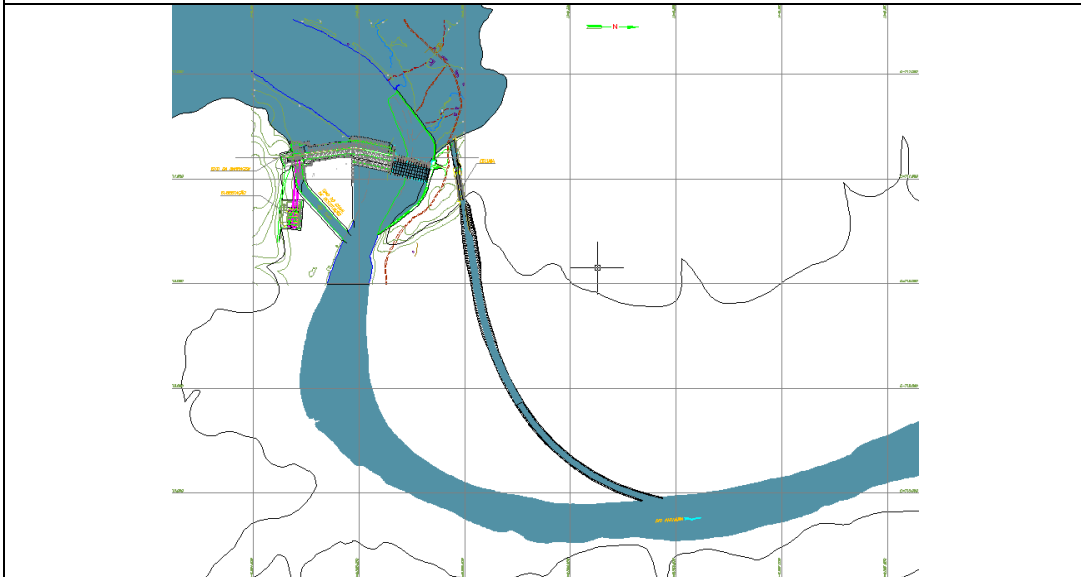
286. O fato de se constar a referida condicionante já na fase de DRDH também sinaliza ao vencedor do leilão que existirão custos na preparação dos Projetos Básicos das eclusas; e que este deverá se articular com o setor de transportes para desenvolver os Projetos Básicos a partir de alternativas de arranjos já equacionadas com o setor aquaviário, o que evitará revisões onerosas nos referidos Projetos.

287. Não obstante as tratativas para equacionar a questão da implantação do potencial hidrelétrico com o potencial hidroviário do rio Parnaíba, o disposto no Art 13 da Lei 9.433 estabelece que toda outorga deverá respeitar a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário já existente.

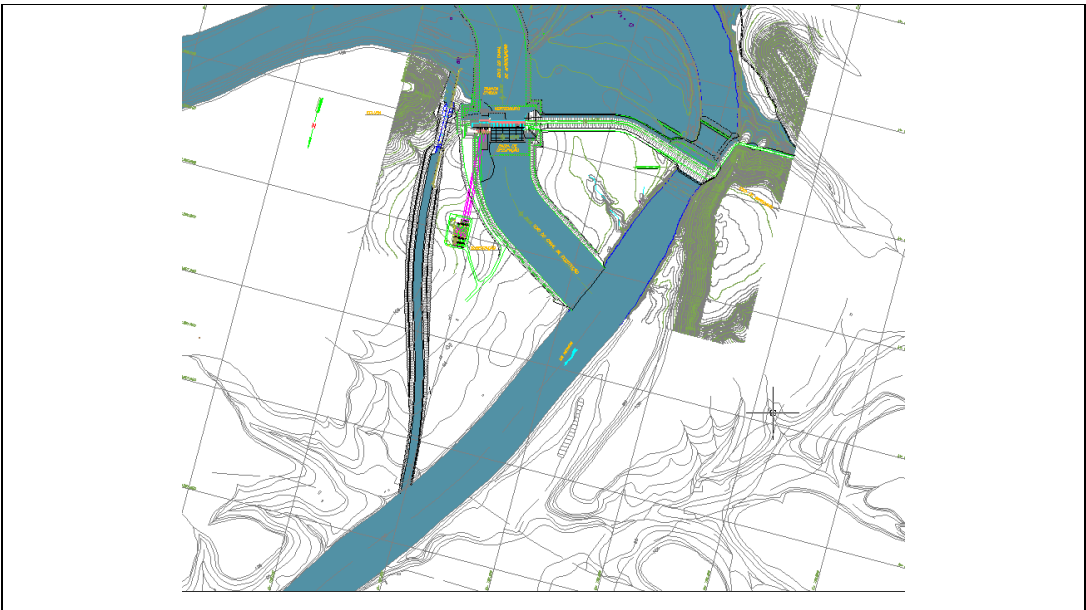
288. Assim, além da condução do processo de adequação dos projetos hidrelétricos aos projetos hidroviários previstos para o rio Parnaíba, a ANA deve garantir que sejam minimamente mantidas as condições para a navegação já existente no rio Parnaíba, identificada no documento "A Navegação no rio Parnaíba" (SUM-ANA). Para isso, recomenda-se que conste uma condicionante na DRDH definindo que deverão ser mantidas as condições atuais de navegação, adequadas ao porte de navegação existente atualmente na região, durante as fases de construção e operação dos empreendimentos.



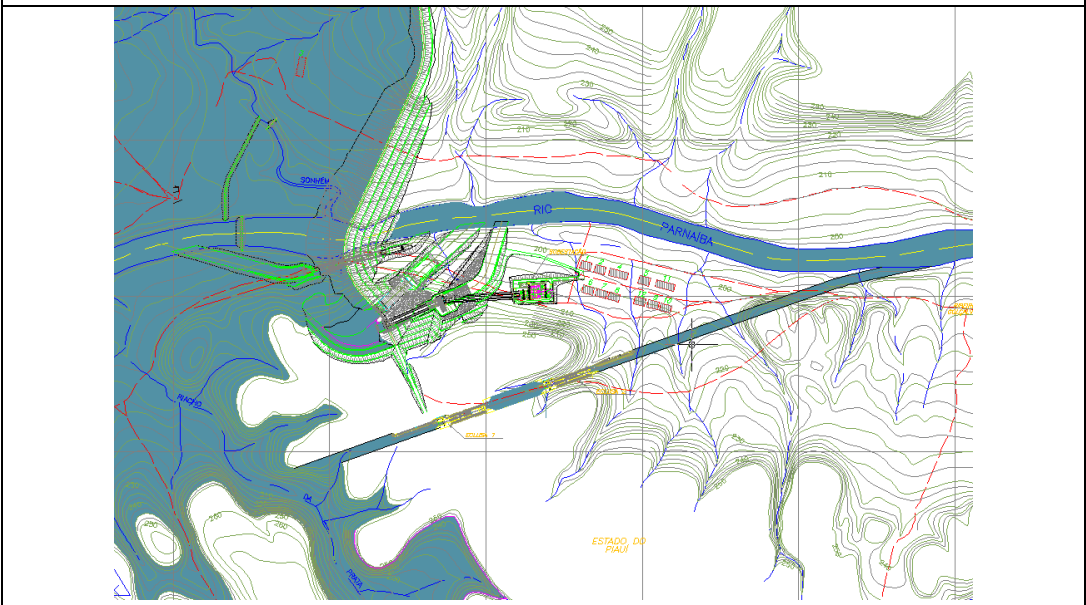
Cachoeira



Castelhana



Estreito



Ribeirão Gonçalves



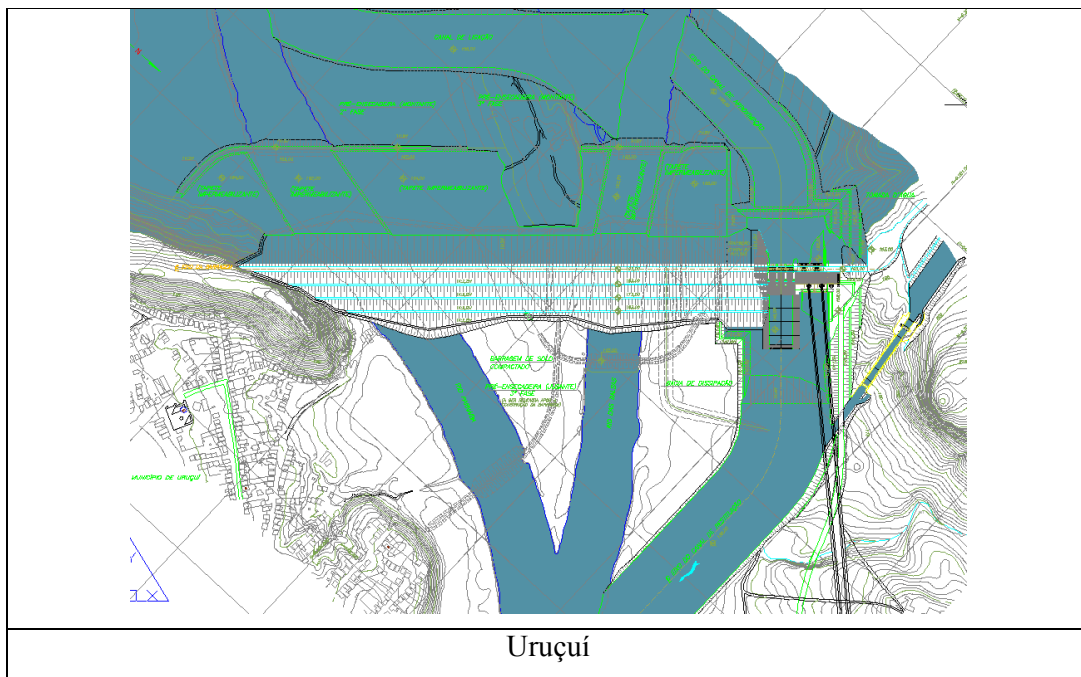


FIGURA 17 – CROQUIS COM PROPOSTAS DE ARRANJOS PARA AS ECLUSAS

## LAZER

289. Os estudos apresentados não contemplaram um levantamento dos balneários existentes. No entanto, os Estudos de Impacto Ambiental apresentam como, dentre os impactos da implantação dos empreendimentos, a “Perda de praias de verão, quedas d’água, grotas, pontos turísticos e de lazer por parte da comunidade”. Dentre as medidas mitigadoras previstas no EIA para este impacto estão “Criar espaços alternativos para os mesmos usos dotados de infraestrutura urbana e com acessos regulares.....”.

290. Assim, recomenda-se como condicionante para a conversão da DRDH em outorga a apresentação de estudo mostrando quais os balneários existentes que serão perdidos, e quais serão os espaços alternativos preconizados que serão implantados no seu lugar. Este estudo poderá ser incorporado ou estar associado ao Programa Básico Ambiental de cada empreendimento.

## CONCLUSÃO

291. Tendo em vista as análises realizadas, recomenda-se a emissão das DRDHs, à ANEEL, referente aos aproveitamentos hidrelétricos Ribeiro Gonçalves, Uruçuí, Cachoeira, Estreito e Castelhana, reservando as vazões naturais afluentes, subtraídas das vazões destinadas aos usos consuntivos, nas condições especificadas a seguir:

### RIBEIRO GONÇALVES

- I. coordenadas geográficas do eixo do barramento: 07° 34' 30'' de latitude sul e 45° 19' 17'' de longitude oeste;
- II. nível d'água máximo normal a montante: 243,0 m;
- III. nível d'água máximo maximorum a montante: 244,0 m;
- IV. nível d'água mínimo normal a montante: 240,0 m;
- V. área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 238 km<sup>2</sup>;
- VI. volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 3.204 hm<sup>3</sup>;
- VII. vazão máxima turbinada: 280 m<sup>3</sup>/s;
- VIII. vazão mínima para dimensionamento do vertedor: 3.120 m<sup>3</sup>/s;
- IX. vazão defluente mínima: 140 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 arranjo das estruturas previstas deve buscar favorecer a passagem de sedimentos, conforme os resultados dos novos estudos de assoreamento previstos;

§ 3º O abastecimento de água das sedes municipais e das localidades afetados diretamente pelo reservatório não poderão ser interrompidos em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação;

§ 4º As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;

§ 5º A infra-estrutura viária, composta por rodovias, ferrovias e pontes, deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;

§ 6º 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;

§ 7º A cada 5 anos, deverão ser atualizadas as linhas de remanso do reservatório para as cheias características, em função da evolução do assoreamento no reservatório.

§ 8º Deverá ser removida 45% da cobertura florestal na área a ser inundada devido à formação do reservatório, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios, de forma a evitar a degradação da qualidade da água, salvo a indicação de valores superiores dos estudos de aprofundamento da modelagem matemática, a serem realizados para conversão desta DRDH em outorga;

**Condições gerais de operação:**

- I. Início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de outubro a fevereiro, mantendo-se neste período, a jusante da barragem, a vazão mínima de 58 m<sup>3</sup>/s.

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

- I. Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;
- II. Detalhamento do estudo de assoreamento, conforme critérios a serem requeridos junto à SOF/ANA;
- III. Detalhamento do estudo de remanso, contemplando os processos de assoreamento no reservatório ao longo de sua vida útil;
- IV. Apresentar estudo de modelagem hidrodinâmica ambiental do reservatório da UHE Ribeiro Gonçalves, conforme especificações a serem requeridas junto à SOF/ANA;
- V. Apresentar histórico de monitoramento da qualidade de água do reservatório de Boa Esperança, incluindo análises atuais do Índice de Estado Trófico;
- VI. Apresentar programa específico de saneamento integrado, incluindo realocação e melhoria dos sistemas de esgotamento sanitário para equacionar os problemas de qualidade de água provocados pela disposição inadequada de lixo e lançamentos in natura de esgotos domésticos dos municípios da área de influência do reservatório, observando os cenários de abatimento de cargas simulados e as respectivas medidas de controle e intervenção;
- VII. Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, no âmbito dos programas ambientais dos empreendimentos;
- VIII. Projeto Básico do sistema de eclusas, em conformidade com o disposto na Lei 8.666, contemplando o arranjo que apresente a maior viabilidade técnica, econômica e ambiental, que deverá ser definido em conjunto com o Ministério dos Transportes, e nas dimensões a seguir:

Largura: 12 m;  
Comprimento: 125 m;  
Calado: 3,0 m.

- IX. Plano de Contingência e de Emergência;

- X. Levantamento dos balneários existentes a serem inundados e detalhamento dos espaços de lazer alternativos preconizados nos Estudos de Impacto Ambiental que serão implantados no seu lugar;
- XI. Apresentação do detalhamento dos seguintes Programas Ambientais indicados no EIA do empreendimento: Programa de Uso de Conservação de Entorno do Reservatório, Programa de Monitoramento da Água, Programa de Monitoramento de Plâncton, Zooplâncton e Macrófitas Aquáticas, Programas de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida.

## URUÇUÍ

- I. coordenadas geográficas do eixo do barramento: 07° 13' 56'' de latitude sul e 44° 34' 09'' de longitude oeste;
- II. nível d'água máximo normal a montante: 190,0 m;
- III. nível d'água máximo maximorum a montante: 191,7 m;
- IV. nível d'água mínimo normal a montante: 189,0 m;
- V. área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 238 km<sup>2</sup>;
- VI. volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 3.204 hm<sup>3</sup>;
- VII. vazão máxima turbinada: 280 m<sup>3</sup>/s;
- VIII. vazão mínima para dimensionamento do vertedor: 5.732 m<sup>3</sup>/s;
- IX. Operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às afluentes.
  - § 1° 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;
  - § 2° O arranjo das estruturas previstas deve buscar favorecer a passagem de sedimentos, conforme os resultados dos novos estudos de assoreamento previstos;
  - § 3° O abastecimento de água das sedes municipais e das localidades afetados diretamente pelo reservatório não poderão ser interrompidos em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação;
  - § 4° As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;
  - § 5° A infra-estrutura viária, composta por rodovias, ferrovias e pontes, deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;

§ 6º 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;

§ 7º Deverá ser removida 47% da cobertura florestal na área a ser inundada devido à formação do reservatório, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios, de forma a evitar a degradação da qualidade da água, salvo a indicação de valores superiores dos estudos de aprofundamento da modelagem matemática, a serem realizados para conversão desta DRDH em outorga;

**Condições gerais de operação:**

- I. Início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de outubro e fevereiro, mantendo-se neste período, a jusante da barragem, a vazão mínima de 115 m<sup>3</sup>/s.

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

- I. Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;
- II. Detalhamento do estudo de remanso, contemplando os processos de assoreamento no reservatório ao longo de sua vida útil;
- III. Aprofundar e detalhar a modelagem matemática da qualidade de água do reservatório, considerando a ampliação de dados primários de qualidade de água, as fontes pontuais e difusas de aporte de poluentes, projeções de crescimento dos usos, inventário da vegetação da área de inundação e cenários de abatimento das cargas orgânicas e de nutrientes, conforme especificações a serem requeridas junto à SOF/ANA;
- IV. Apresentar histórico de monitoramento da qualidade de água do reservatório de Boa Esperança, incluindo análises atuais do Índice de Estado Trófico;
- V. Apresentar programa específico de saneamento integrado, incluindo realocação e melhoria dos sistemas de esgotamento sanitário para equacionar os problemas de qualidade de água provocados pela disposição inadequada de lixo e lançamentos in natura de esgotos domésticos dos municípios da área de influência do reservatório, observando os cenários de abatimento de cargas simulados e as respectivas medidas de controle e intervenção;
- VI. Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, no âmbito dos programas ambientais dos empreendimentos;
- VII. Projeto Básico do sistema de eclusas, em conformidade com o disposto na Lei 8.666, contemplando o arranjo que apresente a maior viabilidade técnica, econômica e ambiental, que deverá ser definido em conjunto com o Ministério dos Transportes, e nas dimensões a seguir:

Largura: 12 m;

Comprimento: 125 m;

Calado: 3,0 m.

VIII. Plano de Contingência e de Emergência;

- IX. Levantamento dos balneários existentes a serem inundados e detalhamento dos espaços de lazer alternativos preconizados nos Estudos de Impacto Ambiental que serão implantados no seu lugar;
- X. Apresentação do detalhamento dos seguintes Programas Ambientais indicados no EIA do empreendimento: Programa de Uso de Conservação de Entorno do Reservatório, Programa de Monitoramento da Água, Programa de Monitoramento de Plâncton, Zooplâncton e Macrófitas Aquáticas, Programas de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida.

**CACHOEIRA**

- I. coordenadas geográficas do eixo do barramento: 06° 44' 55'' de latitude sul e 43° 04' 56'' de longitude oeste;
- II. nível d'água máximo normal a montante: 116,4 m;
- III. nível d'água máximo maximorum a montante: 118,0 m;
- IV. nível d'água mínimo normal a montante: 115,4 m;
- V. área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 42,1 km<sup>2</sup>;
- VI. volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 236 hm<sup>3</sup>;
- VII. vazão máxima turbinada: 598 m<sup>3</sup>/s;
- VIII. vazão mínima para dimensionamento do vertedor: 6.935 m<sup>3</sup>/s;
- IX. Operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às afluentes.
- § 1° 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;
- § 2° O arranjo das estruturas previstas deve buscar favorecer a passagem de sedimentos, conforme os resultados dos novos estudos de assoreamento previstos;
- § 3° O abastecimento de água das sedes municipais e das localidades afetados diretamente pelo reservatório não poderão ser interrompidos em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação;
- § 4° As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;
- § 5° A infra-estrutura viária, composta por rodovias, ferrovias e pontes, deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;

§ 6º 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;

§ 7º Deverá ser removida 44% da cobertura florestal na área a ser inundada devido à formação do reservatório, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios, de forma a evitar a degradação da qualidade da água, salvo a indicação de valores superiores dos estudos de aprofundamento da modelagem matemática, a serem realizados para conversão desta DRDH em outorga;

**Condições gerais de operação:**

- I. Início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de janeiro e maio, mantendo-se neste período, a jusante da barragem, a vazão mínima de 240 m<sup>3</sup>/s.

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

- I. Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;
- II. Detalhamento do estudo de remanso, contemplando os processos de assoreamento no reservatório ao longo de sua vida útil;
- III. Aprofundar e detalhar a modelagem matemática da qualidade de água do reservatório, considerando a ampliação de dados primários de qualidade de água, as fontes pontuais e difusas de aporte de poluentes, projeções de crescimento dos usos, inventário da vegetação da área de inundação e cenários de abatimento das cargas orgânicas e de nutrientes, conforme especificações a serem requeridas junto à SOF/ANA;
- IV. Apresentar histórico de monitoramento da qualidade de água do reservatório de Boa Esperança, incluindo análises atuais do Índice de Estado Trófico;
- V. Apresentar programa específico de saneamento integrado, incluindo realocação e melhoria dos sistemas de esgotamento sanitário para equacionar os problemas de qualidade de água provocados pela disposição inadequada de lixo e lançamentos in natura de esgotos domésticos dos municípios da área de influência do reservatório, observando os cenários de abatimento de cargas simulados e as respectivas medidas de controle e intervenção;
- VI. Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, no âmbito dos programas ambientais dos empreendimentos;
- VII. Projeto Básico do sistema de eclusas, em conformidade com o disposto na Lei 8.666, contemplando o arranjo que apresente a maior viabilidade técnica, econômica e ambiental, que deverá ser definido em conjunto com o Ministério dos Transportes, e nas dimensões a seguir:

Largura: 12 m;  
Comprimento: 125 m;  
Calado: 3,0 m.

- VIII. Plano de Contingência e de Emergência;

- IX. Levantamento dos balneários existentes a serem inundados e detalhamento dos espaços de lazer alternativos preconizados nos Estudos de Impacto Ambiental que serão implantados no seu lugar;
- X. Apresentação do detalhamento dos seguintes Programas Ambientais indicados no EIA do empreendimento: Programa de Uso de Conservação de Entorno do Reservatório, Programa de Monitoramento da Água, Programa de Monitoramento de Plâncton, Zooplâncton e Macrófitas Aquáticas, Programas de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida.

#### **ESTREITO**

- I. coordenadas geográficas do eixo do barramento: 06° 19' 41'' de latitude sul e 42° 51' 21'' de longitude oeste;
- II. nível d'água máximo normal a montante: 101,0 m;
- III. nível d'água máximo maximorum a montante: 102,1 m;
- IV. nível d'água mínimo normal a montante: 100,0 m;
- V. área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 66,3 km<sup>2</sup>;
- VI. volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 308 hm<sup>3</sup>;
- VII. vazão máxima turbinada: 534 m<sup>3</sup>/s;
- VIII. vazão mínima para dimensionamento do vertedor: 7.245 m<sup>3</sup>/s;
- IX. Operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às afluentes.

§ 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 arranjo das estruturas previstas deve buscar favorecer a passagem de sedimentos, conforme os resultados dos novos estudos de assoreamento previstos;

§ 3º O abastecimento de água das sedes municipais e das localidades afetados diretamente pelo reservatório não poderão ser interrompidos em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação;

§ 4º As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;

§ 5º A infra-estrutura viária, composta por rodovias, ferrovias e pontes, deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;



§ 6º 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;

§ 7º Deverá ser removida 47% da cobertura florestal na área a ser inundada devido à formação do reservatório, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios, de forma a evitar a degradação da qualidade da água, salvo a indicação de valores superiores dos estudos de aprofundamento da modelagem matemática, a serem realizados para conversão desta DRDH em outorga;

**Condições gerais de operação:**

- I. Início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de janeiro e maio, mantendo-se neste período, a jusante da barragem, a vazão mínima de 240 m<sup>3</sup>/s.

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

- I. Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;
- II. Detalhamento do estudo de remanso, contemplando os processos de assoreamento no reservatório ao longo de sua vida útil;
- III. Aprofundar e detalhar a modelagem matemática da qualidade de água do reservatório, considerando a ampliação de dados primários de qualidade de água, as fontes pontuais e difusas de aporte de poluentes, projeções de crescimento dos usos, inventário da vegetação da área de inundação e cenários de abatimento das cargas orgânicas e de nutrientes, conforme especificações a serem requeridas junto à SOF/ANA;
- IV. Apresentar histórico de monitoramento da qualidade de água do reservatório de Boa Esperança, incluindo análises atuais do Índice de Estado Trófico;
- V. Apresentar programa específico de saneamento integrado, incluindo realocação e melhoria dos sistemas de esgotamento sanitário para equacionar os problemas de qualidade de água provocados pela disposição inadequada de lixo e lançamentos in natura de esgotos domésticos dos municípios da área de influência do reservatório, observando os cenários de abatimento de cargas simulados e as respectivas medidas de controle e intervenção;
- VI. Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, no âmbito dos programas ambientais dos empreendimentos;
- VII. Projeto Básico do sistema de eclusas, em conformidade com o disposto na Lei 8.666, contemplando o arranjo que apresente a maior viabilidade técnica, econômica e ambiental, que deverá ser definido em conjunto com o Ministério dos Transportes, e nas dimensões a seguir:

Largura: 12 m;

Comprimento: 125 m;

Calado: 3,0 m.

- VIII. Plano de Contingência e de Emergência;

- IX. Levantamento dos balneários existentes a serem inundados e detalhamento dos espaços de lazer alternativos preconizados nos Estudos de Impacto Ambiental que serão implantados no seu lugar;
- X. Apresentação do detalhamento dos seguintes Programas Ambientais indicados no EIA do empreendimento: Programa de Uso de Conservação de Entorno do Reservatório, Programa de Monitoramento da Água, Programa de Monitoramento de Plâncton, Zooplâncton e Macrófitas Aquáticas, Programas de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida.

## **CASTELHANO**

- I. coordenadas geográficas do eixo do barramento: 05° 44' 32'' de latitude sul e 43° 05' 29'' de longitude oeste;
- II. nível d'água máximo normal a montante: 86,0 m;
- III. nível d'água máximo maximorum a montante: 87,8 m;
- IV. nível d'água mínimo normal a montante: 85,0 m;
- V. área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 76,6 km<sup>2</sup>;
- VI. volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 444 hm<sup>3</sup>;
- VII. vazão máxima turbinada: 620 m<sup>3</sup>/s;
- VIII. vazão mínima para dimensionamento do vertedor: 11.321 m<sup>3</sup>/s;
- IX. Operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às afluentes.

§ 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 arranjo das estruturas previstas deve buscar favorecer a passagem de sedimentos, conforme os resultados dos novos estudos de assoreamento previstos;

§ 3º O abastecimento de água das sedes municipais e das localidades afetados diretamente pelo reservatório não poderão ser interrompidos em decorrência da implantação do empreendimento, em suas fases de construção e operação;

§ 4º As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;

§ 5º A infra-estrutura viária, composta por rodovias, ferrovias e pontes, deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, utilizando a linha de remanso que considera os efeitos do assoreamento no reservatório;

§ 6º 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;

§ 7º Deverá ser removida 17% da cobertura florestal na área a ser inundada devido à formação do reservatório, conforme preconizado no Programa de Desmatamento e Limpeza das Áreas dos Reservatórios, de forma a evitar a degradação da qualidade da água, salvo a indicação de valores superiores dos estudos de aprofundamento da modelagem matemática, a serem realizados para conversão desta DRDH em outorga;

**Condições gerais de operação:**

- I. Início do enchimento do reservatório deverá ocorrer entre os meses de janeiro e maio, mantendo-se neste período, a jusante da barragem, a vazão mínima de 240 m<sup>3</sup>/s.

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

- I. Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico;
- II. Detalhamento do estudo de remanso, contemplando os processos de assoreamento no reservatório ao longo de sua vida útil;
- III. Aprofundar e detalhar a modelagem matemática da qualidade de água do reservatório, considerando a ampliação de dados primários de qualidade de água, as fontes pontuais e difusas de aporte de poluentes, projeções de crescimento dos usos, inventário da vegetação da área de inundação e cenários de abatimento das cargas orgânicas e de nutrientes, conforme especificações a serem requeridas junto à SOF/ANA;
- IV. Apresentar histórico de monitoramento da qualidade de água do reservatório de Boa Esperança, incluindo análises atuais do Índice de Estado Trófico;
- V. Apresentar programa específico de saneamento integrado, incluindo realocação e melhoria dos sistemas de esgotamento sanitário para equacionar os problemas de qualidade de água provocados pela disposição inadequada de lixo e lançamentos in natura de esgotos domésticos dos municípios da área de influência do reservatório, observando os cenários de abatimento de cargas simulados e as respectivas medidas de controle e intervenção;
- VI. Apresentar programa de compatibilização dos usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, no âmbito dos programas ambientais dos empreendimentos;
- VII. Projeto Básico do sistema de eclusas, em conformidade com o disposto na Lei 8.666, contemplando o arranjo que apresente a maior viabilidade técnica, econômica e ambiental, que deverá ser definido em conjunto com o Ministério dos Transportes, e nas dimensões a seguir:

Largura: 12 m;

Comprimento; 125 m;

Calado: 3,0 m.

- VIII. Plano de Contingência e de Emergência;

- IX. Levantamento dos balneários existentes a serem inundados e detalhamento dos espaços de lazer alternativos preconizados nos Estudos de Impacto Ambiental que serão implantados no seu lugar;
- X. Apresentação do detalhamento dos seguintes Programas Ambientais indicados no EIA do empreendimento: Programa de Uso de Conservação de Entorno do Reservatório, Programa de Monitoramento da Água, Programa de Monitoramento de Plâncton, Zooplâncton e Macrófitas Aquáticas, Programas de Recomposição da Infra-Estrutura Atingida.

Atenciosamente,

**BRUNO COLLISCHONN**  
Especialista em Recursos Hídricos

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

**RUBENS MACIEL WANDERLEY**  
Especialista em Recursos Hídricos

**MÁRCIO TAVARES NÓBREGA**  
Especialista em Recursos Hídricos - NHI

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

De acordo,

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