

Ofício nº 1806/2013/SRE-ANA  
Documento nº: 00000.036293/2013-96

Brasília, 28 de novembro de 2013.

À Sua Senhoria o Senhor  
ODENIR JOSÉ DOS REIS  
Superintendente de Gestão Estudos Hidroenergéticos  
Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL  
SGAN Quadra 603, Módulos I E J Sala 107  
70830-030 Brasília/DF

*C/C: LUIZ CARLOS AMARILHO – Consórcio UHE Itaocara – Rua Marechal Floriano Peixoto, nº 152 – Jardim da Aldeia – Itaocara – RJ – CEP: 28570-000.*

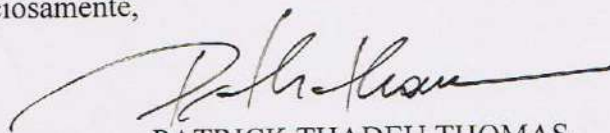
Assunto: **Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – UHE Itaocara I**

Referência: **Processo nº 02501.002084/2013-23; Documento nº 00000.025413/2013.**

Senhor Superintendente,

1. Em resposta ao Ofício nº 2071/2013-SGH, informamos que, *ad referendum*, a Diretoria Colegiada da ANA, deliberou, por meio da Resolução ANA nº 1404, 26 de novembro de 2013 a emissão, à essa Agência, da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica do Aproveitamento Hidrelétrico Itaocara I, nos Municípios de Aperibê e Itaocara, no Estado do Rio de Janeiro.
2. Na oportunidade encaminhamos, em anexo, cópia da Nota Técnica nº 269/2013/GEREG/SRE-ANA, da referida Resolução e de sua publicação no Diário Oficial da União.
3. Esta Superintendência encontra-se à disposição para esclarecimentos adicionais por meio do telefone (61) 2109.5351 (Gerência de Regulação de Uso – Gerente André Pante).

Atenciosamente,



PATRICK THADEU THOMAS  
Superintendente Adjunto de Regulação

Nota Técnica nº 269/2013/GEREG/SRE-ANA

Documento nº: 00000.035913/2013-70

Em 26 de novembro de 2013

Ao Senhor Superintendente de Regulação

**Assunto: Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Itaocara I, no rio Paraíba do Sul**

Ref. Processo n.º 02501.002084/2013-23

**INTRODUÇÃO**

1. Esta Nota Técnica trata das análises para subsídio à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH relativa ao aproveitamento hidrelétrico Itaocara I, localizado no rio Paraíba do Sul, nos Municípios de Itaocara e Aperibê, Estado do Rio de Janeiro, em favor da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

2. As principais características desse aproveitamento, conforme o projeto básico da usina encaminhado pela ANEEL no Ofício nº 2286/2013-SGH/ANEEL de 02/10/2013 (fl. 18) e o Relatório dos Estudos de Disponibilidade Hídrica – REDH encaminhados pelo Consórcio UHE Itaocara na Carta 137/IT/2013-TEC de 01/11/2013 (fls. 33-34), estão apresentadas na Tabela 1, segundo Ficha Técnica do empreendimento.

**Tabela 1 – Características do aproveitamento hidrelétrico Itaocara I (Fonte: REDH)**

| Item   | AHE Itaocara I |
|--|----------------|
| Área de drenagem do eixo de barramento (km <sup>2</sup> )              | 33.680         |
| Potência instalada (MW)  | 145            |
| Energia firme local (MW <sub>med</sub> )                               | 75             |
| Nível d'água máximo normal a montante (m)                              | 89,6           |
| Nível d'água mínimo normal a montante (m)                              | 89,6           |
| Nível d'água máximo maximorum a montante (m)                           | 90,9           |
| Cota da crista da barragem (m)   | 93,6           |
| Deplecionamento previsto (m)   | 0              |
| Área inundada do reservatório no N.A. máximo normal (km <sup>2</sup> ) | 40,4           |
| Potência instalada/área inundada (MW/km <sup>2</sup> )                 | 3,59           |
| Área inundada/área da bacia a montante (%)                             | 0,12           |
| População atingida (número de famílias)                                | 1.188          |
| Volume do reservatório no N.A. máximo normal (hm <sup>3</sup> )        | 412,76         |
| Tempo de residência médio (dias)                                       | 11             |
| Profundidade média do reservatório (m)                                 | 10,2           |
| Altura máxima da barragem (m)  | 40             |
| Vazão natural Q <sub>95%</sub> (m <sup>3</sup> /s)                     | 207            |
| Vazão média natural Q <sub>M.L.T</sub> (m <sup>3</sup> /s)             | 448            |
| Vazão máxima Tr = 10.000 anos (m <sup>3</sup> /s)                      | 9.530          |
| Vazão máxima turbinada (m <sup>3</sup> /s)                             | 666            |
| Tempo total de construção (meses)                                      | 40,5           |



3. A UHE Itaocara I está localizada nas coordenadas geográficas de latitude 21°41'44" sul e longitude 42°08'57" oeste. Na Figura 1, em seguida, é mostrada a localização desse aproveitamento, como dos demais na cascata do Paraíba do Sul.

4. Em relação à localização do AHE Itaocara I na cascata de hidrelétricas do rio Paraíba do Sul, este se localizará a montante do reservatório do AHE Barra do Pomba, que está em fase de projeto e já conta com DRDH emitida pela ANA através da Resolução 361/2008 (vencida), e a jusante dos aproveitamentos Itaocara II, desmembrado do projeto original e ainda em fase de estudos, e Ilha dos Pombos, em operação.

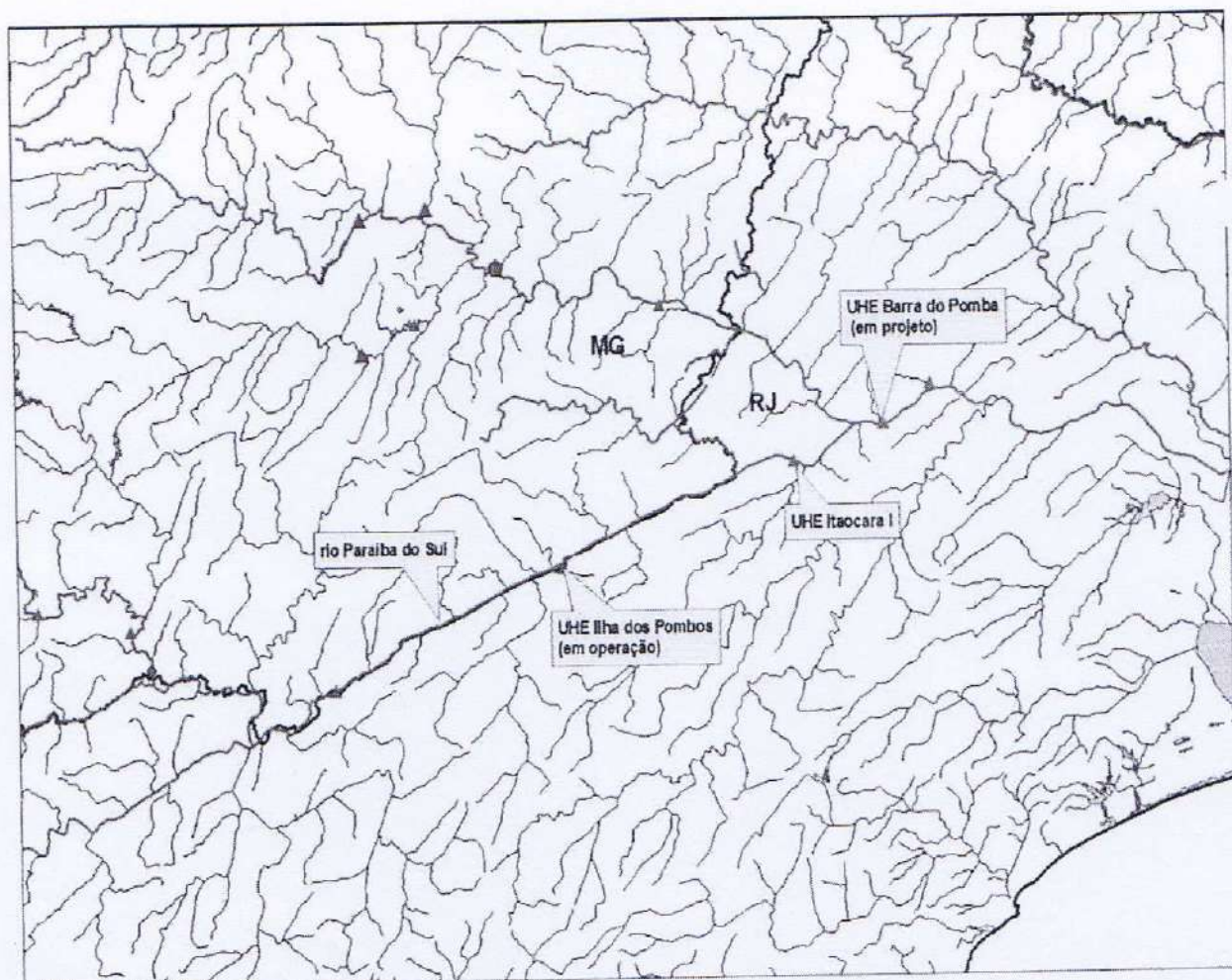


Figura 1 – Localização do AHE Itaocara I

5. O arranjo geral do AHE Itaocara I é apresentado na Figura 2, no qual se observa que a restituição da casa de força se dará junto à restituição do vertedouro na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, portanto sem formação de trecho de vazão reduzida – TVR. Os estudos energéticos indicaram que o aproveitamento deverá operar a fio d'água, com nível d'água de montante na cota 89,6 m.



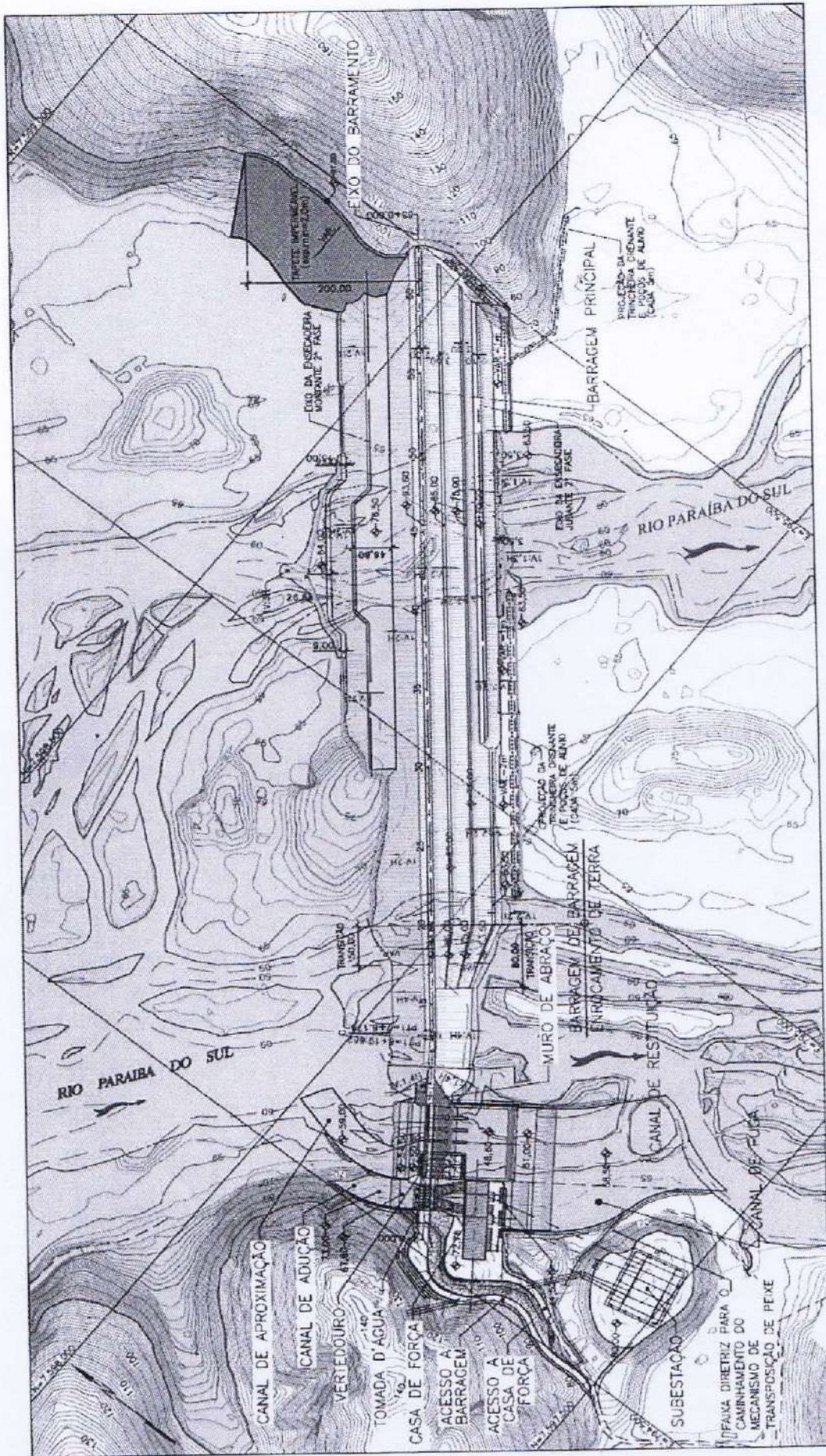


Figura 2 – Arranjo geral do AHE Itaocara I

SREJANA  
 Fls. 78  
 Proc. 1524/13  
 mcp

*Handwritten signatures and initials:*  
 J. Ref. a. [Signature]  
 [Initials]



## HISTÓRICO

6. A ANA recebeu em 29/08/2013 da ANEEL o Ofício nº 2.071/2013-SGH/ANEEL (fls. 3-8), no qual informa que a Concessionária Itaocara Energia S.A. da UHE Itaocara, cuja implantação ainda não foi iniciada, solicitou a rescisão do contrato de concessão. A ANEEL informa, ainda, que o Governo Federal tem interesse em realizar uma nova licitação deste empreendimento.
7. No Ofício nº 2.071/2013-SGH/ANEEL (fls. 3-8), a ANEEL cita que o projeto do empreendimento foi alterado em relação ao projeto objeto da concessão, sendo agora denominado Itaocara I. De tal forma, a ANEEL consulta a ANA sobre a validade da outorga de direito de uso de recursos hídricos da UHE Itaocara e, caso a ANA entenda que a outorga não esteja válida, solicita a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica - DRDH para o empreendimento.
8. A GREG, em observação ao ofício da ANEEL, elaborou a Nota Informativa nº 59/2013/GREG/SRE-ANA de 05/09/2013 (fl. 9) para consulta à Procuradoria Geral – PGE da ANA sobre os seguintes aspectos:
- Necessidade de emissão de novo ato normativo para a UHE Itaocara I;
  - Caso a PGE opine pela necessidade, qual o ato normativo deverá ser emitido: DRDH ou outorga preventiva ou de direito de uso de recursos hídricos;
  - Ainda, caso a PGE opine pela necessidade da emissão de DRDH ou outorga, se a ANA deverá emitir estes atos normativos nas mesmas condições do Contrato de Concessão nº 12/2001, especificamente no que diz respeito à disponibilidade hídrica para geração de energia.
9. Em resposta, a PGE encaminhou à GREG/SRE em 13/09/2013 o Parecer PGE/PG nº 315/2013 (fl. 11), que aprova e encaminha a Nota PGE/ROD nº 50/2013 (fls. 12-14), com as seguintes conclusões:
- Em havendo interesse do Poder Público na licitação do aproveitamento hidrelétrico em comento, é necessário obter da ANA a DRDH;
  - A ANA não deve ter o contrato rescindido como baliza à análise do novo pedido, e, assim, a eventual DRDH a ser expedida deverá considerar a disponibilidade hídrica atual para a usina.
10. Desse modo, a SRE encaminhou para a ANEEL em 20/09/2013 o Ofício nº 1391/2013/GREG/SRE-ANA (fls. 15-16), o qual informa sobre o posicionamento da PGE da ANA quanto à consulta formulada pela ANEEL, e solicita o envio do Relatório dos Estudos de Disponibilidade Hídrica - REDH, em atendimento ao Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica da ANA, para que se proceda ao início da análise técnica com vistas à emissão da DRDH.
11. Em 02/10/2013, a ANEEL encaminhou à ANA o Ofício nº 2286/2013-SGH/ANEEL (fl. 18), declarando que foi feita solicitação ao desenvolvedor do projeto da UHE Itaocara I para a elaboração do REDH e, encaminhando, em avanço, a cópia do Projeto Básico do empreendimento com vistas ao conhecimento prévio pela ANA.
12. Em 14/10/2013, foi realizada reunião entre a ANA, ANEEL e a projetista, conforme lista de presença à fl. 31 do p.p., para discutir as orientações gerais para elaboração do REDH conforme o Manual de DRDH.
13. Como resultado dessa reunião, a ANA enviou à ANEEL em 22/10/2013, o Ofício nº 1575/2013/SRE-ANA (fls. 24-25), com as recomendações a serem observadas pela projetista no REDH, especificamente quanto à série de vazões afluentes ao aproveitamento.
14. Em 22/10/2013, a ANA enviou ao Ministério dos Transportes, em atendimento à Resolução CNRH nº 37, o Ofício nº 1576/2013/GREG/SRE-ANA (fls. 26-27), no qual solicita posicionamento daquele Ministério quanto à necessidade de previsão de sistemas de transposição



de desnível para navegação no local da UHE Itaocara I, considerando que este trecho do Paraíba do Sul consta como via navegável no Plano Nacional de Viação.

15. Em 29/10/2013 a ANA encaminhou à Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, à Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro e à Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais os Ofícios nº 1590/2013/GEREG/SRE-ANA (fl. 28), nº 1591/2013/GEREG/SRE-ANA (fl. 29) e nº 1592/2013/GEREG/SRE-ANA (fl. 30), respectivamente, com consulta quanto aos usos da água, atuais e futuros, na área da bacia a montante do aproveitamento, em cumprimento à Resolução ANA nº 131/2003.

16. Em 01/11/2013, a ANA recebeu a Carta 137/IT/2013-TEC (fls. 33-34) do Consócio UHE Itaocara I, encaminhando em meio digital, Anexo I do p.p., e impresso, Anexos 2 e 3 do p.p., o Estudo de Disponibilidade Hídrica em atendimento ao Manual de DRDH.

17. Após pré-análise do REDH, foi realizada em 11/11/2013 a Reunião Técnica de apresentação do projeto entre a ANEEL, o Consócio UHE Itaocara e a ANA, conforme Lista de Presença à fl. 35 do p.p. Como resultado dessa reunião, a ANA encaminhou à ANEEL o Ofício nº 1698/2013/GEREG/SRE-ANA de 12/11/2013 (fls. 36-37) com questionamentos relativos aos estudos de qualidade da água.

18. Em 19/11/2013 foi realizada reunião no Ministério de Minas e Energia - MME, com participação de servidores do MME, da ANEEL e da ANA, e funcionários da Empresa de Pesquisa Energética - EPE e do Consócio UHE Itaocara sobre a série de vazões e a andamento da emissão da DRDH desse empreendimento, conforme Resumo de Reunião e Lista de Presença às fls. 38-39 do p.p. Nessa reunião foi solicitado da ANA, esforço técnico para conclusão das análises e emissão da DRDH até 27/11/2013, prazo para viabilizar o leilão dessa UHE em 13/12/2013.

19. Em 21/11/2013 o Núcleo de Estudos Hidrológicos - NHI da SPR encaminhou à SRE a Nota Técnica nº 043/2013/SPR (fls.50-54), com a análise dos estudos hidrológicos da série de vazões naturais da UHE Itaocara I.

20. O Consócio UHE Itaocara, em resposta ao Ofício nº 1698/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 36-37), encaminhou em 22/11/2013 a Carta 145/IT/2013-TEC (fls. 60-76), com as avaliações e estudos de qualidade da água solicitados.

21. O DAEE-SP encaminhou à ANA, por correio eletrônico, cópia do Ofício SUP/1510/2013, em atendimento ao Ofício nº 1590/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 55-58).

### ESTRUTURA DA NOTA TÉCNICA

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

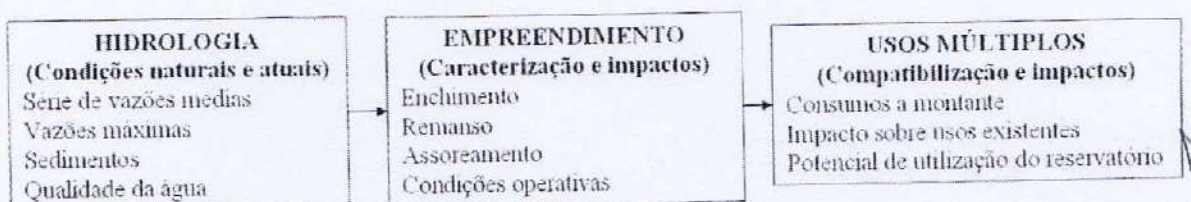


Figura 3 – Estrutura de análise dos aproveitamentos hidrelétricos no âmbito da ANA, visando à emissão da DRDH



23. A DRDH 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 do AHE e a disponibilidade hídrica existente no período de outorga, coincidente com o período de concessão do uso do potencial hidráulico.

## **Hidrologia**

### *Série de vazões médias mensais*

24. A série de vazões médias mensais afluentes à UHE Itaocara I apresentada no REDH foi determinada a partir de estudos desenvolvidos pela HICON ao Consórcio UHE Itaocara, com base na série de vazões naturais revista no Estudo de consistência e reconstituição de séries de vazões naturais na bacia do rio Paraíba do Sul, contratado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, para o período de 1931 a 2005 e de uma atualização para o período de 2006 a 2012.

25. A análise hidrológica desse estudo foi elaborada pelo NHI-SPR e está apresentada na Nota Técnica nº 043/2013/SPR de 21/11/2013 (fls 50-54), na qual é relatada a metodologia desenvolvida no âmbito do projeto contrato pelo ONS para a série de vazões no período de 1931 a 2005; como também, a metodologia desenvolvida pelo projetista para atualização da série de vazões no período entre 2006 e 2011.

26. A Nota Técnica nº 043/2013/SPR conclui que a série de vazões naturais médias mensais da UHE Itaocara I deve ser a apresentada em seu Anexo I, devendo ser essa incorporada à resolução de DRDH para esse empreendimento, conforme tabela no Anexo I dessa Nota Técnica.

27. O NHI-SPR ressalta que em caso de eventuais revisões futuras das séries de vazões naturais das UHEs da bacia do rio Paraíba do Sul, em função da metodologia adotada para a reconstituição de vazões no AHE Itaocara I, também será necessária a revisão da série de vazões naturais afluentes a esta UHE, preservando-se, assim, a compatibilidade das séries de vazões nessa cascata de aproveitamentos hidrelétricos.

### *Vazões máximas*

28. De acordo com o REDH apresentado pelo Consórcio UHE Itaocara, os estudos de vazões máximas tiveram como objetivo a determinação das vazões máximas no período de cheia para o projeto do vertedouro e de estiagem para dimensionamento da ensecadeira.

29. A análise estatística das vazões máximas foi realizada a partir do posto fluviométrico Anta, mais próximo do sítio do AHE Itaocara I e com maior histórico de dados. Para desconsiderar o efeito do amortecimento de cheias da PCH Anta, as informações de vazões máximas mensais do posto Anta, a partir de dezembro de 1969, início da operação da referida usina, foram obtidas através da correlação com posto Queluz, localizado a montante da UHE Funil.

30. As falhas existentes no posto Queluz, relativas aos períodos de abril de 1980 a janeiro de 1988, outubro de 1995 a dezembro de 1999 e janeiro de 2002 a dezembro de 2002, foram preenchidas a partir de correlação com os dados do posto Pindamonhangaba, situado, também, a montante da UHE Funil. As vazões máximas anuais da série histórica da estação Anta são apresentadas na Tabela 2.





Tabela 2 - Vazões máximas anuais (m<sup>3</sup>/s) para a estação Anta

| Década    | Ano  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| 1930-1939 | -    | 3046 | 3022 | 1983 | 2223 | 2670 | 2156 | 2165 | 4214 | 2108 |
| 1940-1949 | 2060 | 2079 | 1594 | 4182 | 2460 | 2530 | 3382 | 4672 | 2540 | 2069 |
| 1950-1959 | 2136 | 1882 | 2031 | 1324 | 889  | 1311 | 1566 | 1882 | 1298 | 1718 |
| 1960-1969 | 2194 | 2184 | 2350 | 1215 | 2460 | 2002 | 4182 | 3226 | 1104 | 2204 |
| 1970-1979 | 1568 | 987  | 1513 | 1458 | 2221 | 878  | 1534 | 1437 | 1270 | 932  |
| 1980-1989 | 1384 | 1644 | 1021 | 1982 | 1920 | 1038 | 1234 | 2124 | 1865 | 1748 |
| 1990-1999 | 1239 | 2508 | 2643 | 2034 | 887  | 2059 | 2379 | 1945 | 1314 | 1663 |
| 2000-2007 | 4881 | 1260 | 1714 | 1295 | 1895 | 2298 | 1783 | 1249 | -    | -    |

31. A série de vazões máximas anuais para o posto foi ajustada à função de distribuição estatística Gumbel, tanto para a série completa quanto para a série de vazões máximas no período de estiagem, segundo recomendação da ELETROBRÁS, visto que a assimetria da série é inferior a 1,5.

32. As vazões máximas diárias para os diversos tempos de recorrência da estação foram transpostas para o local do aproveitamento. A Tabela 3 apresenta as vazões máximas diárias e instantâneas para diversos tempos de recorrência na UHE Itaocara I.

Tabela 3 - Vazões máximas (m<sup>3</sup>/s) para a UHE Itaocara I

| Período<br>TR | Diária                | Instantânea |
|---------------|-----------------------|-------------|
|               | Q (m <sup>3</sup> /s) |             |
| 2             | 2.065                 | 2.305       |
| 5             | 2.894                 | 3.231       |
| 10            | 3.443                 | 3.844       |
| 20            | 3.970                 | 4.432       |
| 25            | 4.137                 | 4.619       |
| 50            | 4.651                 | 5.194       |
| 100           | 5.162                 | 5.764       |
| 500           | 5.671                 | 6.332       |
| 1000          | 6.343                 | 7.082       |
| 10000         | 8.535                 | 9.530       |

33. O projetista apresentou ainda um estudo de vazão máxima provável - VMP, estimando-a em 9.978 m<sup>3</sup>/s, não tendo sido esse valor utilizado para qualquer dimensionamento. Assim, o valor definido para a vazão de projeto do vertedor no REDH foi de 9.530 m<sup>3</sup>/s, resultando em uma vazão específica de 0,283 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup>.

34. O próprio projetista apresentou no REDH uma comparação entre as vazões de cheia das demais usinas na bacia. As AHE Ilha dos Pombos e Simplício tem uma vazão específica de 0,282 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup>, Cambuci de 0,273 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup> e Barra do Pomba de 0,269 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup>. A Figura 4 mostra uma comparação entre as vazões de cheia para os aproveitamentos hidrelétricos na cascata do Paraíba do Sul.



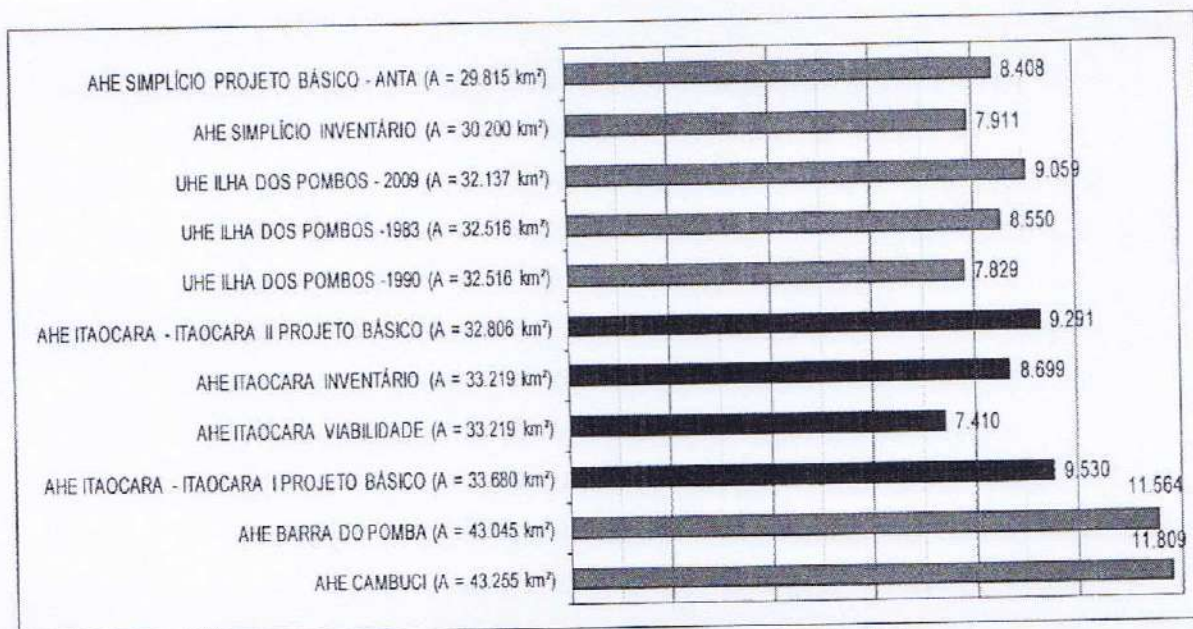


Figura 4 – Comparação das vazões de cheia

35. A vazão de projeto específica da UHE Itaocara I, de  $0,283 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ , é compatível com o valor apresentado para as demais usinas da cascata. O valor calculado em auditoria realizada pela GREG é similar.

36. Como informação adicional, ressalta-se que a vazão de projeto apresentada gera uma sobrelevação de 1,30 m em relação ao nível d'água máximo normal de 89,6 m do reservatório. Como a crista da barragem se localiza na cota 93,6 m, a borda livre da estrutura é de cerca de 2,7 m, em relação ao nível d'água máximo maximorum, valor considerado adequado, segundo as recomendações do documento Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas (ELETROBRÁS, 2003).

37. Dessa forma, considerando o estudo do REDH consistente, segundo análise da GREG, recomenda-se que seja adotada na DRDH como vazão para dimensionamento do vertedouro a vazão máxima de  $9.530 \text{ m}^3/\text{s}$ , referente à vazão decamilenar instantânea, conforme proposta do próprio empreendedor.

### Sedimentos

38. Os estudos hidrossedimentológicos desenvolvidos pela projetista estão apresentados no REDH e têm como objetivo avaliar o assoreamento e estimar o tempo de vida útil do reservatório da UHE Itaocara I, discutidos em itens seguintes dessa Nota Técnica, referentes à avaliação do empreendimento.

39. Para determinação da descarga sólida no rio Paraíba do Sul, foram utilizadas informações fornecidas pela LIGHT S.A., proveniente de 31 medições de descargas entre 1998 e 2002, no posto Itaocara Jusante. Foram ainda realizadas outras 7 medições no âmbito do REDH, no posto Itaocara II Formiga Montante, em março de 2009. Definiu-se, então, a curva-chave de sedimentos para a região da UHE, conforme a Figura 5.



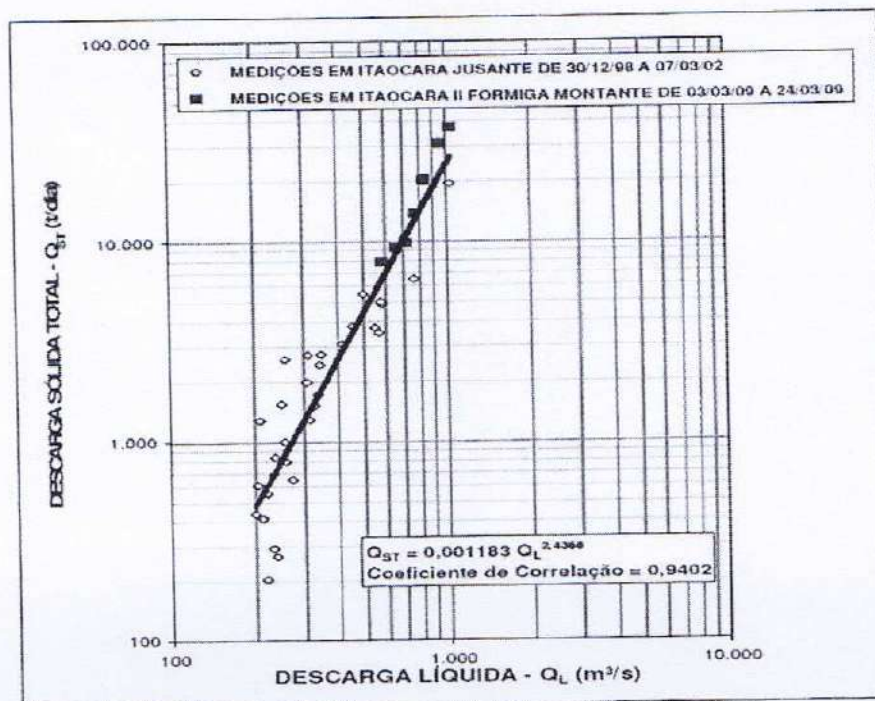


Figura 5 – Curva chave de sedimentos na região

40. Considerando a validade da curva-chave, a descarga solida média na UHE Ilha dos Pombos foi estimada em 8.368 t/dia. Transferindo esse resultado para a UHE Itacara I pela relação entre as áreas de drenagem, estimou-se a descarga solida nesse aproveitamento em 8.770 t/dia.
41. O projetista realizou ainda um estudo de retenção dos sedimentos da bacia nos reservatórios de Simplício e Itacara II, localizados a montante de Itacara I. De acordo com o estudo, a descarga solida no aproveitamento seria de 3.816 t/dia.

### Qualidade da água

42. Neste item, avalia-se a condição de qualidade da água do futuro reservatório da UHE Itacara I. O objetivo da análise é o de identificar e qualificar possíveis alterações na qualidade da água devido à modificação do regime de escoamento e as respectivas consequências sobre os usos de água existentes e pretendidos pela população local, a exemplo de abastecimento humano, industrial e agrícola, além de usos recreativos.
43. Tais resultados devem contribuir com a identificação e implementação de ações para evitar, minimizar e controlar consequências indesejáveis sobre a qualidade da água do futuro reservatório, sobretudo sobre o risco de eutrofização, processo que pode restringir ou até inviabilizar alguns usos de água.

### Estudos Apresentados

44. O pedido de DRDH da UHE Itacara I foi formalizado por meio do envio do Estudo de Disponibilidade Hídrica – EDH, em 1º de novembro de 2013.
45. A parte de qualidade de água desse documento consistiu em uma síntese dos estudos de diagnóstico e prognóstico contidos nos estudos de impacto ambiental do empreendimento (EIA/RIMA), elaborados pela EcologyBrasil.

[Assinaturas]



46. Como o conteúdo desse documento estava muito resumido, optou-se por realizar a análise a partir do EIA/RIMA em sua íntegra, obtido junto ao IBAMA, órgão licenciador do empreendimento, e disponível em <http://ibama.gov.br/licenciamento/>.
47. A elaboração do diagnóstico apresentado contou com apenas 4 (quatro) campanhas de monitoramento, realizadas em novembro, janeiro, abril e junho, entre 2008 e 2009, em 12 estações, sendo 10 localizadas na calha do rio Paraíba do Sul e duas em afluentes (Pirapetinga e Angu).
48. Esses dados mostraram que a qualidade de água na área do empreendimento é fortemente influenciada pela ação das chuvas, período que são observados os piores índices de qualidade de água, evidenciando a significativa poluição difusa da região e a frágil retenção dessas cargas pelas matas ciliares.
49. Os dados também destacaram boas condições de oxigenação da água nos trechos do empreendimento, com OD na faixa de 10 mg/L, em abril e junho, e de 6 mg/L, em novembro e janeiro. Ressalta-se que as concentrações de OD estiveram sempre acima do limite mínimo de 5 mg/L, estabelecido pelo CONAMA para Classe II.
50. A DBO média nesses pontos foi de 2,9 e 1,25 mg/L para os períodos de vazante e seca, respectivamente. Teor superior ao limite CONAMA (5 mg/L) foi observado apenas na estação 5, na cheia (janeiro de 2009). A elevada DBO nesse ponto (em torno de 20 mg/L) provavelmente está relacionada a cargas oriundas dos municípios de Formiga e São Sebastião do Paraíba.
51. Embora os índices de DBO foram baixos, os registros de coliformes fecais, no geral, acima de 10.000 UFC/100 ml e com picos na faixa de 40.000 UFC/100 ml, estiveram significativamente acima do limite máximo de 1.000 UFC/100 ml (CONAMA), evidenciando o comprometimento da qualidade de água devido aos esgotos domésticos das sedes municipais da região que são lançados nos mananciais da bacia sem qualquer tipo de tratamento.
52. Os sólidos totais apresentaram média baixa (100 mg/L). Apesar do registro de um pico de 400 mg/L, na estação 4, em novembro, não foram observadas concentrações acima do limite do CONAMA (500 mg/L).
53. A turbidez se mostrou bastante alta na região nos períodos de chuva (novembro e janeiro), quando os valores registrados, com médias de 300 e 100 NTU, foram superiores ao limite do CONAMA de 100NTU, reforçando novamente o expressivo processo de carreamento de partículas aos mananciais durante os períodos de chuvas.
54. Em relação aos nutrientes, as formas de nitrogênio avaliadas (nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito) estiveram abaixo do limite do CONAMA em todas as campanhas e pontos.
55. Já as concentrações de fósforo total excederam o limite CONAMA de 0,1 mg/L, para ambiente lótico, nos meses chuvosos. As médias observadas foram de 0,26 e 0,20 mg/L, nas campanhas de novembro e janeiro, respectivamente. Ressalta-se, ainda, o registro de concentrações da ordem de 0,3 a 0,4 mg/L durante essas campanhas.
56. Nas campanhas de abril e junho, as concentrações de fósforo estiveram abaixo de 0,1 mg/L em praticamente todas as estações.
57. Tais dados indicam que as taxas de fósforo que excedem os padrões do CONAMA, para a condição de rio, estão mais relacionadas à poluição difusa que acaba sendo carregada aos cursos d'água pelos efeitos das chuvas.
58. Destaca-se que, ao se considerar os limites de fósforo para ambiente intermediário, de 0,05 mg/L, condição do futuro reservatório, todas as campanhas excedem esse padrão do CONAMA para Classe II.



59. Comparando tais dados com as classes de classificação de estado trófico, o próprio estudo constata a formação de um reservatório em ambiente já eutrofizado.
60. As concentrações de clorofila estiveram entre 0,05 e 3 µg/L. O CONAMA estabelece o limite de 30 µg/L para classe II, na condição de rio. Apesar de baixo, o teor de clorofila tende a elevar-se com a formação do reservatório.
61. A segunda parte dos estudos apresentou prognóstico da qualidade de água para a fase de operação da usina por meio de simulação matemática, a partir do uso do modelo CE-QUAL-W2. Trata-se de um modelo bidimensional longitudinal, em que os gradientes da dimensão transversal do reservatório são aproximados por médias.
62. O estirão do reservatório, de 23.759 m, foi dividido em 16 segmentos, com aproximadamente 1.750 m, sendo todos na própria calha rio Paraíba do Sul, com destaque para o segmento 10 que representa a foz do rio Pirapetinga.
63. Na dimensão vertical, o reservatório foi compartimentado em 30 camadas de 1 metro de espessura cada.
64. A simulação foi realizada para um período de dois ciclos hidrológicos, 730 dias de operação do reservatório.
65. Os parâmetros avaliados foram: idade da água, temperatura, DBO, OD, nitrogênio amoniacal, nitrato, ortofosfato, sólidos suspensos totais.
66. As concentrações iniciais desses parâmetros foram definidas por valores médios (máximos e mínimos) das campanhas de monitoramento realizadas.
67. Sobre a configuração do reservatório, o estudo destacou que cerca de 70% de curso longitudinal terá menos de 15 metros de profundidade e apenas o restante poderá alcançar profundidades superiores, alcançando até 30 metros.
68. A simulação numérica indicou que o reservatório atinge sua estabilização no primeiro mês do primeiro ciclo anual.
69. A análise da idade, realizada por compartimentos, mostrou que o tempo de residência médio do reservatório será de 10 dias.
70. Durante as estações de cheia e de vazante (de novembro a junho) são esperados tempos de residência reduzidos, inferior a 15 dias. Já nos períodos de seca e enchente, de junho a novembro, ocorrem cenários maiores de retenção de água, entre 15 e 25 dias.
71. O estudo destacou que esses tempos de residência não devem sustentar processos de estratificação térmica.
72. Os padrões resultantes para a temperatura também não indicaram potencial de estratificação térmica do reservatório de Itaocara.
73. Embora o diagnóstico tenha mostrado boas condições de oxigenação, essa característica tende a perder eficácia com a formação do reservatório, devido à redução da velocidade da água.
74. A OD resultante da simulação esteve entre 1 e 8 mg/L, sendo que as concentrações mais baixas são esperadas para os períodos de enchente e vazante, quando os aportes cargas de cargas poluentes são mais significativos.
75. A simulação mostrou que a oxigenação tende a melhorar nas proximidades do barramento, já que os maiores volumes dessas áreas representam maior potencial de diluição.
76. Todos os resultados da simulação da DBO mostraram concentrações inferiores a 4 mg/L, não violando, dessa forma, o limite máximo de 5,0 mg/L da Classe II do CONAMA.



77. Em relação aos nutrientes nas diversas formas de nitrogênio avaliadas, também não houve indicação de cenários críticos.
78. A simulação do Ortofosfato, outro importante indicador do estágio de eutrofização, além de ser um nutriente fundamental para o crescimento dos fitoplânctons, apresentou concentrações abaixo de 0,05 mg/L, entre abril e dezembro. Como o CONAMA não possui limite específico para esse parâmetro, o resultado apresentado foi comparado com o padrão de fósforo total (limite de 0,05 mg/L.), o qual reúne todas as formas de fósforo, inclusive, ortofosfato.
79. No entanto, vale destacar que são esperados picos de concentração de ortofosfato da ordem de 0,1 mg/L, durante o período de chuva.
80. Por fim, o documento concluiu que *o potencial de formação de cenários críticos em todos os parâmetros investigados é reduzido. Não há indicativos de que ocorrerão problemas de qualidade da água capazes de restringir seus usos, em nenhuma parcela de seu volume, na maioria do período do ciclo anual. Não há indicativos de violações importantes dos limites da Resolução CONAMA 357/2005 estabelecidos para águas enquadradas como Classe 2.*
81. A falta de prognóstico da qualidade de água em termos de fósforo total e dúvidas quanto aos dados de tempo de residência, profundidades médias e número de Froude dos compartimentos simulados e as taxas de remoção da vegetação da área de inundação adotadas na simulação, bem como análise das outorgas emitidas pela ANA na área do empreendimento, motivaram a solicitação de informações complementares (Ofício nº 1698/2013/GEREG/SRE-ANA).
82. Atendendo parcialmente as demandas do ofício citado, o empreendedor enviou relatório complementar, em 22 de novembro de 2013 (fls. 60-76).
83. Nesse documento, foi esclarecido que, no modelo de simulação utilizado (CE-QUAL-W2), o fósforo total é um parâmetro estimado indiretamente, a partir da soma do ortofosfato e fósforos orgânicos dissolvido e particulado. Entretanto, como o monitoramento não contemplou nenhuma forma de fósforo orgânico, tal estimativa ficou impossibilitada.
84. Como forma de suprir essa lacuna, abordar a questão do fósforo total, foi encaminhado prognóstico complementar com o uso do modelo empírico Vollenweider (1976), método que consiste em abordagem simplificada para realizar balanço de massa do nutriente-limitante da eutrofização (fósforo total) e estimar a capacidade de assimilação de cargas poluidoras e respectiva tendência à eutrofização do reservatório.
85. Essa análise mostrou que a concentração média de fósforo total no reservatório será de 0,044 mgP/L, sugerindo que o reservatório pode ficar entre os estados mesotrófico e eutrófico.
86. Assim, foi destacado pela projetista que, tendo em vista o limite de 0,050 mgP/L (CONAMA, Classe II, ambiente intermediário), o reservatório da UHE Itaocara I estaria dentro dos limites de qualidade de água desejáveis.
87. Sobre as premissas de remoção da vegetação da área de inundação, a projetista informou que para as simulações realizadas foi considerada uma taxa de remoção de 100% da vegetação.
88. Em relação à implicação dos usos de lançamento outorgados pela ANA no rio Pirapetinga na qualidade de água do futuro reservatório, a projetista apresentou verificação de que a capacidade máxima de DBO desses usos representaria uma carga adicional de 1,7 mg.DBO/L no rio Pirapetinga. Admitindo que os dados de monitoramento não incluíssem essas cargas, a adição delas na maior concentração de DBO monitorada, resultaria em 4,3 mg.DBO/L, valor ainda inferior ao limite do CONAMA.



89. A análise das interferências sobre a qualidade da água devido à formação do reservatório da UHE Itaocara fundamenta-se nas orientações constantes na Resolução ANA 25/2012, que estabelece diretrizes para análise dos aspectos de qualidade da água em reservatórios, sobretudo, priorizando a verificação da compatibilidade das condições de qualidade de água esperadas (após a formação do reservatório) com os padrões de qualidade de água necessários à manutenção dos usos existentes e previstos.
90. Primeiramente, destaca-se que o diagnóstico da qualidade de água apresentado foi embasado em um número muito reduzido de dados. Entende-se que quatro campanhas de monitoramento são insuficientes para a realização de qualquer constatação sobre o tema.
91. Apesar do alto grau de antropização da bacia do rio Paraíba do Sul, em termos gerais, esses dados caracterizaram a região do futuro reservatório com índices elevados de oxigenação e baixas concentrações de DBO, demonstrando a boa capacidade de depuração dos mananciais da região.
92. As cargas orgânicas e de nutrientes foram significativamente maiores durante os períodos de chuva, evidenciando a expressiva poluição difusão da região e o baixo potencial de proteção dos mananciais da bacia.
93. Os parâmetros que despertaram preocupações foram coliformes fecais, com registros de até 40.000 UFC/100 ml, e fósforo total, com pico da ordem de 0,4 mg/L.
94. Dada à fragilidade dos dados que fundamentaram o diagnóstico apresentado, a GEREG averiguou a existência de duas estações (Códigos 58654000 e 58680001) na área do empreendimento, com bom histórico de dados.
95. Assim, verificou-se a representatividade dos dados do diagnóstico comparando-os às séries das estações citadas.
96. Para os principais parâmetros analisados nesta nota e com dados monitorados pelas estações (OD, BDO e fosfato), as campanhas da projetista se mostraram representativas.
97. Para os parâmetros críticos do diagnóstico, fósforo total e coliformes fecais, as estações não tinham dados.
98. Sobre o prognóstico da qualidade de água, destaca-se a utilização de metodologia mais consistente, simulação matemática com o uso do modelo CE-QUAL-W2, estudo que resultou em análise compartimentada do reservatório, sendo 16 segmentos longitudinalmente (com comprimentos médios na faixa de 700 a 2.000 metros), e na dimensão vertical, o reservatório foi segmentado em 30 seções de 1 metro de espessura.
99. O período de simulação, de 730 dias, também foi avaliado como adequado, já que contempla dois anos hidrológicos, permitindo, dessa forma, avaliar o comportamento nas diversas estações do ano.
100. Confirmando as indicações do diagnóstico, a análise do potencial de estratificação térmica do reservatório não apresentou risco significativo.
101. Os resultados para idade da água mostraram valores intermediários, com maior tempo de residência esperado para o período de estiagem, 25 dias.
102. Para os parâmetros DBO, sólidos totais e nitrogênio não houve indicação de cenários críticos, tampouco violação dos padrões do CONAMA.
103. A maior alteração prognosticada foi no comportamento do oxigênio dissolvido, parâmetro que deve passar a ter flutuações, com depleções acentuadas, podendo resultar em concentrações na faixa de 2mg.OD/L, durante os períodos de maior aporte de cargas orgânicas.



104. Essa mudança deve-se à perda de eficiência do processo de autodepuração, provocada, principalmente, pela redução das velocidades de escoamento, resultante da formação do barramento.
105. Quanto à problemática do fósforo apontada no diagnóstico, o prognóstico, embasado em simulação do ortofosfato, também resultou em altas concentrações, da ordem de 0,08 mg/L, nos meses de dezembro a abril, nos dois anos simulados. Cumpre ressaltar que a concentração de 0,05 mg/L é o padrão CONAMA para o parâmetro fósforo total, em ambientes com tempo médio de residência entre 2 a 45 dias.
106. Após questionamento pelo estudo ter sido pautado no ortofosfato, parâmetro sem indicação de padrão pelo CONAMA, a projetista apresentou prognóstico complementar do parâmetro fósforo, com o uso do Modelo Vollenweider, mostrando que a concentração de fósforo esperada, de 0,044 mg/L, será inferior às registradas atualmente. Tal queda foi atribuída ao processo de sedimentação que deve se intensificar com a formação do barramento.
107. Apesar de esse resultado tender a minimizar o risco de eutrofização do reservatório, ressalta-se que as duas metodologias aplicadas são incompatíveis, uma vez que a simulação do ortofosfato, com o modelo CE-QUAL-W2, resultou em concentrações de 0,08 mg/L, enquanto a estimativa da concentração de fósforo total, pelo modelo Vollenweider, indicou a concentração de 0,044 mg/L, quando essa última deveria ser maior, pois o fósforo total inclui também os teores de ortofosfato.
108. De qualquer forma, os dados do diagnóstico e das estações verificadas, além dos expressivos cenários de aporte de cargas de nutrientes da bacia do rio Paraíba do Sul, bastante conhecidos por se tratar de uma das bacias mais ocupadas e industrializadas do país, colocam os aspectos fósforo e eutrofização como prioritários para a gestão da qualidade de água do futuro reservatório de Itaocara.
109. Quanto às cargas orgânicas, a principal origem é praticamente a inexistência de tratamento dos esgotos domésticos das sedes municipais da área de influência do empreendimento.
110. A GEREG identificou dois lançamentos outorgados no rio Pirapetinga, um industrial (INPA) e outro de efluentes domésticos (Prefeitura de Pirapetinga). Foi solicitada à projetista análise da implicação desses usos na qualidade de água do futuro reservatório.
111. Em resposta, a projetista mostrou que para o cenário mais pessimista (carga máxima dos dois usos e dados de monitoramento sem o aporte desses lançamentos), as concentrações de DBO ainda seriam inferiores a 5mg/L (limite CONAMA).
112. Observando as orientações constantes na Resolução ANA 25/2012, notadamente de priorizar a compatibilização da qualidade de água exigida pelos usos (existentes e planejados) com a qualidade de água esperada para os futuros reservatórios, verificou-se que os usos de água instalados na área do empreendimento restringem-se a mineração e lançamentos de efluentes, ambos os usos sem restrições de qualidade de água.
113. As captações de água identificadas estão localizadas no rio Pirapetinga, a montante do futuro reservatório.
114. O fato de não existirem captações para atendimento de usos mais nobres nesse trecho do rio Paraíba do Sul talvez já sinalize a atual insegurança hídrica, em termos de qualidade de água, que o rio Paraíba do Sul representa para a população local.
115. Ainda que, nas proximidades do futuro reservatório, não existam usos com padrões mais restritivos, a preocupação com o aspecto da qualidade de água deve ser tratada também para os usos futuros (potenciais).
116. Sendo assim, é imprescindível a realização de um programa consistente de monitoramento das cargas orgânicas e de nutrientes da bacia e sua interação na dinâmica do



reservatório, com respectiva execução de medidas continuadas de controle e de equacionamento de eventuais problemas de incompatibilidade da qualidade de água do reservatório com os padrões exigidos pelos futuros usos de água do reservatório.

117. Ressalta-se que as atuais condições de inexistência de sistemas de tratamento de esgotos domésticos das sedes municipais da área de influência do empreendimento e a deterioração da qualidade da água decorrente desses lançamentos motivaram o IBAMA a estabelecer na Licença de Instalação da Usina Itaocara I (LI N° 954/2013) que o empreendedor deverá elaborar os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) e os respectivos projetos básicos e executivos dos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios da área de influência do empreendimento, além de auxiliar essas municipalidades na obtenção de recursos financeiros para a execução das propostas.

118. Entende-se que essas medidas irão contribuir significativamente para a melhora da qualidade de água da região, especialmente na redução dos altos índices de coliformes fecais observados e, por conseguinte, minimizar os efeitos negativos que a formação do reservatório pode potencializar em termos de qualidade de água.

119. Assim, as verificações preliminares aqui apresentadas indicam que a formação do reservatório da usina Itaocara I pode potencializar a atual condição de deterioração da qualidade de água na área do empreendimento e criar condições favoráveis ao processo de eutrofização do futuro reservatório.

120. Como esses resultados estão, sobretudo, relacionados às significativas cargas de nutrientes de origem difusa e de coliformes fecais dos lançamentos *in natura* da bacia de drenagem da usina, sugere-se avaliar propostas de ampliação das áreas de preservação permanente (APPs) do reservatório, como forma de conter o processo de carreamento de cargas poluentes ao reservatório, e reforça-se a importância da execução das medidas de saneamento estabelecidas na LI.

121. Recomenda-se o aprofundamento dos estudos de simulação da qualidade de água, em termos de cargas orgânicas e de nutrientes (atuais e projetadas), para os principais compartimentos do reservatório, na fase de conversão da outorga.

122. Essa análise deverá ser pautada em dados primários e sistemáticos de monitoramento da qualidade de água, além de aproveitar as séries de estações de monitoramento existentes na região, e se constituirá em uma ação continuada na fase de operação do reservatório, a ser atualizada, sempre que os dados de monitoramento e processos de usos e ocupação do solo na área da bacia indicarem tendências de maior deterioração da qualidade da água.

123. Dada a problemática de cargas afluentes ao reservatório, esses estudos deverão conter projeções consistentes de usos e seus efeitos sobre a qualidade de água do reservatório, além da indicação de compartimentos com eventuais restrições de usos.

124. Como a simulação apresentada baseou-se em uma taxa de 100% de desmatamento da área de inundação, qualquer alteração desse índice deve implicar na atualização da simulação realizada.

125. Tais estudos deverão ser elaborados em um contexto maior, no âmbito do Plano de Usos do Reservatório – PUR, programa que visa estabelecer medidas e ações necessárias para a compatibilização permanente do empreendimento e de seu reservatório, em termos de quantidade e qualidade da água, com os usos existentes e previstos.

126. Por fim, recomenda-se o aprofundamento dos estudos e simulações da qualidade de água do reservatório, incluindo os parâmetros fósforo total e coliformes fecais, além de abordar cenários consistentes de evolução dos usos e de suas respectivas cargas poluentes, considerando atividades que são fomentadas após a formação de reservatórios (piscicultura, lazer...), e avaliar proposta de ampliação das APPs, conforme condicionantes listadas abaixo.



## *Condicionantes para Conversão da DRDH em Outorga*

127. Nesse item são recomendados estudos e documentos complementares a serem impostos como condicionantes na conversão da DRDH em outorga de direito de uso de recursos hídricos.

- i. Apresentar simulação da qualidade de água dos principais compartimentos do futuro reservatório, notadamente em segmentos com maiores tempos de residência e mais profundos, abordando os parâmetros fósforo total, OD, DBO, temperatura e coliformes fecais, taxas de supressão de vegetação e cenários de projeção de usos, utilizando dados das novas campanhas de qualidade da água a ser realizadas;
- ii. Apresentar Plano de Usos do Reservatório – PUR, programa que visa compatibilizar os usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, de forma espacializada e compatível com os resultados da modelagem da qualidade de água do reservatório;
- iii. Avaliar propostas de ampliação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) do entorno do reservatório, visando à contenção de processos de carreamento da poluição difusa da bacia e, eventualmente, a restrição de usos em compartimentos com maior potencial de deterioração da qualidade de água;
- iv. Detalhar e implementar os seguintes programas e medidas já contemplados no âmbito do licenciamento ambiental: Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Águas; Programa de Controle de Macrófitas Aquáticas; Programas de Desmatamento e Limpeza da Área do Reservatório; e
- v. Iniciar monitoramento indicado abaixo, sem prejuízo ao disposto na Resolução Conjunta ANEEL/ANA Nº 3/2010, como forma de gerar dados primários necessários aos estudos de modelagem que serão exigidos na fase de conversão da outorga do empreendimento:
  - Monitorar trimestralmente os seguintes parâmetros: salinidade, temperatura, amônia, nitrato, nitrogênio orgânico, fósforo inorgânico, fósforo orgânico, fósforo total, Clorofila-a, zooplâncton, coliformes, OD e DBO.

## **Empreendimento**

### ***Enchimento***

128. Para as simulações de enchimento do reservatório foi utilizada a vazão remanescente a jusante da barragem com o valor de 80% da  $Q_{7,10}$ , equivalente a vazão de 121,6  $m^3/s$ , até a água atingir a cota da soleira do vertedor, e a partir deste momento seria praticada a vazão de 170  $m^3/s$ , igual à mínima média mensal dos últimos 40 anos.

129. Os dados de referência são aqueles constantes no Projeto Básico e Estudo de Impactos Ambientais da usina, e anteriores à revisão da série de vazões pela ANA. Devido ao fato de esta usina já possuir a Licença de Instalação por parte do IBAMA, já há anuência do órgão ambiental para a prática de tais vazões de referência.

130. O trecho de influência desta vazão reduzida é considerado até a confluência do rio Paraíba do Sul com o rio Pomba, pouco menos de 20 km a jusante da UHE Itaocara I. A ANA possui duas outorgas de captação para abastecimento urbano no trecho, para o distrito de Batatal e para a cidade de Itaocara, com valores de 3 L/s e 75 L/s, respectivamente. Existe outra outorga, para dragagem de areia, mas trata-se de tipo de uso que aparentemente não seria impactado pela operação de enchimento.



131. Devido à ordem de grandeza das captações outorgadas pela ANA (78 L/s) e as vazões remanescentes que serão praticadas (121,6 m<sup>3</sup>/s e 170 m<sup>3</sup>/s), não haverá problemas para se respeitar os quantitativos de água necessários ao atendimento das demandas existentes a jusante da UHE Itaocara I até a confluência com o rio Pomba.

132. Como foi aprovada, por parte do órgão ambiental, vazão remanescente inferior à vazão Q<sub>95</sub> para o período de enchimento do reservatório, a ANA concorda com os valores propostos, mas recomenda-se constar condicionante na DRDH definindo que são de responsabilidade exclusiva do futuro titular da outorga todos os ônus, encargos e obrigações relacionadas à alteração, decorrente da implantação do empreendimento, das condições das outorgas emitidas pela ANA ou pelo órgão gestor de recursos hídricos estadual, além de captações de água, acumulações ou lançamentos de efluentes cadastrados e/ou considerados insignificantes, em vigor na data de início do enchimento, nos trechos de rio correspondentes à área a ser inundada e a jusante do empreendimento.

133. Recomenda-se ainda que a ANA seja informada do início do enchimento do reservatório, conforme solicitado pela Gerência de Supervisão de Reservatórios (GERES/SUM/ANA).

### **Remanso**

134. O estudo do remanso da UHE Itaocara I foi realizado com o objetivo principal de estabelecer o nível d'água máximo normal do reservatório. Devido a uma solicitação do IBAMA, a implantação do reservatório não poderia promover nenhuma alteração dos níveis d'água que provocasse aumento nas inundações que atingem periodicamente o povoado de São Sebastião, a montante, mesmo após 30 anos de assoreamento. Por isso, foi realizada uma otimização do nível d'água máximo normal do reservatório, por aproximações sucessivas do estudo de remanso, com vistas a atender à solicitação do IBAMA. Os resultados finais do estudo foram apresentados no Relatório de Estudos de Disponibilidade Hídrica da UHE Itaocara – Volume I – Texto, de outubro de 2013.

135. O estudo foi realizado 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 respectivas linhas de energia, considerando o escoamento em regime permanente, unidimensional e gradualmente variado. O reservatório estende-se sobre os rios Paraíba do Sul e Pirapetinga. Como os rios foram estudados separadamente, os seus resultados serão analisados separadamente.

### **Remanso Sobre o Rio Paraíba do Sul**

136. O reservatório da UHE Itaocara I foi modelado sobre o rio Paraíba do Sul, numa extensão de aproximadamente 27 km. No seu trecho modelado, o rio Paraíba do Sul encaixa-se sobre um afloramento rochoso com alinhamento muito bem definido, de forma que o seu leito apresenta-se bastante retilíneo, com poucas curvas, mas com a formação de inúmeras ilhas e corredeiras, que atuam como controles hidráulicos, o que torna o seu escoamento bastante complexo. Após a formação do reservatório, essas ilhas e corredeiras ficarão em grande parte encobertas.

137. Para a montagem do modelo matemático do rio Paraíba do Sul, foram consideradas 20 seções transversais levantadas em campo por topobatimetria, cobrindo a extensão do reservatório. Para auxiliar, foram consideradas ainda outras 2 seções transversais obtidas de análises da restituição aerofotogramétrica. A Figura 6 mostra a localização das seções transversais consideradas no estudo. Devido à complexidade do escoamento no trecho estudado, o número de seções é considerado pequeno em relação à extensão do trecho, mas a sua distribuição pode ser considerada adequada, havendo uma maior concentração de seções na região de montante do reservatório, onde os efeitos do remanso são mais pronunciados.





Figura 6 – Seções transversais utilizadas no estudo de remanso

138. Para a calibração do modelo, foram utilizados três perfis de linha d'água sobre o rio Paraíba do Sul, cobrindo toda a extensão do trecho estudado. Os perfis selecionados são representativos de vazões de cheias, com valores entre as médias e as máximas. As vazões relacionadas aos perfis do rio foram obtidas da curva-chave do posto Itaipava Jusante, e os resultados do processo de calibração apresentados na Figura 7.

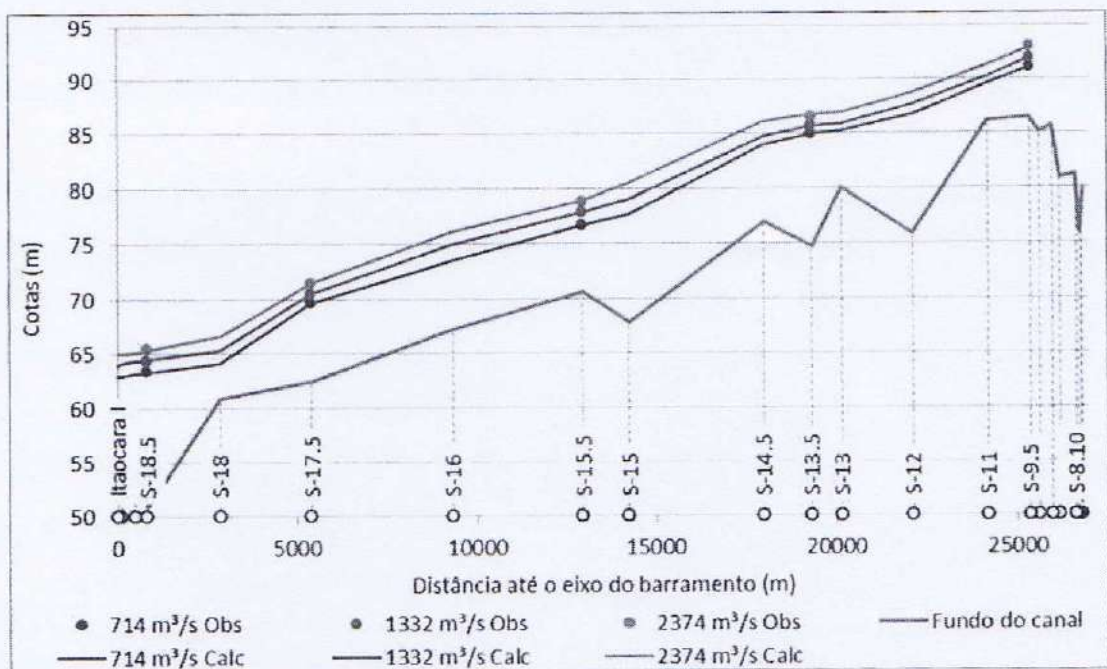


Figura 7 – Resultados do processo de calibração do modelo de remanso para o rio Paraíba do Sul

139. Os coeficientes de rugosidade de Manning foram ajustados com variação de acordo com a vazão, cobrindo três faixas de valores, associadas às vazões calibradas. De modo geral, os coeficientes de Manning nas seções diminuem com o aumento da vazão e, conseqüentemente, da profundidade, sendo bastante significativa essa diminuição nas proximidades do barramento. Isso acontece por causa do espaçamento entre as seções, que faz com que os coeficientes calibrados para as vazões mais baixas sejam "artificiais", isto é, representam mais as deformidades entre as seções (ilhas e bifurcações) do que a rugosidade da calha. Por isso, para as vazões mais baixas, os coeficientes resultaram em altos valores, variando de 0,085 a 0,028. Em contrapartida, para as vazões mais altas, quando os níveis d'água passam a



cobrir as deformidades, os coeficientes de Manning reduzem-se para valores que variam de 0,065 a 0,028.

140. O ajuste conseguido na calibração pode ser considerado aceitável para todas as seções, de modo que os coeficientes de Manning ajustados podem ser considerados válidos. Além disso, as vazões selecionadas na calibração cobrem os valores entre as vazões média e máxima, de modo que a calibração consegue reproduzir as variações de níveis d'água para as vazões de cheia. Ainda assim, recomenda-se que, para a outorga, seja feita uma revisão dos estudos de remanso, a partir de diretrizes a ser obtidas junto à ANA.

141. Para o atendimento à solicitação do IBAMA, os resultados desta calibração foram então utilizados para determinar o N.A. máximo normal do reservatório, considerando que a implantação do reservatório não poderia promover nenhuma alteração dos níveis d'água que provocasse aumento nas inundações que atingem periodicamente o povoado de São Sebastião, mesmo após 30 anos de assoreamento.

142. A partir daí, com o N.A. máximo normal estabelecido, o modelo foi utilizado para determinar as linhas d'água no trecho estudado do rio Paraíba do Sul para a afluência da vazão média  $Q_{MLT}$  (448 m<sup>3</sup>/s) e das vazões de cheias com tempos de recorrência de 2 anos (2.305 m<sup>3</sup>/s), 10 anos (3.844 m<sup>3</sup>/s), 25 anos (4.619 m<sup>3</sup>/s), 100 anos (5.764 m<sup>3</sup>/s), 1.000 anos (7.649 m<sup>3</sup>/s) e 10.000 anos (9.530 m<sup>3</sup>/s). O rio foi considerado em condições naturais e após a implantação do reservatório, tanto no início da operação quanto após 30 anos de operação.

143. Como condições de contorno, para a situação natural, foram considerados os níveis d'água na seção do eixo do barramento, obtidos por modelagem matemática do trecho a jusante do eixo até a seção do posto Itaocara. Para a situação com o reservatório, foi considerado o N.A. máximo normal do reservatório até a vazão com TR 1.000 anos, a partir da qual foram utilizados os níveis d'água obtidos da curva de descarga do vertedouro.

144. Para o início da operação do reservatório, os principais resultados do estudo de remanso são apresentados na Figura 8 para algumas das vazões simuladas, onde estão apresentadas as linhas d'água para as condições natural e com o reservatório.

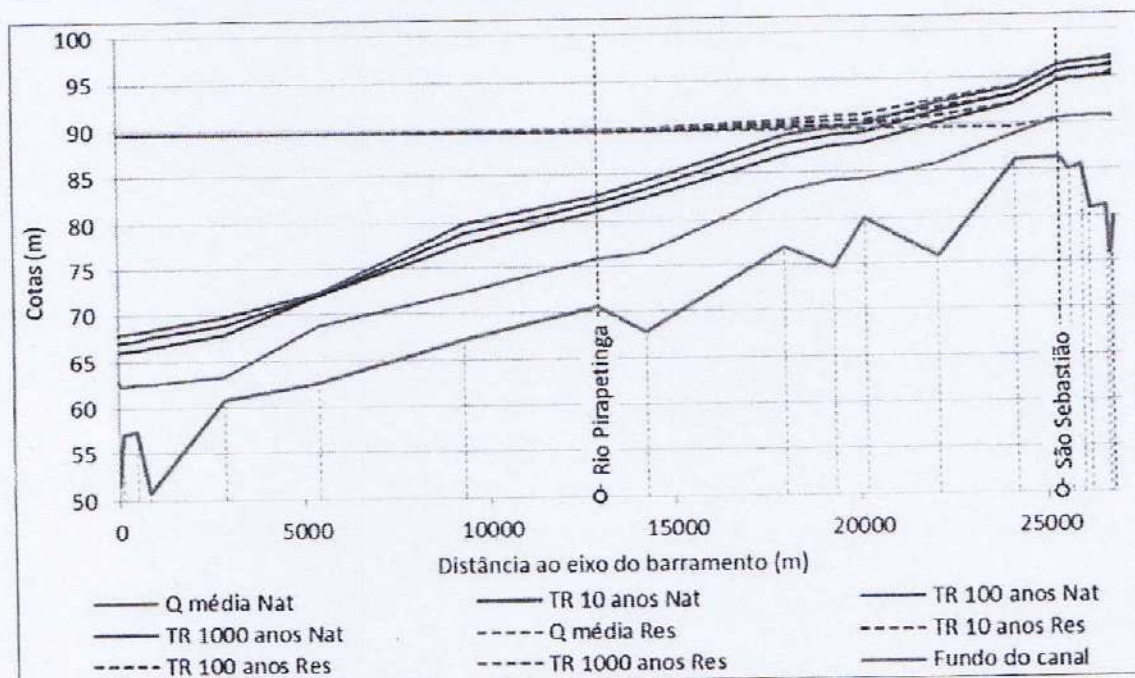
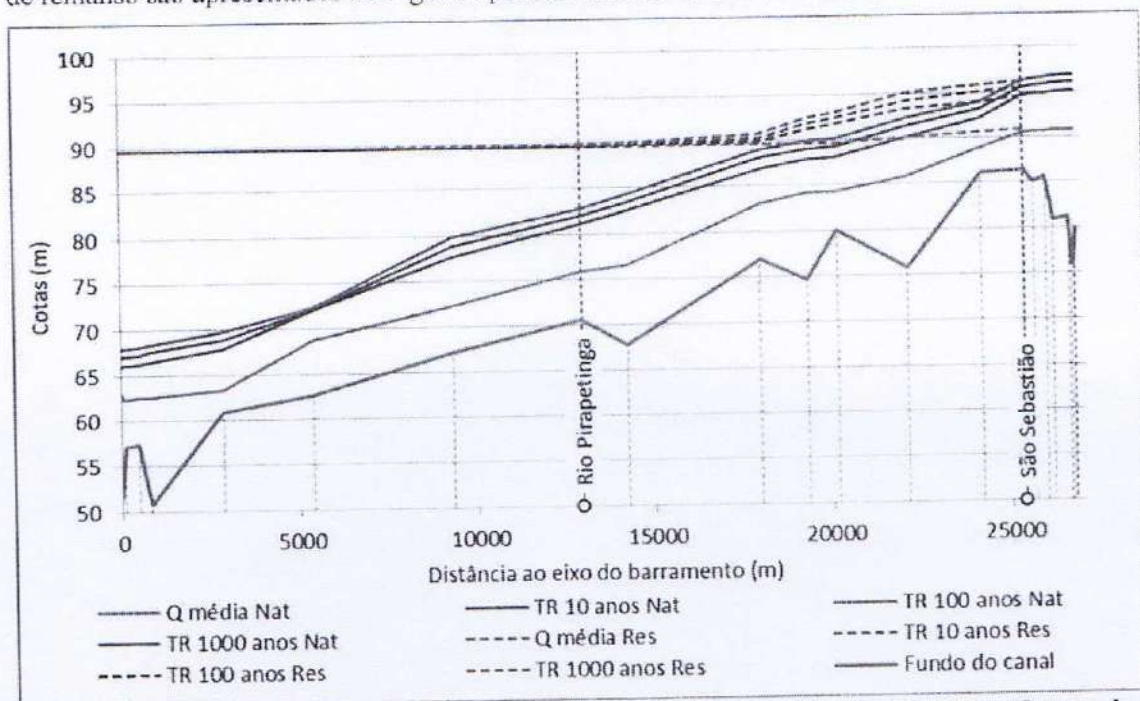


Figura 8 – Resultados dos estudos de remanso para o rio Paraíba do Sul, para o início de operação do reservatório



145. Pelos resultados apresentados na Figura 8, percebe-se que, no início da operação, o reservatório será pouco sensível ao remanso e estará contido sobre o rio Paraíba do Sul por uma corredeira localizada nas proximidades do povoado de São Sebastião, não se estendendo para montante.

146. Após os 30 anos da operação do reservatório, os principais resultados do estudo de remanso são apresentados na Figura 9 para as mesmas vazões simuladas.



**Figura 9 – Resultados dos estudos de remanso para o rio Paraíba do Sul, após 30 anos de operação do reservatório**

147. Os resultados da Figura 9 indicam que, após 30 anos de operação, o assoreamento provocará uma sensível elevação nos níveis d'água, a montante. Apesar disso, o reservatório ainda estará contido sobre o rio Paraíba do Sul pela mesma corredeira, o que promoverá a proteção do povoado de São Sebastião, condição adotada como premissa para a definição do NA máximo normal.

#### *Remanso Sobre o Rio Pirapetinga*

148. O reservatório da UHE Itaocara I também foi modelado sobre o rio Pirapetinga, numa extensão de aproximadamente 8 km. Para a montagem do modelo matemático do rio Pirapetinga, foram consideradas 12 seções transversais levantadas em campo. As seções transversais consideradas no estudo são apresentadas na Figura 6.

149. Para a calibração do modelo, foram utilizados três perfis de linha d'água, cobrindo toda a extensão do trecho estudado. As vazões relacionadas aos perfis do rio foram obtidas pela transferência de vazões do posto Fazenda da Barra para a foz do rio.

150. Os resultados do processo de calibração para o rio Pirapetinga são apresentados na Figura 10. Para este trecho, os coeficientes de rugosidade foram ajustados com valores variando de 0,035 a 0,045 para a calha e de 0,040 a 0,055 para as margens. Não foram consideradas variações em função da vazão e da profundidade do escoamento.



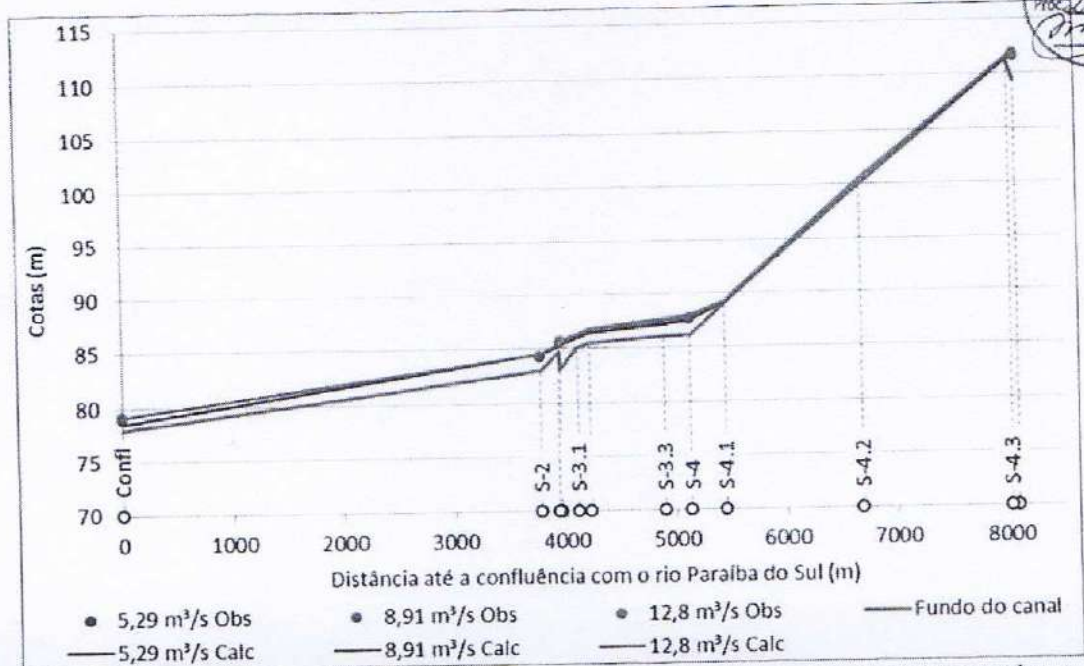


Figura 10 – Resultados da calibração do modelo de remanso para o rio Pirapetinga

151. As vazões consideradas na calibração variaram muito pouco, o que não permite diferenciar visualmente os resultados na Figura 10, mas os resultados indicam que o ajuste conseguido na calibração pode ser considerado aceitável para todas as seções, de modo que os coeficientes de Manning ajustados podem ser considerados válidos.

152. Com o modelo calibrado, foram determinadas as linhas d'água no trecho estudado do rio Pirapetinga para a afluência da vazão média  $Q_{MLT}$  (8,45 m³/s) e das vazões de cheias com tempos de recorrência de 2 anos (43,3 m³/s), 10 anos (72,3 m³/s), 25 anos (86,8 m³/s), 100 anos (108 m³/s), 1.000 anos (144 m³/s) e 10.000 anos (179 m³/s). O rio foi considerado em condições naturais e após a implantação do reservatório.

153. Os principais resultados do estudo de remanso no rio Pirapetinga são apresentados na Figura 11 para algumas das vazões simuladas, onde estão apresentadas as linhas d'água para as condições natural e com o reservatório.

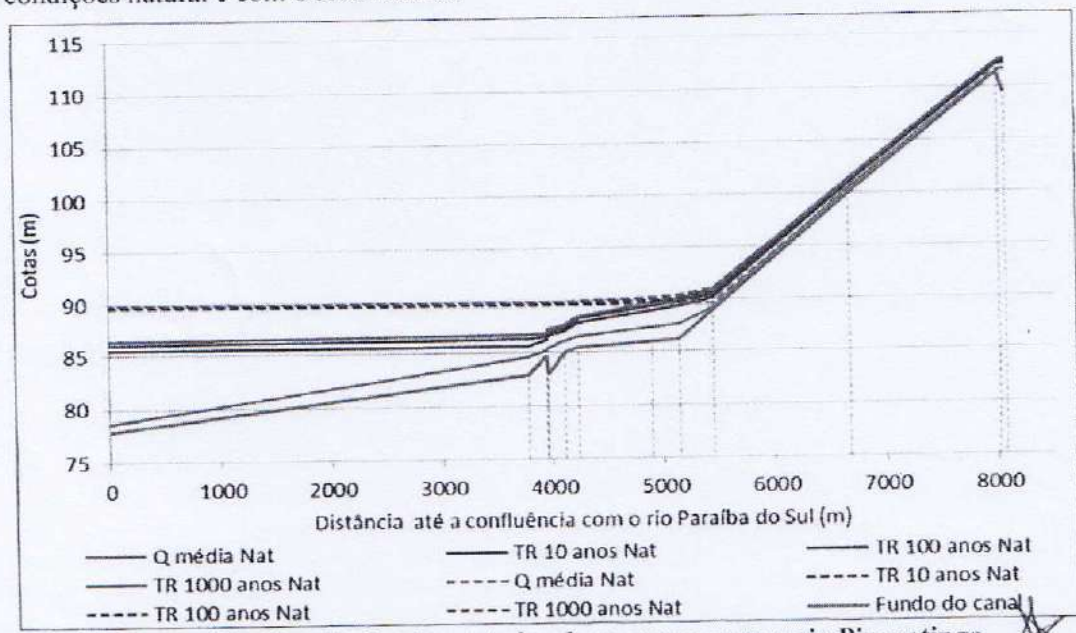


Figura 11 – Resultados dos estudos de remanso para o rio Pirapetinga

[Handwritten signatures and initials]



154. Pelos resultados apresentados na Figura 11, observa-se que, para as vazões de cheias, os níveis d'água no rio Pirapetinga são controlados pelos níveis do rio Paraíba do Sul, tanto na situação natural quanto após a formação do reservatório. Esse controle é efetivo até as corredeiras localizadas entre 4 e 5 km a montante da confluência. Observa-se também que devido às vazões baixas, o remanso tem pouca influência nos níveis d'água.

#### *Principais Interferências do Reservatório*

155. A região do empreendimento é de ocupação esparsa, de modo que serão poucas as interferências do reservatório. O relatório do estudo de remanso não avalia as interferências do reservatório sobre as áreas urbanas e as infraestruturas atingidas na área do reservatório. Por solicitação da ANA, foram apresentados dois mapas do reservatório contendo as manchas de inundação para as cheias com tempos de recorrência de 100 e 1000 anos.

156. Esses mapas mostram que não há áreas urbanas atingidas pelo reservatório. Como comentado acima, o N.A. máximo normal do reservatório foi estabelecido de forma que a área urbana do povoado de São Sebastião não sofresse aumento das inundações por conta da implantação do reservatório. Por conta disso, não se espera que haja qualquer interferência nesta área urbana.

157. Os mapas mostram também que a principal interferência do reservatório ocorre em um trecho da estrada RJ-158, que margeia o rio Paraíba do Sul. Segundo consta no Estudo de Impacto Ambiental – EIA, esta estrada deverá ter o seu traçado revisto em diversos pontos para ocupação do reservatório e sua área de proteção permanente.

158. Além disso, de acordo com a projetista, deverão ser influenciadas pelo reservatório da UHE Itaocara I áreas das localidades de Barra de Santa Luzia, Japona, São Sebastião da Cachoeira, Porto dos Santos, Cachoeira dos Patos e Pedra Furada. Além disso, a formação do reservatório deverá atingir estruturas de unidades de serviços públicos, templos religiosos, estruturas de práticas culturais, estradas e acessos. Estas afetações estão contempladas no Programa de Realocação de Estruturas Públicas e Infraestrutura de Saneamento do Projeto Básico Ambiental – PBA.

159. No referido PBA, é proposta a realocação das estruturas diretamente afetadas pelo reservatório nas localidades de São Sebastião da Cachoeira, Porto Marinho, Japona, Santa Rosa, Batatal e Barra de Santa Luzia e a elaboração de projetos executivos para as localidades de São Sebastião do Paraíba, São Pedro de Alcântara e Formiga, bem como a elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico, para os cinco municípios afetados.

160. Por fim, considera-se que as poucas interferências do reservatório estão bem caracterizadas. Ainda assim, sugere-se que a DRDH apresente como condicionante para a outorga a revisão dos estudos de remanso, a partir de diretrizes a ser obtidas junto à ANA.

#### *Assoreamento e vida útil*

161. Os estudos hidrossedimentológicos desenvolvidos pelo Consórcio UHE Itaocara, discutidos nos itens 38 a 41 desta Nota Técnica, visam avaliar o assoreamento e estimar o tempo de vida útil do reservatório. Conforme apresentado, a descarga sólida obtida para o local do empreendimento foi calculada em 8.770 t/dia e, considerando a retenção dos sedimentos da bacia nos reservatórios de Simplicio e Itaocara II, equivalente a 3.816 t/dia.

162. A avaliação do processo de assoreamento do reservatório da UHE Itaocara I foi realizada considerando-se a dinâmica de evolução do assoreamento, com redução progressiva do volume total disponível e variação na eficiência de retenção com o tempo.

163. Para estimar a eficiência de retenção de sedimentos no reservatório foi utilizada a curva de Churchill. O valor estimado para o primeiro ano foi de 83,1%. Para o completo assoreamento do reservatório do AHE, até o nível d'água máximo normal de 89,6 m, são necessários, segundo o EDH, 4.000 anos de aporte de sedimentos.



164. Para se atingir a soleira do vertedor na cota 76,0 m, porém, o tempo seria de 60 anos, enquanto em apenas 34 anos seria atingido o canal de aproximação da tomada d'água na cota 73,0 m. Esses períodos foram calculados considerando uma distribuição horizontal de sedimentos no reservatório.

165. Utilizou-se, então, o modelo matemático HEC-6 para avaliar melhor a correta distribuição de sedimentos no reservatório. Em 30 anos, a altura do depósito de sedimentos na barragem seria de 0,75 m e, para 50 anos, os sedimentos atingiriam 1,38 m, portanto, a cota 61,38 m, ainda bem distante da cota de aproximação da tomada d'água em 73,0 m.

166. Os resultados obtidos pelo modelo HEC-6 indicam vida útil superior em relação aos resultados obtidos pela curva de Churchill, a qual adota a premissa mais conservadora de distribuição homogênea dos sedimentos ao longo do reservatório. De qualquer forma, recomenda-se o acompanhamento da evolução do assoreamento do reservatório, principalmente nas proximidades da tomada d'água, para determinar a eventual necessidade de outras medidas mitigadoras ou corretivas que venham a surgir no futuro. Assim, sugere-se que tal recomendação conste na DRDH.

### Condições operativas

167. Nos estudos apresentados e na licença ambiental, a operação da usina é a fio d'água e não possui trecho de vazão reduzida. Os níveis d'água de montante, mínimo e máximo operacionais, são na elevação 89,6 m. Portanto, deve ser praticada a jusante a mesma vazão afluente ao reservatório.

168. Como não há trecho de vazão reduzida no arranjo previsto para a usina, não há regra operativa proposta por esta agência, a não ser a necessidade de operação a fio d'água, com a realização dos monitoramentos já previstos na Resolução Conjunta ANA/ANEEL 03/2010.

### Usos múltiplos

#### Usos consuntivos a montante

##### Abastecimento rural e urbano e dessedentação

169. O empreendedor apresentou um estudo dos usos consuntivos a montante da UHE Itaocara I, baseado nos estudos do ONS/ANA/ANEEL que resultaram na edição da Resolução ANA nº 096/2007, na qual são estimados os usos consuntivos até o ano de 2010. A Figura 12 mostra a série de usos consuntivos até o ano de 2010, dada por esta resolução.

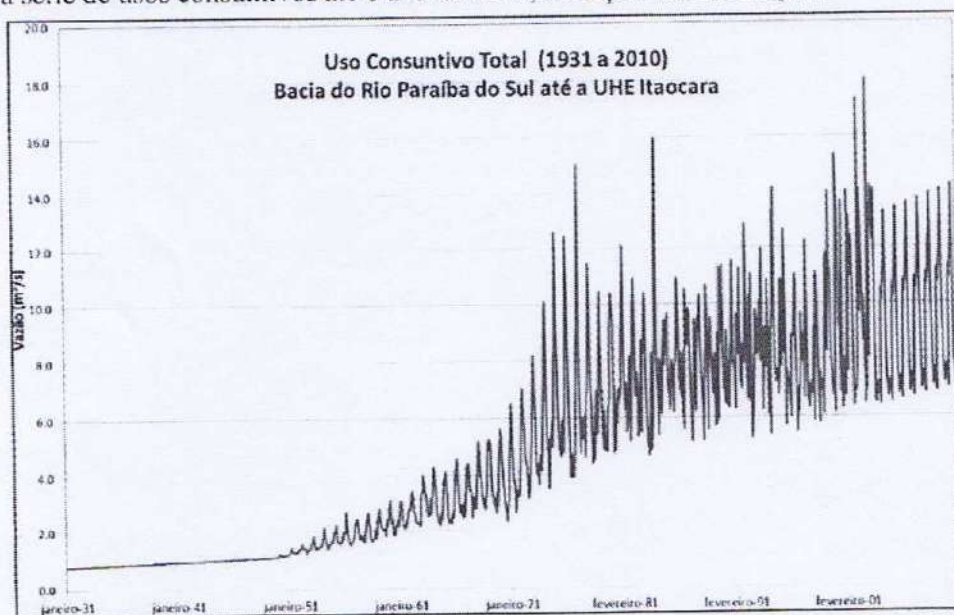


Figura 12. Série de usos consuntivos a montante da UHE Itaocara I até 2010

Handwritten signatures and initials, including a large signature that appears to be 'Rafael' and other initials.



170. Devido à grande sazonalidade verificada na Figura 12, o estudo separou as demandas de acordo com o setor usuário. A Figura 13 mostra a evolução dos usos consuntivos de acordo com o setor usuário, menos a irrigação.

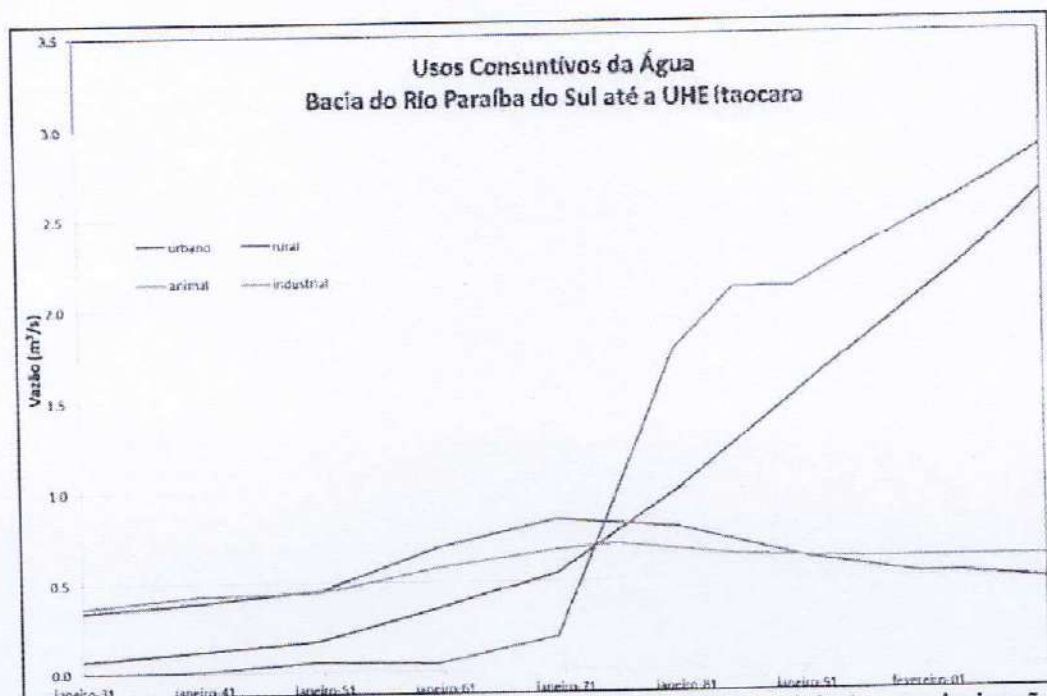


Figura 13. Usos consuntivos passados de acordo com setor usuário (menos irrigação)

171. A partir deste histórico de consumos por setor, foram feitas projeções matemáticas ao longo do horizonte da outorga. No caso das projeções para consumo rural, foram usados para ajuste apenas os censos das últimas duas décadas, de forma a atenuar a forte redução anterior. A Figura 14 mostra as projeções para estes dois setores.

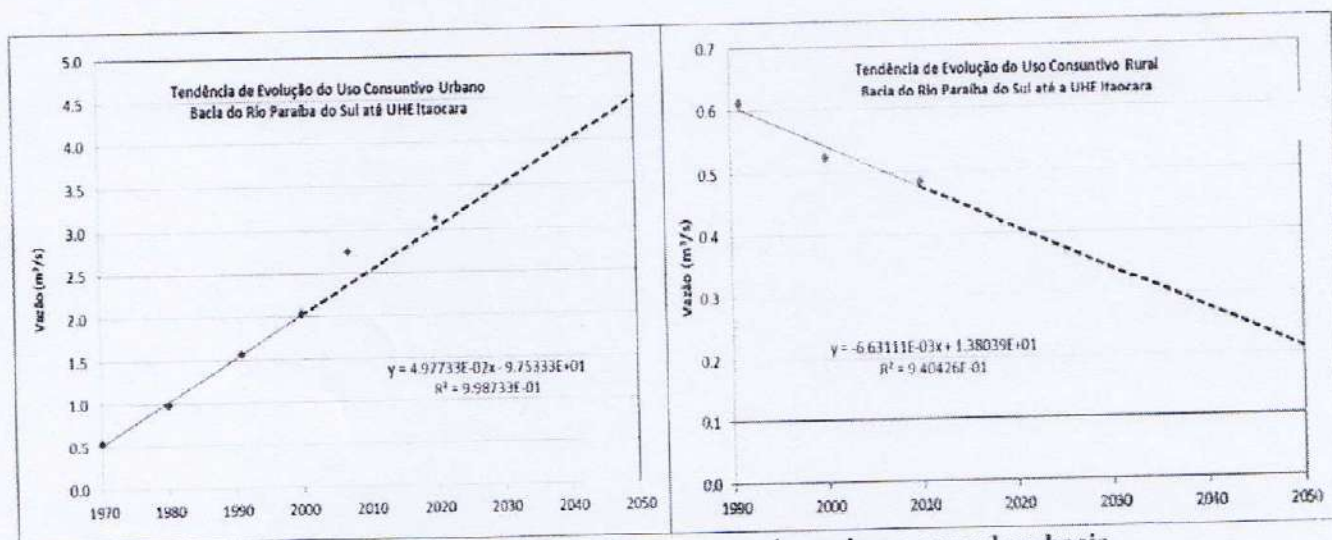


Figura 14. Projeções para uso consuntivo urbano e rural na bacia

172. No caso da dessedentação animal, foi mantido durante todo o horizonte de operação da usina o consumo mais recente, de 0,61 m³/s. Entende-se que as projeções feitas para estes setores estão consistentes, concluindo pelos valores apresentados na Tabela 4.



Tabela 4 - Consumos projetados a montante da UHE Itaocara I para abastecimento humano e dessedentação animal, em m<sup>3</sup>/s

| Ano  | Abastecimento urbano | Abastecimento rural | Dessedentação animal |
|------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 2015 | 2,76                 | 0,44                | 0,61                 |
| 2020 | 3,01                 | 0,41                | 0,61                 |
| 2025 | 3,26                 | 0,38                | 0,61                 |
| 2030 | 3,51                 | 0,34                | 0,61                 |
| 2035 | 3,76                 | 0,31                | 0,61                 |
| 2040 | 4,00                 | 0,28                | 0,61                 |
| 2045 | 4,25                 | 0,24                | 0,61                 |
| 2050 | 4,50                 | 0,21                | 0,61                 |

*Indústria*

173. No caso do consumo industrial, que tem uma importância relativamente grande no consumo total, foram obtidas projeções de outras fontes: o Plano de Recursos Hídricos da bacia do Paraíba do Sul, que apresenta projeções até o ano de 2020; e, o Plano Diretor de recursos hídricos da Macrometrópole Paulista, que apresenta demandas industriais na porção paulista da bacia até o ano de 2035. A Figura 15 mostra estas projeções.

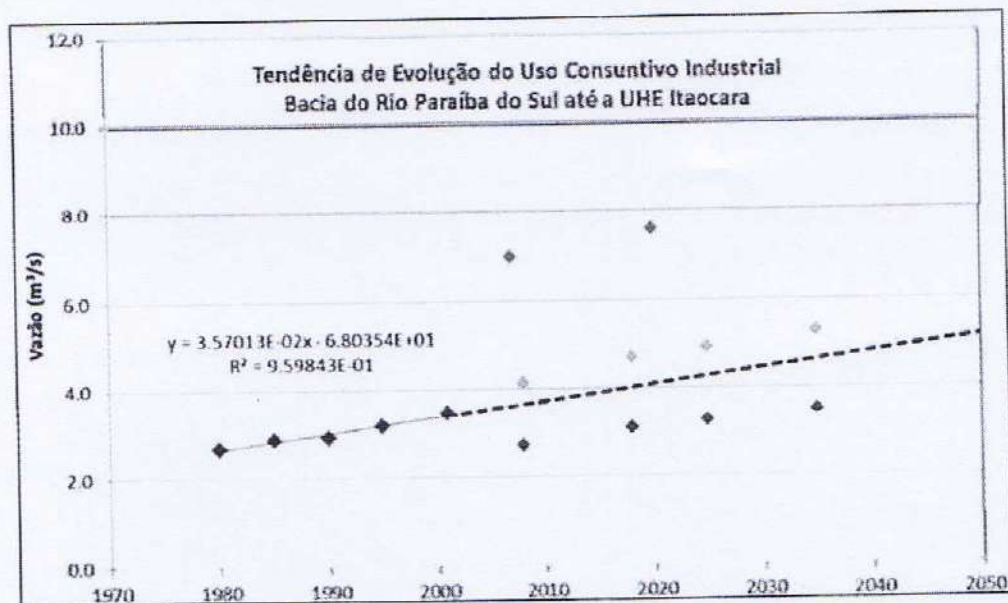


Figura 15. Dados para projeção de consumo industrial: plano da bacia (vermelho), Macrometrópole (verde), projeção matemática ONS (azul) e ONS corrigida pela Macrometrópole (laranja)

174. O estudo constatou que as diferentes fontes levam a valores discrepantes para os consumos industriais no futuro. Uma simples projeção matemática dos valores da ONS levaria a um consumo tendencial conforme a linha tracejada azul da Figura 15. Já o Plano do Paraíba do Sul leva a valores bem mais altos (vermelho). Por outro lado, os dados do estudo da Macrometrópole (estimados apenas para São Paulo) foram extrapolados para toda a bacia, levando a valores mais baixos.



175. O empreendedor acaba por propor que o consumo industrial seja estimado por meio de uma combinação dos resultados do ONS com os da Macrometrópole, considerando que a parcela dos municípios paulistas a montante de Itaocara correspondia a 66% do consumo industrial no ano de 2001. Essa estimativa levou às projeções em laranja, que ficam levemente acima do estimado por meio da projeção matemática, porém abaixo das estimativas do plano de bacia.

176. Entretanto, o estudo apresentado não apresenta justificativas mais detalhadas para a não-adoção dos consumos industriais previstos no plano da bacia do Paraíba do Sul, a não ser pelo fato de terem pouca aderência com a série de usos consuntivos. Entende-se que, por segurança, os consumos estimados por este plano devam ser adotados para caracterização da disponibilidade hídrica da UHE Itaocara.

177. Como este plano possui projeções apenas até o ano de 2020, esta NT fez uma interpolação linear para projeção destas até o horizonte da outorga, conforme Tabela 5.

**Tabela 5 - consumos industriais projetados ao longo da outorga a montante da UHE Itaocara I, conforme dados do plano de bacia, em m<sup>3</sup>/s**

| Ano  | Consumo | Ano  | Consumo |
|------|---------|------|---------|
| 2015 | 7,34    | 2035 | 8,25    |
| 2020 | 7,57    | 2040 | 8,48    |
| 2025 | 7,80    | 2045 | 8,70    |
| 2030 | 8,02    | 2050 | 8,93    |

### Irrigação

178. Por fim, no caso da irrigação, os dados do ONS foram complementados com dados de área irrigada na bacia para o ano de 2006, a partir do censo agropecuário do IBGE realizado naquele ano. A Figura 16 mostra a evolução da área irrigada até 2010.



**Figura 16. Evolução da área irrigada a montante da UHE Itaocara**



179. A partir da área irrigada, foram aplicados consumos específicos de irrigação para estimar a vazão consumida. No caso de São Paulo, foi adotado o consumo específico sugerido no estudo da Macrometrópole (0,475 l/s/ha), enquanto que no Rio de Janeiro e Minas Gerais adotou-se um consumo de 0,308 l/s/ha, conforme proposto no plano de bacia.

180. Como o crescimento da irrigação não apresentou um padrão muito estável nos anos recentes, não foram feitos ajustes a partir dos dados de censo. Ao invés disso, foram aplicadas taxas de crescimento da irrigação propostas no Plano da Macrometrópole: 0,348% até 2008, 0,4% entre 2008 e 2018 e 0,235% deste ano em diante. A Figura 17 mostra o consumo médio mensal projetado para a irrigação.

181. A projeção para irrigação foi ainda sazonalizada por meio de um hidrograma de referência. Entretanto, nas DRDHs mais recentemente emitidas pela ANA, os usos consuntivos têm sido expressos em termos de média anual. Assim, como as projeções feitas pelo estudo para o setor de irrigação podem ser consideradas adequadas, sugere-se a adoção dos consumos para este setor conforme Tabela 6.

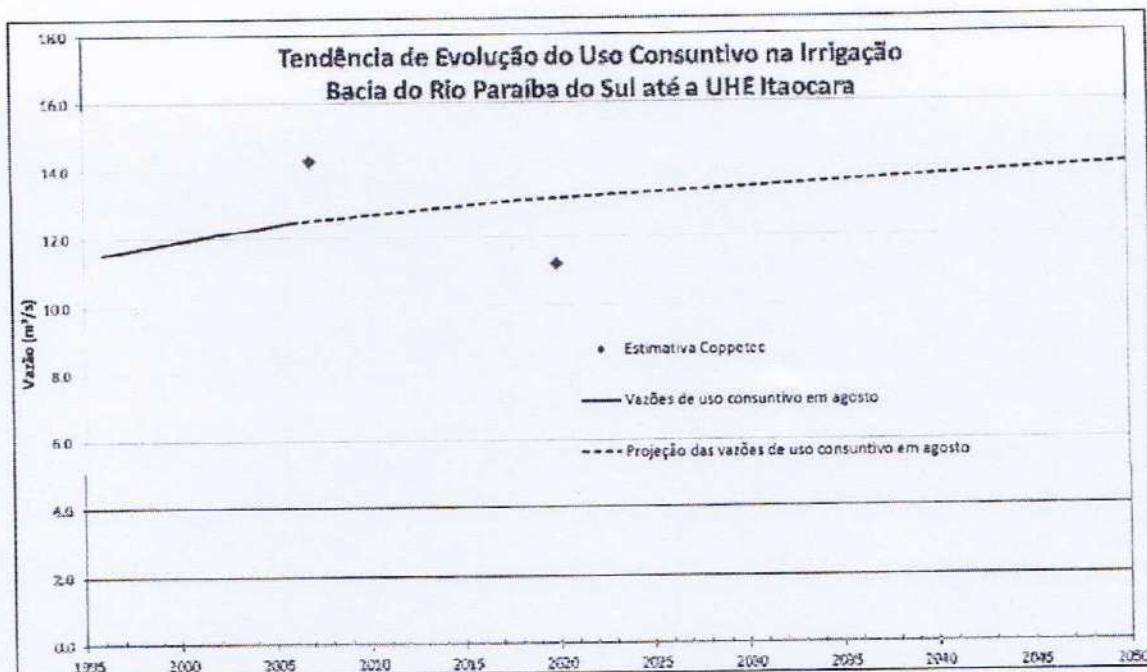


Figura 17. Projeção do consumo para irrigação

Tabela 6 - consumos de irrigação projetados ao longo da outorga a montante da UHE Itaocara I, conforme dados do plano de bacia, em m<sup>3</sup>/s (média anual)

| Ano  | Consumo | Ano  | Consumo |
|------|---------|------|---------|
| 2015 | 5,51    | 2035 | 5,81    |
| 2020 | 5,61    | 2040 | 5,87    |
| 2025 | 5,67    | 2045 | 5,94    |
| 2030 | 5,74    | 2050 | 6,02    |



### *Consultas*

182. Foram consultados os órgãos gestores de recursos hídricos de São Paulo, Rio de Janeiro e de Minas Gerais, por meio dos ofícios 1590 a 1592/2013/SRE/ANA, de 29 de outubro de 2013. A consulta teve o intuito de apurar sobre possíveis planos ou projetos de uso de recursos hídricos nos afluentes de domínio estadual da bacia, que pudessem afetar as projeções realizadas.

183. Além disso, foi feita consulta à Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR-ANA), por meio da Comunicação Interna nº19/2013/GEREG-SRE, no intuito de subsidiar a caracterização da disponibilidade hídrica com base nos planos desenvolvidos por aquela UORG.

184. Entre os estados consultados, apenas o DAEE/SP respondeu, enviando os estudos do Plano de Abastecimento da Macrometrópole Paulista, que serão comentados adiante nesta Nota Técnica.

185. Já a resposta da SPR, por meio da Nota Técnica nº 043/2013-SPR/ANA, contemplou apenas os aspectos referentes à série de vazões, sem comentários a respeito dos usos consuntivos atuais e futuros.

186. Entretanto, o *sítio web* da ANA, na área referente à SPR, apresenta os resumos dos Planos da Bacia do rio Paraíba do Sul e do Guandu, bem como o plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro, de forma que se entende que toda informação disponível a respeito do planejamento de recursos hídricos, disponível na Agência, se encontra acessível neste local.

### *Transposições de vazão*

187. Além dos usos existentes na própria bacia hidrográfica, há usos existentes e potenciais em bacias vizinhas, por meio de transposição de bacias hidrográficas. Entende-se que estes usos devam ser considerados na caracterização da disponibilidade hídrica da UHE Itaocara, visto que a série de vazões a ser disponibilizada para geração é a série natural, ou seja, aquela que ocorreria na ausência de qualquer consumo na bacia.

188. Em primeiro lugar, há a transposição de vazões do sistema Guandu, que serve à geração de energia e abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, contemplando várias derivações a partir da bacia do Paraíba do Sul. Esta transposição já existe desde meados do século XX.

189. Além disso, os planos de recursos hídricos consultados apresentam a possibilidade de a bacia servir a duas transposições futuras: um aumento de 18 m<sup>3</sup>/s na demanda da RMRJ e a captação de uma vazão de 6 a 8 m<sup>3</sup>/s para complementar a demanda da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Estes consumos serão detalhados a seguir.

### *Sistema Guandu*

190. O sistema Guandu é um conjunto de reservatórios, estações de bombeamento e usinas hidrelétricas que atendem à geração de energia e ao abastecimento da RMRJ, transferindo água dos rios Paraíba do Sul e Pirai para a bacia do rio Guandu. A Figura 18 mostra uma representação deste sistema.



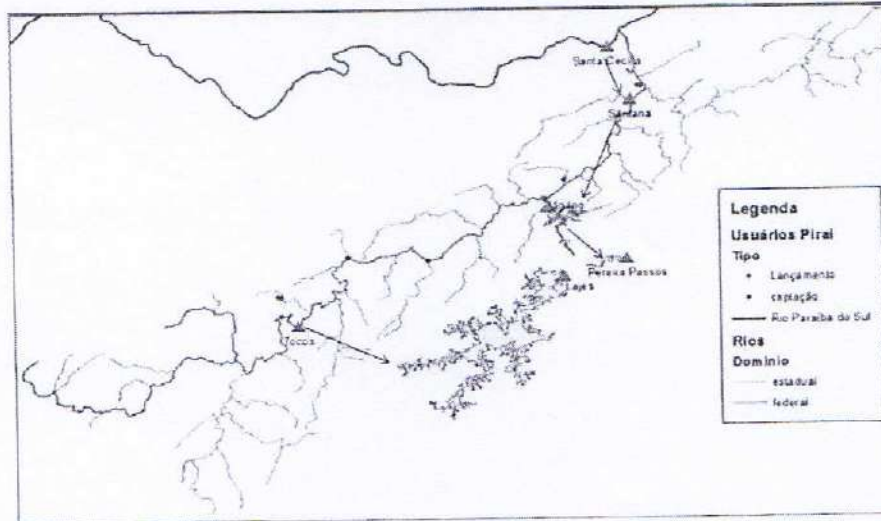


Figura 18. Representação do Sistema Guandu

191. A água do rio Paraíba do Sul é bombeada a partir da elevatória de Santa Cecília para o reservatório de Santana, e deste para o reservatório de Vigário, de onde é transferida por gravidade para a bacia do Guandu na UHE Pereira Passos. Além da vazão do rio Paraíba do Sul, é transferida também a vazão natural da bacia do rio Pirai, afluente aos reservatórios de Santana e Vigário. A capacidade de bombeamento em Santa Cecília é de 160 m<sup>3</sup>/s e de Santana a Vigário, 190 m<sup>3</sup>/s.

192. A vazão afluente ao reservatório de Tocos é transferida por gravidade para o reservatório de Lajes, em uma vazão máxima de 25 m<sup>3</sup>/s. Os dois reservatórios receptores (Lajes e UHE Pereira Passos) encontram-se na bacia vizinha do rio Guandu.

193. A vazão que pode ser bombeada a partir de Santa Cecília é definida a partir das restrições operativas definidas pela Resolução ANA nº 211, de 26 de maio de 2003, dependendo da vazão afluente a este reservatório. Já no reservatório de Santana a única restrição existente é de liberação de uma vazão de 32 m<sup>3</sup>/s, durante 15min a cada dois dias, para limpeza da calha do rio Pirai. Em Tocos não há restrição de vazão mínima, de forma que apenas em períodos de vertimento a água deixa de ser transposta para a bacia do Guandu. Já em Vigário não há restrição de vazão mínima e não há vertimento, em vista da área de bacia ser muito pequena.

194. Como estes reservatórios são parte integrante de um ente do Sistema Interligado Nacional (SIN) e pelo fato das vazões derivadas serem posteriormente usadas para geração, as séries de vazões derivadas já estão definidas e elencadas entre as séries de vazões naturais do ONS, atualizadas anualmente. Para fins de cálculo de energia assegurada, portanto, esta transposição é incorporada explicitamente nos modelos como uma série de vazões "negativa" (para as usinas a jusante) e não como um valor único de uso consuntivo.

195. Portanto, a quantificação da vazão transposta total, para fins de caracterização da disponibilidade hídrica da UHE Itaocara, não é trivial, dada a complexidade do sistema, podendo ser variável ao longo do tempo. As equações abaixo, obtidas do documento "Atualização de Séries de Históricas de Vazões – Período 1931 a 2010", elaborado pelo ONS, sintetiza as vazões que podem ser retiradas a depender da vazão afluente em cada reservatório.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{bomb S.CECÍLIA}} &= Q_{\text{nat S.Cecília}} * (119 / 190), \text{ se } Q_{\text{nat S.Cecília}} < 190 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= 119 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ se } 190 < Q_{\text{nat S.Cecília}} < 209 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= Q_{\text{nat S.Cecília}} - 90, \text{ se } 209 < Q_{\text{nat S.Cecília}} < 250 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= 160 \text{ m}^3/\text{s}; \text{ se } Q_{\text{nat S.Cecília}} > 250 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

[Assinaturas manuscritas]



$$Q_{T \text{ SANTANA}} = Q_{\text{natSANTANA}} - Q_{\text{natTOCOS}} + Q_{\text{bombSCECILIA}} + \text{máx}(0; Q_{\text{natTOCOS}} - 25)$$

$$Q_{T \text{ VIGÁRIO}} = \text{mín}(190; Q_{T \text{ SANTANA}})$$

$$Q_{\text{vert SANTANA}} = Q_{T \text{ SANTANA}} - Q_{T \text{ VIGÁRIO}}$$

Onde:

$$Q_{\text{bomb S.CECÍLIA}} = \text{vazão teórica bombeada em Santa Cecília (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{\text{nat SANTANA}} = \text{vazão natural de Santana (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{T \text{ SANTANA}} = \text{vazão do posto artificial de Santana (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{\text{nat TOCOS}} = \text{vazão natural de Tocos (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{T \text{ VIGÁRIO}} = \text{vazão do posto artificial de Vigário (m}^3/\text{s)}$$

$$Q_{\text{vert SANTANA}} = \text{vazão teórica vertida de Santana (m}^3/\text{s)}$$

196. Como em Vigário não há vertimento, pode-se considerar que toda a vazão afluyente a este reservatório (natural+bombeamentos) é transposta, e portanto fica indisponível para geração de energia na UHE Itaocara.

197. Já em Tocos, toda a vazão afluyente é transposta, a menos de períodos de excesso de vazão em que há vertimento. O elenco de séries de vazões do ONS inclui uma série "Tocos Vertimento", de forma que a vazão efetivamente desviada pode ser calculada, em cada intervalo de tempo.

198. Em média, na série de 1931 a 2010, a vazão transposta em Vigário (retirada do rio Paraíba do Sul e de parte da bacia do Piraf) foi de 138,2 m<sup>3</sup>/s. Já em Tocos a vazão média desviada (média afluyente menos média de vertimentos) foi de 12,97 m<sup>3</sup>/s.

199. Sugere-se, portanto, que para caracterização da disponibilidade hídrica da UHE Itaocara, a resolução de DRDH inclua em um anexo, além dos usos consuntivos já estimados na bacia, os usos da transposição do Guandu. Para tanto, sugere-se que este anexo inclua as equações mostradas acima, que descrevem a vazão que pode ser transposta, bem como a vazão média transposta em Santa Cecília/Santana/Vigário e em Tocos, mencionadas no parágrafo anterior.

#### *Ampliação da demanda da RMRJ*

200. O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro, ao avaliar o balanço hídrico para atendimento aos usos atuais e futuros, conclui que "a demanda atual calculada para as localidades atendidas pelo Sistema Guandu/Lajes/Acari é da ordem de 50.000 l/s, o que indica que o sistema produtor, que disponibiliza uma vazão de 49.400 l/s, é insuficiente para atender à demanda atual".

201. Afirma ainda que "caso a ETA passe a trabalhar com sua capacidade plena, a produção passará a ser de 54.400 l/s e o sistema poderá atender à demanda até o ano de 2015 (...). Portanto há necessidade da ampliação da produção de água em 18.000 l/s visando o atendimento até o ano de 2030".

202. O plano não esclarece se a disponibilidade hídrica atual do rio Guandu é suficiente para atender a este aumento da produção, ou se haverá necessidade de complementar a oferta hídrica por meio de uma ampliação da transposição de vazões no Sistema Guandu. Entretanto, por meio do ofício INEA/PR nº 1719/2012 (próton nº 29814/2012), aquele órgão gestor afirma que a bacia do rio Guandu é "uma das mais críticas do ponto de vista do balanço disponibilidade hídrica x demanda no Estado do Rio de Janeiro". Para reforçar este argumento, apresenta dados de outorgas de captação e lançamento já emitidas neste rio. Enquanto a



SRE/ANA  
 Fls. 92  
 Proc. 1234/2015  
 para

disponibilidade hídrica é de cerca de 121 m<sup>3</sup>/s, as outorgas para captação somam 98 m<sup>3</sup>/s e lançamento, 23,44 m<sup>3</sup>/s, além de uma vazão ecológica de 25 m<sup>3</sup>/s na foz.

203. Portanto, entende-se que há a possibilidade de que seja necessário ampliar a vazão transposta por meio do sistema Guandu, para atender ao aumento de vazão de 18 m<sup>3</sup>/s identificado no Plano Estadual. Por segurança, sugere-se que a disponibilidade hídrica da UHE Itaocara I incorpore esta possível retirada, aumentando gradualmente de zero para 18 m<sup>3</sup>/s entre 2015 e 2030. A Tabela 7 mostra esta projeção.

**Tabela 7 - Projeção de aumento da demanda da RMRJ, em m<sup>3</sup>/s**

| Ano  | Consumo | Ano  | Consumo |
|------|---------|------|---------|
| 2015 | 0       | 2035 | 18      |
| 2020 | 6       | 2040 | 18      |
| 2025 | 12      | 2045 | 18      |
| 2030 | 18      | 2050 | 18      |

204. Caso futuramente esta transposição não se concretize, por meio do atendimento da ampliação da demanda por meio de outras fontes, a disponibilidade hídrica da UHE Itaocara poderá ser revista.

205. Por fim, deve-se salientar que um possível aumento da vazão transposta pode ensejar a necessidade de alterar as regras operativas previstas na Resolução ANA nº 211/2003, uma vez que é possível que os reservatórios da bacia do Paraíba do Sul não possam atender simultaneamente ao aumento da vazão transposta e às vazões remanescentes estabelecidas. Isto pode afetar as regras de derivação de vazões apresentadas no item anterior.

*Demanda para a RMSP*

206. O "Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista" fez uma análise de diversas alternativas para atender ao aumento da demanda para abastecimento da RMSP, contemplando aumento do armazenamento e transposição de vazões a partir de diversas bacias vizinhas. Entre os 9 arranjos analisados, há a possibilidade de transposição a partir da bacia do Paraíba do Sul, embora a alternativa definitiva ainda não tenha sido escolhida.

207. Foram analisados, além do custo por unidade de vazão em cada arranjo, restrições ambientais e institucionais. Os arranjos de 4 a 8 contemplam a possibilidade de captação de água no rio Paraíba do Sul, em dois pontos: no reservatório da UHE Jaguari, transpondo até o reservatório de Atibainha (Sistema Cantareira), em vazões que variam de 1,29 a 5,13 m<sup>3</sup>/s, e no rio Paraíba do Sul, na altura da cidade de Guararema, transpondo até o reservatório de Biritiba na bacia do Tietê, em vazões que variam de 4,24 a 4,69 m<sup>3</sup>/s. Esta captação contemplaria ainda a construção de dois reservatórios intermediários na bacia do Paraíba do Sul.

208. A Tabela 8 mostra as vazões propostas para serem captadas na bacia do Paraíba do Sul (nas duas intervenções) nos arranjos 4 a 8.

**Tabela 8 - Alternativas de vazões transpostas (em m<sup>3</sup>/s) para a RMSP, de acordo com o arranjo e intervenção**

| Intervenção        | Arranjo 4 | Arranjo 5 | Arranjo 6 | Arranjo 7 | Arranjo 8 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Jaguari-Atibainha  | 4,14      | 5,13      | 1,29      | 3,98      | 1,45      |
| Guararema-Biritiba |           |           | 4,69      | 4,24      |           |

*[Handwritten signatures and initials]*



209. Além disso, cada arranjo tem um cronograma de implantação diferenciado, mostrado na Tabela 9.

**Tabela 9 - Cronograma de implantação das eventuais intervenções da Macrometrópole na bacia do Paraíba do Sul**

| Arranjo | Intervenções      |   |                    |
|---------|-------------------|---|--------------------|
|         | 2018              | 2025                                    | 2030               |
| 4       | -                 | Jaguari-Atibainha                       | -                  |
| 5       |                   |   | Jaguari-Atibainha  |
| 6       | -                 | Jaguari-Atibainha<br>Guararema-Biritiba | -                  |
| 7       | Jaguari-Atibainha | -                                       | Guararema-Biritiba |
| 8       |                   | Jaguari-Atibainha                       |                    |

210. Assim, do ponto de vista das vazões transpostas a partir da bacia do Paraíba do Sul, o cronograma é o que consta da Tabela 10:

**Tabela 10 - Cronograma de implantação do ponto de vista das vazões transpostas a partir da bacia do Paraíba do sul, em m<sup>3</sup>/s**

| Arranjo | Intervenções |      |      |       |
|---------|--------------|------|------|-------|
|         | 2018         | 2025 | 2030 | Total |
| 4       |              | 4,14 |      | 4,14  |
| 5       |              |      | 5,13 | 5,13  |
| 6       |              | 5,98 |      | 5,98  |
| 7       | 3,98         |      | 4,24 | 8,22  |
| 8       |              | 1,45 |      | 1,45  |

211. Como a alternativa final ainda não está definida pelo Governo do Estado de São Paulo, embora a consultoria responsável pelos estudos tenha sugerido focar em alguns arranjos, entende-se que o mais correto seja adotar o arranjo mais a favor da segurança para fins de definição da disponibilidade hídrica para a geração na UHE Itaocara I, ou seja, aquela que contempla a maior vazão eventualmente a ser aduzida para a RMS, e que por consequência reduz mais a disponibilidade hídrica para a UHE.

212. Entretanto, analisando conjuntamente o somatório de vazões e o cronograma de implantação, observa-se que a definição do arranjo mais conservador não é trivial. Embora a vazão total transposta na alternativa 7 seja maior, esta só se materializa por completo em 2030, enquanto que no caso da alternativa 6 uma vazão maior passa a ser transposta já em 2025. Estas diferenças podem afetar o cálculo da energia assegurada por parte do setor elétrico.

213. Sendo assim, propõe-se que a disponibilidade hídrica da UHE Itaocara seja descontada de uma vazão de 3,98 m<sup>3</sup>/s em 2018 (arranjo 7) e de uma vazão de 5,98 m<sup>3</sup>/s em 2025 (alternativa 6). No ano de 2030, novamente a vazão total do arranjo 7 (8,22 m<sup>3</sup>/s) deverá ser descontada. Desta forma, a projeção de consumo será a mais conservadora possível, tanto do ponto de vista das vazões quanto do cronograma de implantação, contemplando qualquer dos arranjos a ser escolhido pelo Governo do Estado de São Paulo.

214. Por meio do ofício SUP/1510/2013, o DAEE salienta ainda que os arranjos estudados preveem a implantação de reservatórios na bacia do Paraíba do Sul, que incrementarão as vazões regularizadas nesta bacia, fato que poderá ter repercussões nos cálculos energéticos da UHE Itaocara.



215. De forma análoga ao item anterior, caso futuramente estas transposições não se concretizem, por meio do atendimento da ampliação da demanda por meio de outras fontes, a disponibilidade hídrica da UHE Itaocara poderá ser revista.

*Conclusões*

216. Devido às peculiaridades relativas aos usos consuntivos a montante da UHE Itaocara, sugere-se que a minuta de resolução seja estruturada da seguinte forma:

*Art. 1ª Declarar reservada, à Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, na seção do rio Paraíba do Sul situada às coordenadas geográficas: 14º40'50" de Latitude Sul e 48º49'13" de Longitude Oeste, a disponibilidade hídrica caracterizada pelas vazões naturais afluentes, constantes do Anexo I, subtraídas:*

- I - das vazões médias destinadas ao atendimento de outros usos consuntivos a montante na bacia do Paraíba do Sul conforme Anexo II;*
- II - das vazões transpostas pelo Sistema Guandu, em uma vazão média de 138,2 m³/s em Santa Cecília/Santana/Vigário e de 12,97 m³/s em Tocos, variando no tempo conforme equacionamento apresentado no Anexo III;*
- III - das vazões transpostas para um possível aumento da demanda das Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, conforme anexo IV*

217. Os anexos deverão conter as Tabelas 11 a 13:

**Tabela 11 - Usos consuntivos na bacia do Paraíba do Sul (m³/s), a constar no Anexo II**

| Ano  | Consumo | Ano  | Consumo |
|------|---------|------|---------|
| 2015 | 16,66   | 2035 | 18,74   |
| 2020 | 17,21   | 2040 | 19,24   |
| 2025 | 17,72   | 2045 | 19,74   |
| 2030 | 18,22   | 2050 | 20,27   |

**Tabela 12 - Equacionamento para cálculo da vazão transposta pelo sistema Guandu, a constar no Anexo III**

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{bomb S.CECÍLIA}} &= Q_{\text{nat S.Cecília}} * (119 / 190), \text{ se } Q_{\text{nat S.Cecília}} < 190 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= 119 \text{ m}^3/\text{s}, \text{ se } 190 < Q_{\text{nat S.Cecília}} < 209 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= Q_{\text{nat S.Cecília}} - 90, \text{ se } 209 < Q_{\text{nat S.Cecília}} < 250 \text{ m}^3/\text{s} \\
 &= 160 \text{ m}^3/\text{s}; \text{ se } Q_{\text{nat S.Cecília}} > 250 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_{\text{T SANTANA}} &= Q_{\text{nat SANTANA}} - Q_{\text{nat TOCOS}} + Q_{\text{bomb S.CECÍLIA}} + \text{máx}(0; Q_{\text{nat TOCOS}} - 25) \\
 Q_{\text{T VIGÁRIO}} &= \text{mín}(190; Q_{\text{T SANTANA}}) \\
 Q_{\text{vert SANTANA}} &= Q_{\text{T SANTANA}} - Q_{\text{T VIGÁRIO}}
 \end{aligned}$$

Onde:

- $Q_{\text{bomb S.CECÍLIA}}$  = vazão teórica bombeada em Santa Cecília (m³/s)
- $Q_{\text{nat SANTANA}}$  = vazão natural de Santana (m³/s)
- $Q_{\text{T SANTANA}}$  = vazão do posto artificial de Santana (m³/s)
- $Q_{\text{nat TOCOS}}$  = vazão natural de Tocos (m³/s)
- $Q_{\text{T VIGÁRIO}}$  = vazão do posto artificial de Vigário (m³/s)
- $Q_{\text{vert SANTANA}}$  = vazão teórica vertida de Santana (m³/s)



**Tabela 13 - Transposição de vazões para atendimento do abastecimento urbano da RMRJ e RMS (m<sup>3</sup>/s), a constar no Anexo IV**

| Ano  | RMRJ | RMS  | Total |
|------|------|------|-------|
| 2015 | 0    | 0    | 0     |
| 2020 | 6    | 3,98 | 9,98  |
| 2025 | 12   | 5,98 | 17,98 |
| 2030 | 18   | 8,22 | 26,22 |
| 2035 | 18   | 8,22 | 26,22 |
| 2040 | 18   | 8,22 | 26,22 |
| 2045 | 18   | 8,22 | 26,22 |
| 2050 | 18   | 8,22 | 26,22 |

#### **Impacto sobre outros usos**

218. O Consórcio UHE Itaipava apresenta no REDH em seu item 5.3 – Usos da água no reservatório, levantamento dos usos atuais na área afetada diretamente pelo reservatório da UHE Itaipava I, e no item 5.4, os usos de água identificados a jusante do empreendimento. Os usos e estruturas afetados pelo reservatório já foram abordados no capítulo de remanso desta NT.

219. Em relação a outros usos cadastrados, o Consórcio UHE Itaipava apresenta no REDH levantamento realizado no banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH da ANA, tendo identificado outorgas na área diretamente afetada pelo reservatório, com a finalidade principal de mineração, listadas no Quadro 5.3.2-1 desse relatório.

220. Cabe observar que o SNIRH indica uma outorga para abastecimento público com coordenadas que seriam na área do reservatório, próximas ao eixo da usina. Na avaliação da projetista, esse deve ser algum erro de precisão no georreferenciamento, por ter identificado que esse uso se trata da outorga da CEDAE para abastecimento do núcleo urbano do distrito de Batatal, localizado a jusante do barramento.

221. Quanto ao lançamento de efluentes, observa-se que, dos municípios com áreas afetadas pelo reservatório, todas as empresas responsáveis pela coleta de esgoto são de administração municipal, não tendo sido identificados pontos de lançamento que possam vir a ser afetados pelo reservatório.

222. Em relação aos usos de água a jusante da UHE Itaipava I, no item 5.4 do REDH são destacadas as captações de águas da CEDAE para abastecimento da cidade de Itaipava e do distrito de Batatal. Essas captações estão localizadas a jusante da barragem e a montante da confluência com o rio Pomba, entretanto, como a UHE Itaipava I está projetada para operar a fio d'água, sem retenção de água para regularização de vazões, a possibilidade de sua interferência com essas captações, do ponto de vista da disponibilidade hídrica, se restringe ao período de enchimento do reservatório, conforme já abordado no capítulo referente ao enchimento desta NT.

223. O item 4.1.5.3.3 do Estudo de Impacto Ambiental lista 243 usuários extraídos do Relatório de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul localizados no trecho a jusante da futura barragem de Itaipava. O estudo mostra, no entanto, que os volumes captados corresponde a apenas 1,2% da vazão mínima da série mensal em Itaipava, não devendo haver impactos significativos.

224. Já quanto ao trecho do rio Paraíba do Sul entre a cidade de Itaipava até sua foz no Oceano Atlântico, há contribuições de afluentes como o rio Grande-Dois Rios, pela margem direita, e os rios Pomba e Muriaé, pela margem esquerda, de modo que a implantação do empreendimento não deverá interferir com os usos da água nesse estirão.



225. Como medidas para evitar, mitigar ou compensar eventuais impactos interferências decorrentes da implantação e operação da UHE Itaocara I, o projetista propõe ações no Programa de Realocação de Estruturas Públicas e Infraestrutura de Saneamento do Projeto Básico Ambiental – PBA.

226. O REDH menciona, ainda, a existência de usos do rio em atividades de lazer, como pesca e banhos, e turismo como atividade econômica de grande relevância, além de festas típicas de pescadores no distrito de São Sebastião do Paraíba, no município de Cantagalo – RJ. Ainda, foi verificada a prática de canoagem nos municípios de Santo Antônio de Pádua e Itaocara. O projetista não apresenta, no entanto, considerações quanto à possibilidade dessas atividades serem afetadas pela implantação do empreendimento, nem possíveis medidas de mitigação nesse caso.

227. De tal modo, sugere-se que conste na DRDH condicionante dispendo que são de responsabilidade exclusiva do futuro titular da outorga todos os ônus, encargos e obrigações relacionadas à alteração, decorrente da implantação do empreendimento, das condições das outorgas emitidas pela ANA ou pelo órgão gestor de recursos hídricos estadual, além de captações de água, acumulações ou lançamentos de efluentes cadastrados e/ou considerados insignificantes, em vigor na data de início do enchimento, nos trechos de rio correspondentes à área a ser inundada e a jusante do empreendimento, conforme dispõe o Inciso IV do Artigo 5º da Resolução 37 do CNRH.

#### *Interferências com navegação*

228. No item 4.1.5.3.5 do Estudo de Impacto Ambiental, a projetista cita, com relação à navegação, que o rio Paraíba do Sul não apresenta boas condições naturais de navegabilidade e, historicamente, não registra forte tradição em transporte fluvial. Ainda, esse curso d'água apresenta diversos desníveis, como saltos, corredeiras e trechos de forte declividade, que prejudicam a navegação, além da existência das UHEs Funil e Ilha dos Pombos sem eclusas nem previsão de sua construção.

229. O REDH apresentado pelo Consórcio UHE Itaocara cita no item 5.3.2 que o transporte hidroviário atual no rio Paraíba do Sul, na área de formação do reservatório, se resume a uma balsa no porto do Tuta, no município de Cantagalo – RJ, que atravessa para a localidade de Pedra Furada, no município de Pirapetinga – MG, sem nenhum outro transporte hidroviário regular na região.

230. O Plano Nacional de Viação – PNV, aprovado pela Lei nº 5.917 de 10 de setembro de 1973, explicita, no entanto, como via navegável no rio Paraíba do Sul os trechos entre sua foz e São Fidélis e entre Cachoeira Paulista e Caçapava, indicado também nos mapas dos principais rios navegáveis elaborado pelo Ministério dos Transportes - MT.

231. Sendo assim, a ANA encaminhou ao MT o Ofício nº 1576/2013/SRE-ANA de 22/10/2013 (fls. 26-27 do p.p.) solicitando posicionamento desse Ministério em relação à consideração do rio Paraíba do Sul como via navegável para efeito de atendimento às condicionantes da Resolução ANA nº 463/2013, quanto à necessidade de previsão de sistemas de transposição de desnível para a navegação no local da UHE Itaocara I.

232. Ainda, em caso de entendimento de serem pertinentes as exigências Resolução ANA nº 463/2013 para esse empreendimento, foi requerido que o MT apresentasse informações no que diz respeito à viabilidade econômica e ao cronograma de implantação das eclusas e canais de navegação na hidrovia do Paraíba do Sul, em termos de oportunidade do investimento e disponibilidade de recursos para sua implantação, especificamente no trecho de localização da UHE Itaocara I.

233. Nesse ofício, citou-se, também, que o Plano Hidroviário Estratégico – PHE de 2013, elaborado pelo próprio MT para o estabelecimento de diretrizes gerais ao desenvolvimento do setor hidroviário para uma seleção de rios e trechos considerados com potencial para a

Handwritten signatures and initials, including a large signature that appears to be 'Rafael' and other initials.



navegação comercial e transporte de passageiros, com referência ao horizonte do estudo: ano de 2031; nos quais não foram englobados trechos do rio Paraíba do Sul.

234. Na data de elaboração dessa Nota Técnica, não foi identificado o recebimento de resposta do MT ao Ofício nº 1576/2013/SRE-ANA (fls. 26-27). Contudo, visando atendimento aos prazos solicitados pelo MME na reunião de 19/11/2013 para emissão da DRDH, sugere-se considerar as disposições do Plano Nacional de Viação – PNV quanto à consideração do rio Paraíba do Sul como via navegável.

235. De tal forma, considerando o PNV e até que haja resposta quanto ao posicionamento do MT, sugere-se observar o disposto na Resolução ANA nº 463/2012 em seu Art. 1º, incisos I e II e §1º quanto à definição dos documentos a serem apresentados na DRDH e na outorga de direito de uso de recursos hídricos, observadas a classificação e prioridades estabelecidas nos planos do setor de transportes

236. Para aplicação do §1º do Art. 1º da Resolução ANA nº 463/2012, recomenda-se seguir a Nota Informativa nº 26/2012/SRE/GEREG (próton nº 20096/2012), considerando a hidrovia do Paraíba do Sul como prevista de prioridade baixa, conforme PHE, para indicação dos prazos para a apresentação do Estudo de concepção e definição de alternativas do sistema de transposição de desnível e do Detalhamento do sistema de transposição de desnível na alternativa definida.

237. Sugere-se, assim, que a DRDH apresente como condicionante para sua conversão em outorga a apresentação do Estudo de concepção e definição de alternativas do sistema de transposição de desnível, com o conteúdo previsto na Resolução ANA nº 463/2012, para o comboio-tipo a ser informado pelo MT. Já para o Detalhamento do sistema de transposição de desnível na alternativa definida, também previsto na Resolução ANA nº 463/2012, a sugestão é de que seja exigido como condicionante da outorga, com prazo a ser oportunamente estipulado.

238. Ainda, recomenda-se constar como condição na DRDH, a garantia das condições atuais de navegação, adequadas ao porte de navegação existente atualmente na região durante as fases de construção e operação do empreendimento, especificamente quanto à balsa no Porto do Tuta, localizada em Cantagalo-RJ.

#### *Escada de Peixes*

239. A Licença de Instalação IBAMA nº 954/2013 apresenta em sua condicionante 2.10 a determinação de que “*A estrutura da barragem da UHE Itaocara I deverá reservar uma área prévia para a eventual futura construção do STP (Sistema de Transposição de Peixes)...*” Ao se consultar o Parecer IBAMA 005106/2013, referente à emissão da LI para a UHE Itaocara I (a LI e o Parecer estão disponíveis em <http://ibama.gov.br/licenciamento/>), verifica-se que ainda não há uma definição quanto ao tipo de mecanismo para transposição de peixes a ser utilizado, e por consequência as vazões que serão alocadas para a operação da escada de peixe ou outro mecanismo alternativo.

240. Assim, sugere-se que conste na DRDH informação de que a vazão para operação de um eventual STP – Sistema de Transposição de Peixes, a ser oportunamente definida, fica subtraída da disponibilidade hídrica para a geração na UHE Itaocara I.

#### **CONCLUSÃO**

241. Tendo em vista as análises realizadas, sugere-se a emissão da DRDH à ANEEL referente ao aproveitamento hidrelétrico Itaocara I, reservando as vazões naturais afluentes, subtraídas das:



- I- vazões médias destinadas ao atendimento de outros usos consuntivos, a montante na bacia do Paraíba do Sul conforme Anexo II.
- II- vazões transpostas pelo Sistema Guandu, em uma vazão média de 138,2 m<sup>3</sup>/s em Santa Cecília/Santana/Vigário e de 12,97 m<sup>3</sup>/s em Tocos, variando no tempo conforme equacionamento apresentado no Anexo III
- III- vazões transpostas para um possível aumento da demanda das Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, conforme anexo IV
- IV- vazões destinadas aos usos consuntivos e da vazão a ser eventualmente alocada ao(s) Sistema(s) de Transposição de Peixes.

242. As vazões reservadas têm a finalidade de garantir a disponibilidade hídrica necessária à viabilidade do aproveitamento hidrelétrico Itaocara I, nos Municípios de Itaocara e Aperibê, no Estado do Rio de Janeiro, com as seguintes características:

- I - coordenadas geográficas do eixo do barramento: 21°41'44" de latitude sul e 42°08'57" de longitude oeste;
- II - nível d'água máximo normal a montante: 89,6 m;
- III - nível d'água máximo maximorum a montante: 90,9 m;
- IV - nível d'água mínimo normal a montante: 89,6 m;
- V - área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 40,4 km<sup>2</sup>;
- VI - volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 412,76 hm<sup>3</sup>;
- VII - vazão máxima turbinada: 666,0 m<sup>3</sup>/s;
- VIII - vazão decamilenar defluente: 9.530m<sup>3</sup>/s;
- IX - operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às afluentes.

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

§ 2º O 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 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;

§ 4º A infraestrutura composta por rodovias, ferrovias e pontes deverá ser relocada ou protegida contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando o efeito do remanso sobre a linha de inundação do reservatório;

§ 5º Deverão ser mantidas as condições atuais de navegação, adequadas ao porte de navegação existente atualmente na região durante as fases de construção e operação do empreendimento, especialmente quanto à balsa no Porto do Tuta, no município de Cantagalo - RJ;

§ 6º Deverá ser acompanhada a evolução do assoreamento do reservatório, principalmente nas proximidades da tomada d'água, para determinar a eventual necessidade de medidas mitigadoras ou corretivas;

§ 7º A ANA poderá rever, a qualquer tempo, os aspectos relativos à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica dispostos nesta Resolução, inclusive para eventual



atualização das vazões destinadas a usos consuntivos da água a montante e demais condições de operação do reservatório.

§ 8º A ANA deverá ser informada previamente quanto à data de início do enchimento do reservatório.

#### ***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 e operação do reservatório: 121,6 m<sup>3</sup>/s, até a água atingir a cota da soleira do vertedor; e 170 m<sup>3</sup>/s a partir deste nível;

§ 2º O órgão ambiental poderá eventualmente fixar regras complementares para o enchimento e operação, as quais deverão ser avaliadas pela ANA.

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

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, além de:

Monitorar trimestralmente os seguintes parâmetros: salinidade, temperatura, amônia, nitrato, nitrogênio orgânico, fósforo inorgânico, fósforo orgânico, fosforo total, Clorofila-a, zooplâncton, coliformes, OD e DBO.

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

- I - Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico, conforme especificações da ANEEL;
- II - Revisão dos estudos de remanso, conforme diretrizes a ser obtidas junto à ANA;
- III - Estudo de concepção e definição de alternativas do sistema de transposição de desnível para embarcações, conforme conteúdo definido no Inciso I do Artigo 1º da Resolução ANA nº 463, de 03 de setembro de 2012, a ser apresentado como condicionante para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos, dimensionado para o comboio-tipo definido pelo Ministério dos Transportes;
- IV - Detalhamento do Sistema de Transposição de Desnível na alternativa definida no inciso anterior, conforme conteúdo definido no Inciso II do Artigo 1º da Resolução ANA nº 463, de 03 de setembro de 2012, a ser apresentado após a obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos;
- V - Apresentar simulação da qualidade de água dos principais compartimentos do futuro reservatório, conforme diretrizes a ser obtidas junto à ANA;
- VI - Apresentar Plano de Usos do Reservatório – PUR, conforme diretrizes a ser obtidas junto à ANA;
- VII - Avaliar propostas de ampliação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) do entorno do reservatório, visando à contenção de processos de carreamento da poluição difusa da bacia e, eventualmente, a restrição de







Anexo I – Série de vazões naturais médias mensais afluentes à UHE Itacara I (m<sup>3</sup>/s)

| Ano  | Jan  | Fev  | Mar  | Abr  | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov  | Dez  |
|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 1931 | 1090 | 2240 | 1737 | 1120 | 708 | 552 | 464 | 387 | 400 | 534 | 554  | 936  |
| 1932 | 1466 | 1277 | 1158 | 685  | 640 | 593 | 411 | 384 | 368 | 485 | 557  | 1198 |
| 1933 | 1391 | 816  | 748  | 520  | 469 | 386 | 324 | 273 | 306 | 454 | 514  | 951  |
| 1934 | 1414 | 710  | 767  | 553  | 397 | 316 | 270 | 230 | 251 | 277 | 266  | 896  |
| 1935 | 944  | 1921 | 1123 | 762  | 542 | 437 | 347 | 309 | 319 | 528 | 413  | 411  |
| 1936 | 412  | 589  | 1542 | 952  | 522 | 377 | 318 | 291 | 359 | 315 | 361  | 758  |
| 1937 | 1348 | 1397 | 774  | 675  | 648 | 446 | 330 | 264 | 233 | 447 | 622  | 1491 |
| 1938 | 1363 | 1208 | 1099 | 823  | 608 | 498 | 396 | 439 | 385 | 530 | 658  | 915  |
| 1939 | 1136 | 1094 | 730  | 809  | 519 | 394 | 326 | 277 | 257 | 291 | 388  | 662  |
| 1940 | 1179 | 1525 | 1278 | 690  | 498 | 410 | 303 | 255 | 259 | 382 | 706  | 822  |
| 1941 | 938  | 666  | 815  | 671  | 428 | 360 | 356 | 238 | 488 | 573 | 605  | 1026 |
| 1942 | 1000 | 896  | 1174 | 740  | 589 | 445 | 438 | 298 | 315 | 402 | 585  | 1009 |
| 1943 | 1886 | 1495 | 1195 | 777  | 551 | 457 | 362 | 342 | 328 | 547 | 556  | 937  |
| 1944 | 935  | 1507 | 1784 | 908  | 622 | 478 | 403 | 315 | 267 | 286 | 376  | 586  |
| 1945 | 947  | 1501 | 930  | 870  | 566 | 483 | 528 | 314 | 286 | 263 | 465  | 858  |
| 1946 | 1783 | 921  | 989  | 807  | 532 | 430 | 354 | 283 | 229 | 383 | 508  | 543  |
| 1947 | 1517 | 1685 | 2708 | 1245 | 821 | 585 | 670 | 537 | 590 | 632 | 752  | 1255 |
| 1948 | 1218 | 1534 | 1707 | 1075 | 704 | 575 | 452 | 432 | 354 | 429 | 568  | 985  |
| 1949 | 1262 | 1619 | 1062 | 761  | 560 | 492 | 394 | 312 | 286 | 375 | 483  | 760  |
| 1950 | 1479 | 1862 | 1374 | 1092 | 792 | 592 | 454 | 351 | 303 | 439 | 719  | 1124 |
| 1951 | 1197 | 1390 | 1626 | 1153 | 642 | 533 | 487 | 381 | 335 | 353 | 373  | 674  |
| 1952 | 1201 | 1517 | 1831 | 1019 | 569 | 679 | 488 | 432 | 472 | 450 | 659  | 845  |
| 1953 | 569  | 735  | 632  | 683  | 500 | 353 | 356 | 313 | 281 | 370 | 606  | 718  |
| 1954 | 506  | 660  | 562  | 556  | 509 | 405 | 288 | 232 | 205 | 267 | 317  | 385  |
| 1955 | 887  | 507  | 527  | 475  | 334 | 293 | 220 | 183 | 188 | 204 | 350  | 651  |
| 1956 | 659  | 490  | 837  | 534  | 437 | 436 | 312 | 374 | 278 | 303 | 384  | 721  |
| 1957 | 834  | 886  | 1245 | 1187 | 609 | 448 | 380 | 314 | 420 | 315 | 555  | 730  |
| 1958 | 541  | 928  | 828  | 684  | 672 | 582 | 432 | 321 | 376 | 426 | 642  | 816  |
| 1959 | 1280 | 764  | 1019 | 896  | 498 | 377 | 306 | 313 | 249 | 267 | 561  | 560  |
| 1960 | 796  | 1093 | 1658 | 788  | 577 | 460 | 390 | 354 | 298 | 318 | 463  | 819  |
| 1961 | 1782 | 1892 | 1932 | 1078 | 792 | 566 | 441 | 373 | 305 | 282 | 375  | 578  |
| 1962 | 907  | 1829 | 1168 | 718  | 533 | 417 | 342 | 318 | 365 | 477 | 714  | 959  |
| 1963 | 1032 | 1089 | 797  | 515  | 363 | 309 | 271 | 241 | 195 | 226 | 389  | 287  |
| 1964 | 604  | 1284 | 729  | 506  | 415 | 311 | 328 | 252 | 225 | 366 | 412  | 672  |
| 1965 | 1296 | 1671 | 1307 | 744  | 769 | 537 | 467 | 377 | 302 | 539 | 684  | 879  |
| 1966 | 2118 | 898  | 1323 | 910  | 653 | 473 | 398 | 365 | 343 | 444 | 1067 | 1127 |
| 1967 | 2161 | 2396 | 2122 | 1235 | 772 | 638 | 529 | 414 | 382 | 401 | 695  | 940  |
| 1968 | 1089 | 745  | 861  | 623  | 437 | 360 | 324 | 321 | 314 | 308 | 275  | 611  |
| 1969 | 852  | 767  | 799  | 622  | 375 | 355 | 289 | 287 | 249 | 346 | 677  | 918  |
| 1970 | 879  | 861  | 919  | 566  | 412 | 334 | 347 | 296 | 465 | 439 | 512  | 533  |
| 1971 | 553  | 314  | 665  | 466  | 355 | 377 | 302 | 249 | 333 | 470 | 607  | 991  |
| 1972 | 888  | 1141 | 1271 | 743  | 483 | 383 | 371 | 365 | 370 | 536 | 701  | 777  |
| 1973 | 1157 | 1305 | 805  | 851  | 612 | 439 | 401 | 351 | 319 | 429 | 705  | 919  |
| 1974 | 1213 | 851  | 1001 | 874  | 521 | 467 | 409 | 311 | 272 | 321 | 332  | 745  |
| 1975 | 1217 | 1142 | 879  | 609  | 429 | 350 | 321 | 248 | 220 | 365 | 645  | 951  |
| 1976 | 862  | 908  | 909  | 773  | 587 | 612 | 621 | 498 | 567 | 638 | 727  | 974  |
| 1977 | 1132 | 903  | 587  | 705  | 459 | 381 | 300 | 254 | 343 | 321 | 527  | 952  |



Anexo I (continuação)

| Ano  | Jan  | Fev  | Mar  | Abr  | Mai | Jun  | Jul | Ago | Set  | Out  | Nov  | Dez  |
|------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|
| 1978 | 1276 | 830  | 854  | 526  | 428 | 425  | 339 | 269 | 239  | 240  | 459  | 583  |
| 1979 | 727  | 1344 | 920  | 587  | 489 | 381  | 354 | 349 | 430  | 344  | 692  | 787  |
| 1980 | 1185 | 977  | 692  | 827  | 457 | 390  | 381 | 327 | 324  | 378  | 523  | 878  |
| 1981 | 1293 | 838  | 780  | 639  | 459 | 401  | 347 | 308 | 252  | 390  | 699  | 1062 |
| 1982 | 1189 | 837  | 1460 | 1106 | 620 | 528  | 462 | 424 | 335  | 452  | 533  | 1101 |
| 1983 | 1728 | 1335 | 1233 | 1109 | 811 | 1431 | 785 | 560 | 1049 | 1003 | 1089 | 1374 |
| 1984 | 1166 | 721  | 650  | 689  | 676 | 430  | 355 | 358 | 345  | 317  | 337  | 522  |
| 1985 | 1449 | 1749 | 1705 | 972  | 681 | 512  | 421 | 354 | 383  | 334  | 437  | 629  |
| 1986 | 899  | 1000 | 1150 | 633  | 496 | 405  | 362 | 403 | 324  | 288  | 337  | 976  |
| 1987 | 1043 | 1109 | 750  | 973  | 707 | 624  | 437 | 336 | 403  | 366  | 372  | 741  |
| 1988 | 908  | 1819 | 1283 | 820  | 734 | 658  | 452 | 408 | 372  | 427  | 576  | 583  |
| 1989 | 1145 | 1250 | 1256 | 849  | 580 | 547  | 442 | 468 | 411  | 378  | 436  | 648  |
| 1990 | 695  | 390  | 673  | 597  | 441 | 359  | 372 | 348 | 400  | 422  | 409  | 393  |
| 1991 | 1040 | 1165 | 1048 | 1267 | 718 | 467  | 455 | 373 | 344  | 559  | 395  | 477  |
| 1992 | 1275 | 776  | 681  | 520  | 489 | 371  | 376 | 322 | 465  | 535  | 782  | 842  |
| 1993 | 657  | 924  | 1012 | 883  | 545 | 533  | 398 | 345 | 388  | 454  | 368  | 468  |
| 1994 | 853  | 615  | 930  | 813  | 683 | 442  | 340 | 286 | 235  | 235  | 384  | 722  |
| 1995 | 612  | 1598 | 765  | 563  | 436 | 329  | 331 | 255 | 226  | 504  | 643  | 737  |
| 1996 | 1378 | 1298 | 1606 | 931  | 622 | 481  | 402 | 362 | 623  | 451  | 988  | 959  |
| 1997 | 1642 | 1063 | 970  | 631  | 487 | 504  | 378 | 329 | 293  | 395  | 540  | 689  |
| 1998 | 737  | 1015 | 763  | 560  | 458 | 356  | 299 | 276 | 293  | 526  | 528  | 600  |
| 1999 | 1250 | 1140 | 1032 | 629  | 427 | 420  | 375 | 300 | 284  | 280  | 347  | 665  |
| 2000 | 1326 | 970  | 808  | 722  | 406 | 334  | 331 | 309 | 419  | 287  | 430  | 747  |
| 2001 | 796  | 867  | 620  | 565  | 368 | 291  | 254 | 234 | 256  | 333  | 386  | 592  |
| 2002 | 989  | 1247 | 744  | 494  | 407 | 303  | 287 | 258 | 274  | 205  | 464  | 847  |
| 2003 | 1172 | 902  | 749  | 514  | 381 | 311  | 280 | 257 | 262  | 367  | 506  | 664  |
| 2004 | 939  | 1096 | 1093 | 975  | 660 | 615  | 531 | 393 | 303  | 400  | 493  | 934  |
| 2005 | 1261 | 1348 | 986  | 836  | 626 | 533  | 452 | 359 | 364  | 359  | 546  | 899  |
| 2006 | 715  | 1178 | 792  | 577  | 426 | 348  | 314 | 281 | 291  | 446  | 666  | 1021 |
| 2007 | 1724 | 999  | 591  | 492  | 419 | 352  | 332 | 287 | 208  | 285  | 562  | 579  |
| 2008 | 708  | 1418 | 1246 | 1070 | 641 | 514  | 381 | 371 | 319  | 440  | 758  | 1182 |
| 2009 | 1413 | 1805 | 1115 | 863  | 590 | 510  | 477 | 453 | 455  | 729  | 866  | 1513 |
| 2010 | 1770 | 987  | 1318 | 1068 | 642 | 494  | 493 | 358 | 322  | 407  | 702  | 1453 |
| 2011 | 1804 | 814  | 1476 | 1003 | 624 | 511  | 419 | 360 | 298  | 403  | 501  | 997  |

AN

JRP

*[Handwritten signature]*





Rio de Janeiro, 01 de novembro de 2013  
Nossa correspondência: **137 / IT / 2013 - TEC**

À

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA**  
Setor Policial – Área 5 – Quadra 3 – Bloco “L”  
Brasília - DF  
CEP: 70.610-200

Ilmo. Sr. **Patrick Thadeu Thomas**  
*Superintendente Adjunto de Regulação*

Assunto: **UHE Itaocara – Estudo de Disponibilidade Hídrica - EDH**

Senhor Superintendente Adjunto,

Encaminhamos-lhe cópia do Estudo de Disponibilidade Hídrica – EDH, referente ao aproveitamento de UHE Itaocara I, conforme requerido no Ofício nº 2233/2013-SGH/ANEEL, já protocolado naquela Agência.

Estamos à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

Luiz Carlos Amarilho  
Diretor  
Consórcio UHE Itaocara

Antônio Carlos Borges Batista  
Diretor  
Consórcio UHE Itaocara

Assinatura de Sousa  
Protocolo-GER  
Agência Nacional de Águas

Agência Nacional de Águas 01-Nov-2013 14:59



Ofício nº 1698/2013/GEREG/SRE-ANA

DOCUMENTO: 00000.034218/2013-91

Brasília, 12 de novembro de 2013

Ao Senhor,  
**ODENIR JOSÉ DOS REIS**  
Superintendente de Gestão e Estudos Hidroenergéticos  
Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL  
SGAN Quadra 603/Módulos I e J  
70830-030 Brasília – DF

Assunto: **UHE Itaocara I.**

Referência: Processo 02501.002084/2013

Senhor Superintendente,

1. Em relação à DRDH da UHE Itaocara I, conforme encaminhamentos da Reunião realizada em 11/11/2013, com participação da ANEEL, ANA e projetista, seguem solicitações de complementações ao Estudo de Disponibilidade Hídrica:

- a. Apresentar resultados da simulação do prognóstico de qualidade da água do futuro reservatório em termos de fósforo total e não apenas de ortofosfato, considerando que a Resolução CONAMA 357 prevê limites de concentração de fósforo total para ambientes intermediários e lênticos; e realizar avaliação dos resultados à luz da referida Resolução CONAMA e da Resolução ANA 25/2012;
- b. Informar as premissas adotadas na simulação de qualidade da água em termos de taxas de remoção de vegetação na área do reservatório;
- c. Apresentar os resultados de tempos de residência, profundidades médias e número de Froude para os compartimentos da simulação de qualidade da água, conforme previsto no Manual de DRDH, com destaque para o braço do rio Pirapetinga;
- d. Avaliar a situação das outorgas emitidas no rio Pirapetinga, especialmente o impacto na qualidade da água do reservatório pelos lançamentos no rio Pirapetinga outorgados pela Resolução ANA 564/2009 (lançamentos de efluentes Prefeitura Pirapetinga e INPA), e eventuais medidas;
- e. Confirmar valores de área total do reservatório e tempo de residência médio.





2. Colocamo-nos à disposição para esclarecimentos adicionais por meio do telefone 61-2109.5351 ou 2109.5273 (Gerência de Regulação de Uso – André Pante ou Patrícia Gomes Pereira).

Atenciosamente,

  
**RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES**  
Superintendente de Regulação





Rio de Janeiro, 21 de novembro de 2013  
Nossa correspondência: **145 / IT / 2013 - TEC**

À

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA**  
Setor Policial – Área 5 – Quadra 3 – Bloco “L”  
Brasília - DF  
CEP: 70.610-200

Ilmo. Sr. **Rodrigo Flecha Ferreira Alves**  
*Superintendente de Regulação*

Assunto: **UHE Itaocara – Estudo de Disponibilidade Hídrica - EDH**

Referências: **Processo nº 02501.002084/2013**  
**Ofício nº 1698/2013/GEREG/SER-ANA**

Senhor Superintendente,

Conforme Ofício nº 1698/2013/GEREG/SER-ANA enviado à ANEEL, vimos através desta, encaminhar a complementação dos Estudos de Disponibilidade Hídrica – EDH da UHE Itaocara I

Estamos à disposição para prestar quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente,

Luiz Carlos Amarilho  
Diretor  
Consórcio UHE Itaocara

Antônio Carlos Borges Batista  
Diretor  
Consórcio UHE Itaocara

C.C. Aymore de Castro Alvim Filho – ANEEL

Gerenciamento da Comunicação

Rua Marechal Floriano Peixoto, 152 – Jardim da Aldeia – Itaocara/RJ – CEP 28.570-000 – 0800-282-2974 – (22) 3861-2800



## SX 247 149 570 BR

### Rastreamento

O horário apresentado no histórico do objeto não indica quando a situação ocorreu, mas sim quando os dados foram recebidos pelo sistema, exceto no caso do SEDEX 10 e do SEDEX Hoje, em que ele representa o horário real da entrega.



### Entregue

22/11/2013 09:00 BRASILIA / DF

|                  |  |                     |
|------------------|--|---------------------|
| 22/11/2013 09:00 | <b>Entregue</b>                        | BRASILIA DF         |
| 22/11/2013 08:35 | <b>Saiu para a Entrega</b>             | BRASILIA DF         |
| 21/11/2013 22:36 | <b>Encaminhado para: BRASILIA / DF</b> | RIO DE JANEIRO / RJ |
| 21/11/2013 14:42 | <b>Postado</b>                         | RIO DE JANEIRO RJ   |



**RELATÓRIO DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA  
UHE ITAOCARA**

**COMPLEMENTAÇÕES EM RESPOSTA AO  
OFÍCIO ANA nº 1698/2013/GEREG/SRE-ANA**

**Novembro de 2013**



Em resposta ao Ofício ANA nº 1698/2013/GEREG/SRE-ANA, de 12 de novembro de 2013, relativo ao Processo 02501.002084/2013, relacionado com a UHE Itaocara, estamos apresentando a seguir as complementações solicitadas ao Estudo de Disponibilidade Hídrica.

Os itens do Ofício estão aqui reapresentados, em **negrito e itálico**, de modo a facilitar o entendimento.

**Em relação à DRDH da UHE Itaocara I, conforme encaminhamentos da Reunião realizada em 11/11/2013, com participação da ANEEL, ANA e projetista, seguem solicitações de complementações ao Estudo de Disponibilidade Hídrica:**

- a. **Apresentar resultados da simulação do prognóstico de qualidade da água do futuro reservatório em termos de fósforo total e não apenas de ortofosfato, considerando que a Resolução CONAMA 357 prevê limites de concentração de fósforo total para ambientes intermediários e lânticos; e realizar avaliação dos resultados à luz da referida Resolução CONAMA e da Resolução ANA 25/2012;**

O Fósforo Total está contido na água bruta. Numa modelagem preditiva, quando o corpo hídrico ainda não foi formado, é difícil prever a qualidade da água bruta, pois depende de diversos fatores.

Como uma fração importante do fósforo está no fitoplâncton, mesmo que o monitoramento tenha realizado sua amostragem, na condição de rio (lótica), é muito difícil prever como será o comportamento do fitoplâncton após a implantação do reservatório, em condições lânticas.

No modelo CE-Qual-W2, o parâmetro Fósforo Total não é um parâmetro direto e sim um parâmetro derivado, sendo a soma das seguintes frações de fósforo:

- Ortofosfato (PO<sub>4</sub>-3, g/m<sup>3</sup>);
- Fósforo Orgânico Dissolvido – Lábil e Refratário (g/m<sup>3</sup>);
- Fósforo Orgânico Particulado – Lábil e Refratário (g/m<sup>3</sup>).

O monitoramento contemplou apenas as frações fosfato (ortofosfato) e fósforo total, não sendo possível definir as frações referentes ao fósforo orgânico dissolvido e fósforo orgânico particulado, que têm estreita relação com o fitoplâncton.

Devido a essas razões, a modelagem e o prognóstico apresentados no Estudo de Impacto Ambiental abordaram apenas o ortofosfato.

Para permitir a comparação com os limites de Fósforo Total da Resolução CONAMA 357/2005, foi realizada uma simulação utilizando um modelo empírico.

O modelo empírico para estimativa da concentração de fósforo em corpos d'água mais conhecido é o de Vollenweider, apresentado em Chapra (1997) como:

$$P = \frac{W}{Q + VK_s}$$



onde:  $P$  – concentração de fósforo total ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$W$  – carga afluente de fósforo total ( $\text{mg}/\text{ano}$ )

$Q$  – vazão de saída ( $\text{m}^3/\text{ano}$ )

$K_s$  – coeficiente de perda de fósforo por sedimentação ( $1/\text{ano}$ )

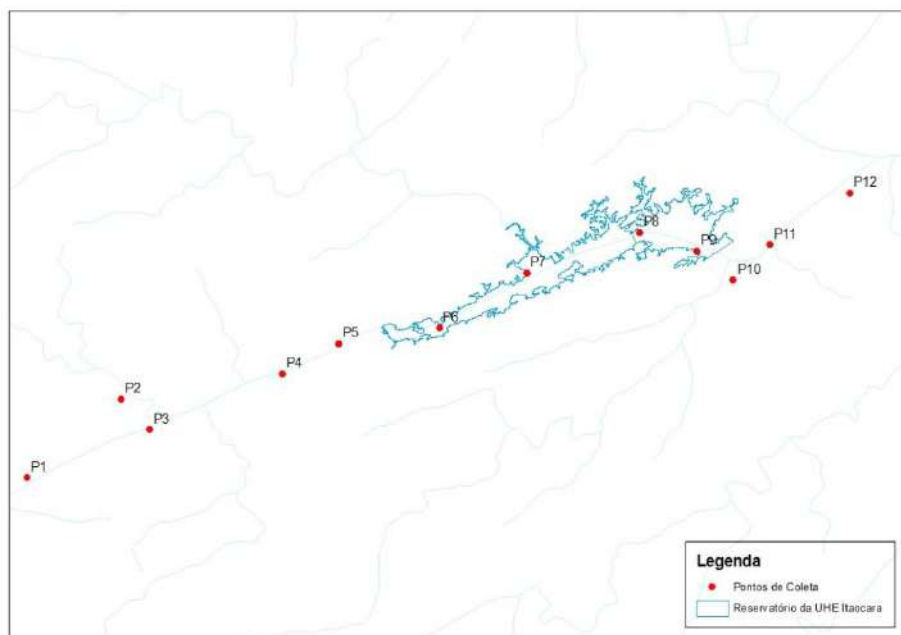
$V$  – volume total do reservatório ( $\text{m}^3$ )

Substituindo a vazão  $Q$  pela relação entre o volume  $V$  e o tempo de residência  $T_r$ , e adotando o coeficiente  $K_s$  igual a  $2/T_r^{0,5}$ , conforme obtido por Salas & Martino (1991), a equação pode ser reapresentada como:

$$P = \frac{W}{V \left( \frac{1}{T_r} + \frac{2}{\sqrt{T_r}} \right)}$$

Onde:  $T_r$  – tempo de residência (ano)

A carga de Fósforo Total afluente ao reservatório de Itacara foi estimada a partir da média das concentrações obtidas no monitoramento, em quatro campanhas, para o ponto P5, localizado logo à montante da entrada do reservatório, conforme apresentado na Figura a seguir.



**Pontos de Monitoramento da Qualidade da Água do Reservatório da UHE Itacara**



Foi calculada a carga afluyente média anual considerando: a vazão média de longo termo ( $W$ ) da UHE Itacara estimada em  $448 \text{ m}^3/\text{s}$ ; e a média das concentrações obtidas para o Fósforo Total nas quatro campanhas de qualidade de água.

Conforme apresentado anteriormente, o  $T_r$  médio da água no reservatório é 10,6 dias (0,029 anos), e o volume total do reservatório é  $412,76 \text{ hm}^3$ .

Aplicando a equação de Vollenweider aos dados, obtém-se uma concentração média de Fósforo Total para o reservatório da UHE Itacara estimada em  $44 \text{ mgP}/\text{m}^3$ .

Von Sperling (1996) sugere faixas aproximadas de valores de Fósforo Total para os principais graus de trofia, conforme apresentado no Quadro a seguir. Segundo o autor, a superposição dos valores entre duas faixas indica a dificuldade no estabelecimento de faixas rígidas, lembrando ainda que corpos d'água de climas tropicais apresentam maior capacidade de assimilação de fósforo que os de climas temperados.

#### Faixas aproximadas de Fósforo Total para os principais graus de Trofia

| Classe de Trofia  | Concentração de Fósforo Total ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) |
|-------------------|--|
| Ultraoligotrófico | < 5  |
| Oligotrófico      | < 10 – 20  |
| Mesotrófico       | 10 – 50  |
| Eutrófico         | 25 – 100   |
| Hipereutrófico    | > 100  |

Considerando essa classificação, a concentração média de Fósforo Total no reservatório foi estimada em  $44 \text{ mgP}/\text{m}^3$  (ou  $0,044 \text{ mgP}/\text{L}$ ) sugerindo que o reservatório pode ficar entre os estados mesotrófico e eutrófico.

Como o tempo de residência médio do reservatório da UHE Itacara varia na faixa entre 2 e 40 dias, é classificado como ambiente intermediário pela Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece para estes ambientes o limite de  $0,050 \text{ mgP}/\text{L}$  para concentração de Fósforo Total em corpos hídricos classe 2.

Com base na simulação realizada com o modelo empírico de Vollenweider, para estimativa da concentração de fósforo em corpos d'água, o reservatório da UHE Itacara estaria dentro dos limites de qualidade de água desejáveis.



**b. Informar as premissas adotadas na simulação de qualidade da água em termos de taxas de remoção de vegetação na área do reservatório;**

Como parte dos Estudos de Impacto Ambiental da UHE Itaocara, o prognóstico de qualidade da água do futuro reservatório foi feito com base em simulações realizadas através do modelo matemático bidimensional CE-QUAL-W2.

O modelo foi empregado para simular panoramas prováveis para o comportamento de uma série de parâmetros físico-químicos de qualidade da água ao longo do tempo e do espaço, para os estados futuros da água do reservatório. Para essas simulações foi considerado que a taxa de remoção de vegetação na área do reservatório seria de 100%.

Conforme apresentado no Subprograma de Supressão da Vegetação e Limpeza do Reservatório, elaborado no Projeto Básico Ambiental, para formação do reservatório da UHE Itaocara será necessária a supressão em 102,75 ha, sendo que 42% desse total a ser suprimido é de Vegetação Secundária (42,38 ha). O restante da área com vegetação a ser suprimida tem cobertura de Mata Ciliar com 32,03 ha (31%) e Pasto Sujo com 28,3 ha (28%). Na área com classe de uso Agropastoril seria realizada a remoção de árvores isoladas.

Posteriormente, no entanto, a Licença de Instalação nº 954/2013, expedida pelo IBAMA para a UHE Itaocara, no item 2.6, contém uma condicionante específica sobre a simulação da qualidade da água: *“Apresentar, previamente ao requerimento de supressão de vegetação da área do reservatório, nova modelagem matemática da qualidade da água contemplando a área do reservatório e a jusante da barragem. Apresentar, juntamente, um plano de amostragem específico para o período de enchimento.”*

Nessa nova etapa da modelagem, está prevista a simulação da qualidade da água do reservatório considerando, pelo menos, três cenários de supressão da vegetação, de modo a permitir a comparação entre eles em termos de eficácia na mitigação das alterações na qualidade de água, durante o enchimento do reservatório e sua estabilização. Os cenários de supressão seriam: sem nenhuma supressão de vegetação; com supressão de 100% da vegetação; e com supressão parcial, mas concentrada nos pontos de maior sensibilidade, tais como o braço do rio Pirapetinga.



- c. **Apresentar os resultados de tempos de residência, profundidades médias e número de Froude para os compartimentos da simulação de qualidade da água, conforme previsto no Manual de DRDH, com destaque para o braço do rio Pirapetinga;**

O Manual de DRDH orienta que, “no caso em que o reservatório forma braços com características hidráulicas específicas, os modelos de avaliação da qualidade de água devem ser aplicados a cada braço com o respectivo aporte de nutrientes.”

Considerando suas características morfológicas, para simulação da qualidade de água, o reservatório da UHE Itaocara foi considerado com duas configurações:

- um compartimento principal, constituído do reservatório como um todo, abrangendo seu volume total no N.A. máximo normal;
- um compartimento secundário, constituído pela porção do reservatório no braço do rio Pirapetinga, afluente da margem esquerda do rio Paraíba do Sul.

## c.1 Características do reservatório da UHE Itaocara

### **Tempo de Residência da Água**

O tempo de residência (ou detenção hidráulica) indica o intervalo de tempo em que uma determinada massa de água permanece no reservatório desde a sua entrada até a sua saída.

O tempo de residência da água está diretamente relacionado com o risco de eutrofização do reservatório e pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$T_r = \frac{V_{total}}{Q_{afluente}}$$

onde:  $Q_{afluente}$  – vazão afluente média

$V_{total}$  – volume total do reservatório

$T_r$  – tempo de residência (ou detenção hidráulica da água)

Da série de vazões afluentes (regularizadas) médias mensais obtida no Projeto Básico da UHE Itaocara para o período 1931-2007, podem ser extraídos a vazão média de longo termo e os valores médios de vazão em cada mês do ano. O quadro a seguir apresenta os tempos de residência médios da água no reservatório, calculados para cada mês e para o período total da série, com a indicação da tendência à estratificação.

### Variação Sazonal do Tempo de Detenção da Água no Reservatório da UHE Itacara

| Mês              | Vazão (m <sup>3</sup> /s) | Tempo de residência (dias) | Tendência à estratificação |
|------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Janeiro          | 728                       | 6,6                        | baixa                      |
| Fevereiro        | 790                       | 6,0                        | baixa                      |
| Março            | 782                       | 6,1                        | baixa                      |
| Abril            | 532                       | 9,0                        | baixa                      |
| Maio             | 359                       | 13,3                       | baixa                      |
| Junho            | 313                       | 15,3                       | baixa                      |
| Julho            | 266                       | 18,0                       | baixa                      |
| Agosto           | 237                       | 20,2                       | baixa                      |
| Setembro         | 241                       | 19,8                       | baixa                      |
| Outubro          | 268                       | 17,8                       | baixa                      |
| Novembro         | 349                       | 13,7                       | baixa                      |
| Dezembro         | 513                       | 9,3                        | baixa                      |
| <b>Vazão MLT</b> | <b>448</b>                | <b>10,7</b>                | <b>baixa</b>               |

Verifica-se que os tempos de residência (ou detenção) médios em cada mês variaram entre 6,0 e 20,2 dias, sendo o tempo de residência médio da água no reservatório estimado em 10,7 dias, no período de 77 anos da série de vazões.

Conforme apresentado em Tucci (1998), o Water Resources Engineering - WRE (1969) classificou os reservatórios com base no tempo de detenção da seguinte forma:

- Pequena relação vazão/volume – grandes reservatórios com tempo de detenção maior do que um ano. Pequenas variações sazonais ocorrem no armazenamento e a vazão de saída é retirada da superfície.
- Média relação vazão/volume – grandes reservatórios com tempo de detenção entre 4 meses e 1 ano. Estes reservatórios apresentam estratificação e grande variação do armazenamento.
- Grande relação vazão/volume – reservatórios com pequeno tempo de detenção, menor que 4 meses. É difícil haver estratificação.

A estratificação deve-se à criação de ambientes lênticos com reduzida capacidade de renovação, devido à implantação do reservatório. Segundo o critério do tempo de residência, o reservatório da UHE Itacara teria grande relação vazão/volume e baixa tendência à estratificação, conforme indicado no Quadro anterior.

#### **Profundidade Média**

A profundidade média de um reservatório pode ser calculada pela razão entre o volume total e a área total do reservatório.



$$h_m = \frac{V_{total}}{A_{total}}$$

onde:  $A_{total}$  – área total do reservatório

$h_m$  – profundidade média do reservatório

Dessa forma, a profundidade média do reservatório da UHE Itaocara pode ser estimada como 10,0m.

### **Número de Froude Densimétrico**

A classificação da tendência à estratificação de reservatórios a partir do tempo de residência é limitada já que existem reservatórios de grande profundidade e pequeno tempo de residência que podem produzir estratificação térmica em razão das forças envolvidas no sistema.

O U.S. Army (1977) propôs o número de Froude densimétrico, baseado na comparação entre a força de inércia do fluxo que atravessa o reservatório e a força gravitacional que tende a manter a estabilidade densimétrica. O número de Froude densimétrico é utilizado para avaliar a tendência à estratificação de um lago ou reservatório.

$$F_d = 322 \frac{L * Q_{afluente}}{h_m * V_{total}}$$

Onde:  $F_d$  – Froude densimétrico

$L$  – comprimento do reservatório

$h_m$  – profundidade média do reservatório

$Q_{afluente}$  – vazão afluente média

$V_{total}$  – volume total do reservatório

Segundo Tucci (1998), a tendência do reservatório à estratificação é classificada como forte quando  $F_d < 0,318$ , média se  $0,318 < F_d < 1,0$ , e baixa se  $F_d > 1,0$ . Na classe de tendência média, o reservatório pode ficar estratificado sem apresentar gradiente muito forte.

O Quadro a seguir apresenta os valores do Froude densimétrico para o reservatório da UHE Itaocara, calculados para cada mês, a partir da série de vazões afluentes mensais médias no período 1931-2007.

### Varição Sazonal do Froude Densimétrico no Reservatório da UHE Itaocara

| Mês              | Vazão (m <sup>3</sup> /s) | Fd           | Tendência à estratificação |
|------------------|---------------------------|--------------|----------------------------|
| Janeiro          | 728                       | 1,323        | baixa                      |
| Fevereiro        | 790                       | 1,436        | baixa                      |
| Março            | 782                       | 1,421        | baixa                      |
| Abril            | 532                       | 0,967        | média                      |
| Maio             | 359                       | 0,652        | média                      |
| Junho            | 313                       | 0,569        | média                      |
| Julho            | 266                       | 0,483        | média                      |
| Agosto           | 237                       | 0,431        | média                      |
| Setembro         | 241                       | 0,438        | média                      |
| Outubro          | 268                       | 0,487        | média                      |
| Novembro         | 349                       | 0,634        | média                      |
| Dezembro         | 513                       | 0,932        | média                      |
| <b>Vazão MLT</b> | <b>448</b>                | <b>0,814</b> | <b>média</b>               |

Verifica-se que os valores de Froude densimétrico variaram entre 0,431 a 1,436, sendo que o valor médio, para o período de 77 anos da série, ficou em 0,814. Esses resultados indicam uma tendência média do reservatório à estratificação nos meses de vazante, estiagem e enchente, de abril a dezembro. Nos meses de cheia, de janeiro e março, a tendência é baixa. A maior parte do tempo o reservatório apresenta uma tendência média à estratificação.

No entanto, como não é prevista depleção do reservatório, a tomada d'água da usina não ficará profunda, por isso, mesmo que ocorra estratificação do reservatório, as águas aduzidas para jusante serão oriundas das camadas superficiais, com melhor qualidade. Quanto mais rasa a tomada d'água da usina, menor será o risco de alteração da qualidade de água a jusante.

## c.2 Características do braço do rio Pirapetinga

Para realizar um prognóstico sobre a qualidade da água do braço do rio Pirapetinga após a implantação da UHE Itaocara, foi necessário inicialmente caracterizar as condições hidrológicas e morfométricas desse compartimento do futuro reservatório. O Quadro a seguir apresenta uma síntese das informações obtidas.



### Características Hidrológicas e Morfométricas do Braço do Rio Pirapetinga

| Características do Braço do Rio Pirapetinga                                 |      |
|---|------|
| N.A. máximo normal (m)  | 89,6 |
| Área do braço do rio Pirapetinga no N.A. máximo normal (km <sup>2</sup> )   | 1,67 |
| Volume do braço do rio Pirapetinga no N.A. máximo normal (hm <sup>3</sup> ) | 8,21 |
| Vazão média de longo termo 1979-2013 (m <sup>3</sup> /s)                    | 9,1  |
| Comprimento máximo do braço do rio Pirapetinga (km)                         | 4,8  |
| Profundidade máxima do braço do rio Pirapetinga (m)                         | 9,6  |

A vazão média de longo termo para o rio Pirapetinga, com área de drenagem de 633 km<sup>2</sup>, foi calculada por proporcionalidade entre as áreas de drenagem com os dados do posto fluviométrico Fazenda da Barra – Pirapetinga (58670002), que possui histórico de 35 anos de dados e área de drenagem de 525 km<sup>2</sup>. O Quadro a seguir apresenta a série de vazões médias mensais do posto, conforme dados obtidos no banco de dados Hidroweb da ANA.

### Vazões Médias Mensais (m<sup>3</sup>/s) do posto Fazenda da Barra (58670002) no rio Pirapetinga

| ANO  | JAN  | FEV  | MAR  | ABR  | MAI  | JUN | JUL | AGO | SET  | OUT  | NOV  | DEZ  | MÍN | MÉD  | MÁX  |
|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
| 1979 | 8,6  | 44,6 | 17,2 | 11,1 | 7,4  | 6,5 | 5,7 | 5,7 | 5,2  | 4,0  | 14,8 | 18,7 | 4,0 | 12,5 | 44,6 |
| 1980 | 23,5 | 16,0 | 6,8  | 6,9  | 6,5  | 5,3 | 4,5 | 4,6 | 3,8  | 4,5  | 5,9  | 16,9 | 3,8 | 8,8  | 23,5 |
| 1981 | 9,3  | 4,0  | 7,8  | 4,6  | 3,9  | 3,9 | 3,0 | 2,8 | 2,7  | 4,1  | 14,2 | 16,5 | 2,7 | 6,4  | 16,5 |
| 1982 | 12,5 | 6,0  | 20,4 | 12,9 | 7,1  | 7,0 | 5,5 | 5,2 | 4,3  | 4,9  | 3,6  | 20,9 | 3,6 | 9,2  | 20,9 |
| 1983 | 37,5 | 11,9 | 12,4 | 23,3 | 10,2 | 9,6 |     |     | 11,1 | 14,5 | 15,8 | 25,3 | 9,6 | 17,2 | 37,5 |
| 1984 | 11,9 | 7,7  | 10,1 | 8,5  | 6,7  | 5,4 | 5,0 | 4,7 | 5,9  | 4,3  | 10,8 | 16,5 | 4,3 | 8,1  | 16,5 |
| 1985 | 47,5 | 48,0 | 29,1 | 13,7 | 11,6 | 9,5 | 7,8 | 7,4 | 7,2  | 7,0  | 7,9  | 13,4 | 7,0 | 17,5 | 48,0 |
| 1986 | 13,9 | 10,2 | 7,2  | 5,6  | 4,9  | 4,8 | 4,9 | 5,7 | 4,4  | 3,6  | 4,3  | 9,3  | 3,6 | 6,6  | 13,9 |
| 1987 | 7,8  | 4,5  | 6,0  | 4,8  | 3,9  | 3,5 | 3,2 | 2,5 | 3,5  |      | 6,7  | 11,0 | 2,5 | 5,2  | 11,0 |
| 1988 | 5,1  | 14,4 | 7,4  | 7,2  | 5,8  | 4,9 | 3,9 | 3,6 | 3,2  | 4,5  | 4,7  | 6,4  | 3,2 | 5,9  | 14,4 |
| 1989 | 13,1 | 6,2  | 7,9  | 4,5  | 3,7  | 4,1 | 3,8 | 3,4 | 3,3  | 5,3  | 5,0  | 11,1 | 3,3 | 6,0  | 13,1 |
| 1990 | 5,5  | 4,1  | 6,0  | 4,0  | 4,4  | 3,3 | 3,6 | 3,2 | 3,8  | 2,9  | 2,9  | 3,8  | 2,9 | 4,0  | 6,0  |
| 1991 | 18,3 | 6,3  | 5,3  | 5,8  | 4,0  | 3,7 | 3,7 | 3,3 | 3,8  | 3,7  | 13,0 |      | 3,3 | 6,4  | 18,3 |
| 1992 |      | 6,1  | 5,7  | 8,0  | 5,4  | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 4,3  | 6,0  | 12,2 | 10,7 | 3,5 | 6,4  | 12,2 |
| 1993 | 6,7  | 8,0  | 5,2  | 4,8  | 4,6  | 4,3 | 3,9 | 4,1 | 4,5  | 4,2  | 4,0  | 4,5  | 3,9 | 4,9  | 8,0  |
| 1994 | 12,9 | 5,3  | 6,6  | 5,9  | 5,8  | 4,7 | 5,0 | 4,8 | 3,4  | 3,5  | 5,1  | 5,6  | 3,4 | 5,7  | 12,9 |
| 1995 | 5,1  | 11,8 | 4,3  | 3,4  | 3,3  | 2,7 | 2,6 | 2,1 | 2,3  | 4,7  | 6,6  | 10,8 | 2,1 | 5,0  | 11,8 |
| 1996 | 13,5 | 4,2  | 5,7  | 4,2  | 3,5  | 3,3 | 3,1 | 3,4 | 5,3  | 4,1  | 18,6 | 11,6 | 3,1 | 6,7  | 18,6 |
| 1997 | 22,3 | 5,2  | 7,5  | 6,3  | 4,8  | 4,2 | 3,7 | 3,5 | 4,2  | 4,2  | 4,9  | 8,0  | 3,5 | 6,6  | 22,3 |
| 1998 | 6,1  | 8,8  | 3,6  | 4,0  | 2,9  | 2,8 | 2,7 | 3,2 | 2,6  | 3,7  | 5,0  | 6,6  | 2,6 | 4,3  | 8,8  |
| 1999 | 9,5  | 3,8  | 5,8  | 3,5  | 3,2  | 3,0 | 2,8 | 2,8 | 2,7  | 3,3  | 8,4  | 8,7  | 2,7 | 4,8  | 9,5  |
| 2000 | 7,6  | 13,3 | 6,4  | 4,5  | 3,9  | 3,5 | 3,8 | 3,5 | 5,4  | 3,4  | 7,6  | 13,4 | 3,4 | 6,4  | 13,4 |
| 2001 | 8,1  | 6,7  | 4,1  | 3,3  | 3,4  | 3,3 | 2,8 | 2,6 | 2,5  | 3,4  | 5,9  | 8,8  | 2,5 | 4,6  | 8,8  |
| 2002 | 8,4  | 7,7  | 4,2  | 3,1  | 3,2  | 2,7 | 2,9 | 2,5 | 2,7  | 2,5  | 5,8  | 10,7 | 2,5 | 4,7  | 10,7 |
| 2003 | 16,3 | 5,2  | 5,3  | 4,1  | 3,4  | 2,9 | 2,9 | 3,4 | 3,6  | 4,9  | 6,8  | 7,5  | 2,9 | 5,5  | 16,3 |
| 2004 | 15,4 | 13,6 | 12,1 | 14,6 | 6,8  | 6,2 | 5,5 | 4,5 | 3,7  | 4,8  | 6,0  | 19,7 | 3,7 | 9,4  | 19,7 |
| 2005 | 16,4 | 10,5 | 14,1 | 7,4  | 6,7  | 6,6 | 5,9 | 5,0 | 4,5  | 4,2  | 8,8  | 14,9 | 4,2 | 8,8  | 16,4 |
| 2006 | 5,0  | 5,9  | 6,1  | 6,0  | 4,9  | 3,9 | 3,6 | 3,4 | 3,6  | 5,1  | 7,8  | 10,0 | 3,4 | 5,5  | 10,0 |
| 2007 | 43,8 | 14,2 | 6,7  | 6,6  | 5,4  | 5,0 | 4,4 | 4,0 | 3,6  | 4,9  | 5,4  | 7,4  | 3,6 | 9,3  | 43,8 |
| 2008 | 11,5 | 8,7  | 11,0 | 9,4  | 5,3  | 5,0 | 4,6 | 3,9 | 4,2  | 4,5  | 7,7  | 30,8 | 3,9 | 8,9  | 30,8 |

| ANO    | JAN  | FEV  | MAR  | ABR  | MAI  | JUN | JUL | AGO | SET  | OUT  | NOV  | DEZ  | MÍN | MÉD  | MÁX  |
|--------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|------|------|
| 2009   | 23,2 | 7,8  | 9,8  | 10,0 | 5,9  | 5,9 | 5,2 | 4,7 | 5,5  | 8,4  | 8,2  | 13,2 | 4,7 | 9,0  | 23,2 |
| 2010   | 6,5  | 4,2  | 8,3  | 7,0  | 4,9  | 3,9 | 4,1 | 3,6 | 3,3  | 4,7  | 18,2 | 25,5 | 3,3 | 7,9  | 25,5 |
| 2011   | 17,6 | 6,4  | 14,7 | 9,0  | 7,6  | 5,7 | 5,0 | 5,0 | 4,2  | 6,5  | 11,4 | 19,6 | 4,2 | 9,4  | 19,6 |
| 2012   | 41,5 | 15,6 | 9,8  | 7,7  | 8,2  | 7,5 | 5,8 | 5,5 | 4,6  | 4,2  | 10,0 | 5,8  | 4,2 | 10,5 | 41,5 |
| 2013   | 7,8  | 5,3  | 12,0 | 5,6  | 6,0  | 5,3 | 5,6 |     |      |      |      |      |     |      |      |
| MÍNIMA | 5,0  | 3,8  | 3,6  | 3,1  | 2,9  | 2,7 | 2,6 | 2,1 | 2,3  | 2,5  | 2,9  | 3,8  | 2,1 |      |      |
| MÉDIA  | 15,3 | 10,3 | 8,9  | 7,2  | 5,4  | 4,8 | 4,3 | 4,0 | 4,2  | 4,8  | 8,4  | 12,8 |     | 7,5  |      |
| MÁXIMA | 47,5 | 48,0 | 29,1 | 23,3 | 11,6 | 9,6 | 7,8 | 7,4 | 11,1 | 14,5 | 18,6 | 30,8 |     |      | 48,0 |

Aplicando o fator de 1,21, relativo à proporção entre as áreas de drenagem da foz do rio Pirapetinga e do posto fluviométrico, a vazão média de longo termo foi estimada em 9,1m<sup>3</sup>/s.

Considerando as mesmas fórmulas e critérios apresentados no subitem anterior, as características do braço do rio Pirapetinga diretamente relacionadas com a qualidade de água foram avaliadas como mostrado a seguir.

### Tempo de Residência da Água

O mesmo fator de proporcionalidade entre as áreas de drenagem foi aplicado aos valores médios da série do posto fluviométrico para obter as vazões apresentados no Quadro a seguir, que apresenta a variação sazonal dos tempos de residência da água no braço do rio Pirapetinga após a implantação do reservatório de Itaocara.

### Variação Sazonal do Tempo de Residência da Água no Braço do Rio Pirapetinga

| Mês              | Vazão (m <sup>3</sup> /s) | Tempo de residência da água (dias) | Tendência à estratificação |
|------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Janeiro          | 18,4                      | 5,2                                | baixa                      |
| Fevereiro        | 12,5                      | 7,6                                | baixa                      |
| Março            | 10,8                      | 8,8                                | baixa                      |
| Abril            | 8,6                       | 11,0                               | baixa                      |
| Mai              | 6,5                       | 14,6                               | baixa                      |
| Junho            | 5,8                       | 16,4                               | baixa                      |
| Julho            | 5,1                       | 18,6                               | baixa                      |
| Agosto           | 4,8                       | 19,8                               | baixa                      |
| Setembro         | 5,1                       | 18,6                               | baixa                      |
| Outubro          | 5,8                       | 16,4                               | baixa                      |
| Novembro         | 10,1                      | 9,4                                | baixa                      |
| Dezembro         | 15,5                      | 6,1                                | baixa                      |
| <b>Vazão MLT</b> | <b>9,1</b>                | <b>10,4</b>                        | <b>baixa</b>               |

Verifica-se que os tempos de residência médios em cada mês variaram entre 5,2 e 19,8 dias, sendo o tempo de residência médio, no período de 1979 a 2013, de 10,4 dias, no período de registros de 35 anos do posto Fazenda da Barra.



Com esse resultado, conforme apresentado em Tucci (1998), o braço do rio Pirapetinga tem grande relação vazão/volume e baixa tendência à estratificação ao longo do ano, conforme indicado no quadro anterior.

### **Profundidade Média**

A profundidade média do braço do rio Pirapetinga após a implantação do reservatório foi estimada pela razão entre o volume total e a área total desse braço fluvial, resultando em 4,9m.

### **Número de Froude Densimétrico**

Utilizando as mesmas fórmulas e critérios adotados para o compartimento do reservatório da UHE Itaocara como um todo, os valores do Froude densimétrico para o braço do rio Pirapetinga foram calculados para cada mês, a partir das vazões mensais médias no período 1979-2013, e estão apresentados no Quadro a seguir.

#### **Variação Sazonal do Froude Densimétrico no Braço do Rio Pirapetinga**

| <b>Mês</b>       | <b>Vazão (m³/s)</b> | <b>Fd</b>    | <b>Tendência à estratificação</b> |
|------------------|---------------------|--------------|-----------------------------------|
| Janeiro          | 18,4                | 0,716        | média                             |
| Fevereiro        | 12,5                | 0,484        | média                             |
| Março            | 10,8                | 0,418        | média                             |
| Abril            | 8,6                 | 0,336        | média                             |
| Maió             | 6,5                 | 0,253        | forte                             |
| Junho            | 5,8                 | 0,226        | forte                             |
| Julho            | 5,1                 | 0,199        | forte                             |
| Agosto           | 4,8                 | 0,186        | forte                             |
| Setembro         | 5,1                 | 0,197        | forte                             |
| Outubro          | 5,8                 | 0,225        | forte                             |
| Novembro         | 10,1                | 0,391        | média                             |
| Dezembro         | 15,5                | 0,600        | média                             |
| <b>Vazão MLT</b> | <b>9,1</b>          | <b>0,353</b> | <b>média</b>                      |

Verifica-se que os valores de Froude densimétrico variaram entre 0,186 a 0,716, sendo que o valor médio, para o período de 35 anos, ficou em 0,353. Esses resultados indicam uma tendência média do braço do rio Pirapetinga à estratificação nos meses de enchente e cheia, de novembro a abril. Nos meses de vazante e estiagem, de maio a outubro, a tendência é forte, segundo o critério do Froude densimétrico.

A estratificação em lagos e reservatórios é a acomodação de camadas de fluido ao longo da vertical, em decorrência dos gradientes de densidade. Esses gradientes são provocados por gradientes de temperatura, predominantemente, e pela concentração de sólidos dissolvidos e em suspensão. Se não houver mistura vertical, como os processos de troca de calor ocorrem na superfície, o volume de água do reservatório ficará estratificado.

A estratificação é inexistente nos sistemas lóticos, como no caso dos rios. Com a implantação dos reservatórios, esses ambientes, em geral, tornam-se lênticos, com menor capacidade de renovação. A estratificação pode alterar de forma negativa a qualidade da água, principalmente a jusante dos reservatórios.

Caso ocorra estratificação do braço do rio Pirapetinga no período de estiagem, como ele não está situado junto à tomada d'água ou ao vertedouro do aproveitamento hidrelétrico, as águas represadas nesse braço fluvial, antes de serem lançadas para jusante do barramento, se misturam com as águas do compartimento principal do reservatório, diminuindo os eventuais efeitos negativos da alteração da qualidade de água no braço.



**d. Avaliar a situação das outorgas emitidas no rio Pirapetinga, especialmente o impacto na qualidade da água do reservatório pelos lançamentos no rio Pirapetinga outorgados pela Resolução ANA 564/2009 (lançamentos de efluentes da Prefeitura de Pirapetinga e INPA), e eventuais medidas;**

Entre as outorgas emitidas no rio Pirapetinga, duas se referem ao lançamento de efluentes. Uma outorga está relacionada com o esgotamento sanitário de área urbana e a outra com o lançamento de efluente industrial. O Quadro a seguir apresenta as informações principais sobre essas outorgas.

| Usuário                                     | Vazão máxima (m <sup>3</sup> /h) | Vazão média (m <sup>3</sup> /h) | Regime de operação |            | DBO máxima (mg/L) | Carga máxima de lançamento (Kg DBO <sub>5,20</sub> /dia) |
|---|----------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------|-------------------|--|
|   |                                  |                                 | (horas/dia)        | (dias/mês) |                   |  |
| INPA - Indústria de Embalagens Santana S.A. | 188                              | 162                             | 24                 | 30         | 99                | 385  |
| Prefeitura Municipal de Pirapetinga         | 66,9                             | 66,9                            | 24                 | 30         | 590               | 947  |
| <b>Total</b>                                |                                  |                                 |                    |            |                   | 1.332  |

Admitindo a situação hipotética mais desfavorável possível, em que os dois usuários estariam lançando ao mesmo tempo a carga máxima de DBO, isso resultaria em 1.332 Kg DBO<sub>5,20</sub>/dia.

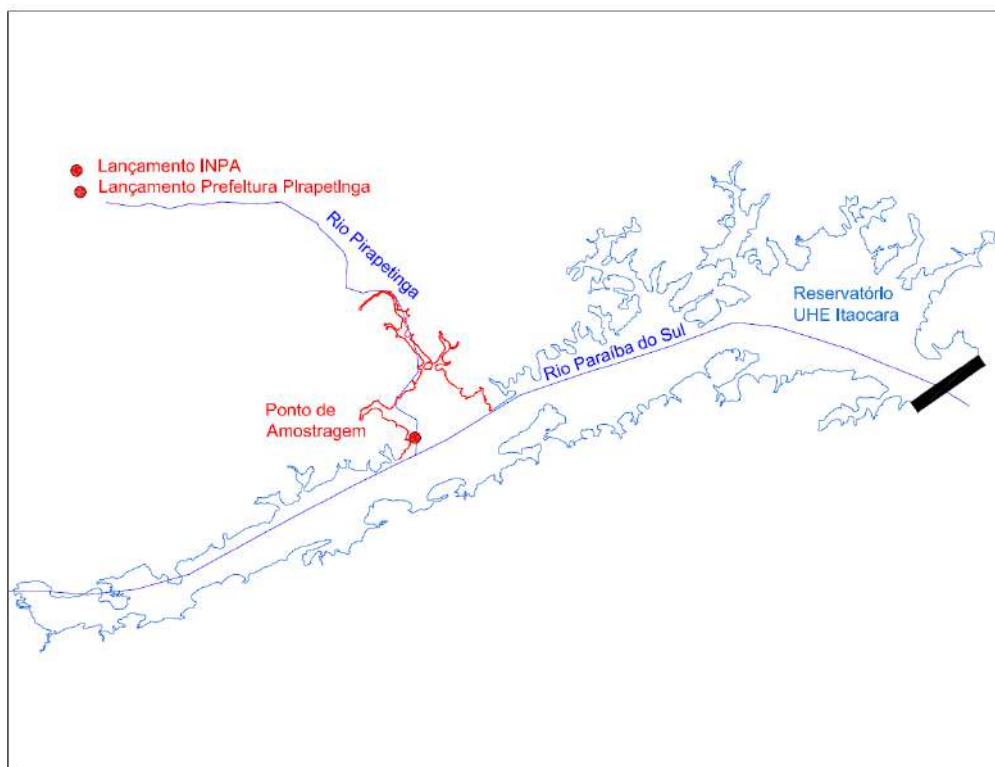
Considerando a vazão média de longo termo no rio Pirapetinga, estimada em 9,1 m<sup>3</sup>/s, essa carga hipotética seria diluída na vazão do curso d'água, resultando numa carga adicional de DBO<sub>5,20</sub> de 1,70 mg/L.

Uma atenuante dessa condição é o fato da distância percorrida entre os dois pontos de lançamento dos efluentes e a entrada no reservatório pelo braço do rio Pirapetinga ser aproximadamente 11,3 km, o que permitiria um processo de autodepuração da carga poluidora até esse local de chegada no futuro reservatório.

Durante as campanhas de campo realizadas no Estudo de Impacto Ambiental, os resultados no ponto de amostragem do rio Pirapetinga variaram entre 1,00 e 2,60 mg/L. Tendo em vista que as outorgas de lançamento são anteriores às campanhas de qualidade da água e o ponto de amostragem está a jusante dos lançamentos, esses resultados já incluem os efluentes outorgados.

Porém, numa análise ainda mais conservadora, se imaginarmos a carga hipotética estimada anteriormente como adicional, aportando em uma data com a mais alta taxa de DBO amostrada, a carga resultante seria 4,30 mg/L, valor ainda inferior ao limite da classe 2 estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005.

A Figura a seguir mostra o limite do reservatório da UHE Itacara e o compartimento do braço do rio Pirapetinga em destaque, assim como a localização do ponto de amostragem e dos lançamentos outorgados.



**Localização do ponto de amostragem e dos lançamentos outorgados no braço do rio Pirapetinga**



***e. Confirmar valores de área total do reservatório e tempo de residência médio.***

A área total do reservatório da UHE Itaipava, quando em seu N.A. máximo normal (El. 89,6m), é 41,4 km<sup>2</sup>.

Conforme a curva cota-volume definida no Projeto Básico, o volume total do reservatório correspondente ao N.A. máximo normal é 412,76 hm<sup>3</sup>.

E considerando a série de vazões afluentes (regularizadas) médias mensais à UHE Itaipava, no período 1931 a 2007, obtida no Projeto Básico e rerepresentada no item 3.2 do REDH, a vazão afluente média de longo termo é 448 m<sup>3</sup>/s.

Como o tempo de residência médio da água em um reservatório pode ser calculado pela razão entre o volume total do reservatório e a vazão afluente média, conforme apresentado anteriormente, pode-se afirmar que o tempo de residência médio da água no reservatório da UHE Itaipava será de 10,7 dias.