

Nota Técnica n.º 127/2010/GEREG/SOF-ANA

Documento n.º 00000.0025024/2010

Em 05 de novembro de 2010.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Fiscalização

**Assunto: Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Riacho Seco, no rio São Francisco**

**Ref.: Processo n.º 02501.000231/2010-88**

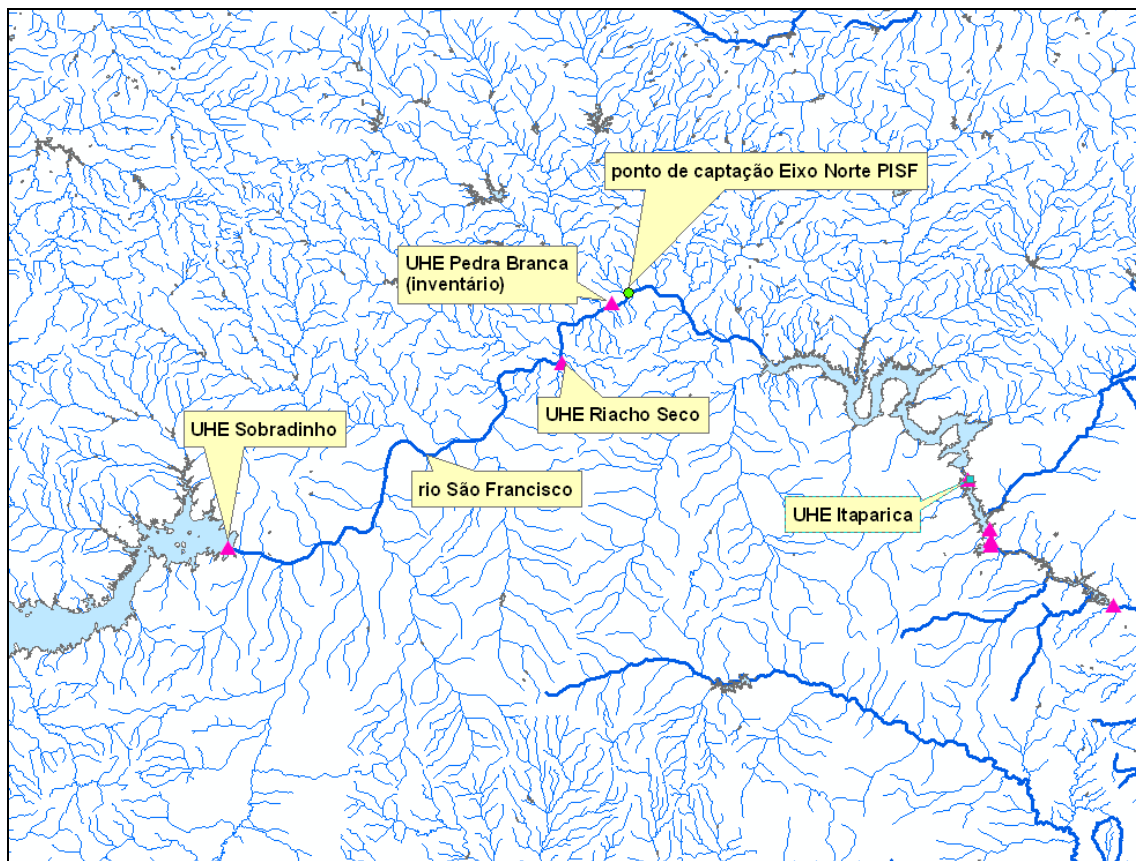
## INTRODUÇÃO

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

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

	Riacho Seco
Área de drenagem do eixo de barramento (km <sup>2</sup> )	534.732
Potência instalada (MW)	276
Energia firme local (MWmed)	179,4
Nível d'água máximo normal a montante (m)	351,0
Nível d'água mínimo normal a montante (m)	351,0
Nível d'água máximo maxiorum a montante (m)	354,0
Deplecionamento previsto (m)	0
Área inundada do reservatório no NA máximo normal (km <sup>2</sup> )	144,6
Potência instalada / área inundada (MW/km <sup>2</sup> )	1,91
Área inundada / área da bacia a montante (%)	0,027
População atingida (hab)	8.600
Volume do reservatório no NA máximo normal (hm <sup>3</sup> )	442,2
Volume do reservatório no NA mínimo normal (hm <sup>3</sup> )	442,2
Tempo de residência médio (dias)	2
Profundidade média do reservatório (m)	13,8
Altura máxima da barragem (m)	10

Vazão natural $Q_{95\%}$ ( $m^3/s$ )	839
Vazão média natural $Q_{MLT}$ ( $m^3/s$ )	2.724
Vazão máxima $Tr = 10.000$ anos ( $m^3/s$ )	24.262
Vazão máxima turbinada ( $m^3/s$ )	3.672
Tempo de construção (meses)	52



**FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO AHE RIACHO SECO**

3. Os estudos de inventário hidroelétrico realizados pela ENGEVIX e aprovados em 2003 pela ANEEL indicaram a melhor divisão de quedas no rio São Francisco no trecho entre as UHEs Sobradinho e Itaparica, apontando os aproveitamentos de Riacho Seco (à época com 240 MW) e Pedra Branca (320 MW).

## HISTÓRICO

4. O processo foi autuado em 01 de março de 2010, com a anexação do pedido de DRDH, dos Estudos de Disponibilidade Hídrica – EDH e dos Estudos de Viabilidade – EVI.

5. Após uma pré-análise da documentação encaminhada, a ANA solicitou à ANEEL, por meio do Ofício nº 198/2010/GEREG/SOF-ANA de 22 de fevereiro de 2010 o atendimento ao disposto no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, que prevê que para os novos aproveitamentos hidrelétricos, sejam avaliados os conflitos de usos múltiplos atuais e futuros. O caderno de apoio ao Plano que trata de navegação (Estudo Técnico de Apoio nº 08) também destaca a importância da implantação de eclusas nas futuras hidrelétricas de Riacho Seco e Pedra Branca, que poderiam estender a hidrovia em 400 km.

Assim, o referido Ofício solicitou que fosse incorporado ao EDH da UHE Riacho Seco um estudo de alternativas de arranjo de eclusa e canais de navegação.

6. Em 05 de maio de 2010, a ANA encaminhou novo Ofício à ANEEL (Ofício nº 465/2010/GEREG/SOF-ANA) informando do aguardo do material solicitado pelo Ofício nº 198/2010/GEREG/SOF-ANA, além de solicitar uma Reunião Técnica Inicial de apresentação do projeto, conforme previsto no Manual de DRDH.

7. Em 13 de maio a ANEEL encaminhou o Ofício nº 1447/2010-SGH/ANEEL, pelo qual foram encaminhados estudos realizados pela projetista para atendimento a demandas específicas da ANEEL, que contêm algumas informações de interesse da ANA relativas às vazões máximas.

8. Em 26 de maio a ANEEL encaminhou cópia à ANA do Ofício nº 1554/2010-SGH/ANEEL, pelo qual a ANEEL aponta para a projetista a necessidade do atendimento à diligência da ANA (Ofício nº 198/2010/GEREG/SOF-ANA).

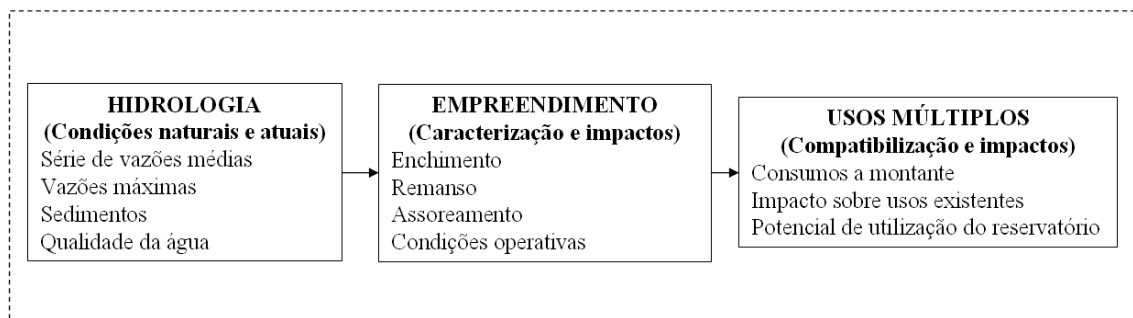
9. Em 11 de junho de 2010 foi realizada a Reunião Técnica Inicial de apresentação do projeto, na qual foram discutidas algumas dúvidas técnicas levantadas pela ANA com base nos Estudos de Disponibilidade Hídrica encaminhados pela ANEEL. Desta reunião, ficou encaminhado que a ANA remeteria diligência à ANEEL com solicitação de complementações dos estudos que não foram atendidos ou devidamente esclarecidos na Reunião, quais sejam:

- a) Conforme já solicitado no Ofício nº 198/2010/GEREG/SOF-ANA, de 22 de fevereiro de 2010, apresentar estudo de alternativas para implantação de eclusa e canais de navegação para transposição da barragem da UHE Riacho Seco, definindo o arranjo mais adequado sob os aspectos técnico, ambiental e sócio-econômico, utilizando as dimensões de comboio da hidrovía do rio São Francisco preconizadas pelo Ministério dos Transportes;
- b) Apresentar os dados de entrada do modelo de qualidade da água;
- c) Realizar cenário de simulação da qualidade da água considerando uma situação de estiagem, com a vazão mínima defluente de Sobradinho;
- d) Detalhar o modelo de qualidade da água no braço (lagoa marginal) da margem esquerda, indicando claramente quais as medidas a serem adotadas para atendimento à Resolução CONAMA nº 357;
- e) Informar quais as medidas de limpeza da bacia hidráulica a serem adotadas, especialmente quanto à remoção de vegetação;
- f) Esclarecer o tipo de apoio que pretende-se oferecer na área de saneamento básico no âmbito do Programa de Apoio aos Municípios;
- g) Em relação ao estudo de remanso, apresentar calibração para outros eventos;
- h) Apresentar os arquivos digitais de entrada e saída do modelo hidráulico HEC-RAS utilizados nos estudos de remanso, além dos resultados do processo de calibração do modelo;
- i) Apresentar, conforme explicitado no Manual de DRDH, os mapas da linha de inundação considerando os efeitos de remanso para vazões com TR 50 e 100 anos. Nestes mapas, deverão ser apresentadas as infra-estruturas e usos da água eventualmente atingidos (captações de água, balneários, estruturas de lazer, pontes, rodovias, etc), incluindo mapas detalhados para as cidades de Santa Maria da Boa Vista e Curaçá;
- j) Apresentar os dados utilizados (séries de vazões diárias máximas anuais) e os resultados obtidos no ajuste do modelo probabilístico utilizado para o cálculo das vazões máximas.

10. Em 14 de junho de 2010, a ANA encaminhou à ANEEL o Ofício nº 627/2010/GEREG/SOF-ANA, no qual foram solicitadas as complementações pendentes da Reunião Técnica Inicial.
11. Em 22 de junho de 2010, a CHESF encaminhou para a ANEEL com cópia para a ANA a Carta nº AHE/RS – 009/2010, a qual apresenta informa que entregará as respostas à diligência da ANA no dia 09 de julho de 2010.
12. Em 09 de julho de 2010, a CHESF encaminhou para a ANEEL com cópia para a ANA a Carta nº AHE/RS – 010/2010, a qual apresenta uma proposta de arranjo de eclusa e canal de navegação para transposição do barramento, em atendimento ao item (a) do Ofício nº 627/2010/GEREG/SOF-ANA. Não foram apresentados os demais estudos solicitados.
13. Em 03 de agosto de 2010, a CHESF encaminhou para a ANEEL com cópia para a ANA a Carta nº AHE/RS – 011/2010, a qual apresenta uma nova proposta de arranjo de eclusa e canal de navegação para transposição do barramento, diferente do arranjo inicialmente proposto na Carta nº AHE/RS – 010/2010. Foram também encaminhados os estudos para o atendimento às demais pendências listadas no Ofício nº 627/2010/GEREG/SOF-ANA.
14. Ainda para subsídio à emissão da DRDH para a UHE Riacho Seco, a SOF/ANA encaminhou em 10 de agosto de 2010 o Ofício nº 900/2010/GEREG/SOF-ANA para a Secretaria de Política Nacional de Transportes do Ministério dos Transportes, no qual foi solicitado daquele Ministério manifestação acerca dos dois arranjos propostos pela projetista para o sistema de eclusa e canal de navegação na barragem da UHE Riacho Seco. O referido Ofício não foi respondido pelo MT até a data de conclusão desta NT.
15. Após análise dos estudos encaminhados pela CHESF por meio da Carta nº AHE/RS – 011/2010, a SOF verificou que todos os itens do Ofício nº 627/2010/GEREG/SOF-ANA foram atendidos, à exceção do item “b” (dados de entrada do modelo de qualidade da água) Assim, foi encaminhado para a ANEEL em 26 de agosto de 2010 o Ofício nº 1022/2010/GEREG/SOF-ANA, solicitando o atendimento ao item pendente.
16. Em resposta, a CHESF encaminhou a Carta nº AHE/RS-012/2010, pela qual foram encaminhadas as informações solicitadas no Ofício nº 1022/2010/GEREG/SOF-ANA.
17. Adicionalmente, a SOF recebeu da ANEEL em 20 de setembro de 2010 o Ofício nº 3111/2010-SGH/ANEEL, pelo qual foram encaminhados formalmente documentos e estudos referentes às vazões de projeto dos vertedores dos AHEs do rio São Francisco, que já haviam sido disponibilizados à ANA em reunião específica realizada entre ANA e ANEEL no dia 15 de setembro sobre este assunto.
18. Após análise da documentação encaminhada pela ANEEL sobre o tema vazões máximas, a ANA encaminhou para a ANEEL em 16 de setembro de 2010 o Ofício nº 1128/2010/GEREG/SOF-ANA, o qual solicita justificativas para a vazão máxima calculada para a UHE Riacho Seco, de modo a compatibilizá-la com as vazões máximas das outras UHEs do rio São Francisco.
19. Em resposta, a CHESF encaminhou em 30 de setembro de 2010 a Carta nº AHE/RS – 014/2010, com esclarecimentos sobre o assunto.
20. Em 04 de outubro de 2010 foi realizada reunião técnica entre ANA e IBAMA para tratar de aspectos comuns à análise da ANA e IBAMA no âmbito da DRDH e do Licenciamento Ambiental da UHE Riacho Seco, notadamente qualidade da água, vazão remanescente no braço da margem esquerda do rio São Francisco a jusante do barramento, tempo de enchimento, localização da eclusa e relocação das captações de água e ETES das sedes municipais a serem atingidas pelo reservatório.

## ESTRUTURA DA NOTA TÉCNICA

21. Esta Nota Técnica contempla os itens definidos pela Resolução ANA nº 131, de 11 de março de 2003, que dispõe sobre os procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW, em corpos de água de domínio da União, e dá outras providências. A análise dos empreendimentos feita nesta Nota Técnica é organizada em 3 blocos: hidrologia, usos múltiplos e análise do empreendimento, conforme mostrado na Figura 2.



**FIGURA 2 – ESTRUTURA DE ANÁLISE DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS NO ÂMBITO DA ANA, VISANDO À EMISSÃO DA DRDH**

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

23. Adicionalmente, foi realizada uma análise da implantação de um canal de interligação proposto pela projetista a ser implantado entre os braços do rio São Francisco a jusante do barramento, o qual também se constitui de uma obra hidráulica passível de outorga.

## HIDROLOGIA

### SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

24. As séries de vazões naturais médias mensais afluentes às UHEs Sobradinho e Itaparica foram estudadas no âmbito do “Projeto de Revisão das Séries de Vazões Naturais em Bacias Hidrográficas de Interesse do Sistema Interligado Nacional”, contratado pelo ONS e que teve acompanhamento técnico da ANA, ANEEL e MME.

25. Para se chegar à série de vazões naturais médias mensais afluentes à UHE Riacho Seco, foi adotada nos Estudos de Viabilidade a seguinte fórmula:

$$Q_{RS} = Q_{SOB} + \left[ \frac{(A_{RS} - A_{SOB})}{(A_{IT} - A_{SOB})} \times (Q_{IT} - Q_{SOB}) \right]$$

Onde:

$Q_{RS}$  = Vazão na UHE Riacho Seco (m<sup>3</sup>/s);

$Q_{SOB}$  = Vazão na UHE Sobradinho (m<sup>3</sup>/s);  
 $Q_{IT}$  = Vazão na UHE Itaparica (m<sup>3</sup>/s);  
 $AD_{RS}$  = Área de Drenagem na UHE Riacho Seco (km<sup>2</sup>);  
 $AD_{SOB}$  = Área de Drenagem na UHE Sobradinho (km<sup>2</sup>);  
 $AD_{IT}$  = Área de Drenagem na UHE Itaparica (km<sup>2</sup>).

26. A fórmula empregada compõe a série afluyente a Riacho Seco a partir da soma das vazões naturais afluentes a Sobradinho com as vazões naturais da bacia incremental entre Sobradinho e Riacho Seco. As vazões da bacia incremental foram calculadas a partir da diferença das vazões naturais afluentes a Itaparica e Sobradinho.

27. Considera-se que série resultante, com extensão de 1931 a 2005, foi obtida empregando metodologia adequada e é compatível com as séries das UHEs a montante e a jusante. O Anexo I desta NT apresenta a referida série. A extensão da série, a rigor, deve ser realizada até dois anos antes da emissão da concessão, por conta da necessidade dos modelos de simulação do setor elétrico. Assim, caso seja necessário, a ANEEL poderá oportunamente apresentar à ANA a metodologia e resultados da complementação da série de vazões no período de 2006 em diante, para análise técnica e manifestação da ANA.

## VAZÕES MÁXIMAS

28. Os estudos de vazões máximas apresentados no EDH tiveram como objetivo a determinação das vazões de cheia para o projeto do vertedouro. Para realizar o estudo, considerou-se a série de vazões afluentes ao posto fluviométrico Juazeiro e posterior correlação por área de drenagem.

29. A série de vazões máximas anuais para o local do empreendimento foi ajustada às funções de distribuição de Gumbel e Exponencial de dois parâmetros, para os períodos úmido e seco.

30. Após submissão das séries a estudos estatísticos, ajustou-se, para o período chuvoso, a distribuição de probabilidades de Gumbel, segundo recomendação da ELETROBRÁS, visto que a série possui um coeficiente de assimetria inferior a 1,5.

31. Dessa forma, foram obtidas as vazões máximas para diversos Tempos de Retorno e, aplicando o método de Fuller, foram obtidas as vazões máximas instantâneas, conforme Tabela 2.

**TABELA 2 – VAZÕES MÁXIMAS DO PERÍODO ÚMIDO**

<b>VAZÕES DE CHEIA NO APROVEITAMENTO</b>		
<b>(m<sup>3</sup>/s)</b>		
<b>Posto:</b>	<b>Juazeiro</b>	<b>UHE</b>
<b>Rio:</b>	<b>São Francisco</b>	<b>Riacho Seco</b>
<b>AD (km<sup>2</sup>)</b>	515.509	534.732
<b>TR (anos)</b>	<b>Coef. de Fueller:</b>	1,0509
2	5.547	<b>6.046</b>
5	7.689	<b>8.381</b>
10	9.107	<b>9.927</b>
20	10.467	<b>11.409</b>
25	10.898	<b>11.880</b>
50	12.227	<b>13.329</b>

<b>VAZÕES DE CHEIA NO APROVEITAMENTO (m<sup>3</sup>/s)</b>		
<b>Posto:</b>	<b>Juazeiro</b>	<b>UHE</b>
<b>Rio:</b>	<b>São Francisco</b>	<b>Riacho Seco</b>
<b>AD (km<sup>2</sup>)</b>	515.509	534.732
<b>TR (anos)</b>	<b>Coef. de Fueller:</b>	1,0509
100	13.547	<b>14.767</b>
500	16.595	<b>18.090</b>
1.000	17.906	<b>19.519</b>
10.000	22.258	<b>24.262</b>

32. Para o período seco, a distribuição ajustada foi a exponencial de dois parâmetros, visto que o coeficiente de assimetria da série era maior que 1,5. Aplicando-se o método de Fuller foram obtidas as vazões máximas instantâneas na época de estiagem, conforme Tabela 3. Essas vazões são utilizadas para o dimensionamento da segunda fase do desvio.

**TABELA 3 – VAZÕES MÁXIMAS DO PERÍODO SECO**

<b>VAZÕES DE CHEIA NO APROVEITAMENTO (m<sup>3</sup>/s)</b>		
<b>Posto:</b>	<b>Juazeiro</b>	<b>UHE</b>
<b>Rio:</b>	<b>São Francisco</b>	<b>Riacho Seco</b>
<b>AD (km<sup>2</sup>)</b>	515.509	534.732
<b>TR (anos)</b>	<b>Coef. de Fueller:</b>	1,0509
2	2.009	<b>2.190</b>
5	2.742	<b>2.989</b>
10	3.297	<b>3.594</b>
20	3.852	<b>4.199</b>
25	4.031	<b>4.394</b>
50	4.585	<b>4.998</b>
100	5.140	<b>5.603</b>
500	6.429	<b>7.007</b>
1.000	6.983	<b>7.612</b>
10.000	8.827	<b>9.621</b>

#### **Avaliação da ANA**

33. Auditando o próprio estudo do empreendedor com relação aos dados do posto Juazeiro, vê-se uma discrepância de valores. O Estudo de Disponibilidade Hídrica subestimou a vazão máxima do ano de 1949, que alcançaria um valor entre 14.500 e 15.500 m<sup>3</sup>/s conforme dados do *Hidro*, diferente dos 11.853 considerados. Com a inclusão desse valor na série, a vazão máxima decamilenar para a UHE Riacho Seco seria maior que aquela prevista pelo empreendedor.

34. Ressalta-se que o posto utilizado não reflete as vazões naturais da região, pois leva em conta a regularização da UHE Sobradinho, localizada a montante do posto, que acontece desde 1979.

35. Além disso, percebe-se, em comparação com a série do posto Barra (código 46998000), localizado a montante, que o ano na qual houve a vazão máxima observada na série

deste posto (1926) não é contemplado na série do posto Juazeiro. Dessa forma, caso a série de Juazeiro fosse estendida por mais 5 anos incorporando os valores observados no posto Barra, os valores de vazão máxima estimados seriam maiores que os considerados no estudo.

36. Além disso, a ANA identificou, em consulta ao documento “Formação de Cheias de Projeto dos Aproveitamentos Hidrelétricos do rio São Francisco” (fls. 62-71), encaminhado à ANA pela ANEEL por meio do Ofício nº 3111/2010-SGH/ANEEL (fl. 58), que a proposta de vazão de projeto do vertedor da UHE Riacho Seco (24.262 m<sup>3</sup>/s) é inferior à vazão decamilenar defluente amortecida da UHE Sobradinho conforme o referido documento (24.500 m<sup>3</sup>/s). Destaca-se que a vazão defluente amortecida de Sobradinho (24.500 m<sup>3</sup>/s) não contempla as vazões incrementais entre as barragens das UHEs Sobradinho e Riacho Seco, que não devem ser desprezadas para o correto dimensionamento do vertedor da UHE Riacho Seco.

37. Assim, a ANA encaminhou o Ofício nº 1128/2010/GEREG/SOF-ANA (fls. 55-56), no qual a ANEEL foi consultada sobre a existência de outros documentos técnicos que justificassem a incompatibilidade entre os cálculos apresentados no EDH com as informações contidas nos demais documentos encaminhados pela ANEEL, em especial no documento “Formação de Cheias de Projeto dos Aproveitamentos Hidrelétricos do rio São Francisco”.

38. Em resposta, foi encaminhada a Carta AHE/RS 014/2010, a qual reforça algumas considerações sobre a vazão de verificação do vertedor da UHE Riacho Seco, informando a sua compatibilidade com a vazão de verificação de Sobradinho (sem considerar as vazões incrementais entre as duas UHEs). Sobre a vazão de dimensionamento, é citada novamente a vazão decamilenar definida a partir dos dados de vazão máxima da estação Juazeiro, sem alterações em relação aos estudos anteriores e, portanto, incluindo a mesma inconsistência já relatada no item 33 desta NT. Ainda sobre a vazão de dimensionamento, também não foi agregada nenhuma informação sobre a vazão incremental entre Sobradinho e Riacho Seco.

39. Assim, como não foram trazidas novas informações ou estudos aos já existentes, a ANA teve de compatibilizar a vazão máxima afluyente ao UHE Riacho Seco com as vazões máximas defluentes da UHE Sobradinho, de modo a garantir continuidade entre as vazões destes reservatórios. Para tal, utilizou-se o documento já referido “Formação de Cheias de Projeto dos Aproveitamentos Hidrelétricos do rio São Francisco”, que apresenta as vazões máximas utilizadas no dimensionamento das estruturas de vertimento dos aproveitamentos hidrelétricos do baixo São Francisco.

40. Foi mantida, ainda, a mesma metodologia utilizada para o dimensionamento da UHE Riacho Seco, que considera o amortecimento de Sobradinho na verificação do vertedor, além das informações fornecidas pela ANEEL por meio do documento “Formação de Cheias de Projeto dos Aproveitamentos Hidrelétricos do rio São Francisco”.

41. Considerando que a vazão defluente decamilenar da UHE Sobradinho é de 24.500 m<sup>3</sup>/s e que a enchente da bacia intermediária Sobradinho-Riacho Seco é proporcional à relação entre as áreas das bacias intermediárias Sobradinho-Riacho Seco e Sobradinho-Itaparica, chega-se a um valor estimado de 2.079,15 m<sup>3</sup>/s para a enchente da bacia intermediária Sobradinho-Riacho Seco. Dessa forma, a vazão máxima afluyente à UHE Riacho Seco que compatibiliza as informações fornecidas pela ANEEL no EDH com os demais documentos técnicos apresentados é de aproximadamente 26.580 m<sup>3</sup>/s, vazão esta que também fica compatível com as vazões máximas de Sobradinho e Itaparica.

42. Por último, cabe citar que, conforme Resolução CNRH nº 37 (que trata de outorga de barragens), é o outorgado (neste caso a ANEEL) e não a ANA, o responsável pelos aspectos relacionados à segurança da barragem. Assim, é de responsabilidade exclusiva do requerente da DRDH a adoção de critérios mais ou menos conservadores para o dimensionamento do vertedor, como considerar ou não amortecimento no reservatório, considerar ou não áreas de drenagem incrementais entre as usinas e outros critérios. Porém, conforme preconiza o Artigo 1º da



Resolução ANA 131/2003, a ANA receberá os estudos referentes às vazões máximas consideradas no dimensionamento dos órgãos extravasores para emissão da DRDH. Neste sentido, os manuais de projeto de usinas hidrelétricas preconizam o uso da vazão decamilenar como a vazão máxima afluyente aos aproveitamentos.

43. Portanto, diante dos fatos apresentados, entende-se que a ANA deve se manifestar pelo menos quanto à vazão máxima afluyente à UHE Riacho Seco, a qual para sua compatibilização com a vazão da UHE Sobradinho resulta num valor de 26.580 m<sup>3</sup>/s. A partir deste valor, é de responsabilidade exclusiva do requerente a adoção de outros critérios de projeto que não o uso da vazão decamilenar para projeto do vertedor.

## EMPREENDIMENTO

### ENCHIMENTO

44. O item 5 do Estudo de Disponibilidade Hídrica apresenta uma estimativa do tempo de enchimento do reservatório. As premissas adotadas por este estudo são as seguintes:

- a. Vazão remanescente no período de enchimento: 1.300 m<sup>3</sup>/s, correspondente à vazão de restrição operativa acordada entre o ONS e ANA;
- b. Série de vazões afluentes igual às vazões defluentes de Sobradinho no período de 1979 a 2004, majoradas pela relação de áreas de drenagem, mostradas na Tabela 4.

**TABELA 4. VAZÕES AFLUENTES PARA O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO, JÁ DESCONTADAS DA VAZÃO REMANESCENTE, CONFORME EDH**

PERMANÊNCIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
5%	5467	6831	9427	5693	2828	1726	1253	1289	1429	1472	2097	4725
10%	4939	6430	6968	4720	2223	1310	1197	1216	1290	1271	1588	3255
20%	3764	4621	3954	3388	1743	1048	1014	1062	1096	1101	1210	1433
30%	2120	2450	1918	2461	1178	928	939	940	973	992	1038	1018
40%	1053	1208	1067	1407	1000	820	804	818	906	894	877	813
50%	907	998	949	1137	868	715	709	741	807	813	754	650
60%	798	832	772	854	745	579	557	601	710	702	504	537
70%	664	696	626	703	591	499	416	514	596	551	404	401
80%	521	614	507	530	462	340	314	415	396	264	282	291
90%	330	442	326	325	308	205	233	289	213	142	156	191
95%	279	283	178	180	173	126	159	208	115	89	60	91

45. O estudo calcula o tempo necessário para encher o volume armazenado de 442hm<sup>3</sup>, considerando diferentes permanências e diferentes meses de início. Chega, assim, aos resultados mostrados na Tabela 5.

**TABELA 5. TEMPO DE ENCHIMENTO PARA DIFERENTES GARANTIAS, SEGUNDO O EDH**

PERMANÊNCIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
5%	1	1	1	1	2	3	4	4	4	3	2	1
10%	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	3	2
20%	1	1	1	2	3	5	5	5	5	5	4	4
30%	2	2	3	2	4	6	5	5	5	5	5	5
40%	5	4	5	4	5	6	6	6	6	6	6	6

50%	6	5	5	5	6	7	7	7	6	6	7	8
60%	6	6	7	6	7	9	9	9	7	7	10	10
70%	8	7	8	7	9	10	12	10	9	9	13	13
80%	10	8	10	10	11	15	16	12	13	19	18	18
90%	15	12	16	16	17	25	22	18	24	36	33	27
95%	18	18	29	28	30	41	32	25	45	57	85	56

46. Como se vê, na pior das hipóteses, o tempo de enchimento será de 41 dias, que é um tempo relativamente baixo. Em média, o tempo de enchimento é inferior a 8 dias.

47. As premissas adotadas podem ser consideradas corretas. Em primeiro lugar, a vazão remanescente está de acordo com uma vazão de consenso, fruto de extensas discussões entre o setor elétrico e de recursos hídricos, contando inclusive com anuência da ANA. Desta forma, há certa segurança de que não haverá usuários outorgados prejudicados.

48. Em segundo lugar, a opção de não levar em conta a série de vazões naturais afluentes, e sim as vazões defluentes de Sobradinho, está correta, uma vez que este reservatório regulariza vazões, amortecendo cheias, aumentando as vazões mínimas e perdendo água por evaporação, de forma que a estimativa do tempo de enchimento em função de vazões naturais seria tendenciosa.

49. Entretanto, uma ressalva deve ser feita com relação à majoração das vazões defluentes de Sobradinho pela relação de áreas de drenagem. Esta metodologia de estimativa de vazões pressupõe que toda a bacia contribui de forma relativamente homogênea às vazões afluentes. Em primeiro lugar, a regularização causada por Sobradinho faz com que a premissa de rendimentos específicos mensais homogêneos deixe de ser válida. Além disso, é notório que a área incremental entre Sobradinho e Riacho Seco se insere na região semi-árida, de forma que seus rendimentos diferem muito dos do restante da bacia. De fato, provavelmente nos meses mais secos a vazão incremental seja nula.

50. Sendo assim, optou-se por recalcular os tempos de enchimento, com base somente nas vazões defluentes de Sobradinho, sem considerar aporte incremental. Para tanto, as vazões da Tabela 6 foram somadas à vazão remanescente e divididas por 1,07, que é a relação entre as áreas de drenagem, obtendo-se a seguinte série de vazões (Tabela 6):

**TABELA 6. VAZÕES AFLUENTES PARA ENCHIMENTO, SEM CONSIDERAR APORTE INCREMENTAL ENTRE SOBRADINHO E RIACHO SECO**

PERMANÊNCIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
5%	6307	7578	9998	6518	3847	2820	2380	2413	2544	2584	3166	5616
10%	5815	7205	7706	5611	3284	2433	2327	2345	2414	2396	2692	4245
20%	4720	5519	4897	4369	2836	2188	2157	2201	2233	2238	2339	2547
30%	3188	3495	2999	3505	2310	2077	2087	2088	2119	2136	2179	2160
40%	2193	2338	2206	2523	2144	1976	1961	1974	2056	2045	2029	1969
50%	2057	2142	2096	2271	2021	1878	1872	1902	1964	1969	1914	1817
60%	1955	1987	1931	2008	1906	1751	1731	1772	1873	1866	1681	1712
70%	1831	1860	1795	1867	1763	1677	1599	1691	1767	1725	1588	1585
80%	1697	1784	1684	1706	1642	1529	1504	1598	1581	1458	1475	1483
90%	1519	1624	1516	1515	1499	1403	1429	1481	1410	1344	1357	1390
95%	1472	1475	1378	1379	1373	1329	1360	1406	1319	1295	1268	1296

51. Neste cenário, mantendo-se a vazão remanescente de 1300 m<sup>3</sup>/, o tempo de enchimento, de acordo com a permanência hidrológica e com o mês do ano, é o apresentado na Tabela 7.

**TABELA 7. TEMPO DE ENCHIMENTO ESTIMADO NESTA NT, SEM CONSIDERAR APORTE INCREMENTAL ENTRE SOBRADINHO E RIACHO SECO**

PERMANÊNCIA	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
5%	1	1	1	1	2	3	5	5	4	4	3	1
10%	1	1	1	1	3	5	5	5	5	5	4	2
20%	1	1	1	2	3	6	6	6	5	5	5	4
30%	3	2	3	2	5	7	7	6	6	6	6	6
40%	6	5	6	4	6	8	8	8	7	7	7	8
50%	7	6	6	5	7	9	9	8	8	8	8	10
60%	8	7	8	7	8	11	12	11	9	9	13	12
70%	10	9	10	9	11	14	17	13	11	12	18	18
80%	13	11	13	13	15	22	25	17	18	32	29	28
90%	23	16	24	24	26	46	38	28	70	84	65	45
95%	30	29	67	80	95	84	70	-	-	-	-	-

52. Como se vê, neste cenário, caso o enchimento ocorra entre os meses de agosto a setembro de um ano seco (95% ou mais de permanência), a vazão afluyente não é suficiente para manter a vazão remanescente e ainda propiciar enchimento completo do reservatório.

53. Entende-se que o cenário de vazões afluentes proposto nesta NT, sem consideração de aporte incremental entre Sobradinho e Riacho Seco, é mais coerente com o caráter semi-árido desta área incremental. Sendo assim, os resultados apontam para a necessidade do enchimento ocorrer entre os meses mais úmidos, preferencialmente entre janeiro e março.

54. O cronograma de obras da UHE Riacho Seco prevê que o enchimento se inicie entre os meses de janeiro e fevereiro do ano 4, que provavelmente seja o ano de 2014. Desta forma, caso o cronograma seja cumprido, não haverá problemas do ponto de vista do enchimento.

55. Alternativamente, caso o cronograma seja alterado por fatores alheios (postergação do licenciamento, intensificação das obras, etc), entende-se que o enchimento seja possível em outros meses, desde que o setor elétrico despache defluências em Sobradinho suficientemente altas, de forma a manter a vazão remanescente de 1300 m<sup>3</sup>/s e ainda permitir um enchimento num prazo razoável.

56. Vale salientar que foi realizada reunião entre o IBAMA e a ANA, em 4 de outubro de 2010, no intuito de discutir, dentre outros assuntos, o tempo mais adequado para o enchimento. Ainda não há consenso naquele Instituto sobre este assunto, uma vez que há uma sinalização de que o período mais adequado para o enchimento seriam os meses mais secos, de forma a não interferir em processos migratórios da ictiofauna. Desta forma, sugere-se que a DRDH não defina a época do ano em que deve ocorrer o início do enchimento, deixando esta definição para o IBAMA no âmbito do licenciamento. Como subsídio a essa definição, é interessante que o IBAMA tenha conhecimento dos estudos feitos neste capítulo da NT, principalmente quanto às eventuais dificuldades de enchimento nos meses de agosto a dezembro, que demandarão uma coordenação com a operação de Sobradinho. Assim, sugere-se o envio desta NT àquele Instituto.

57. Sugere-se, portanto, a seguinte redação a ser inserida na Resolução de DRDH:

*Art. XXX<sup>2</sup> As condições de operação do reservatório do aproveitamento hidrelétrico serão definidas e fiscalizadas pela ANA, em articulação com o Operador Nacional do Sistema – ONS, conforme disposição do art. 4<sup>o</sup>, inciso XII e § 3<sup>o</sup>, da Lei n<sup>o</sup> 9.984, de 2000, devendo respeitar as seguintes condições gerais:*

*§ 1<sup>o</sup> Vazão mínima no período de enchimento do reservatório: 1.300 m<sup>3</sup>/s;*

*§ 2º O órgão ambiental poderá eventualmente fixar regras complementares para o enchimento.*

## **QUALIDADE DA ÁGUA**

58. Neste item, avalia-se a condição de qualidade de água do futuro reservatório da UHE Riacho Seco, barramento a ser construído no rio São Francisco, a jusante do Reservatório de Sobradinho, em áreas dos municípios Baianos de Juazeiro e Curaçá, e, em Pernambuco, Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista.

59. O objetivo da análise é identificar e qualificar os possíveis impactos sobre a qualidade da água devido à alteração do regime de escoamento, de lótico para lântico ou intermediário (ambientes com tempo de residência de 2 a 40 dias), bem como as respectivas consequências sobre o ambiente aquático e sobre os usos de água realizados e pretendidos pela população local, a exemplo de abastecimento humano, industrial e agrícola, além de usos recreativos e paisagísticos.

60. O foco dessa análise é contribuir na identificação e implementação de ações para evitar, controlar e minimizar consequências indesejáveis sobre a qualidade da água, em especial sobre o risco de eutrofização do futuro reservatório, de modo a assegurar os usos múltiplos do reservatório.

61. Os documentos de qualidade de água apresentados no processo de DRDH da UHE Riacho Seco referem-se aos estudos do EIA/RIMA do empreendimento, apresentados pela Chesf, Odebrecht, Desenvix e Engevix (2009).

62. Esses documentos focaram sobretudo o diagnóstico da situação atual da qualidade de água no local de formação do reservatório, a partir do resultado de duas campanhas de monitoramento da qualidade de água, realizadas em agosto de 2004 (período seco) e janeiro de 2005 (período chuvoso), e o prognóstico da qualidade de água futura do reservatório proposto, com base em simulações matemáticas, realizadas por modelos hidrodinâmico e de qualidade da água, conforme metodologia proposta por Chapra (1996).

63. Para a maior parte dos resultados das campanhas de monitoramento, as concentrações observadas resguardaram os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, como, por exemplo, o oxigênio dissolvido que sempre foi superior a 5 mg/L, o nitrogênio amoniacal inferior a 3,7 mg/L, o nitrito inferior a 1,0 mg/L, o nitrato muito inferior a 10 mg/L, a clorofila-a inferior a 10 µg/L e os coliformes totais e fecais abaixo de 5.000 e 1.000 NMP/100 mL, respectivamente.

64. No entanto, os parâmetros fósforo e DBO praticamente não atenderam os limites do CONAMA em nenhuma época. A DBO chegou a 36 mg/L, no período seco, sendo 5 mg/L o seu limite máximo estabelecido pelo CONAMA.

65. O fósforo total, no período chuvoso, atingiu valores de 0,244 mg/L, enquanto seu limite é de 0,1 mg/L para ambientes lóticos e de 0,05 mg/L para ambientes lânticos. Valores superiores foram registrados nas lagoas marginais da margem esquerda do rio (Caraibas, Chapéu, Curralinho, Goiás, Dama e Barra), as quais, com exceção da Lagoa Barra, enchem periodicamente, de acordo com a precipitação do ano, e estão sujeitas à forte depleção de água no período de estiagem.

66. A flora fitoplanctônica indicou a área com baixo nível trófico, caracterizada, em maior quantidade, por organismos indicadores de águas limpas, e uma baixa ocorrência de algas associadas a águas poluídas. Nas lagoas marginais, observou-se uma densidade média mais elevada de fitoplancton.

67. O Relatório apresentou também breve síntese e discussão das características limnológicas dos lagos rio São Francisco com base em dados e estudos dos reservatórios dessa região (Sobradinho, Itaparica e Complexo Paulo Afonso).
68. Conforme esses estudos, os reservatórios do rio São Francisco apresentam bons índices de oxigênio dissolvido e nutrientes nitrogenados.
69. Já as condições de fósforo são significativamente superiores aos padrões CONAMA, pois suas concentrações médias estiveram acima de 0,3 mg/L.
70. A modelagem matemática da qualidade de água do futuro reservatório foi realizada por meio de dois cenários hidrodinâmicos, o primeiro considerou uma vazão afluente de 2.200 m<sup>3</sup>/s, valor abaixo da média de longo termo, e outro adotou 4.000 m<sup>3</sup>/s, representando período de maior incidência pluviométrica.
71. A primeira checagem do modelo buscou caracterizar, de forma mais precisa, a capacidade de transporte do reservatório. Nessa análise, verificou-se que o tempo de residência no canal principal seria 4 dias e de 180 dias para as lagoas marginais.
72. A segunda parte do estudo avaliou as alterações dos processos e reações físicas, químicas e biológicas devido à transformação do ambiente lótico para lêntico e seus respectivos impactos sobre a qualidade da água.
73. As condições de contorno foram estabelecidas pelos valores médios e máximos das variáveis efetivamente monitoradas e estimadas com valores típicos para parâmetros sem medição (Tabela 8).

**TABELA 8. VALORES USADOS COMO LANÇAMENTO DENTRO DO RESERVATÓRIO, OBTIDOS POR MEDIÇÕES OU ESTIMADOS POR VALORES TÍPICOS DA LITERATURA (EM CASOS EM QUE NÃO HOUVE MEDIÇÃO)**

Concentração (mg/L)	Clorof. a	Fosfato	Fósf.org	Amônia	Nitrato	Nitr.org	OD	DBO
Média	0,001	0,02	0,01	0,01	0,17	0,03	7,3	3,0
Máxima	0,001	0,18	0,09	0,03	1,24	0,12	7,3	3,0

74. As concentrações médias e máximas (Tabela 8) combinadas com as vazões adotadas na modelagem hidrodinâmica (2.200 m<sup>3</sup>/s e 4.000 m<sup>3</sup>/s) constituíram os cenários de simulação de qualidade de água. Tais variáveis foram mantidas constantes ao longo da simulação, que foi realizada para 180 dias, uma vez que esse foi o maior tempo de residência verificado no modelo hidrodinâmico.
75. Os parâmetros simulados foram clorofila-a, zooplâncton, fosfato reativo, fósforo orgânico, amônia, nitrato, nitrogênio orgânico, OD e DBO.
76. Nos resultados do cenário considerando alta vazão e concentração média das variáveis, observaram-se padrões aceitáveis para OD e DBO. Quanto à concentração de fosfato, principal nutriente para crescimento de algas, teve-se um pequeno aumento dentro do reservatório, e diminuição no braço esquerdo, devido ao consumo por algas, e conseqüente transformação em fósforo orgânico, potencializando, dessa forma, o risco de eutrofização nesse braço. Os resultados da clorofila-a, cujas concentrações se apresentam relativamente grandes no braço esquerdo do reservatório, confirmam que realmente o braço esquerdo do reservatório tem maior potencial de eutrofização que o restante do corpo d'água, onde as concentrações se mantêm em patamares similares aos patamares das condições iniciais usadas.
77. Observa-se uma condição mais crítica para o cenário de baixa vazão e concentrações média das variáveis, uma vez que a troca de água no reservatório diminui significativamente e o

tempo de residência aumenta, favorecendo o crescimento das algas. A concentração de clorofila nesse ponto chegou a 0,029 mg/l. O estudo destacou que esse cenário é pouco provável, pois ele supõe uma vazão muito baixa.

78. Para o pior cenário simulado, vazão alta e cargas máximas, a ordem de grandeza das variáveis manteve-se a mesma dos demais cenários, não havendo piora significativa dos resultados.

79. Com base nesses resultados, o relatório conclui pela maior tendência de floração de algas e de ter uma água com qualidade diferente da qualidade da água do rio apenas o braço esquerdo do reservatório. Entretanto, destacou-se que períodos longos de vazões baixas poderiam intensificar a deterioração da qualidade da água em todo o sistema.

80. Por fim, concluiu-se também *que o reservatório, na maioria do seu volume de água, e na maior parte do tempo, não terá uma qualidade de água comprometida pela sua pura e simples existência e que as concentrações das principais substâncias permanecerão próximas às concentrações do próprio rio à montante (e no seu leito original atualmente).*

81. O relatório indicou, como alternativa para minimizar o risco de eutrofização no braço esquerdo, avaliar mecanismos para aumentar a circulação de água nesse braço ou conectá-lo com o corpo d'água principal.

#### **ANÁLISE DOS RESULTADOS APRESENTADOS**

82. Os resultados apresentados mostram que o rio São Francisco, na região do reservatório da UHE de Riacho Seco, atualmente já é caracterizado por altas concentrações de fósforo e de DBO, apesar dos bons teores de OD verificados em todas as campanhas de monitoramento, e que a implementação desse reservatório não piorará significativamente esse contexto.

83. Essa conclusão é reforçada pelas principais características do projeto determinantes no processo de eutrofização, visto que a literatura aponta risco mais significativo em reservatório com profundidade média superior a 50 metros e tempo de detenção hidráulica acima de 30 dias (Tundisi & Straskraba, 1999). Essas características para o reservatório da UHE de Riacho Seco são respectivamente 13,8 metros e 2 dias.

84. De acordo com esses conceitos, o canal principal do futuro reservatório terá um regime intermediário entre rio e lago, dinâmica que minimiza a deterioração da qualidade de água devido à formação do lago.

85. A simulação realizada mostrou que, no corpo principal do reservatório, a concentração da clorofila-a será de 0,0015 mg/l, valor significativamente inferior ao limite de 0,03 mg/l estabelecido pelo CONAMA.

86. Já no braço esquerdo do reservatório, ambiente que terá um alto tempo de residência (180 dias), as simulações mostraram uma concentração de clorofila-a em torno de 0,1 mg/l. Nesse sentido, o estudo propôs como solução a construção de um ou mais canais de comunicação permanentes entre o braço e o corpo principal do reservatório. Entretanto, tal proposição não foi detalhada e nem demonstrado o grau de efetividade da medida na melhora da qualidade de água no braço em questão, bem como suas conseqüências no canal principal. Esse detalhamento é fundamental para avaliar as implicações positivas e negativas da medida proposta não só em termos de qualidade de água como também na dinâmica ecológica dessas lagoas, uma vez que as vidas aquáticas ali existentes são próprias de ambientes aquáticos que apresentam períodos distintos de maior e menor circulação.

87. Sendo assim, a proposição de mecanismos de circulação permanente das lagoas marginais com o corpo principal do reservatório deverá ser aprofundada e contar com a anuência do órgão ambiental.

88. Os cenários simulados também consideraram o desmatamento e limpeza completa do reservatório, entretanto, essas condições deverão ser tratadas também com o órgão ambiental licenciador, uma vez que em reunião entre ANA e IBAMA sobre a usina em questão, os analistas ambientais já adiantaram seu entendimento de que a remoção completa da vegetação prejudica a ecodinâmica da ictiofauna local, pois as manchas de vegetação no interior do reservatório são importantes para conservação de habitats e de fontes alimentares para os seres aquáticos.

89. Dessa forma, apesar de ser mais eficiente para a qualidade de água a remoção completa da vegetação a ser inundada, deve-se considerar a observação do órgão licenciador quanto às necessidades da fauna aquática.

90. Na área de drenagem da UHE Riacho Seco, existem 11 sedes municipais e uma população aproximada de 360.000 habitantes, o que representa um potencial de geração de cargas de fósforo de origem doméstica de **131,2 tP/ano**. Destaca-se que os índices de tratamento desses efluentes são inexpressíveis.

91. Uma breve verificação do impacto desses esgotos na qualidade de água do futuro reservatório foi realizada por meio do Modelo Vollenweider, o qual consiste numa abordagem simplificada para realizar o balanço de massa do nutriente-limitante da eutrofização (fósforo total) para estimar a capacidade de assimilação de cargas poluidoras e a tendência à eutrofização de reservatórios formados por barragens, em regiões tropicais.

92. Essa análise indicou uma capacidade máxima de assimilação de cargas de fósforo pelo reservatório de Riacho Seco de **1.665 tP/ano**. Tal limite é a referência para assegurar as condições de qualidade de água para seus respectivos usos e resguardar os padrões de qualidade estabelecidos pelo CONAMA.

93. Comparando esse resultado com as cargas de fósforo estimadas, observa-se que o aporte potencial de fósforo, de origem doméstica, é muito inferior à capacidade de assimilação do futuro reservatório, em torno de 8%.

## **MODELAGEM HIDRODINÂMICA AMBIENTAL**

94. Este item contém a avaliação das modelagens hidrodinâmica e de qualidade de água feitas pelo requerente. Convenciona-se chamar o conjunto modelagem hidrodinâmica e de qualidade de água de modelagem hidrodinâmica ambiental – MHA. A análise aqui realizada está dividida nos seguintes itens: cenários simulados, dados ambientais utilizados, resultados e conclusões e recomendações.

### **Cenários Simulados**

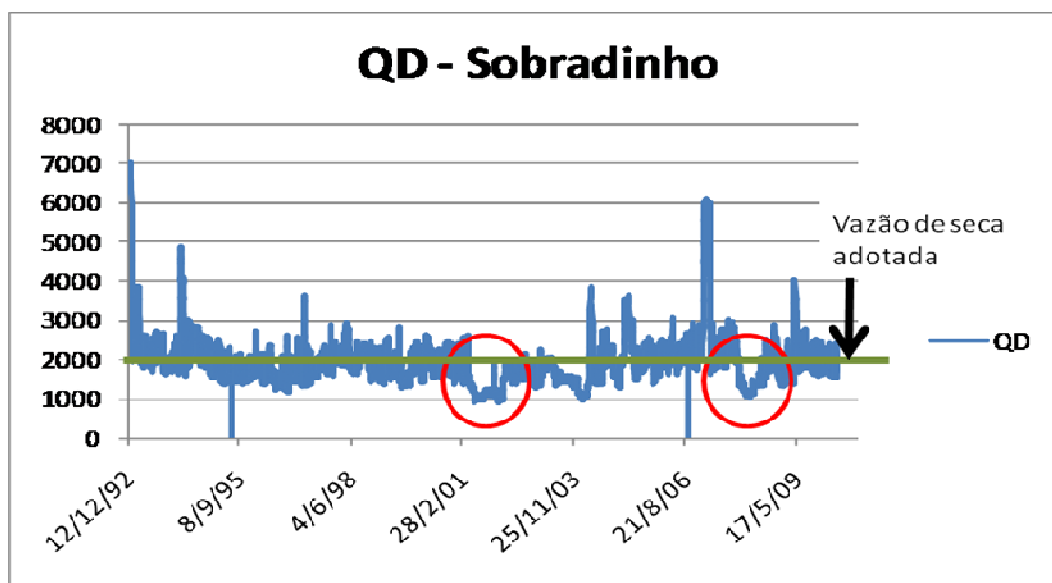
95. No estudo realizado constam dois cenários hidrodinâmicos denominados H1 e H2, dois cenários de transporte lagrangeano, L1 e L2, ambos associados a H2 e três cenários de qualidade de água, H2+C1, H1+C1 e H2+C2. Todos esses cenários passam a ser comentados a seguir.

### ***Cenários Hidrodinâmicos H1 e H2***

96. A primeira (simulação H1) foi uma situação de seca na qual a vazão na entrada do reservatório foi tomada como  $2.200 \text{ m}^3/\text{s}$  (abaixo da média de longo termo, que é de aproximadamente  $2.760 \text{ m}^3/\text{s}$ ) apenas oriunda do canal principal do rio São Francisco. Nesse caso a vazão de todos os afluentes foi tomada como nula. Nessa simulação foi utilizado um vento relativamente forte, segundo o requerente de  $5 \text{ m/s}$ , a  $10 \text{ m}$  de altura em relação à superfície, oriundo de um ângulo de  $100$  graus com relação ao norte (vento Sudeste/Leste, típico da região).

97. No entanto, a regra operativa de Sobradinho prevê vazão mínima defluente de  $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ , havendo registros de  $1.100 \text{ m}^3/\text{s}$  em algumas situações com anuência da ANA. Portanto, o cenário de seca simulado está longe das mínimas afluentes. A Figura 3 ilustra esse fato.

98. Para a segunda simulação (simulação H2), a vazão de entrada no reservatório pelo canal principal do rio São Francisco foi de  $4.000 \text{ m}^3/\text{s}$ , representando um período de maior incidência pluviométrica. Além disso, para essa simulação foi suposta que há uma contribuição lateral nos afluentes ao longo do eixo principal do reservatório de  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  distribuídas por todos os afluentes (praticamente todos intermitentes) proporcionalmente à suas áreas. Ainda segundo o requerente essa vazão incremental dos braços na realidade seria de cerca de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  e os  $200 \text{ m}^3/\text{s}$  usados potencializariam a condição de cheia, carreando mais poluentes para o reservatório.



**FIGURA 3- VAZÕES DEFLUENTES DE SOBRADINHO, A MONTANTE DE RIACHO SECO – EM DESTAQUE, EVENTOS COM MÍNIMAS OPERATIVAS.**

99. Os dois cenários hidrodinâmicos são permanentes. Tal simplificação pode acarretar em significativa perda de informação, pois é impossível escolher forçantes que substituam satisfatoriamente os históricos observados.

### ***Simulações Lagrangeanas L1 e L2***

100. Foram realizadas duas simulações de transporte lagrangeano, L1 e L2 (ambas associadas a padrões hidrodinâmicos gerados em H2) buscando caracterizar o tempo de residência – TR, do reservatório. Essa caracterização permite identificar regiões com altos tempos de residência, mais propensas a problemas de qualidade de água. Essas regiões sofrerão as maiores alterações com o surgimento do reservatório.



101. Em L1, foi feito um lançamento de partículas durante 24 horas ininterruptas à montante do reservatório, no canal principal do rio São Francisco. Ao final das 24 horas, o lançamento de partículas é cessado.

102. A segunda simulação L2 foi feita usando-se a mesma hidrodinâmica H2, porém as partículas foram lançadas durante 24 h no braço esquerdo do reservatório. Nesse trecho do reservatório há uma forte estagnação.

103. Entende-se que as estimativas de TR assim realizadas são comprometidas por não considerarem cenários variáveis e pelas partículas terem sido inicialmente lançadas apenas em determinadas áreas do reservatório.

### ***Simulações de Qualidade de Água***

104. Foram usados três cenários de qualidade de água, H2+C1, H1+C1 e H2+C2. As simulações de qualidade fornecem o estado em regime permanente das concentrações em (mg/l) das seguintes variáveis: clorofila-a (que caracteriza a quantidade de algas presentes), zooplâncton (predadores de algas), fosfato reativo, fósforo orgânico, amônia, nitrato, nitrogênio orgânico, OD (oxigênio dissolvido) e DBO (demanda bioquímica de oxigênio).

105. As concentrações das variáveis acima que são usadas como condições de contorno nos pontos onde há vazão afluyente (em H1 apenas à montante do reservatório e em H2 em todos os afluentes ao longo do eixo do reservatório), foram obtidas através da média (C1) e máxima (C2) para as variáveis que efetivamente foram medidas (medições obtidas na estação mais próxima ao reservatório), e estimadas com valores típicos para os casos onde não houve medição. Na verdade, os valores de carga de nutrientes (fósforo, nitrogênio, amônia) foram alterados entre os cenários C1 e C2, pois apenas esses contribuirão significativamente para alterar a concentração de algas.

### **Dados Ambientais**

106. Nesse item são analisados os dados ambientais utilizados na MHA, compreendendo assim a caracterização do domínio e sua topobatimetria, discretização por malha de elementos finitos, dados hídricos usados como condições de contorno de fluxo, ventos e as condições de contorno dos modelos de qualidade de água.

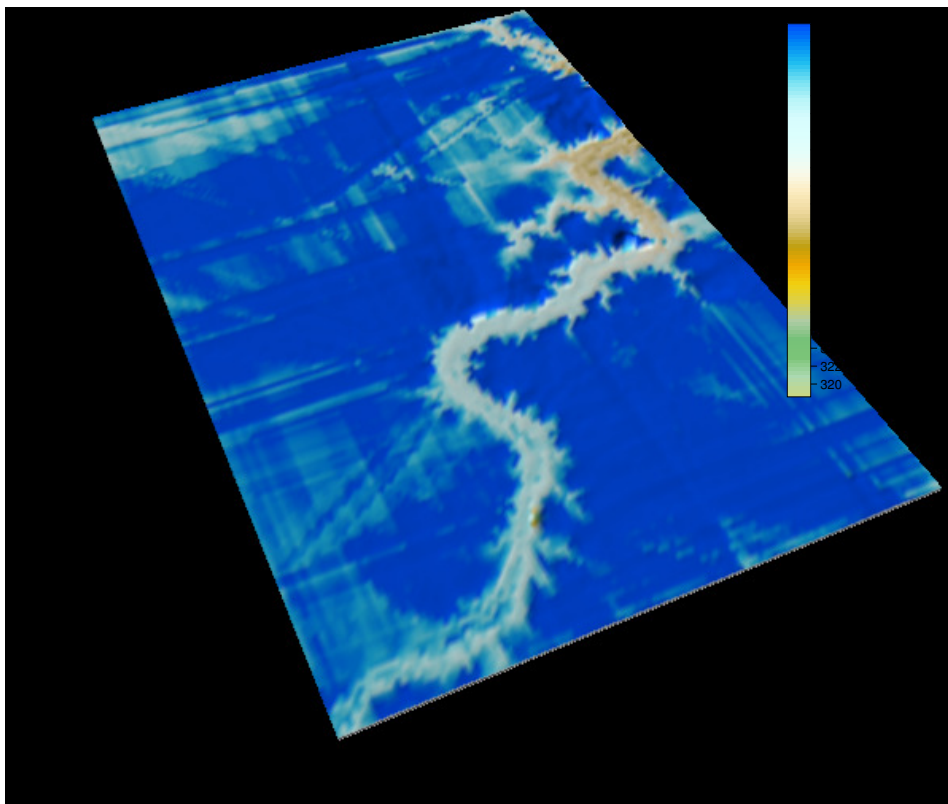
### ***Domínio, Malhas e Batimetria***

107. O domínio modelado compreende a região do futuro reservatório e o canal a jusante do mesmo, sendo considerado satisfatório. As simulações hidrodinâmicas no interior do reservatório foram feitas em três dimensões – 3D, considerando-se cinco níveis verticais na discretização. Já no canal a jusante, a abordagem foi unidimensional 1D.

108. A malha de elementos finitos utilizada no reservatório é triangular, o que permite melhor conformação dos elementos finitos aos contornos, facilitando a confecção da malha, mas diminui a precisão nas operações numéricas realizadas. O domínio foi satisfatoriamente discretizado por tal malha de elementos finitos triangulares nas regiões consideradas importantes para a caracterização da qualidade de água.

109. No entanto, para avaliar corretamente se a discretização espacial foi bem feita, necessita-se avaliar os levantamentos batimétricos realizados, observando-se os pontos que mais interferem na propagação do escoamento, comandada pelo gradiente barotrópico de pressão. As feições do fundo determinam as regiões que precisam ser mais bem discretizadas para resolver a propagação do escoamento.

110. Os dados topobatimétricos foram obtidos por restituição aerofotogramétrica e incorporando cinquenta seções levantadas no trecho entre as UHE's de Sobradinho e Itaparica. A Figura 4 ilustra interpolação feita com os dados topobatimétricos usados no estudo.



**FIGURA 4- RESULTADO DA INTERPOLAÇÃO DOS DADOS NO ESTUDO – BAIXA RESOLUÇÃO NA CALHA DO RIO**

111. Considera-se que o resultado assim obtido permite apenas uma avaliação prévia dos padrões hidrodinâmicos. Espera-se resolução inferior a 2,5 m nas medidas altimétricas. A resolução espacial dos dados pode ser adequada após o enchimento do reservatório, com uma campanha batimétrica. Logo, uma adequação na malha de elementos finitos também pode ser necessária, afim de melhor discretizar regiões importantes na propagação do gradiente barotrópico de pressão.

### ***Dados Hídricos***

112. Os dados hídricos utilizados nos dois cenários hidrodinâmicos são permanentes. Como já relatado, em H1 utilizou-se condição de contorno de fluxo de montante no rio São Francisco uma vazão de 2.200 m<sup>3</sup>/s, na tentativa de reprodução de um cenário de seca. Já em H2 a vazão prescrita foi de 4000 m<sup>3</sup>/s.

113. Entende-se que pela mínima defluente de Sobradinho ser de 1.300 m<sup>3</sup>/s e eventualmente 1.100 m<sup>3</sup>/s, o cenário de seca poderia ter vazões mais baixas, como já comentado na descrição dos cenários hidrodinâmicos. Além disso, o regime de vazões afluentes permanente cria um cenário pouco realista, uma vez que não há como determinar um só valor de vazão que infrinja os mesmos efeitos no domínio que o histórico do período, com sua variabilidade temporal.

114. O modelista argumenta que a resolução dos dados de qualidade de água seria baixa a ponto de não haver como calibrar os modelos de qualidade de água para cenários dinâmicos. Cabe a observação de que não há, de qualquer forma, como calibrar tais modelos, uma vez que o reservatório ainda não existe. Mormente, cenários variáveis forneceriam padrões hidrodinâmicos realistas, o que é impossível de se garantir com dados permanentes.

115. Pesquisa feita da base HIDROWEB/ANA apontara dados suficientes nas estações 48590000, 48561000, 48290000 e 48020000 na calha do SF e a jusante de Sobradinho, para a construção de cenários variáveis. Existe ainda o posto 48259000 num afluente a direita do SF.

116. A estimativa do tempo de residência - TR ficou comprometida também pela adoção de cenários permanentes.

### ***Dados de vento***

117. Os ventos têm papel importante na dinâmica de corpos d'água superficiais. Sua participação na formação dos padrões de circulação aumenta de acordo com o aumento das pistas de vento formadas em algumas circunstâncias. Geralmente reservatórios encaixados, como é o caso de Riacho Seco, sofrem influencia reduzida dos ventos. Porém existe a possibilidade de haver persistência de ventos alinhados com o corpo do reservatório, o que aumenta sua importância na hidrodinâmica.

118. Daí a importância da caracterização dos ventos locais. No estudo inicialmente enviado a ANA, essa caracterização não foi apresentada. O Ofício nº 1022/2010/GEREG/SOF-ANA solicitou tal complementação. Na complementação foi esclarecido que os ventos utilizados possuem azimute de 100° (sentido horário a partir do norte) e intensidade de 5 m/s e 2 m/s, ambos os ventos medidos a 10 m de altura. Estes ventos foram obtidos a partir dos dados históricos medidos nas estações de Cabrobó (código: 839004, latitude: 08° 31' 00", longitude: 39° 20' 00" , altitude: 342 m) e Floresta (código: 838035, latitude: 08° 36' 00", longitude: 38° 35' 00", altitude: 310 m) cujas medições mostram valores médios nas faixas 3-5 m/s e 1,5-3 m/s.

119. Seria necessária a verificação das séries brutas para a caracterização dos ventos reinante e dominante. Segundo o empreendedor, os dados brutos podem ser obtidos diretamente através da HIDROWEB/ANA, porém, as estações apontadas, que são do INMET, não possuem tais dados.

120. Mesmo se tal verificação fosse concluída, cabe ressaltar que, a exemplo dos demais forçantes, não há como escolher uma intensidade e direção de vento que infrinjam os mesmos efeitos que a série medida. Mais que isso, para reservatórios pequenos, como é o caso, apesar da menor probabilidade de efeitos importantes de vento, as variações do vento são importantes. Quanto menor o reservatório, maior a importância da resolução temporal dos ventos.

### ***Dados de Qualidade de Água***

121. A utilização da média das concentrações dos postos monitorados como condição de contorno no rio São Francisco em C1 e de máximas em todas as afluências em C2 compromete a resolução dos dois cenários. No entanto, trata-se de uma modelagem preliminar com histórico curto de dados de qualidade de água. O ideal seria a realização de campanhas mais consistentes de levantamentos de concentrações de poluentes nos pontos onde se prescrevem tais valores.

122. Os cenários simulados não consideraram os lançamentos pontuais de esgotos das localidades ao redor do futuro reservatório. Um exemplo é o município de Santa Maria de Boa Vista, cuja lagoa de estabilização será inundada após o enchimento do reservatório. Sendo assim,

considera-se importante o levantamento de todos os lançamentos e inclusão dos mesmos nos modelos de qualidade de água em estudos complementares.

### **Resultados da Modelagem e Conclusões**

123. Consideram-se os resultados obtidos capazes de caracterizar o reservatório apenas de forma precária e preliminar. Com cenários hidrodinâmicos e de qualidade de água permanentes, as respostas não são verossímeis. A utilização de condições de contorno de fluxo e de ventos variáveis permitiria melhor caracterização hidrodinâmica que, por sua vez, permitiria análises corretas do tempo de residência. Quanto aos modelos de qualidade de água, apenas com a continuidade do monitoramento dos poluentes será possível formar um histórico capaz de alimentar simulações variáveis.

124. Os dados topobatimétricos também podem ser mais bem resolvidos, possibilitando melhor resolução da propagação do gradiente barotrópico de pressão no domínio. A resolução requerida pode ser facilmente atingida com campanha batimétrica após o enchimento.

### **Recomendações**

125. Para correta caracterização do reservatório em questão, propõe-se a realização de estudo complementar nos seguintes moldes:

126. Após o enchimento do reservatório o requerente deverá realizar campanha batimétrica observando espaçamento mínimo entre seções transversais levantadas de 500 m no corpo principal. Ainda no corpo principal devem-se levantar cinco longitudinais igualmente espaçadas. Os braços do reservatório poderão ser levantados em “zigue-zague” de extremidades na mesma margem distando no máximo de 250 m.

- a) Devem-se implementar dois novos cenários hidrodinâmicos variáveis. O primeiro deverá cobrir um mês de seca e o segundo, um mês de cheia (cenários H1 e H2, respectivamente); Devem-se buscar cenários extremos, mas que tenham boa disponibilidade de dados de entrada (ventos, vazões e qualidade de água);
- b) Nas simulações hidrodinâmicas serão usados dados horários de ventos e dados de vazões médias diárias no São Francisco, devendo-se observar os dados das estações 48590000, 48561000, 48290000 e 48020000, no São Francisco a jusante de Sobradinho. A estação 48259000, em um afluente à margem direita do São Francisco, pode também ser usada para alimentar esse rio no modelo hidrodinâmico.
- c) A partir dos respectivos resultados hidrodinâmicos H1 e H2, serão construídos dois cenários de transporte lagrangeano, L1 e L2. As simulações deverão, de preferência, considerar uma nuvem de partículas inicialmente distribuída por todo o reservatório. Os dois cenários deverão ser simulados por tempo suficiente para que a maioria das partículas sejam expulsas do domínio, caracterizando o tempo de residência - TR. Caso isso perdure por mais que um mês (tempo dos hidrodinâmicos) ciclos de H1 ou de H2 poderão ser usados. Para essa simulação o modelo deve ser capaz de associar o tempo de residência de cada partícula ao cruzar a fronteira à sua posição inicial. Caso não se disponha dessa ferramenta, os cenários L1 e L2 poderão ser desenvolvidos nos moldes das simulações lagrangeanas já realizadas, considerando lançamentos apenas à montante do domínio.
- d) Dois novos cenários de qualidade de água, C1 e C2, devem ser desenvolvidos a partir dos resultados de H1 e H2, respectivamente. Para isso, é importante constar como condicionante dessa DRDH a continuidade das campanhas de monitoramento de

qualidade de água dos poluentes importantes nas simulações, principalmente a montante do domínio modelado, no rio São Francisco e no braço esquerdo.

- e) Os seguintes poluentes deverão ser diretamente medidos ou estimados a partir de outros em campanha trimestral, em postos imediatamente a montante do domínio modelado no rio São Francisco e no braço esquerdo: Clorofila, OD, DBO, nitrogênio orgânico, nitrato, amônia, fósforo orgânico, fósforo inorgânico e zooplâncton;
- f) Esses poluentes devem ser também medidos em postos no interior do reservatório para auxiliar na calibração dos modelos, a critério do requerente;

127. Tendo em vista que as condicionantes acima deverão ser atendidas após a formação do reservatório, recomenda-se que estas sejam impostas ao futuro outorgado, como condicionantes a serem definidas na outorga do aproveitamento hidrelétrico, com prazo para sua realização após o enchimento do reservatório. Estes estudos poderão estar incluídos no Plano de Usos do Reservatório – PUR. A seguir são apresentadas as condicionantes que deverão ser impostas já na fase de conversão da DRDH em outorga.

#### **CONDICIONANTES PARA CONVERSÃO DA DRDH EM OUTORGA**

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

- a) Realizar a supressão da vegetação na área de inundação do reservatório em porções de áreas compatíveis com as condições de qualidade de água simuladas e de acordo com orientações do órgão ambiental licenciador do empreendimento;
- b) Apresentar medidas de desmobilização e tratamento das áreas utilizadas por lagoas de tratamento de esgotos e por lixões que eventualmente serão inundadas com a formação do reservatório, como as lagoas de estabilização de Santa Maria da Boa Vista e Curaçá, e adequar esses lançamentos, em termos de índices de tratamento e de localização, com a condição de reservatório a ser formada;
- c) O interessado deverá aprofundar o estudo de modelagem hidrodinâmica objetivando avaliar a efetividade do canal de ligação do corpo principal com o braço esquerdo do reservatório. A construção desse canal foi sugerida pelo empreendedor como forma de reduzir o tempo de residência do braço esquerdo; o novo estudo será também uma modelagem preliminar;
- d) Nesse novo estudo um novo hidrodinâmico deve ser desenvolvido com as condições de contorno iguais às do cenário H2. Esse novo cenário deve ser capaz de simular o funcionamento do canal de ligação com o braço esquerdo;
- e) Serão utilizados os resultados hidrodinâmicos assim obtidos em um novo cenário lagrangeano L3, lançando-se partículas a montante do braço esquerdo;
- f) Deve-se apresentar estudo detalhado do mecanismo de interligação permanente do braço esquerdo com o corpo principal do reservatório, caracterizando seções, declividade e outros detalhes julgados importantes no funcionamento do canal e indicando os ganhos em termos de qualidade de água e estimativa de redução do tempo de residência nesse braço e suas conseqüências no canal principal. O estudo deverá abordar também as implicações positivas e negativas da medida sobre a dinâmica ecológica das vidas aquáticas dessas lagoas e contar com a anuência do órgão ambiental.
- g) Até o enchimento do reservatório, os seguintes poluentes deverão ser diretamente medidos ou estimados a partir de outros em campanha trimestral, em postos

imediatamente a montante do domínio modelado no rio São Francisco e no braço esquerdo: Clorofila, OD, DBO, nitrogênio orgânico, nitrato, amônia, fósforo orgânico, fósforo inorgânico e zooplâncton. Após o enchimento esses poluentes deverão ser também medidos em postos no interior do reservatório para auxiliar na calibração dos modelos, a critério do requerente;

- h) Apresentar, sob orientações desta Agência, Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno, plano que visa a compatibilizar os usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório;
- i) Detalhar e implementar os seguintes Programas Ambientais: Programa de Apoio aos Municípios; Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Águas; Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas; Programas de Desmatamento e Limpeza da Área do Reservatório.

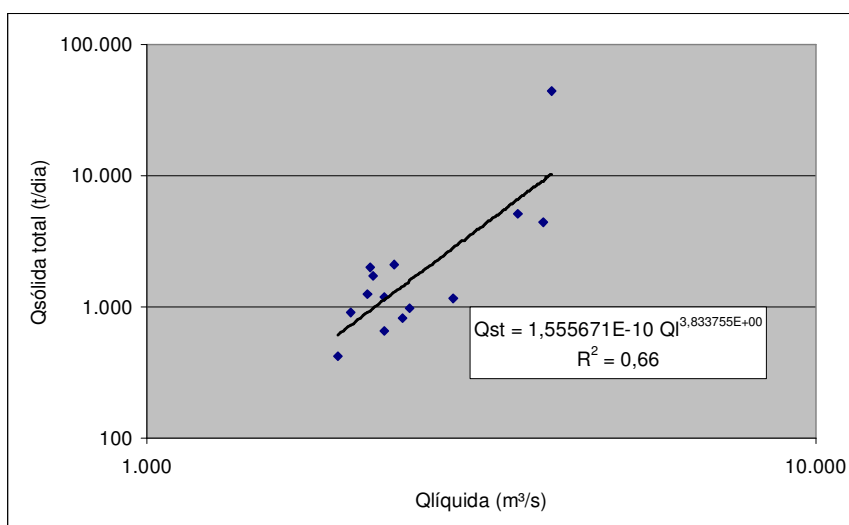
## SEDIMENTOS, ASSOREAMENTO E VIDA ÚTIL DOS RESERVATÓRIOS

### Estudos apresentados no EDH

129. Os dados utilizados foram obtidos a partir de 15 medições de descarga sólida em suspensão realizadas no local da futura barragem, entre os anos de 2005 e 2006.

130. A partir destas medições de descarga sólida em suspensão, o EDH utilizou estudos do PLANVASF realizados para o projeto de Sobradinho na década de 70 para a estimativa da descarga sólida de arraste e total. Os resultados do referido estudo apontaram para uma descarga sólida de arraste correspondente a 10% da descarga sólida em suspensão, valor que também foi adotado para os estudos de Riacho Seco.

131. Posteriormente, foi ajustada uma curva-chave de sedimentos válida para o local da UHE Riacho Seco. A Figura 5 apresenta o resultado:



**FIGURA 5 – CURVA-CHAVE DE SEDIMENTOS**

132. Para o cálculo de uma série de descargas sólidas totais, a curva-chave de sedimentos foi aplicada à série de vazões médias mensais afluentes à UHE Riacho Seco, definida para o período de 1980 a 2005, ou seja, considerando o período após a entrada em operação de Sobradinho.

133. A descarga sólida total média resultou em 6.223.250 ton/ano, que resulta em uma carga específica de 11,9 ton/km<sup>2</sup>/ano. Foi também aplicado um aumento de 2,6 % a.a. na produção de sedimentos neste local, calculado a partir da série de descargas sólidas totais geradas para o local.

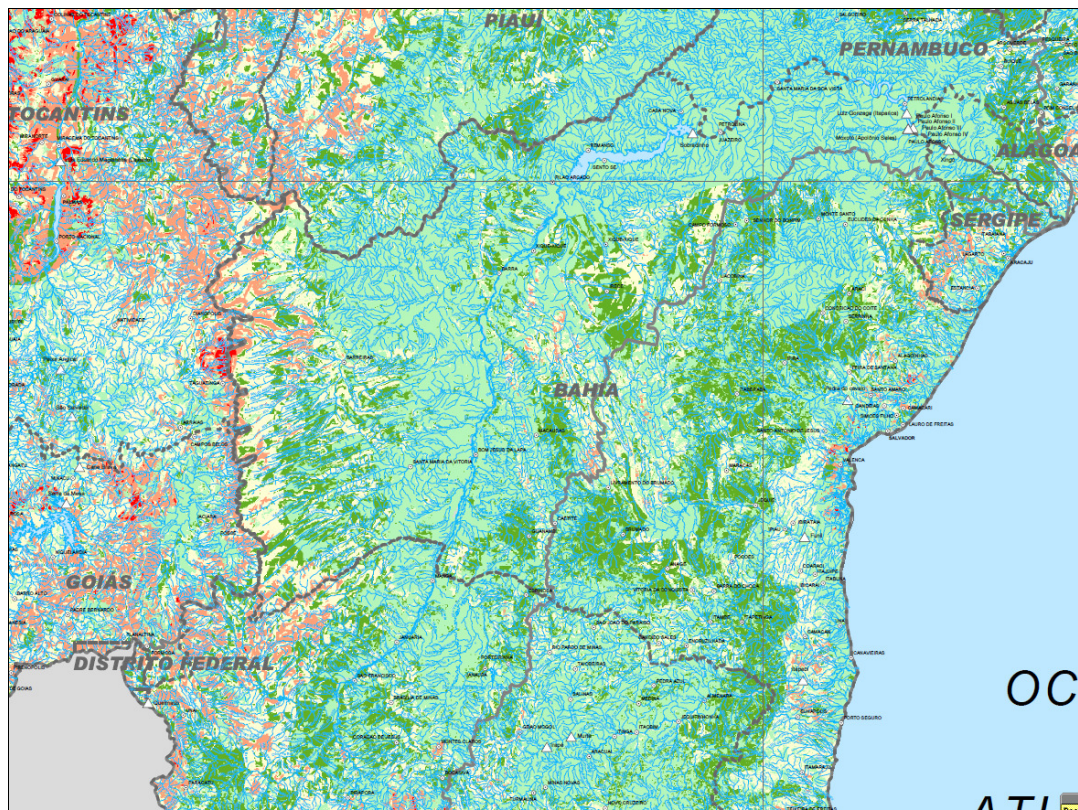
134. Para transformar a descarga sólida total afluyente ao reservatório para volume de sedimentos total afluyente ao reservatório, foram realizados ensaios de granulometria do material coletado nas campanhas de 2005 e 2006, resultando em percentuais de 15% para areia, 60% para silte e 25% para argila. A partir da distribuição granulométrica foi aplicado o método de Lara e Pemberton (adaptado e apresentado por Newton Carvalho no seu livro Hidrossedimentologia). A evolução da deposição dos sedimentos no reservatório levou a pesos específicos de 1,077 t/m<sup>3</sup> (aos 5 anos de deposição) até 1,197 t/m<sup>3</sup> (aos 60 anos de deposição).

135. Para estimar a eficiência de retenção de sedimentos pelo reservatório, foi utilizada a curva de Brune, que mostra que em 60 anos o reservatório perderia cerca de 39% do seu volume total. A eficiência média de retenção de sedimentos nos 60 primeiros anos de operação ficou em 24%, na média do período.

136. Foi ainda realizado no EDH um estudo de distribuição dos sedimentos no reservatório, utilizando o método empírico de redução de área de Borland e Miller. Os resultados apresentados indicam que, para um período de operação da usina de cerca de 50 anos, a cota atingida pelos sedimentos no pé da barragem será de 346,628 m. Pelo arranjo definido, a ensecadeira de 1ª fase deverá ter coroamento na cota 348,50 m. Assim, o EDH prevê que essa ensecadeira seja parcialmente removida até a cota 345,00 m, e complementada até a Tomada d'Água, retendo assim os sedimentos e desviando-os para a região do vertedouro. Como o vertedouro deverá operar anualmente, e também possui a cota da soleira praticamente no leito do rio, os sedimentos deverão escoar preferencialmente pelo vertedor.

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

137. Em relação às descargas sólidas específicas anuais de sedimentos, os valores encontrados, de 11,9 ton/km<sup>2</sup>.ano são compatíveis com o Mapa do Potencial de Produção de Sedimentos do Brasil, elaborado pela ANEEL, conforme Figura 6. O referido Mapa apresenta, para a bacia do rio São Francisco, um potencial de produção de sedimentos que vai de muito baixo (tons verde-claros) na maior parte da bacia; a alto (tons vermelhos) nas regiões da cabeceira do rio São Francisco, no oeste da Bahia e bacias dos rio Paracatu e Urucuia. Em média, o potencial pode ser classificado como baixo (5 a 70 ton/km<sup>2</sup>.ano). Em particular na área incremental entre Sobradinho e Riacho Seco observa-se no mapa da ANEEL um potencial muito baixo (< 5 ton/km<sup>2</sup>.ano) de produção de sedimentos.



**FIGURA 6 – MAPA DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS (ANEEL)**

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

- Foi utilizada a descarga sólida total para os cálculos de assoreamento;
- O valor baixo de peso específico adotado, 1,077 até 1,197 ton/m<sup>3</sup>, pode ser considerado conservador, uma vez que considera pouca compactação do sedimento;
- Foi adotada uma taxa de crescimento anual do aporte de sedimentos, de 2,6% a.a.

139. Por outro lado, não foram adotadas outras premissas conservadoras que podem ser adotadas em estudos de reservatórios deste porte, como não utilizar as vazões diárias para o cálculo da descarga sólida total, principalmente em se tratando de uma curva-chave de sedimentos não-linear como a adotada.

140. Em relação aos resultados da deposição de sedimentos junto à barragem, o EDH indicou que a ensecadeira de montante será parcialmente removida até a cota 345,00 m, e complementada até a Tomada d'Água, retendo assim os sedimentos e desviando-os para a região do vertedouro. Como o vertedouro deverá operar anualmente, e também possui a cota da soleira praticamente no leito do rio, os sedimentos deverão escoar preferencialmente pelo vertedor. Assim, verifica-se que já foram previstas medidas estruturais que protegerão a tomada d'água do circuito de geração, e que conforme o EDH, garantirão uma vida útil adequada para o empreendimento.



## REMANSO

141. Os estudos de remanso da UHE Riacho Seco foram realizados com o objetivo de caracterizar a elevação da linha d'água do rio São Francisco a montante do barramento, após a formação do reservatório, avaliando principalmente as suas interferências com propriedades e benfeitorias e infra-estruturas em geral existentes na região. Não se esperam interferências do reservatório na curva-chave do canal de fuga da UHE Sobradinho à montante, devido à grande distância entre os dois.

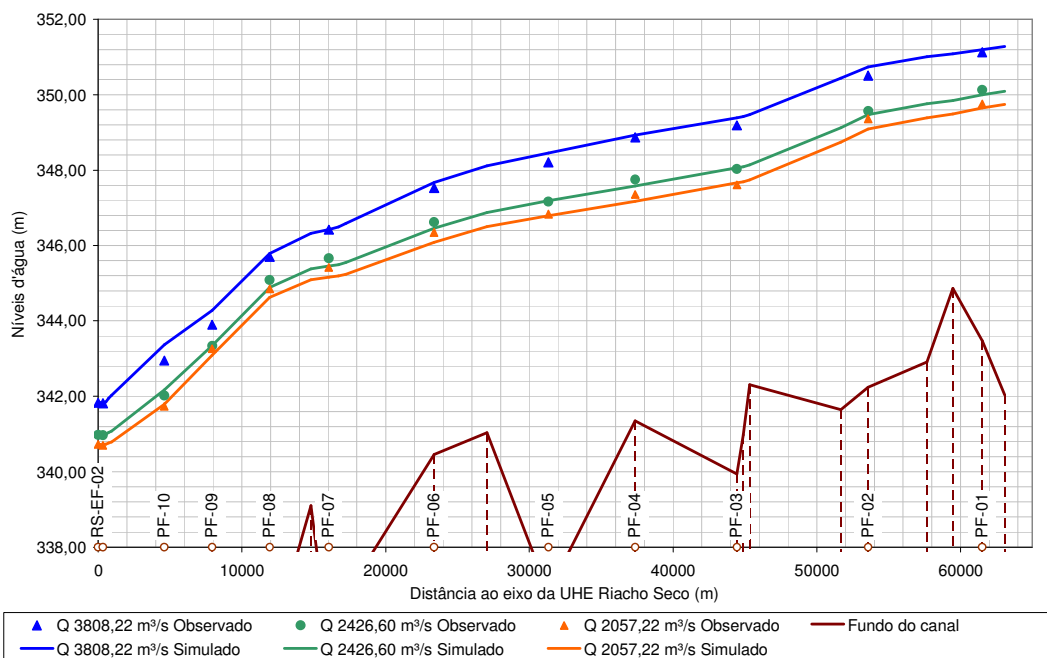
142. Os estudos foram realizados por modelagem matemática, com a aplicação do modelo HEC-RAS, desenvolvido pelo US Army Corps of Engineers, que calcula perfis de linhas d'água e as respectivas linhas de energia, considerando o escoamento em regime permanente, unidimensional e gradualmente variado.

143. Como dados de entrada para o modelo de remanso, foram utilizadas 30 seções topobatimétricas levantadas em campo transversalmente ao leito do rio, ao longo de 63 km a partir do eixo do barramento, localizadas conforme mostra o desenho 8810/00-3R-DE-0003, apresentado nos Estudos de Viabilidade. A disposição das seções é bastante irregular, com uma concentração de seções no local do barramento (10 seções), onde os efeitos de remanso são menos significantes. As seções restantes (20 seções) cobrem toda a extensão do reservatório, com uma densidade que não é compatível com este tipo de estudo. Além disso, o trecho final do reservatório, justamente onde os efeitos do remanso são mais pronunciados, tem pouca cobertura de informações. Contudo, considerando as características do rio, sem aflúências de porte significativo e com vários trechos retilíneos, as 20 seções utilizadas ao longo do rio podem ser consideradas representativas. Mesmo assim, recomenda-se que, na continuidade dos estudos, sejam realizados novos levantamentos de campo, para um melhor detalhamento da geometria do rio, com o estabelecimento de novas seções.

144. Para a calibração do modelo, foram utilizados 3 perfis simultâneos de níveis d'água levantados em 12 estações limnimétricas instaladas para esta finalidade, relacionados às vazões de 2.057,22 m<sup>3</sup>/s, 2.426,6 m<sup>3</sup>/s e 3.808,22 m<sup>3</sup>/s, o que cobre boa parte das vazões médias mensais. O desenho 8810/00-3H-DE-0003, apresentado nos Estudos de Viabilidade, mostra a localização das estações limnimétricas, podendo-se observar a distribuição bastante regular das seções limnimétricas, cobrindo toda a extensão do trecho em estudo.

145. A calibração do modelo consistiu em determinar os coeficientes de rugosidade de Manning para cada uma das seções transversais, de forma a gerar linhas d'água simuladas semelhantes às linhas d'água observadas em campo. Os coeficientes de rugosidade de Manning variaram entre os valores de 0,02 a 0,12.

146. A Figura 7 apresenta os resultados finais do processo de calibração do modelo para as vazões observadas, indicando os locais das estações limnimétricas onde foram observados os níveis d'água.



**FIGURA 7 – RESULTADOS DO PROCESSO DE CALIBRAÇÃO DO MODELO DE REMANSO PARA O RIO SÃO FRANCISCO NA REGIÃO DO RESERVATÓRIO DA UHE RIACHO SECO**

147. O estudo considerou o coeficiente de rugosidade variável ao longo do reservatório, mas sem variação em relação aos níveis d'água, o que pode gerar erros na estimativa de níveis com a formação do reservatório. Observa-se que os maiores valores do coeficiente de Manning foram encontrados na região próxima do local do barramento, onde existem inúmeras deformidades da calha, com a formação de bifurcações e pequenas ilhas. Nesta região, os coeficientes de Manning calibrados passam a representar mais os efeitos destas deformidades do que os efeitos da rugosidade da calha, daí os seus valores mais altos. Com a formação do reservatório, estas deformidades ficam submersas, reduzindo o seu efeito no remanso e diminuindo, por consequência, os valores do coeficiente de Manning.

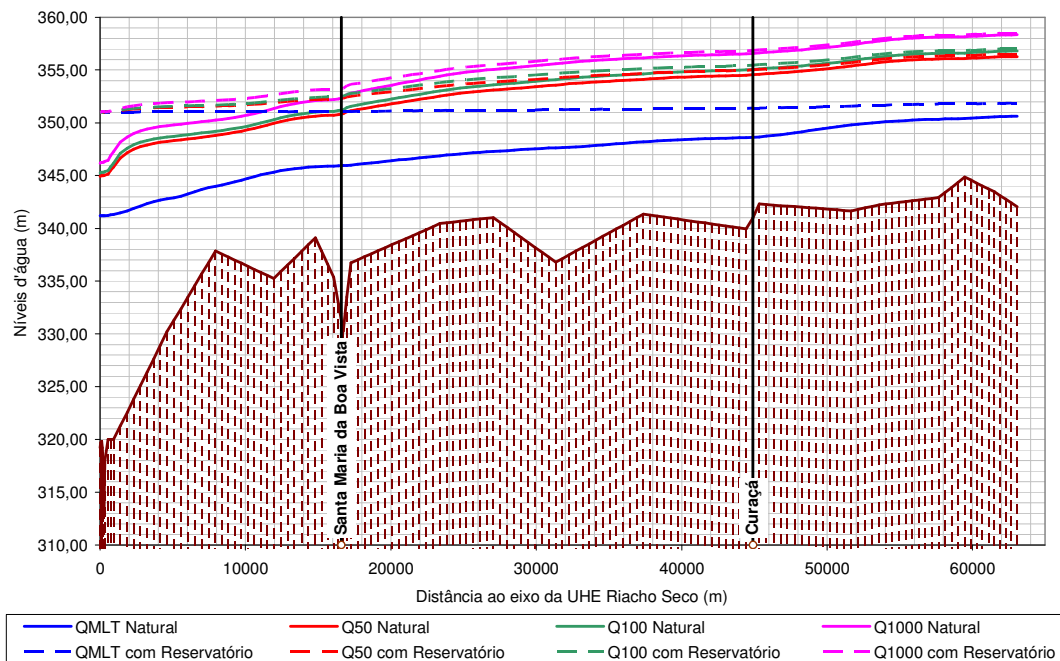
148. Apesar disso, mesmo observando algumas diferenças significativas entre os valores observados e simulados, o ajuste conseguido na calibração foi considerado aceitável para todas as seções, de modo que os coeficientes de Manning ajustados puderam ser considerados válidos.

149. Após a calibração, foram determinadas as linhas d'água do rio São Francisco para afluência de diversas vazões, considerando as situações em condições naturais e após a implantação do reservatório. Foram estudadas vazões características determinadas no estudo estatístico: a média de longo termo ( $2.724 \text{ m}^3/\text{s}$ ), as vazões associadas às recorrências de 10 anos ( $9.927 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 25 anos ( $11.913 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 50 anos ( $13.358 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 100 anos ( $14.792 \text{ m}^3/\text{s}$ ), 1.000 anos ( $19.532 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e 10.000 anos ( $24.264 \text{ m}^3/\text{s}$ ), além das vazões relativas à vazão mínima turbinada ( $290 \text{ m}^3/\text{s}$ ), à vazão máxima defluente de Sobradinho ( $8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ) para controle de cheias, conforme restrições hidráulicas do ONS, e a vazão máxima de projeto de Sobradinho ( $27.000 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Convém observar que estes valores foram obtidos antes dos ajustes dos estudos de vazões máximas.

150. Como condições de contorno, para a situação natural, sem a presença do reservatório, os níveis d'água de jusante foram obtidos da curva-chave estabelecida para o local do barramento. Para a situação com o reservatório, o nível d'água junto à barragem foi mantido constante e igual ao NA máximo normal, na cota 351,0 m. Deve ser observado que o nível do reservatório para a vazão de  $27.000 \text{ m}^3/\text{s}$  é maior que o NA normal, segundo a curva de descarga estabelecida para o vertedouro (Tabela 9-1 do EDH), o que não invalida esta análise, pois esta

vazão não é condicionante para a definição da faixa de desapropriação e nem para a relocação das estruturas viárias e das captações de água.

151. Os principais resultados dos estudos de remanso para o reservatório são apresentados na Figura 8, onde estão apresentadas as linhas d'água para as condições natural e com o reservatório, para algumas das vazões simuladas.



**FIGURA 8 – RESULTADOS DO ESTUDO DE REMANSO PARA O RESERVATÓRIO DA UHE RIACHO SECO**

152. Os resultados mostram uma ascensão dos níveis d'água concentrada na região próxima ao barramento, principalmente para a situação natural, sem a implantação reservatório. Isso se deve aos altos valores do coeficiente de Manning ajustados para esta região. Contudo, não se esperam elevações deste porte nos níveis d'água nesta região, mas, por segurança, os resultados como estão serão considerados nesta análise. A continuação dos estudos no Projeto Básico e para a conversão de outorga permitirá uma melhor calibração do modelo, com melhor ajuste dos níveis d'água.

153. Pelos resultados apresentados, verifica-se que a cidade de Santa Maria da Boa Vista está localizada em uma região afetada pelo alagamento permanente do reservatório para as vazões baixas, mas que sofrerá também as variações do nível d'água por conta dos efeitos do remanso. O mesmo acontecerá com a cidade de Curaçá, embora com menor intensidade.

154. No relatório de EDH e no EVI, os estudos de remanso apresentados não avaliam as influências do reservatório sobre as áreas urbanas, as estruturas viárias ou outras estruturas presentes nas áreas sujeitas ao alagamento. No entanto, no EIA são apresentados levantamentos e quantitativos de populações e estruturas afetadas.

155. Os descritivos mostram que cerca de 85,5 km de estradas sofrerão alguma interferência direta do futuro reservatório. Neste total estão incluídas estradas pavimentadas e não pavimentadas, principais e vicinais e parte do sistema urbano viário. Além disso, foram contabilizadas pelo menos 3 pontes na área de alagamento (EIA, Cap. 12, Avaliação dos Impactos Ambientais, pgs. 152 a 156). Estima-se também que o reservatório atingirá importantes estruturas de saneamento, tais como a captação de água para abastecimento urbano e as lagoas de

estabilização da ETE de Santa Maria da Boa Vista e a ETA de Curaçá. Além dessas estruturas, foram identificados 309 pontos de captação de água para irrigação a serem atingidas pelo reservatório (EIA, Cap. 12, Impactos Ambientais, pgs. 160 a 161). Em relação às edificações, foram contabilizadas 1.788 unidades afetadas diretamente pelo reservatório em toda a região (EVI, Relatório Final, pgs. 271 a 274). Estes levantamentos foram realizados sem considerar os efeitos do remanso, como se o reservatório inundasse somente até a cota do NA Máximo Normal.

156. Como medida de compensação pelos impactos gerados, o EVI e o EIA do empreendimento, na sua análise sócio-ambiental, propõem um Programa de Apoio aos Municípios, onde se sugere, de forma geral, a reconstituição e a melhoria das infra-estruturas de saneamento básico, a reconstituição de estradas e travessias e a reestruturação da infra-estrutura urbana, além de um Programa de Remanejamento da População Atingida, onde se sugere a indenização e a relocação da população residente na área sujeita ao alagamento.

157. Como condicionante para a conversão desta DRDH em outorga, recomenda-se que os estudos de remanso sejam revisados e ampliados, buscando dar maiores detalhamentos nas regiões não cobertas por levantamentos topobatimétricos e com reavaliação da calibração do modelo matemático.

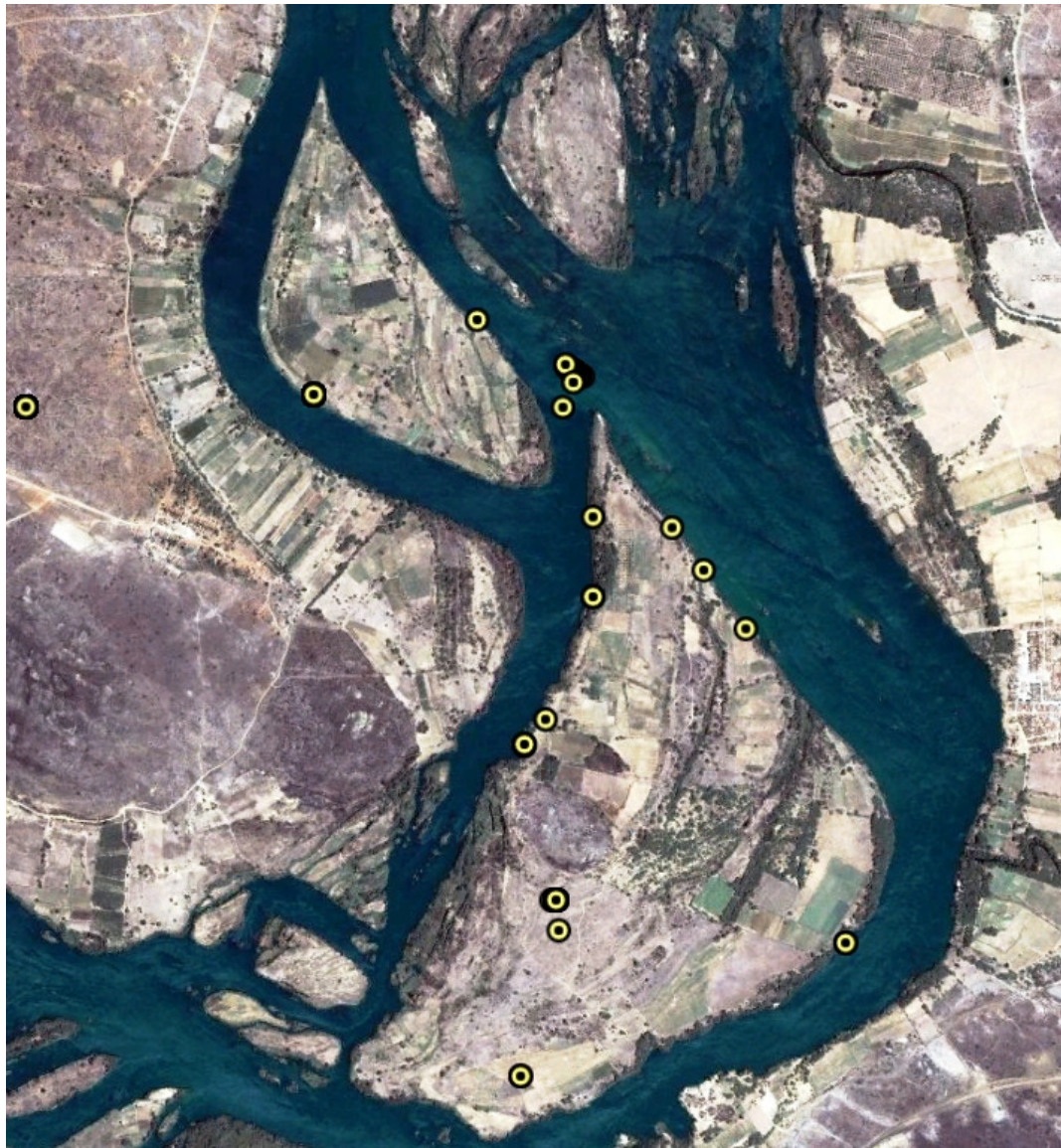
158. Como consequência, o projetista deverá reavaliar os quantitativos das edificações atingidas e as faixas de proteção para as cheias com tempo de recorrência de 50 anos e as infra-estruturas viárias para cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando os efeitos do remanso.

## **CANAL DE DRENAGEM**

159. O barramento da UHE Riacho Seco será implantado numa região onde o rio São Francisco subdivide-se em dois braços, formando a Ilha Inhanhum. O braço esquerdo do rio ainda subdivide-se antes de reencontrar o fluxo do braço direito, formando a Ilha da Missão Velha. Segundo o EVI, para a faixa de vazões próximas da máxima turbinada, foi observado que a distribuição de vazão entre os braços da Ilha Inhanhum é de aproximadamente 74% para o braço direito e de 26% para o braço esquerdo.

160. O arranjo selecionado para o empreendimento prevê que todas as estruturas de escoamento (vertedouro, casa de força e, eventualmente, a eclusa) serão instaladas no braço direito do rio, de modo que o braço esquerdo deve ficar sem alimentação direta do reservatório, como pode ser visto na Figura 12 e na Figura 13. Mesmo que a eclusa seja instalada na margem esquerda, as vazões de eclusagem não são constantes e se dão em função do fluxo de embarcações.

161. Com esta configuração, haveria um desequilíbrio nas condições locais de escoamento do rio São Francisco. Por conta da concentração da vazão no braço direito, haveria uma elevação dos níveis d'água a jusante da casa de força, o que promoveria uma redução da queda bruta da usina com consequente perda energética. O braço esquerdo, por sua vez, não receberia alimentação direta e ficaria com a água praticamente parada, recebendo, no máximo, o refluxo da água a jusante da Ilha Inhanhum, comprometendo inclusive o fluxo ao redor da Ilha da Missão Velha, acarretando possíveis problemas de cunho ambiental. Além disso, no cadastro de usuários do CNARH, há registro de usuários de recursos hídricos que utilizam água proveniente do braço esquerdo do rio, tanto nas duas ilhas como na margem esquerda do rio, como mostra a Figura 9. Estes usuários seriam impactados com a redução da vazão naquele trecho. Segundo os dados do CNARH, os usuários que utilizam água exclusivamente do braço esquerdo totalizam uma demanda de cerca de 0,9 m<sup>3</sup>/s.



**FIGURA 9 – USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS CADASTRADOS NO CNARH NA REGIÃO DA UHE RIACHO SECO (IMAGEM DE SATÉLITE OBTIDA DO SOFTWARE *GOOGLE EARTH*)**

162. Como forma de resolver estes problemas, foi proposta a implantação de um canal de drenagem logo a jusante do barramento, interligando os braços direito e esquerdo, reestabelecendo o fluxo em torno das ilhas, na mesma proporção das condições naturais. Este canal, apresentado na Figura 12 e na Figura 13, foi projetado para escoar uma vazão de 900 m<sup>3</sup>/s, que corresponde aos 26% da vazão total a ser restituída ao braço esquerdo.

163. Não há informações mais detalhadas da capacidade de escoamento deste canal. Como não está prevista nenhuma estrutura de controle, a sua capacidade de escoamento não é fixa e não foi estabelecida para outras vazões além da vazão de projeto, especificamente nas situações de cheias e estiagens.

164. No EVI, o projetista avalia que, com a continuidade dos estudos, é recomendável o desenvolvimento de estudos em modelo hidráulico reduzido, envolvendo, entre outras coisas, a análise do desempenho do canal de drenagem, com vistas a definir a capacidade de escoamento do canal. Desta forma, não se considera necessário o avanço dos estudos desta fase para a emissão da DRDH. Eventuais restrições de operação do referido canal para atendimento aos

usuários poderão ser fixadas pela ANA na conversão da DRDH em outorga, quando já se deverá dispor do projeto detalhado do canal.

165. No entanto, no cronograma de execução do empreendimento, não há definição do período de construção deste canal de drenagem, mas os desenhos 8810/00-30-DE-0101, 8810/00-30-DE-0102 e 8810/00-30-DE-0103, que ilustram as fases de desvio do rio São Francisco, mostram que o canal de drenagem deverá ser executado na 2ª fase do desvio, sendo vedado a montante por um septo e a jusante por uma ensecadeira. Neste período, percebe-se que não haverá alimentação do braço esquerdo do rio, o que pode gerar os problemas do desequilíbrio citados acima.

166. Com isso, recomenda-se que conste na DRDH, como condicionante para a conversão de outorga, que seja revisto o projeto de desvio do rio de modo a manter a alimentação do braço esquerdo do rio e as condições de escoamento próximas às naturais em torno das duas ilhas durante a construção do empreendimento.

## **USOS MÚLTIPLOS**

### **USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE**

167. A projeção de vazões a serem alocadas para usos consuntivos na bacia do São Francisco a montante da UHE Riacho Seco visa a preservar estes usos ao longo do horizonte de outorga da usina, bem como sinalizar à ANEEL a quantidade de água que estará indisponível para geração de energia.

168. Pelo fato de a bacia do rio São Francisco contar com um sistema de gestão em estágio mais avançado de implementação, com vários instrumentos da PNRH já em funcionamento, já existe um número maior de estudos relativos aos recursos hídricos. Entende-se, portanto, que a projeção de usos consuntivos a ser feita nesta Nota Técnica deva levar em conta estes estudos, para compatibilizar o instrumento da DRDH com os demais instrumentos da PNRH, notadamente os Planos de Recursos Hídricos.

169. Desta forma, a projeção a ser feita levará em conta, fundamentalmente, três informações básicas:

- a. O estudo de usos consuntivos realizado pelo ONS, e aprovado pela ANA através da Resolução nº 209, de 22 de abril de 2004, que estabeleceu as vazões de usos consuntivos na bacia do São Francisco até o ano de 2010;
- b. A Deliberação nº 8 do Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco, de 29 de julho de 2004, que estabeleceu provisoriamente o limite de 360 m<sup>3</sup>/s para o consumo total na bacia;
- c. O Estudo Técnico nº 16 – Alocação de Água – também realizado no âmbito do Plano Decenal de Recursos Hídricos do São Francisco, que realizou projeções de consumos por trecho da bacia e por estado da federação, até o ano 2025.

170. A partir destes valores pontuais de consumos em 2010 e 2025, as projeções serão estendidas até o ano de 2045, que é o prazo previsto para a outorga a ser concedida à UHE Riacho Seco.

### **Consumos em 2025**

171. O dado mais detalhado que se tem é o Estudo Técnico nº 16, já mencionado, que levantou dados censitários e projetos públicos de irrigação e de recursos hídricos em geral. Este

estudo dividiu a bacia do rio São Francisco em trechos e áreas de contribuição, conforme Tabela 9. A UHE Riacho Seco encontra-se no trecho 6.

**TABELA 9. DIVISÃO PROPOSTA PELO ESTUDO TÉCNICO Nº16**

<b>Elemento</b>	<b>Descrição</b>	<b>Características</b>
Área de contribuição 1	Rios afluentes ao rio São Francisco até o ponto de controle Porto da Barra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não regularizados</li> <li>• Alta variabilidade de vazões</li> </ul>
Área de contribuição 2	Rios afluentes ao reservatório Três Marias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não regularizados</li> <li>• Alta variabilidade de vazões</li> </ul>
Área de contribuição 3	Rios afluentes ao rio São Francisco entre os pontos de controle Três Marias e Manga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não regularizados</li> <li>• Alta variabilidade de vazões</li> </ul>
Área de contribuição 4	Rios Carinhanha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não regularizado</li> <li>• Média variabilidade de vazões</li> </ul>
Área de contribuição 5	Rios afluentes ao rio São Francisco pela margem esquerda entre os pontos de controle Manga e Pilão Arcado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não regularizados</li> <li>• Pequena variabilidade de vazões</li> </ul>
Trecho 1	Rio São Francisco a montante do ponto de controle Porto da Barra	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não regularizado</li> <li>• Média variabilidade de vazões</li> </ul>
Trecho 2	Reservatório Três Marias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regularizado</li> <li>• Pequena variabilidade de vazões</li> </ul>
Trecho 3	Rio São Francisco entre os pontos de controle Três Marias e Manga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regularizado</li> <li>• Pequena variabilidade de vazões</li> </ul>
Trecho 4	Rio São Francisco entre os pontos de controle Manga e Pilão Arcado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regularizado</li> <li>• Média variabilidade de vazões</li> </ul>
Trecho 5	Reservatório Sobradinho	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regularizado</li> <li>• Pequena variabilidade de vazões</li> </ul>
Trecho 6	Rio São Francisco entre os pontos de controle Juazeiro e Piranhas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regularizado</li> <li>• Pequena variabilidade de vazões</li> </ul>
Trecho 7	Rio São Francisco entre os pontos de controle Piranhas e Foz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regularizado</li> <li>• Pequena variabilidade de vazões</li> </ul>

172. A vazão de uso consuntivo estimada para o ano de 2025 para cada uma das subdivisões propostas é mostrada na Tabela 10.

**TABELA 10. VAZÃO DE USO CONSUNTIVO ALOCADA PARA CADA SUBDIVISÃO DA BACIA**

Elemento	Alocação (m <sup>3</sup> /s)
AC 1	7,52
AC 2	15,65
AC 3	42,81
AC 4	14,20
AC 5	40,87
Trecho 1	1,20
Trecho 2	12,11
Trecho 3	18,95
Trecho 4	27,74
Trecho 5	37,07
Trecho 6	111,85
Trecho 7	50,00
<b>Total</b>	<b>380,0</b>

173. O consumo acumulado até o trecho 5 (a montante de Sobradinho) totaliza 218 m<sup>3</sup>/s. Para estimativa do consumo total a montante da UHE Riacho Seco, resta definir qual a porcentagem do consumo previsto para o trecho 6 ocorrerá a montante do futuro empreendimento.

174. Como se vê, o trecho 6 representa quase um terço do consumo total previsto para toda a bacia. De fato, neste trecho encontram-se diversos usuários importantes, já outorgados, como o Projeto de Integração do São Francisco e diversos perímetros públicos de irrigação. Por esta razão, julgou-se conveniente avaliar de forma mais detalhada como o consumo da água se distribui ao longo deste trecho, ao invés de fazer uma estimativa mais simples, como uma interpolação pela área de drenagem.

175. Para tanto, separou-se a demanda no trecho entre grandes e pequenos usuários, sendo que os grandes usuários foram aqueles com vazão de captação superior a 3600 m<sup>3</sup>/h (1 m<sup>3</sup>/s). Desta forma, foram separados os grandes projetos cujo ponto de captação se encontra no trecho 6, a partir da lista de outorgas da ANA. O resultado deste levantamento é apresentado na Tabela 11.

**TABELA 11. GRANDES USUÁRIOS OUTORGADOS NO TRECHO 6, COM DESTAQUE PARA AQUELES A MONTANTE DO EMPREENDIMENTO**

Processo	Requerente	Vazão máxima (m <sup>3</sup> /h)	Vazão média anual (m <sup>3</sup> /s)
02000.005891/99-66	CHESF - Projeto Caraíbas	19.518	2,09
02501.000006/01-51	Ministério da Integração Nacional (PISF)	432.000	66,00
02501.000071/01-86	Agropecuária Catalunha	7.800	0,86
02501.001192/06-50	CODEVASF - Projeto Pontal	25.728	3,21
02501.001410/04-94	SEINFRA/SE - Projeto Nova Califórnia	15.195	2,07
02501.001700/06-08	CODEVASF - Projeto Salitre	149.695	18,46
02501.002018/01-10	SEINFRA/AL (Canal do Sertão Alagoano)	12.982	2,96
	<b>Total</b>		<b>95,65</b>
	<b>Total a montante de Riacho Seco</b>		<b>22,52</b>



176. Assim, o consumo de grandes projetos corresponde a 95,65 m<sup>3</sup>/s, sendo 22,5 m<sup>3</sup>/s a montante de Riacho Seco. Portanto, o consumo de grandes projetos corresponde a 86% do consumo total previsto para o trecho 6 em 2025, de 111 m<sup>3</sup>/s.

177. Os restantes 15,35 m<sup>3</sup>/s correspondem a usuários de menor porte, que se distribuem de forma mais ou menos homogênea ao longo do trecho 6. Dado que a área entre Sobradinho e Riacho Seco controla 33% da área do trecho 6, o consumo de usuários de menor porte distribui-se na mesma proporção. Desta forma, tem-se, para o ano de 2025, o consumo estimado a montante de Riacho Seco apresentado na Tabela 12.

**TABELA 12. CONSUMOS ESTIMADOS A MONTANTE DA UHE RIACHO SECO NO ANO DE 2025**

<b>Origem</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>/s)</b>
Acumulado até trecho 5	218,0
Trecho 6 – grandes projetos	22,5
Trecho 6 – usuários de menor porte	5,1
<b>Total</b>	<b>245,6</b>

### **Consumos atuais**

178. Conforme mencionado, a ANA aprovou, através de Resolução, o consumo médio anual a montante das UHEs do rio São Francisco, até o presente ano. A Resolução nº209/2004 estima um consumo de 65,15 m<sup>3</sup>/s a montante de Sobradinho e de 114 m<sup>3</sup>/s a montante de Itaparica.

179. Para chegar-se à estimativa do consumo no local da UHE Riacho Seco, procedeu-se de forma similar, separando-se em grandes usuários e usuários de menor porte. Para tanto, foram levantadas preliminarmente as informações do percentual de implantação dos grandes projetos, no sítio da CODEVASF na internet ([HTTP://www.codevasf.gov.br](http://www.codevasf.gov.br)). A partir da informação da área já implantada de cada projeto, estimou-se qual o percentual do consumo outorgado já se encontra sendo usado atualmente, conforme Tabela 13.

**TABELA 13. ESTÁGIO DE IMPLANTAÇÃO DOS GRANDES USUÁRIOS OUTORGADOS NO TRECHO 6**

<b>Projeto</b>	<b>Situação</b>	<b>Consumo estimado atual (m<sup>3</sup>/s)</b>
Salitre – etapa 1 (5.099 ha)	implantado	2,89
Salitre – etapa 2 (7.613 ha)	Não implantado	
Salitre – etapa 3 (19.854 ha)	Não implantado	
Pontal Sul (3.764 ha)	92% implantado	1,75
Pontal Norte (4.098 ha)	20% implantado	
<b>Subtotal</b>		<b>4,64</b>
Agropecuária Catalunha	Implantado*	0,86
<b>Total Grandes projetos</b>		<b>5,49</b>

180. Os projetos de Integração do São Francisco (MI), Canal do Sertão Alagoano e Nova Califórnia/SE não estão implantados. Não se tem informação sobre os demais. Por segurança, considerou-se que o Projeto Catalunha, a montante da UHE Riacho Seco, encontra-se

integralmente implantado, e que os demais, a jusante, ainda estão em projeto ou construção. Assim, tem-se um consumo de grandes projetos, em 2010, de 5,49 m<sup>3</sup>/s. Para os usuários ditos de pequeno porte, foi alocada a mesma vazão de consumo estimada em 2025, por segurança.

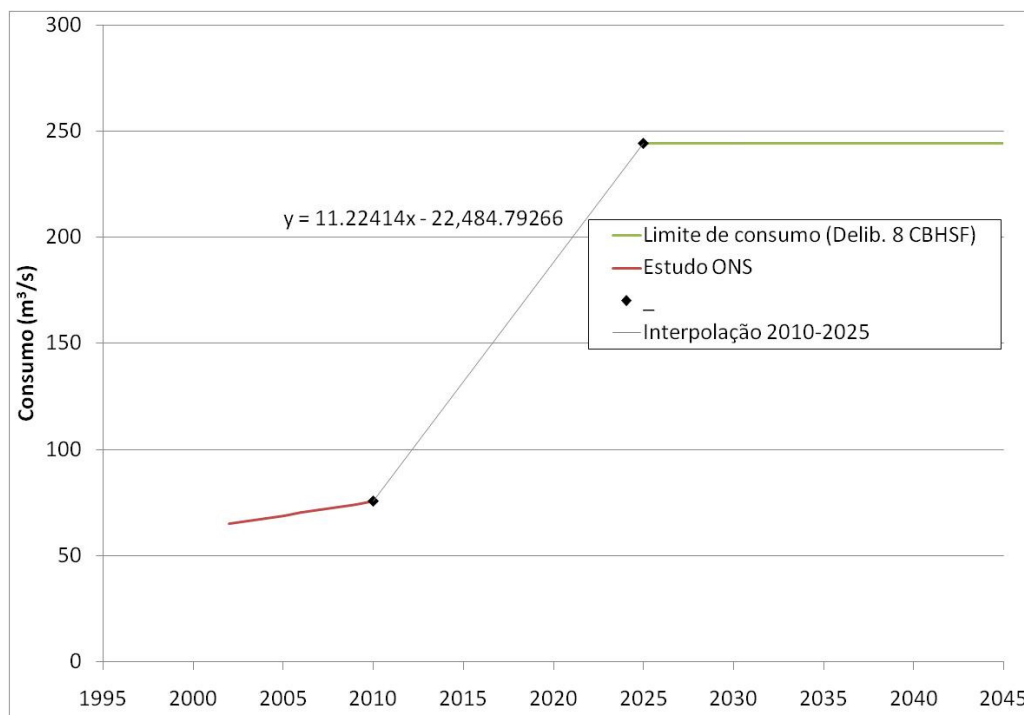
181. Desta forma, o consumo atual a montante da UHE Riacho Seco tem a composição apresentada na Tabela 14.

**TABELA 14. CONSUMOS ESTIMADOS A MONTANTE DA UHE RIACHO SECO NO ANO DE 2010**

Origem	Consumo (m <sup>3</sup> /s)
Acumulado até Sobradinho	65,15
Trecho 6 – grandes projetos	5,49
Trecho 6 – usuários de menor porte	5,10
<b>Total</b>	<b>75,74</b>

### Curva de crescimento do consumo

182. Assim, com base nos consumos estimados nos anos de 2010 e 2025, foi possível interpolar a curva para os demais anos (Figura 10).



**FIGURA 10. PROJEÇÃO DOS USOS CONSUNTIVOS A MONTANTE DA UHE RIACHO SECO ATÉ 2045**

183. Vale salientar que o consumo de 244,1 m<sup>3</sup>/s em 2025 é a parcela do total de 360 m<sup>3</sup>/s que ocorre a montante da UHE Riacho Seco. Logo, entende-se que este valor não deve ser superado. Com isto, respeitam-se as decisões tomadas pelo Comitê de Bacia e compatibilizam-se os instrumentos de outorga e planejamento de recursos hídricos.

184. Sugere-se, portanto, que a disponibilidade hídrica da UHE Riacho Seco seja caracterizada pela série de vazões naturais, descontada da s série de vazões de usos consuntivos da Tabela 15.

**TABELA 15. CONSUMOS ESTIMADOS A MONTANTE DA UHE RIACHO SECO**

Ano	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
2010	75,7
2015	131,9
2020	188,0
2025	244,1
2030	244,1
2035	244,1
2040	244,1
2045	244,1

185. Pelo fato de que as estimativas de usos consuntivos realizadas nesta NT foram realizadas extraídas do prognóstico do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do rio São Francisco, aprovado pelo Comitê da Bacia - CBHSF; e que as estimativas aqui realizadas também respeitam os limites de consumo definidos pelo Comitê da bacia conforme Deliberação nº 8, de 29 de julho de 2004; e ainda considerando que o Comitê da bacia possui representantes dos órgãos gestores de recursos hídricos dos Estados, entende-se que, neste caso, não há necessidade de consulta aos referidos órgãos gestores para ratificação das projeções de consumo a montante da UHE Riacho Seco.

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

186. Foi apresentado no EIA uma quantificação das captações de água para abastecimento público e outros usos que serão afetadas direta ou indiretamente pelo reservatório da UHE Riacho Seco. Na zona rural, são citadas 216 captações a serem atingidas pela formação do reservatório, sendo dado destaque à captação de água do Projeto de Assentamento Curaçá e outros projetos de agronegócio. Na zona urbana, foram levantadas 8 captações de água. É citado no Cap. 13 que a captação de água e a ETA das sedes dos municípios de Santa Maria da Boa Vista (COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento) e Curaçá (SAAE – Serviço Autônomo de água e Esgoto) serão afetadas. Como medida mitigadora, o EIA propõe reconstruir as infra-estruturas de saneamento atingidas.

187. A SOF então consultou o Atlas de Abastecimento do Nordeste, elaborado pela SPR/ANA, para confirmar quais as captações de abastecimento público a serem atingidas pela formação do reservatório. No referido Atlas, foram identificados os mananciais para atendimento aos sistemas de abastecimento dos municípios que serão atingidos pela formação do reservatório. Um resumo deste levantamento está apresentado na Tabela 16, e confirma o levantamento de captações para abastecimento realizado no EIA.

**TABELA 16 – MANANCIAIS PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DAS SEDES MUNICIPAIS QUE SERÃO AFETADAS PELA FORMAÇÃO DO RESERVATÓRIO**

<b>município</b>	<b>manancial</b>
Curaçá-BA	Rio São Francisco
Santa Maria da Boa Vista - PE	Rio São Francisco

188. Desta forma, recomenda-se para conversão desta DRDH em outorga, que sejam exigidas as seguintes condicionantes:

- a reconstrução dos sistemas de captação de água e estações de tratamento de água para abastecimento público a serem atingidas pelo reservatório, desenvolvidas em articulação com as concessionárias dos serviços de saneamento e em conformidade com as projeções de incremento da demanda decorrentes da implantação do empreendimento;
- a adequação das estruturas das captações de água para outros usos atingidas pelo reservatório, inclusive as subterrâneas, acompanhadas de anteprojetos descrevendo as soluções de proteção ou relocação propostas para as captações.

## NAVEGAÇÃO

189. Conforme já descrito no Histórico desta NT, após uma pré-análise da documentação encaminhada, a ANA solicitou à ANEEL, por meio do Ofício nº 198/2010/GEREG/SOF-ANA de 22 de fevereiro de 2010 o atendimento ao disposto no Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, que dispõe as seguintes recomendações para os novos aproveitamentos hidrelétricos, no que diz respeito aos usos múltiplos:

- *“Há uma série de outros empreendimentos em estudo na Bahia, mas apenas um número muito pequeno de aproveitamentos resulta em um aumento significativo da geração de energia. Em termos de usinas de maior porte, com potência acima de 100 MW, podem vir a ser implantadas, nos próximos anos, as seguintes unidades: (1) Pedra Branca, Riacho Seco e Pão de Açúcar, para atendimento ao subsistema Nordeste e (2) Pompeu, para atendimento ao sistema Sudeste / Centro Oeste. Ressalta-se a importância de se avaliar, em cada caso, os conflitos de usos múltiplos atuais e futuros, necessitando-se, portanto, de estudos mais detalhados sobre os efeitos da implantação destes empreendimentos” (fonte: PBHSF, Resumo Executivo, página 124).*
- *“Para jusante de Petrolina / Juazeiro a navegação poderá ser estendida até o lago da barragem de Itaparica quando da construção das barragens, já inventariadas, dos aproveitamentos hidrelétricos de Pedra Branca e Riacho Seco, desde que as mesmas sejam providas de eclusas. Quando realizadas estas obras, a hidrovia será acrescida de 400 km, aproximando o ponto final da navegação do porto marítimo de Suape, contribuindo para a redução dos custos internos de transporte.” (fonte: PBHSF, Estudo Técnico de Apoio nº 08, página 44).*

190. Dispõe-se, ainda, do Mapa dos Principais Rios Navegáveis do Brasil, elaborado pela ANA (SUM/SPR), no qual o trecho do rio São Francisco onde se localizará o futuro aproveitamento hidrelétrico de Riacho Seco é considerado navegável, conforme Figura 11.



**FIGURA 11 – TRECHO DO RIO SÃO FRANCISCO ONDE SE LOCALIZARÁ A UHE RIACHO SECO  
 FONTE: MAPA DOS PRINCIPAIS RIOS NAVEGÁVEIS (SUM/SPR)**

191. Em resposta, a CHESF encaminhou em 09 de julho de 2010 para a ANEEL com cópia para a ANA a Carta nº AHE/RS – 010/2010, a qual apresenta uma proposta de arranjo de eclusa e canal de navegação para transposição do barramento, pela margem esquerda, conforme Figura 12.



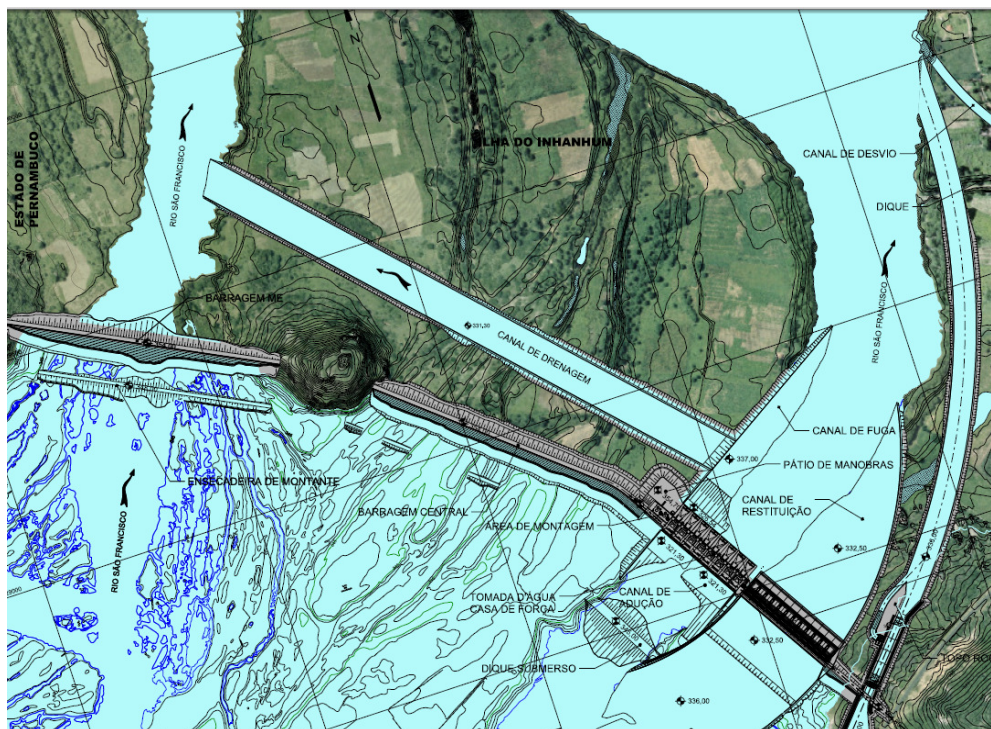
**FIGURA 12 – ARRANJO DA ECLUSA E CANAL DE NAVEGAÇÃO PELA MARGEM ESQUERDA**

192. Em 03 de agosto de 2010, a projetista (CHESF) encaminhou para a ANEEL com cópia para a ANA a Carta nº AHE/RS – 011/2010, a qual apresenta uma nova proposta de

arranjo de eclusa e canal de navegação para transposição do barramento, diferente do arranjo inicialmente proposto na Carta nº AHE/RS – 010/2010. Nesta nova, proposta, a estrutura para transposição da barragem foi locada na margem direita, conforme Figura 13. A justificativa apresentada foi de que na margem esquerda existe uma área utilizada pelo quilombo de Inhanhum. Além disso, a projetista argumentou que o canal de drenagem que liga os dois braços do rio São Francisco a jusante do barramento poderia causar interferências na navegação pela margem esquerda.

193. Nota-se que os dois arranjos propostos pela projetista apresentam interferências com a estrutura civil da barragem para geração de energia, o que minimamente exige uma definição prévia do local a ser reservado para as estruturas hidroviárias antes do desenvolvimento do Projeto Básico e da implantação da UHE Riacho Seco, de modo que sejam previstas as estruturas de espera na barragem para a eventual implantação da eclusa e canal de navegação. Assim, a SOF/ANA encaminhou em 10 de agosto de 2010 o Ofício nº 900/2010/GEREG/SOF-ANA para a Secretaria de Política Nacional de Transportes do Ministério dos Transportes, no qual foi solicitado daquele Ministério manifestação acerca dos dois arranjos propostos pela projetista para o sistema de eclusa e canal de navegação na barragem da UHE Riacho Seco. O referido Ofício não foi respondido pelo MT até a data de conclusão desta NT.

194. Assim, considerando que o MT não manifestou óbice à proposta final de arranjo da eclusa encaminhada pela ANEEL/CHESF, recomenda-se, como condicionante para a conversão da DRDH em outorga, que seja apresentado o Projeto Básico da eclusa e canal de navegação conforme comboio-tipo definido pelo MT e conforme arranjo final proposto pela ANEEL/CHESF (margem direita). Recomenda-se também que, após a emissão da DRDH, seja dada ciência ao MT desta condicionante, para que aquele Ministério, caso tenha alguma consideração em relação ao arranjo final proposto, se articule diretamente com a ANEEL e CHESF.



**FIGURA 13 – ARRANJO DA ECLUSA E CANAL DE NAVEGAÇÃO PELA MARGEM ESQUERDA**

## **LAZER**

195. Segundo o diagnóstico do EIA “*as águas do São Francisco também são utilizadas para o lazer. Os principais pontos estão nas proximidades de Juazeiro e Petrolina, incluindo a barragem de Sobradinho. No período de estiagem, as praias de areia (como aquelas das ilhas do Fogo, do Rodeadouro e de Nossa Senhora) e as águas mais limpas, induzem ao aumento nas atividades de lazer. Também pode ser verificada atividade de lazer voltada para o rio em Curaçá/BA, cuja população utiliza as praias próximas à cidade.*”

196. Como medidas mitigadoras, o EIA propõe um Subprograma de Apoio ao Turismo, o qual não faz referência à eventual recomposição de algumas das praias que serão perdidas.

197. 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 do empreendimento.

## CONCLUSÃO

198. Tendo em vista as análises realizadas, recomenda-se a emissão da DRDH, à ANEEL, referente ao aproveitamento hidrelétrico Riacho Seco, reservando as vazões naturais afluentes, subtraídas das vazões destinadas aos usos consuntivos, nas condições especificadas a seguir:

I - coordenadas geográficas do eixo do barramento: 08° 47' 18" de Latitude Sul e 39° 40' 40" de Longitude Oeste;

II - nível d'água máximo normal a montante: 351,0 m;

III - nível d'água máximo maximorum a montante: 354,0 m;

IV - nível d'água mínimo normal a montante: 351,0 m;

V - área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 144,6 km<sup>2</sup>;

VI - volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 442,2 hm<sup>3</sup>;

VII - vazão máxima turbinada: 3.672 m<sup>3</sup>/s;

VIII - vazão decamilenar afluente: 26.580 m<sup>3</sup>/s; e

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

§ 3º Deverão ser reconstruídos os sistemas de captação de água e as estações de tratamento de água para abastecimento público dos municípios de Curaçá e Santa Maria da Boa Vista que serão atingidos pelo reservatório, desenvolvidos em articulação com as concessionárias dos serviços de saneamento e em conformidade com as projeções de incremento da demanda decorrentes da implantação do empreendimento;

§ 4º As áreas urbanas e localidades deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 50 anos, considerando o efeito do remanso sobre a linha de inundação do reservatório;

§ 5º A infra-estrutura composta por rodovias, ferrovias e pontes, além das estações de tratamento de esgoto deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando o efeito do remanso sobre a linha de inundação do 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 realizada a supressão da vegetação na área de inundação do reservatório em porções de áreas compatíveis com as condições de qualidade de água simuladas para atendimento à Resolução CONAMA 357 e de acordo com orientações do órgão ambiental licenciador do empreendimento;



§ 8º As vazões destinadas aos usos consuntivos, conforme Anexo II, poderão ser revistas a cada cinco anos, ou quando da aprovação, atualização ou revisão de Planos de Recursos Hídricos.

#### **Condições gerais de operação:**

As condições de operação do reservatório do aproveitamento hidrelétrico serão definidas e fiscalizadas pela ANA, em articulação com o Operador Nacional do Sistema – ONS, conforme disposição do art. 4º, inciso XII e § 3º, da Lei nº 9.984, de 2000, devendo respeitar as seguintes condições gerais:

§ 1º Vazão mínima no período de enchimento do reservatório: 1.300 m<sup>3</sup>/s;

§ 2º O órgão ambiental poderá eventualmente fixar regras complementares para o enchimento.

#### **Condições gerais de monitoramento:**

Art. Xº O futuro outorgado deverá implantar e manter estações de monitoramento e reportar os dados monitorados regularmente à ANA, conforme especificado na Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010

Parágrafo único. Até o enchimento do reservatório, os seguintes poluentes deverão ser diretamente medidos ou estimados a partir de outros em campanha trimestral, em postos imediatamente a montante do domínio modelado no rio São Francisco e no braço esquerdo: Clorofila, OD, DBO, nitrogênio orgânico, nitrato, amônia, fósforo orgânico, fósforo inorgânico e zooplâncton;

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

- I. Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico, conforme especificações da ANEEL;
- II. Revisar e detalhar os estudos de remanso, buscando dar maiores detalhamentos nas regiões não cobertas por levantamentos topobatimétricos e com reavaliação da calibração do modelo matemático;
- III. Reavaliar os quantitativos das edificações atingidas e as faixas de proteção para as cheias com tempo de recorrência de 50 anos e as infra-estruturas viárias para cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando a revisão e detalhamento dos estudos de remanso;
- IV. Apresentar revisão do projeto de desvio do rio de modo a manter a alimentação do braço esquerdo do rio e as condições de escoamento próximas às naturais em torno das duas ilhas durante a construção do empreendimento;
- V. Apresentar programa de adequação das estruturas das captações de água para outros usos que serão atingidas pelo reservatório, inclusive as subterrâneas e as destinadas para os projetos de irrigação, acompanhadas de anteprojetos descrevendo as soluções de proteção ou relocação propostas;
- VI. Apresentar medidas de desmobilização e tratamento das áreas atualmente utilizadas por lagoas de tratamento de esgotos e por lixões que eventualmente serão inundadas com a formação do reservatório, como as lagoas de estabilização dos municípios de Santa Maria da Boa Vista e Curaçá, e adequar esses lançamentos, em termos de índices de tratamento e de localização, com a condição de reservatório a ser formada;

- VII. Aprofundar o estudo de modelagem hidrodinâmica objetivando avaliar a efetividade do canal proposto de ligação do corpo principal com o braço esquerdo do reservatório como forma de reduzir o tempo de residência do braço esquerdo, de acordo com especificações a serem obtidas junto à ANA;
- VIII. Apresentar estudo detalhado do canal proposto de interligação permanente do braço esquerdo com o corpo principal do reservatório, caracterizando seções, declividade e outros detalhes julgados importantes no funcionamento do canal e indicando os ganhos em termos de qualidade de água e estimativa de redução do tempo de residência nesse braço e suas conseqüências no canal principal, o qual também deverá ser submetido ao órgão ambiental;
- IX. Projeto Básico do sistema de eclusas e canais de navegação, conforme comboio-tipo definido pelo Ministério dos Transportes, e conforme alternativa de arranjo acatada na Nota Técnica da ANA, em conformidade com o disposto na Lei no 8.666 de 1993 e Resolução CONFEA nº 361 de 10/12/1991, observando-se as Recomendações Básicas para Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas, apresentadas pelo TCU em sua Cartilha de Obras Públicas;
- X. Plano de Contingência e de Emergência;
- XI. Apresentar, sob orientações da ANA, Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno, plano que visa a compatibilizar os usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório;
- XII. Detalhar e implementar os seguintes Programas Ambientais: Programa de Apoio aos Municípios; Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Águas; Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas; Programas de Desmatamento e Limpeza da Área do Reservatório.

Atenciosamente,

**BRUNO COLLISCHONN**  
Especialista em Recursos Hídricos

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

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

**RUBENS MACIEL WANDERLEY**  
Especialista em Recursos Hídricos

**SÉRGIO RENATO ÁVILA  
GLASHERSTER DA ROCHA**  
Especialista em Recursos Hídricos

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

De acordo,

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

