

Em 20 de novembro de 2013

Ao Senhor Superintendente de Regulação,

Assunto: **Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Gamela, no rio Paranaíba**

Ref.: Processo nº **02501.000476/2013-58**

INTRODUÇÃO

1. Esta Nota Técnica trata das análises para subsídio à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH relativa ao aproveitamento hidrelétrico Gamela, localizado no rio Paranaíba, no Estado de Minas Gerais, em favor da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

2. As principais características desse aproveitamento, conforme os Estudos de Disponibilidade Hídrica – EDH, elaborado pela Minas PCH e encaminhados pela ANEEL no Ofício nº 307/2013-SGH/ANEEL de 28/02/2013 (fl. 3 do p.p.), estão apresentadas na Tabela 1, segundo a ficha técnica do empreendimento.

Tabela 1 – Características do aproveitamento hidrelétrico Gamela (fonte: REDH)

Item	AHE Gamela
Área de drenagem do eixo de barramento (km ²)	8.307
Potência instalada (MW)	36
Energia firme local (MW _{med})	20,3
Nível d'água máximo normal a montante (m)	725,0
Nível d'água mínimo normal a montante (m)	725,0
Nível d'água máximo maxímorem a montante (m)	728,0
Cota da crista da barragem (m)	729,0
Deplecionamento previsto (m)	0
Área inundada do reservatório no NA máximo normal (km ²)	30,2
Potência instalada / área inundada (MW/km ²)	1,2
Área inundada / área da bacia a montante (%)	0,36
População atingida (número de famílias)	30
Volume do reservatório no NA máximo normal (hm ³)	187,8
Tempo de residência médio (dias)	15,4
Profundidade média do reservatório (m)	6,2
Altura máxima da barragem (m)	36,6
Vazão natural Q _{95%} (m ³ /s)	35,7
Vazão média natural Q _{MLT} (m ³ /s)	140,7
Vazão máxima Tr = 10.000 anos (m ³ /s)	2.626
Vazão máxima turbinada (m ³ /s)	189,2
Tempo total de construção (meses)	24

3. A UHE Gamela está localizada nas coordenadas geográficas de latitude 18°04'47" sul e longitude 47°16'31" oeste. Na Figura 1, em seguida, é mostrada a localização desse aproveitamento, como dos demais na cascata do rio Paranaíba.

4. Em relação à localização do AHE Gamela na cascata de hidrelétricas do rio Paranaíba, este se localizará a montante do reservatório do AHE Davinópolis, que está em fase de Estudos de Viabilidade e já conta com DRDH emitida pela ANA através da Resolução nº 576/2013, e a jusante do AHE Escada Grande, ainda em fase de inventário.

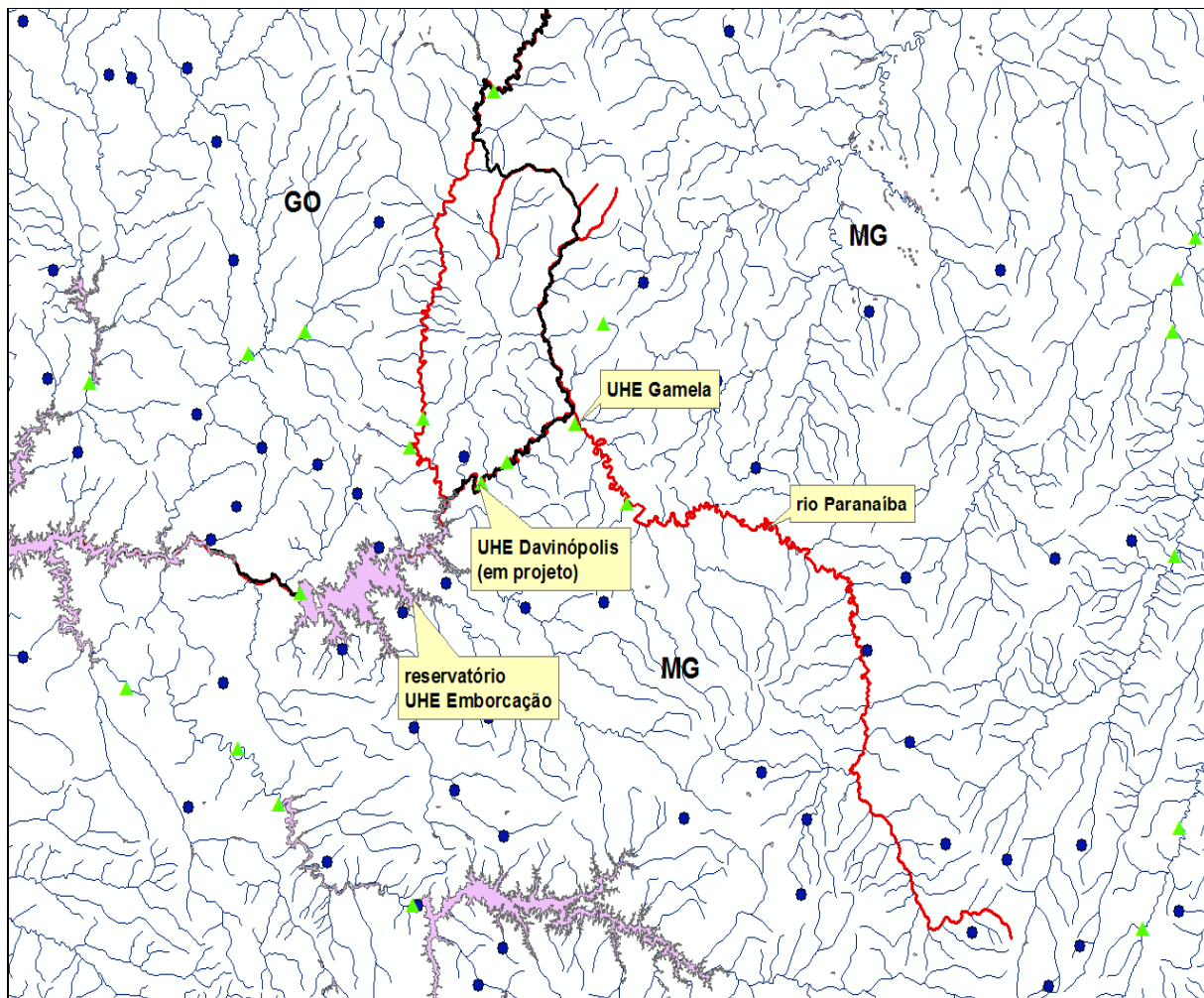


Figura 1 – Localização do AHE Gamela

5. O arranjo geral do AHE Gamela é apresentado na Figura 2, no qual se observa que a restituição da casa de força se dará junto à restituição do vertedouro, 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 725,0 m.

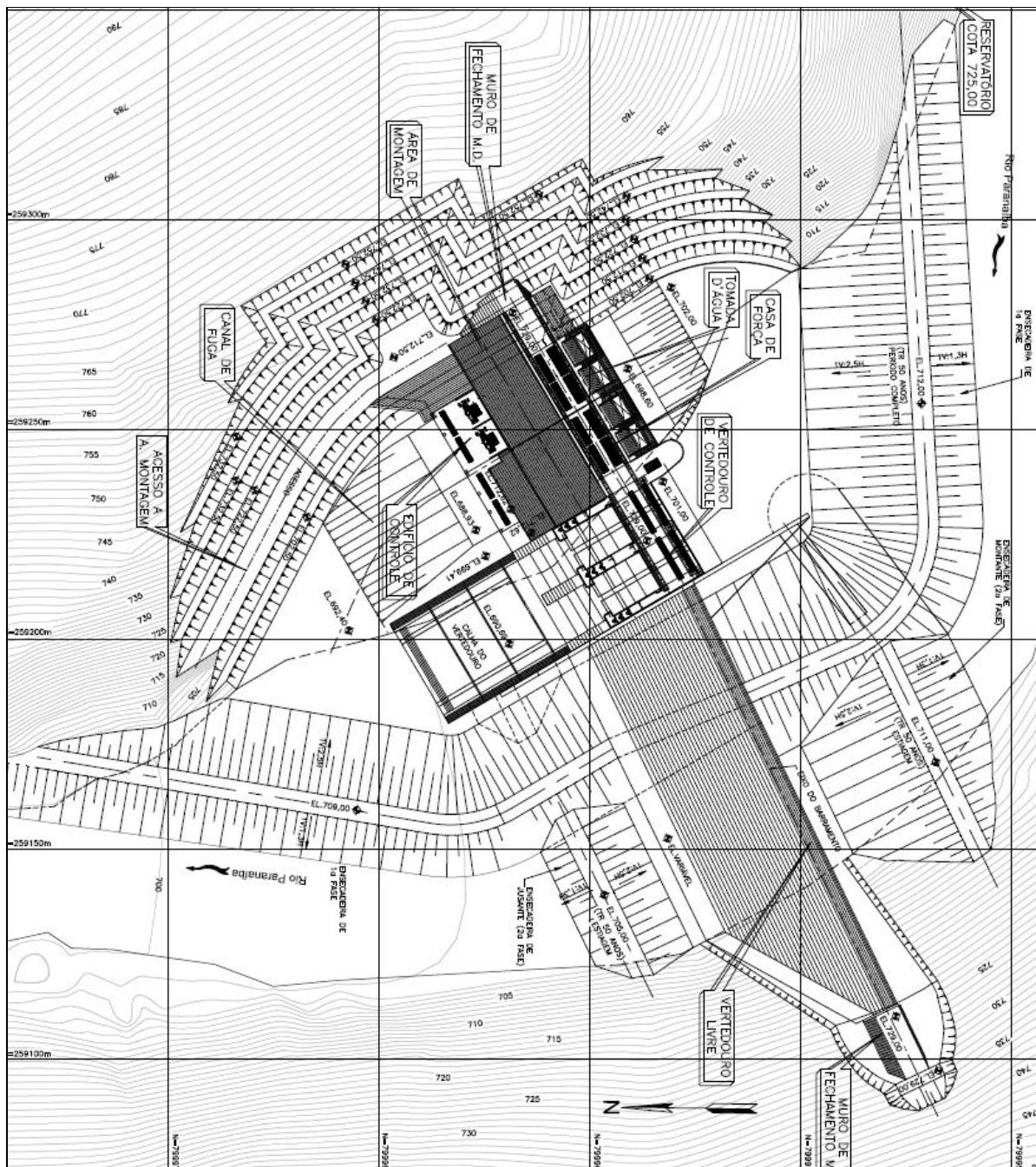


Figura 2 – Arranjo geral do AHE Gamela

HISTÓRICO

6. O processo foi autuado em 14 de março de 2013, com a anexação do pedido de DRDH feito pela ANEEL por meio do Ofício nº 307/2013/SGH/ANEEL de 28/02/2013 (fl. 3), acompanhado de uma via impressa e uma via em meio digital do Relatório dos Estudos de Disponibilidade Hídrica- REDH.

7. Em 11/03/2013, a ANA encaminhou à ANEEL o Ofício nº 208/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 4-5), solicitando complementações nos Estudos de Disponibilidade Hídrica, em atendimento ao Manual de DRDH da ANA.

8. Em 15/03/2013, a ANA encaminhou ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM o Ofício nº 220/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 6-7) com consulta àquele Instituto sobre usos consuntivos atuais nos rios de domínio estadual afluentes ao Paranaíba a montante do aproveitamento, em termos de vazão de consumo efetivo e, ainda, sobre projeções do incremento dos usos consuntivos para os próximos 35 anos.
9. Em 15/03/2013, a ANA encaminhou ao Ministério dos Transportes o Ofício nº 221/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 7-8), requerendo informações sobre o planejamento e a prioridade de implantação da hidrovia do rio Paranaíba, prevista no Plano Nacional de Viação - PNV, além de eventuais informações sobre tráfego esperado e embarcação-tipo, especificamente para o local previsto para a UHE Gamela. Em resposta, o Ministério dos Transportes encaminhou o Ofício nº 244/2013/SE/MT de 01/04/2013 (fls. 12-17) com a Nota Técnica nº 09/2013 de 22/03/2013 (fls. 15-17) sobre informações acerca da hidrovia do rio Paranaíba
10. Em 15/03/2013 foi encaminhada à Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR da ANA a Comunicação Interna nº 29/2013/SRE (fl. 19 do p.p.), a qual solicita informações sobre o planejamento de usos de recursos hídricos na bacia do rio Paranaíba a montante do AHE Gamela, com resposta indicada na Nota Técnica nº 009/2013/SPR-ANA de 16/04/2013 (fls. 20-22).
11. A Minas PCH encaminhou à ANA, em 03/05/2013, a Carta MPCH-GML-MAM-CTE-005-2013 (fls. 24-25) com resposta parcial ao Ofício nº 208/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 4-5) e envio de relatório complementar no Anexo 1 do p.p. Em adendo a essa documentação, a projetista enviou a Carta MPCH-GML-MAM-CTE-009-2013 de 17/05/2013 (fls. 27-29).
12. Em 11/06/2013 a ANA encaminhou à ANEEL o Ofício nº 984/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 30-31) solicitando agendamento da Reunião Técnica Inicial para apresentação do projeto, conforme previsto no Manual de DRDH, realizada em 09/07/2013, conforme lista de presença às fls. 32-33.
13. Como resultado dessa reunião, a ANA enviou à ANEEL em 10/07/2013 o Ofício nº 1093/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 35-37), com solicitação de complementações ao REDH. Em resposta, a Minas PCH enviou à Carta MPCH-GML-MAM-CTE-014-2013 de 17/09/2013 (fls. 39-40), com informações indicadas no Anexo 4 do p.p.
14. Em 18/10/2013 o Núcleo de Estudos Hidrológicos – NHI da SPR encaminhou à SRE a Nota Técnica nº 040/2013/SPR (fls. 44-58), com a análise dos estudos hidrológicos do AHE Gamela, em resposta à Comunicação Interna nº 30/2013/SRE de 15/03/2013 (fl. 43).
15. Em 10/10/2013 foi realizada reunião entre a SRE e a SPR acerca das recomendações estabelecidas no item 6.1 do Plano de Recursos Hídricos da bacia do Paranaíba – PRH Paranaíba, à outorga de direito de uso nessa bacia, conforme registrado na Ajuda-memória às fls. 59-63 do p.p.
16. A SPR encaminhou em 29/10/2013 a Nota Técnica nº 041/2013/SPR-ANA (fls. 65-67), em complemento à Nota Técnica nº 009/2013/SPR-ANA (fls. 20-22), com considerações sobre a qualidade da água da UHE Gamela em observação ao PRH Paranaíba.

ESTRUTURA DA NOTA TÉCNICA

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

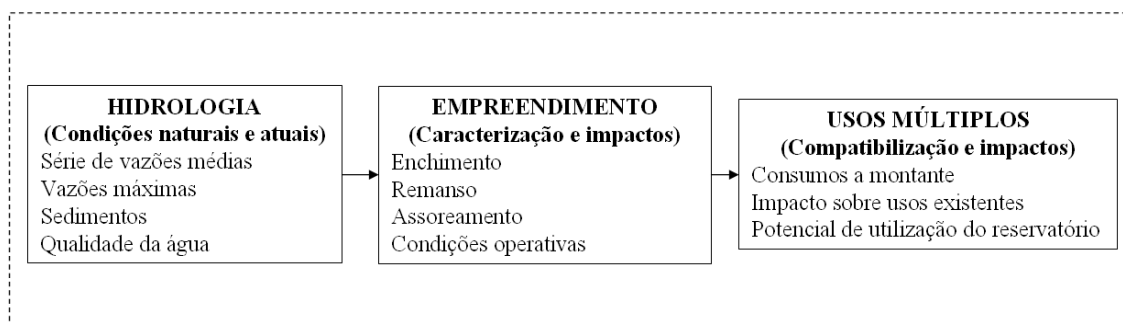


Figura 3 – Estrutura de análise dos aproveitamentos hidrelétricos no âmbito da ANA, visando à emissão da DRDH

18. 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

19. A série de vazões médias mensais afluentes à UHE Gamela foi determinada a partir de estudos desenvolvido pela SPEC Planejamento Engenharia Consultoria à Minas PCH com base nos dados fluviométricos observados nas estações fluviométricas: Santana de Patos (60010000), Patos de Minas (60011000), Ponte Vicente Goulart Jusante (60012000) e dados da UHE Emborcação.

20. A análise hidrológica desses estudos, subsidiada pela Nota Técnica nº 007/2013/SPR relativa à análise dos estudos hidrológicos do AHE Davinópolis, foi elaborada pelo NHI-SPR e está apresentada na Nota Técnica nº 040/2013/SPR de 18/10/2013 (fls. 44-58 do p.p.). Nessa Nota Técnica foram verificadas a metodologia de preenchimento de falhas, a curva-chave, a existência de incrementais negativas entre as duas usinas e as séries de vazões calculadas pela projetista.

21. Conforme a Nota Técnica nº 040/2013/SPR (fls. 44-58), a série final apresentada pela Minas PCH superou os problemas verificados na série inicial, não apresentando inconsistências relativas às estatísticas analisadas nem incrementais negativas.

22. De tal forma, conclui-se que a série apresentada na Tabela 13 da referida Nota Técnica do NHI (fl. 57) atende aos requisitos para ser aprovada como a série de vazões naturais para a UHE Gamela, devendo ser incorporada à resolução de DRDH desse empreendimento, conforme Anexo 1 dessa Nota Técnica.

Vazões máximas

23. De acordo com o EDH apresentado pela Minas PCH, 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.

24. Para tal, foram utilizadas as séries de vazões diárias da estação fluviométrica Patos de Minas (60011000) no período entre 1975 e 2005. As vazões máximas anuais da série histórica dessa estação são apresentadas na Tabela 2, a seguir.

Tabela 2 - Vazões máximas anuais (m³/s) para a estação Patos de Minas

Ano	Vazão (m ³ /s)	Ano	Vazão (m ³ /s)
1975	100	1991	584
1976	235	1992	175
1977	345	1993	297
1978	366	1994	237
1979	257	1995	194,7
1980	296	1996	457,3
1981	419	1997	260,4
1982	411	1998	214,5
1983	257	1999	360
1984	456	2000	213,5
1985	336	2001	281,59
1986	299	2002	212,6
1987	206	2003	340,42
1988	-	2004	260,03
1989	-	2005	266,29
1990	287	-	-

25. A série de vazões máximas anuais para a UHE foi ajustada à função de distribuição estatística Gumbel, tanto para a série completa quanto para a de vazões máximas no período de estiagem, segundo recomendação da ELETROBRÁS, visto que a assimetria da série é inferior a 1,5. A Tabela 3 apresenta as vazões máximas instantâneas para diversos tempos de recorrência na UHE Gamela.

Tabela 3 - Vazões máximas (m³/s) para a UHE Gamela

Período	Diária	Instantânea
TR	Q (m ³ /s)	
2	642,39	756,37
5	845,90	996,00
10	980,64	1154,65
25	1150,89	1355,10
50	1277,19	1503,81
100	1402,56	1651,43
500	1692,26	1992,54
1000	1816,81	2139,18
10000	2230,33	2626,08

26. A vazão de projeto do vertedor estimada pela projetista no EDH para a área do empreendimento é de 2.626 m³/s, em uma área de drenagem de 8.307 km², totalizando uma vazão máxima específica de 272 L/s.km².

27. Para a UHE Emborcação, localizada a jusante, o valor adotado para dimensionamento do vertedor foi de 7.600 m³/s, segundo o site da projetista responsável (LEME Engenharia Ltda). De acordo com o Sistema de Informações do Potencial Hidrelétrico Brasileiro – SIPOT, a área de drenagem a montante do empreendimento é de 29.000 km², o que gera uma vazão máxima específica de 262 L/s.km². Essa vazão específica, mesmo um pouco menor, é compatível também com aquela calculada para a UHE Davinópolis, através do método Index Flood, de 286 L/s.km².

28. Foi feita ainda, na GREG, o ajuste para a estação Santana de Patos (60010000), que, embora tenha uma área de drenagem inferior àquela da estação Patos de Minas (3.632 km² x 2.714 km²), possui uma série histórica maior, com dados entre 1949 e 2006.

29. Aplicando a mesma técnica utilizada pelo empreendedor, a vazão máxima decamilar instantânea para o empreendimento seria de 2.620 m³/s, praticamente o mesmo valor que o adotado no EDH.

30. Dessa forma, considerando o estudo do EDH consistente, segundo auditoria da GREG, recomenda-se que seja adotada na DRDH como vazão para dimensionamento do vertedouro a vazão máxima de 2.626 m³/s, referente à vazão decamilar, conforme proposta do próprio empreendedor.

Sedimentos

31. 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 Gamela, discutidos nos itens 117-122 dessa Nota Técnica, referentes à avaliação do empreendimento.

32. Para determinação da descarga sólida no rio Paranaíba no local do aproveitamento foram utilizados dados disponíveis na estação Pato de Minas (60011000), com 34 medições de descarga sólida disponíveis definindo-se a curva-chave de sedimentos para a estação conforme a Figura 4.

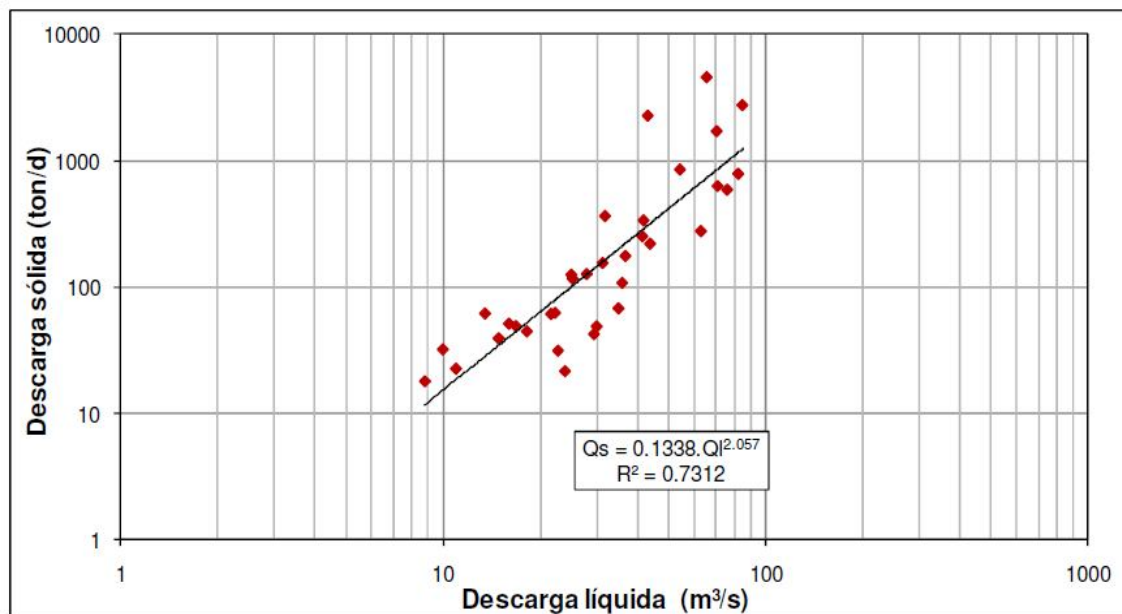


Figura 4 – Curva chave de sedimentos na estação Patos de Minas.

33. Considerando a validade da curva-chave ajustada aos dados da estação, foi gerada a série de descargas sólidas totais afluentes para o local do empreendimento. A descarga sólida anual média resultou em 2.652.281 t/ano, com uma produção específica de 319,28 t/ano/km².

34. 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 86,64% e a taxa de aumento de produção de sedimentos adotada foi de 1% ao ano.

Qualidade da água

35. Neste item, avalia-se a condição de qualidade da água do futuro reservatório da UHE Gamela. O objetivo da análise é o de identificar e qualificar possíveis alterações na qualidade da água devido à modificação do regime de escoamento e às 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.

36. Tais resultados devem contribuir com a identificação e implementação de ações para evitar, minimizar e controlar consequências indesejáveis sobre a qualidade da água, sobretudo o risco de eutrofização do reservatório, processo que pode prejudicar ou até inviabilizar outros usos da água.

Estudos apresentados

37. O documento encaminhado no pedido de DRDH da UHE Gamela não contemplou os itens de qualidade de água definidos no Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica da ANA, tendo sido enviado o Ofício nº 208/2013/GEREG/SRE-ANA (fls. 4-5) com solicitação de tais complementos para continuidade da análise.

38. Em atendimento à solicitação indicada, a Minas PCH encaminhou estudos de qualidade da água constantes nos estudos de impacto ambiental do empreendimento (EIA/RIMA), elaborados pela EcologyBrasil. Esses documentos apresentaram diagnóstico da situação atual de qualidade de água no local de formação do reservatório e prognósticos do potencial de deterioração da qualidade da água decorrente da implantação do reservatório e respectivo risco de eutrofização.

39. Em relação ao diagnóstico apresentado pela projetista, sua elaboração contou com ampla base de dados, sendo:

- i. campanhas realizadas em março e junho de 2011, em 4 estações, localizadas na área do futuro reservatório, contemplando vários parâmetros físicos, químicos, biológicos, íons, nutrientes, metais e biocidas;
- ii. campanhas de perfis verticais para os parâmetros pH, oxigênio dissolvido, turbidez, condutividade, sólidos totais dissolvidos e temperatura, em 10 estações no rio Paranaíba e 4 em tributários, na área do futuro reservatório, em setembro de 2012;
- iii. dados das estações Coromandel e Patos de Minas, monitorados pelo IGAM, no âmbito do Projeto Águas de Minas, entre o período de 2000 a 2012.

40. As séries de dados do IGAM, com histórico em torno de 12 anos, destacaram boas condições de oxigenação da água nas proximidades de Coromandel, em torno de 7,5 mg/L, e em Patos de Minas, em torno de 6,5 mg/L. A DBO média nesses pontos esteve próxima de 2 mg/L, com raros picos entre 3 e 4 mg/L, em Patos de Minas.

41. As concentrações de fósforo total excederam o limite da Resolução Conama nº 357/2005 de 0,1 mg/L, para ambiente lótico, especialmente nos meses chuvosos. As médias observadas foram de 0,172 e 0,123 mg/L, nas estações de Patos de Minas e Coromandel, respectivamente.

42. O Índice de Qualidade de Água – IQA, avaliado pelas séries do IGAM, apontou melhores condições nas proximidades de Coromandel, com IQA ruim somente em 8% do tempo, enquanto em Patos de Minas, os maiores valores de DBO, fósforo e coliformes, resultaram em índices ruins durante 52% do tempo, principalmente nos períodos de chuva, devido ao carreamento de poluentes da bacia de drenagem.
43. As campanhas de análise de perfis do rio Paranaíba e tributários na área de influência da UHE Gamela também mostraram ótimas condições de oxigênio na água, com concentrações superiores a 8 mg/L, e pequenas reduções em camadas mais profundas, com menores temperaturas e pH baixo. Os perfis de turbidez, condutividade e sólidos totais tiveram pouca variação na coluna d'água.
44. Quanto às campanhas de março e junho de 2011, os resultados indicaram um comportamento sazonal, com valores significativamente maiores no período de chuva para parâmetros que sofrem influência dos processos de carreamento do solo provocados pelas chuvas. Foram registradas concentrações superiores aos limites do Conama (Classe II) para fósforo, turbidez, sólidos, cor e condutividade.
45. Esses resultados reforçaram a boa oxigenação das águas do rio Paranaíba, com concentração média de oxigênio dissolvido de 7,9 mg/L, em março, e de 8,7 mg/L em junho. Esse mesmo padrão repetiu-se para DBO, com valores abaixo de 0,73 mg/L (maio) e de 0,5 mg/L (junho).
46. Já o fósforo total apresentou médias mais altas que as das estações do IGAM, sendo de 0,33 e 0,42 mg/L, respectivamente, para maio e junho, ambas acima do limite de 0,1 mg/L estabelecido pelo Conama. Para as diversas formas de nitrogênio avaliadas (nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato e nitrogênio inorgânico dissolvido) foram verificados valores bem abaixo dos limites do Conama, e por fim, o IQA, avaliado com base nos dados das duas campanhas realizadas, resultou em índices bons e médios respectivamente para os períodos seco e chuvoso.
47. A segunda parte dos estudos apresentou o 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, que se trata de um modelo bidimensional longitudinal, onde os gradientes da dimensão transversal do reservatório são aproximados por médias. A escolha desse modelo foi justificada devido ao formato do reservatório predominantemente longitudinal, com margens pouco recortadas em regiões dentríticas e sem compartimentos (braços) laterais importantes.
48. O estirão do reservatório, de 48 km, foi dividido em 21 segmentos, sendo 20 na calha do próprio rio Paranaíba e 1 representativo do braço do ribeirão Muquém. Na dimensão vertical, o reservatório foi compartimentado em camadas de 1 metro de espessura, interpoladas por curvas de nível espaçadas de 5 metros.
49. A simulação foi realizada para um período de 426 dias de operação do reservatório, já estabilizado, iniciando em 01/12/2017, com término em 31/01/2018. Os parâmetros avaliados foram: idade da água, temperatura, DBO, OD, nitrogênio amoniacal, nitrato, ortofosfato, sólidos suspensos totais e coliformes termotolerantes.
50. A análise da idade, realizada por comportamentos, mostrou que o tempo médio de residência do reservatório deverá ser de 16 dias, com variação de 8 a 48 dias, para períodos respectivos de cheia e de estiagem.
51. Os padrões resultantes para a temperatura indicaram que o reservatório alternará entre dois comportamentos altamente dependentes dos fatores climáticos. No inverno, a temperatura da água tenderá a ser menor e homogênea, sugerindo uma situação de mistura completa da massa d'água. Já nas demais épocas (primavera e verão), a temperatura alta da água gera um forte potencial de estratificação térmica, especialmente no eixo da barragem, onde os maiores tempo de retenção e de volumes acentuam o comportamento lacustre do reservatório.

52. As concentrações de DBO resultantes da simulação apresentada foram de 0,1 a 1 mg/L, sendo valores muito inferiores ao limite da Classe II da Resolução Conama nº 357/2005, de no máximo 5,0 mg/L.
53. Quanto ao oxigênio dissolvido, as maiores depleções, em torno de 6 mg/L, são esperadas para os meses mais quentes (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro), e, nos meses de maio e agosto, concentrações entre 7,5 e 8 mg/L. Observa-se novamente a manutenção do padrões do Conama, que estabelece o limite mínimo de 5 mg/L para o OD. Ressalva a essa condição é dada na análise da dinâmica unidimensional vertical, nos períodos quentes e em cotas inferiores a 719 m (regiões de pouco volume e mais profundas), quando, em menos de 10% do tempo, poderá ser observado valores de OD menores que 5 mg/L.
54. Em relação ao nitrogênio amoniacal, outro indicador de processos de desoxigenação, as maiores concentrações (em torno de 0,10 mg/L) devem ocorrer entre dezembro e março. Esses valores também são bem inferiores ao limite do Conama, de 3,7 mg/L, para Classe II. O Nitrato, que é um indicador de potencial de eutrofização e de desoxigenação da massa d'água, limitado pelo Conama em 10 mg/L (Classe II), apresentou as maiores concentrações entre 0,8 a 1,1 mg/L, nos meses de novembro a fevereiro.
55. A simulação do Ortofosfato, outro importante indicador do estágio de eutrofização, além de ser um nutriente fundamental para o crescimento de fitoplanctons, resultou em picos de 0,01 mg/L, nos meses chuvosos (novembro a abril). 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. A análise de frequência por segmento resultou em valores inferiores a 0,03 mg/L em 90% do período simulado.
56. Como as demais cargas de poluentes avaliadas, os sólidos em suspensão do rio Paranaíba também estão atrelados ao regime de vazões. Assim, a simulação indicou concentrações altas, entre 120 a 180 mg/L, nos meses chuvosos (dezembro a março) e, nos demais meses, a carga de sólidos ficará em torno de 40 mg/L.
57. Os coliformes termotolerantes são indicadores microbiológicos da contaminação do ambiente aquático por efluentes domésticos, representando riscos à saúde. A simulação desse parâmetro mostrou seu comportamento heterogêneo na dimensão longitudinal, com valores em torno de 400 NMP/100 mL, nos primeiros 5 segmentos do reservatório, enquanto nos demais, a concentração cai para a faixa de 60 NMP/100 mL, indicando uma alta capacidade de depuração do ambiente. No perfil vertical, o comportamento se mostrou homogêneo, com valores máximos da ordem de 100 NMP/100 mL.
58. O estudo destacou a improbabilidade de se atingir o limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros, valor estabelecido pelo Conama para a Classe II, e, portanto, não foram identificados riscos relacionados com recreação, balneabilidade e captação voltada para abastecimento causados por cargas elevadas de coliformes termotolerantes. Ressalta-se no estudo que o potencial de uso da água para captação, recreação e balneabilidade implicou na realização de uma análise mais conservadora desse parâmetro, o qual teve sua série elevada em 8%, segundo projeção do crescimento da população para 2020.
59. Em relação à questão da eutrofização, foi destacado o comportamento sazonalmente lacustre do futuro reservatório, notadamente a ordem de 48 dias do tempo de residência, o qual se configura como um importante forçante de processos eutróficos na massa d'água. A colonização do ambiente aquático de forma estável e persistente por comunidades planctônicas indesejáveis demanda um regime hidráulico lacustre e perene que é provável para o futuro reservatório da UHE Gamela nas épocas de baixa vazão, porém com potencial para ser desfeito nas épocas das vazões altas.

60. Nos períodos com maior tempo de retenção, o modelo indicou a possibilidade de mistura das massas d'água, com eventual disponibilização de nutrientes aprisionados no sedimento para as camadas superficiais, potencializando eventuais florações de algas.

61. Por fim, o estudo concluiu que para esses processos de eutrofização e/ou colonização por macrófitas aquáticas serem agressivos ao ponto de tornarem-se restritivos aos usos múltiplos das águas do reservatório, será necessário ainda um grande incremento no aporte das cargas de nitrogênio e fósforo para o futuro reservatório da UHE Gamela. Diante dessa possível problemática, o estudo indicou o desenvolvimento de Planos de Controle de Florações de Cianobactérias e Macrófitas Aquáticas.

Avaliação da GEREG

62. A análise da GEREG quanto às interferências sobre a qualidade da água devido à formação do reservatório da UHE Gamela fundamenta-se nas orientações constantes na Resolução ANA nº 25/2012, que estabelece diretrizes para análise dos aspectos de qualidade da água de reservatórios nos pedidos de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica.

63. Inicialmente, verificou-se que os tópicos de qualidade de água não foram contemplados no EDH apresentado, não atendendo, dessa forma, o Art. 3º dessa Resolução, que trata do conteúdo a ser apresentado no âmbito do processo de DRDH, conforme documento disponibilizado pela ANA: Manual de DRDH – Diretrizes para estudo Prognóstico de Qualidade da Água em Novos Reservatórios.

64. Após solicitado pela ANA, o empreendedor encaminhou os estudos de qualidade de água contidos no EIA/RIMA do empreendimento, contendo diagnóstico e prognóstico da qualidade de água.

65. Em relação ao diagnóstico da qualidade de água, a análise apresentada teve um bom embasamento de dados (primários e secundários), especialmente pelas longas séries das duas estações de monitoramento do IGAM, uma localizada praticamente no eixo do futuro barramento e a outra mais a montante, em Patos de Minas, principal fonte de poluição da bacia.

66. Em termos gerais, esses dados caracterizaram a região do futuro reservatório com índices elevados de oxigenação e baixas concentrações de DBO e coliformes, não havendo indícios de aporte significativo de matéria orgânica na área do empreendimento.

67. Embora nas proximidades de Patos de Minas, sede municipal com população em torno de 111.000 habitantes, sem sistemas de tratamento de esgoto, esses índices foram ligeiramente mais elevados, os efeitos dessa poluição praticamente desaparecem nos trechos do futuro reservatório, distante 220 km, ressaltando a boa capacidade de autodepuração do rio Paranaíba.

68. Por outro lado, os valores mais altos de fósforo, principalmente nas proximidades de Patos de Minas, mostram que essas cargas estão associadas à ocupação urbana e às atividades agrícolas desse município.

69. O histórico de dados também mostrou a ocorrência de picos na concentração das cargas orgânicas e de nutrientes no início do período das chuvas, notadamente na região de Patos de Minas, evidenciando a poluição difusa desse município, que acaba sendo carregada para o rio Paranaíba devido à lavagem do solo provocada pelas primeiras chuvas da região. Tais cargas, mesmo que em concentrações menores, são percebidas no local da UHE Gamela.

70. A questão das cargas de fósforo, especialmente nas proximidades de Patos de Minas, foi a única problemática de relevância destacada no diagnóstico apresentado, dada a importância desse nutriente na proliferação das algas e, por conseguinte, no desencadeamento do processo de eutrofização, fenômeno que deverá ser potencializado pelo alto tempo de residência do reservatório, que pode chegar a 48 dias. Sobre essa problemática, consta no estudo a recomendação de programa de monitoramento e controle de macrófitas aquáticas.

71. Apesar de entender que a medida proposta não é suficiente para reduzir tais cargas, que hoje já excedem os padrões do Conama, como o empreendedor não tem autoridade para impor restrições de uso do solo, atribuição das prefeituras locais, e considerando que não existem usos ou sedes urbanas na região do empreendimento, considera-se a proposta adequada.
72. Ressalta-se que essa atividade deverá ser desenvolvida no âmbito do Plano de Utilização do Reservatório – PUR, programa a ser exigido na fase de outorga do empreendimento, incluindo atividades de monitoramento dos padrões de qualidade de água, simulações matemáticas dos processos de deterioração da qualidade da água, proposição e execução de medidas de controle e gestão visando à compatibilização permanente dos usos de água com os padrões de qualidade de água do reservatório.
73. 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 21 segmentos longitudinalmente (com comprimentos médios na faixa de 500 a 2.000 metros), e na dimensão vertical, o reservatório foi segmentado em camadas de 1 metro de espessura, chegando a 25 seções junto ao barramento, camada mais profunda (25 m).
74. O período de simulação, de 426 dias, também foi avaliado como adequado, já que contempla mais de um ano hidrológico, permitindo, dessa forma, avaliar o comportamento nas diversas estações do ano.
75. A análise do potencial de estratificação mostrou essa tendência, durante a primavera e verão, nas regiões mais profundas do reservatório, que estão localizadas nas proximidades do eixo da barragem, local onde a própria operação do reservatório, por questões de segurança, impede a instalação de usos.
76. Os resultados para idade da água mostraram o alto tempo de residência esperado para o período de estiagem, 48 dias, com destaque para alguns compartimentos centrais do reservatório e o braço do ribeirão Muquém.
77. O elevado tempo de residência junto com as significativas cargas de fósforo observadas na bacia, além da condição de mistura das massas d'água, esperada para o período de estiagem, que disponibilizam para a coluna d'água nutrientes sedimentados, criam condições propícias à proliferação de algas, fenômeno que pode favorecer o processo de eutrofização do reservatório.
78. Sobre os demais resultados da simulação, apresentados em termos de DBO, OD, sólidos, coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal e nitrato, não houve nenhuma indicação de não atendimento aos padrões do Conama.
79. Quanto à problemática do fósforo apontada no diagnóstico, o prognóstico, embasado em simulação do ortofosfato, resultou em concentrações superiores a 0,03 mg/L em 10% do período simulado. Cumpre ressaltar que a concentração de 0,03 mg/L é o padrão Conama para o parâmetro fósforo em ambientes com tempo médio de residência acima de 40 dias.
80. Como o estudo foi pautado no ortofosfato, parâmetro sem indicação de padrão pelo Conama, e seu resultado foi comparado com o padrão estabelecido para o fósforo, questionou-se o empreendedor sobre o motivo de o ortofosfato ter sido o objeto da análise. Em resposta, o empreendedor esclareceu que tal escolha deve-se a abordagem ecológica dada na simulação, visto que a forma inorgânica dissolvida do fósforo (ortofosfato) é a principal forma de fósforo assimilada pelas bactérias e fitoplanctons. Em resumo, o prognóstico elaborado pela projetista, abordado pelo parâmetro ortofosfato, minimizou o risco de eutrofização do reservatório apontado pela própria no diagnóstico.

81. Dada essa inconsistência, a GEREG realizou verificação da capacidade de suporte do futuro reservatório com o uso do Modelo Vollenweider, método simplificado para realizar o balanço de massa do nutriente-limitante da eutrofização (fósforo total), que aborda a estimativa da capacidade de assimilação de cargas poluidoras e a tendência à eutrofização de reservatórios formados por barragens, em regiões tropicais.

82. Essa análise resultou numa capacidade máxima de assimilação de cargas de fósforo pelo reservatório da UHE Gamela de 188 tP/ano. Tal limite é a referência para assegurar os padrões de qualidade de água estabelecidos pelo Conama, na restrição estabelecida para ambiente intermediário (com tempo médio de detenção entre 2 a 40 dias), de 0,05 mgP/L, já que o tempo de residência médio do reservatório é de 16 dias.

83. Posteriormente, estimou-se a atual carga de fósforo da área de drenagem do futuro reservatório, por meio do produto da vazão média no local do barramento (140 m³/s) pela concentração média de fósforo (0,123 mg/L) da estação mais próxima ao eixo da barragem (PB005). O resultado obtido foi de 545 tP/ano, cerca de 3 vezes a capacidade de assimilação do reservatório, para o cenário atual de produção de cargas da bacia.

84. Avaliaram-se, também, as cargas de fósforo decorrentes de lançamentos domésticos da bacia de drenagem, resultando num potencial de cargas da ordem de 70 tP/ano, sendo a maior parte originária da sede urbana de Patos de Minas, localidade que concentra aproximadamente 60% da população inserida na bacia.

85. Esse percentual representa 37% da capacidade de carga de nutrientes do reservatório. Ressalta-se que, na prática, esse percentual é menor, uma vez que existe o decaimento dessas cargas até o local do barramento, fenômeno que deve ser significativo visto o alto potencial de depuração observado para o rio Paranaíba.

86. Verificou-se, ainda que nas proximidades do futuro reservatório não existem usos e nem localidades, assim, a preocupação que o aspecto da qualidade de água possa restringir atividades limita-se aos usos futuros, os quais deverão ser regularizados considerando a dinâmica e condições do futuro reservatório, bem como as proposições de compatibilização propostas pelo PUR.

87. Por fim, observa-se que a problemática do fósforo não deve ser minimizada, como quis mostrar o prognóstico apresentado, e que essa questão está mais associada à poluição difusa, condição mais difícil de controlar, especialmente por parte do empreendedor, que não tem governança sobre a dinâmica de uso e ocupação do solo, processo responsável por tal poluição.

88. Sendo assim, é imprescindível a realização de um programa consistente de monitoramento das cargas de nutrientes da bacia e sua interação na dinâmica do reservatório com respectiva execução de medidas continuadas de controle da proliferação de algas e de equacionamento de eventuais problemas de incompatibilidade da qualidade de água do reservatório com os padrões exigidos pelos usos de água do reservatório (existentes e planejados).

89. Com base nesses entendimentos, simulações da qualidade de água em termos de cargas orgânicas e de nutrientes (atuais e projetadas) deverão ser aprofundadas para os principais compartimentos do reservatório, na fase de conversão da outorga. Essa análise deverá ser pautada em dados primários e sistemáticos de monitoramento da qualidade de água e se constituirá em uma ação continuada durante a 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.

90. Dada a problemática de cargas afluentes ao reservatório, esses estudos deverão conter projeções consistentes de usos e seus efeitos na qualidade de água do reservatório, pois eventualmente existirão braços do reservatório que poderão ter restrições de usos, uma vez que nesses locais o tempo de residência tende a ser maior.

91. Como nenhuma análise de índices de desmatamento da área de inundação foi apresentada, esse aspecto também deverá ser objeto de estudo a ser contemplado na fase de outorga do empreendimento. Tais estudos deverão ser elaborados em um contexto maior, no âmbito do 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.

92. Assim, as verificações preliminares aqui apresentadas indicam que a formação do reservatório UHE Gamela, dado o seu tempo de residência e as significativas cargas de fósforo da bacia de drenagem do barramento, pode potencializar a deterioração da qualidade de água e criar condições favoráveis ao processo de eutrofização do futuro reservatório.

93. Como esse processo estaria mais associado à poluição difusa da bacia, notadamente durante as primeiras chuvas da região, não se identificou nenhuma medida pontual, a ser executada antes da formação do reservatório, que pudesse minimizar o aporte de cargas poluentes.

94. Por fim, recomenda-se o aprofundamento dos estudos e simulações da qualidade de água do reservatório, incluindo o fósforo como parâmetro de simulação e abordando cenários consistentes de evolução dos usos e de suas respectivas cargas poluentes, considerando atividades que normalmente são fomentadas após a formação de reservatórios (piscicultura, lazer, etc.), além de avaliar índices de desmatamento da área de inundação, conforme condicionantes listadas abaixo.

Condicionantes para Conversão da DRDH em Outorga

95. Nesse item são recomendados os seguintes 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, OD, DBO e temperatura, taxas de supressão de vegetação e cenários de projeção de usos;
- ii. Apresentar o 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. Detalhar e implementar os seguintes programas e medidas: Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Águas; Programa de Controle de Macrófitas Aquáticas; Programas de Desmatamento e Limpeza da Área do Reservatório;
- iv. Iniciar o monitoramento indicado abaixo, sem prejuízo ao disposto na Resolução Conjunta ANEEL/ANA Nº 03/2010, 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; e,
 - Medir ventos em, no mínimo, duas estações, incluindo intensidade e azimute (ou direção) para ventos médios horários.

Empreendimento

Enchimento

96. Para as simulações de enchimento do reservatório, a projetista Minas PCH utilizou a vazão remanescente a jusante da barragem com o valor de 70% da vazão com sete dias de duração e 10 anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$), equivalente a vazão de 11,68 m³/s. Este é o critério de vazão remanescente previsto na legislação estadual e adotado no estado de Minas Gerais.

97. Por se tratar de um rio de domínio da União, deve ser seguida a legislação nacional para a gestão das águas, não cabendo acatar o critério sugerido por ser parte de legislação estadual. O mesmo critério poderia ser aceito, desde que sugerido com base em estudos ambientais ou endossados pelo órgão ambiental regulador.

98. Caso o órgão ambiental não se manifeste a respeito da vazão remanescente para o período de enchimento do reservatório, antes da emissão da DRDH da UHE pela ANA, recomenda-se adotar a vazão remanescente relativa à vazão Q_{95} para o período de enchimento do reservatório, pois esta é a vazão de referência da ANA para outorgas, com respaldo no Manual de Outorga (Resolução ANA 1.041/2013); e conforme artigo 3º da Resolução CNRH nº 129 de 29 de junho de 2011.

99. O estudo apresentado possui prazo médio de enchimento de cerca de 30 dias, se o reservatório for fechado em novembro. O enchimento foi simulado novamente pela GREG, considerando a vazão remanescente igual a 35,7 m³/s (Q_{95}), resultando em prazo médio de enchimento de 35,9 dias, se o fechamento do reservatório ocorrer em novembro. A alteração não significativa reforça a recomendação de que seja adotada vazão remanescente igual à Q_{95} durante o período de enchimento. A Tabela 4 apresenta os resultados da simulação realizada nesta Nota Técnica.

Tabela 4 – Tempo de enchimento do Reservatório da UHE Gamela (em dias), simulação GREG/SRE/ANA

Garantia	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
5%	4,9	4,5	5,2	8,0	14,3	21,7	32,0	54,2	48,0	29,7	12,8	6,3
10%	5,3	5,7	6,3	8,6	16,8	24,8	37,7	61,6	62,8	37,2	19,6	7,0
20%	6,1	6,5	7,7	11,2	19,7	29,5	47,9	79,0	66,3	48,2	28,5	9,3
30%	7,2	7,2	8,6	12,9	22,7	32,8	55,1	86,9	73,5	53,5	31,0	12,1
40%	9,4	8,9	9,5	14,6	26,0	37,1	76,4	101,4	81,7	59,1	32,7	15,0
50%	11,0	10,0	10,7	17,8	29,1	52,8	109,4	109,7	90,3	62,5	35,9	17,4
60%	12,1	11,4	12,2	20,0	33,7	85,0	131,2	119,5	93,0	64,5	38,8	19,6
70%	13,6	14,1	15,1	22,7	45,4	138,3	135,9	123,2	95,0	67,8	42,1	23,6
80%	16,0	19,4	18,6	26,0	57,4	165,8	151,9	126,7	101,8	72,9	45,7	29,6
90%	22,5	26,4	26,4	39,0	172,1	183,1	159,0	133,1	110,2	85,6	57,9	35,6
95%	31,7	32,6	30,4	49,6	192,7	184,8	176,2	154,0	123,4	95,5	67,7	40,6

100. Caso seja aprovada vazão remanescente inferior à vazão Q_{95} para o período de enchimento do reservatório, por parte do órgão ambiental, recomenda-se constar condicionante na DRDH para que as captações de usuários localizados a jusante do local da barragem da UHE Gamela, caso necessário, tenham suas captações adaptadas para que continuem captando mesmo com vazões mais baixas que a vazão mínima do rio, e devem ser respeitados os quantitativos de água necessários ao atendimento das demandas existentes a jusante.

Remanso

101. O estudo de remanso da UHE Gamela teve como objetivo a avaliação da elevação da linha d'água a montante do barramento, após a formação do reservatório, a fim de avaliar as interferências do reservatório no trecho estudado. O estudo foi apresentado no relatório *Estudo de Disponibilidade Hídrica* (Anexo 1 do processo) e complementado, a pedido da ANA, nos relatórios *Adendo ao Estudo de Disponibilidade Hídrica – EDH/Atendimento aos Ofícios nº 208/2013/GEREG/SRE-ANA e 644/2013-SGH/ANEEL – UHE Gamela*, de maio de 2013 (Anexo 3 do processo) e *UHE Gamela – Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – Resposta ao Ofício nº 1093/2013/GEREG/SRE-ANA*, de setembro de 2013 (Anexo 4 do processo).

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

103. O reservatório da UHE Gamela foi modelado sobre o rio Paranaíba, numa extensão de aproximadamente 62,8 km, sem nenhum afluente significativo. No seu trecho modelado, o rio Paranaíba apresenta diversas curvas, algumas muito acentuadas, intermediadas por vários trechos retilíneos, e com algumas singularidades hidráulicas, como ilhas e corredeiras, que atuam como controles hidráulicos, mas que ficarão encobertas pelo reservatório.

104. O modelo foi montado com 29 seções transversais, todas obtidas de levantamentos topobatimétricos. Em algumas regiões, foram ajustadas seções artificiais, com a finalidade de auxiliar na calibração do modelo. A Figura 5 mostra a localização das seções transversais levantadas na topobatimetria. Apesar do número de seções ser considerado pequeno em relação à extensão do trecho, a sua distribuição pode ser considerada adequada. Nota-se que as seções foram distribuídas regularmente ao longo do trecho simulado, havendo uma maior concentração de seções na região de montante do reservatório, onde os efeitos do remanso são mais pronunciados.

105. Para a calibração do modelo, foi utilizado somente um perfil de linha d'água, obtido durante os levantamentos das seções topobatimétricas cobrindo toda a extensão do trecho estudado. Foi adotada a vazão de 160 m³/s para este perfil, considerada representativa da época do levantamento.

106. Os resultados do processo de calibração são apresentados na Figura 6. Os coeficientes de rugosidade de Manning foram ajustados com valores variando de 0,018 a 0,080 para a calha. Para as margens, não houve calibração e foi assumido o valor de 0,070. Não foram consideradas variações em função da profundidade do escoamento. 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.

107. Deve ser notado que essa calibração cobre somente uma vazão próxima à vazão média e as informações apresentadas não permitem avaliar se o ajuste do modelo consegue reproduzir as variações de níveis para outras situações, especialmente para vazões de cheias. Dessa forma, a calibração do modelo é considerada frágil.

108. Apesar disso, não se vê a necessidade de revisão dos estudos nesta fase da análise para a emissão da DRDH, devido principalmente à pequena interferência direta do reservatório na região. No entanto, recomenda-se que, para a outorga, seja feita a revisão dos estudos de remanso.

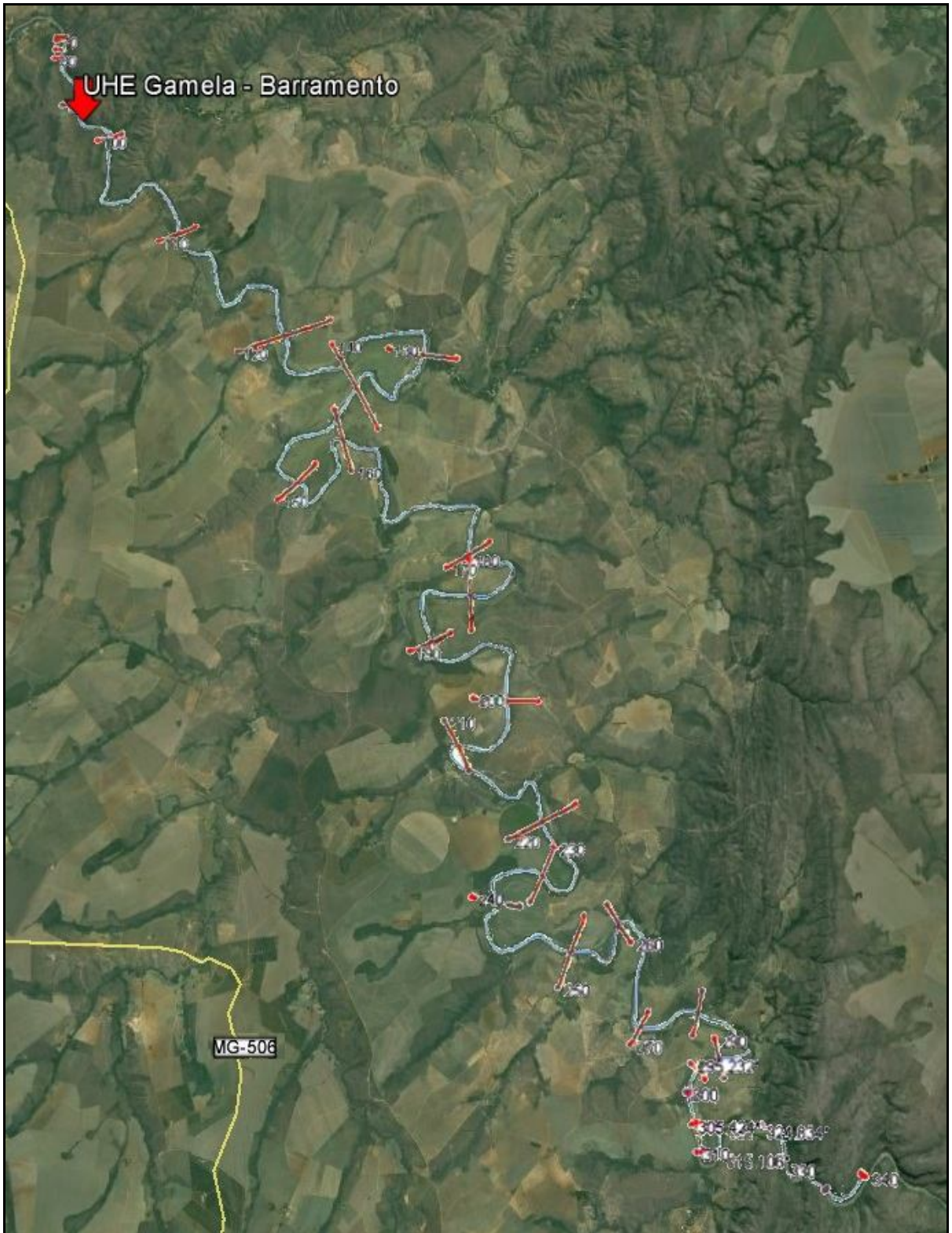


Figura 5 – Seções transversais utilizadas no estudo de remanso

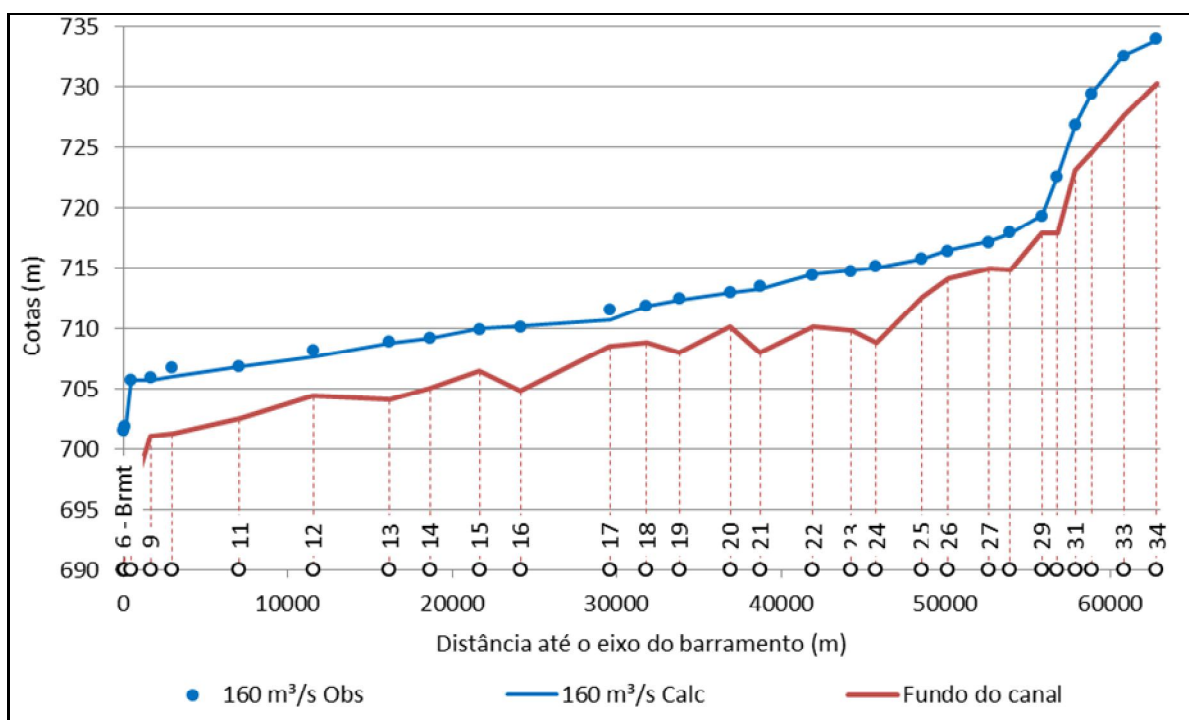


Figura 6 – Resultados do processo de calibração do modelo de remanso

109. Após essa calibração, foram determinadas as linhas d'água do rio Paranaíba para a afluição de algumas vazões de cheias. Neste ponto, deve ser notado que nos relatórios foram apresentados estudos com resultados diferentes e inconsistentes para as mesmas vazões, especificamente para as vazões com TR 100 e 1.000 anos, reforçando a necessidade de revisão dos estudos para a outorga. Para esta análise, serão considerados os resultados apresentados no relatório *UHE Gamela – Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – Resposta ao Ofício nº 1093/2013/GEREG/SRE-ANA*, de setembro de 2013 (Anexo 4 do processo) por serem mais recentes e por apresentarem resultados mais conservadores.

110. Assim, foram determinadas as linhas d'água para a vazão máxima turbinada (189,21 m³/s) e para as vazões com TR 100 anos (1.651 m³/s), TR 1.000 anos (2.139 m³/s) e TR 10.000 anos (2.626 m³/s), considerando as situações em condições naturais e após a implantação do reservatório.

111. Como condições de contorno, para a situação natural, sem a formação do reservatório, foram utilizados os níveis d'água naturais do rio Paranaíba, obtidos da curva-chave estabelecida para o eixo do barramento. Para a situação com o reservatório, foram utilizados os níveis d'água obtidos da curva de descarga do vertedouro.

112. Os principais resultados do estudo de remanso para as vazões simuladas são apresentados na Figura 7, onde estão apresentadas as linhas d'água para as condições natural e com o reservatório.

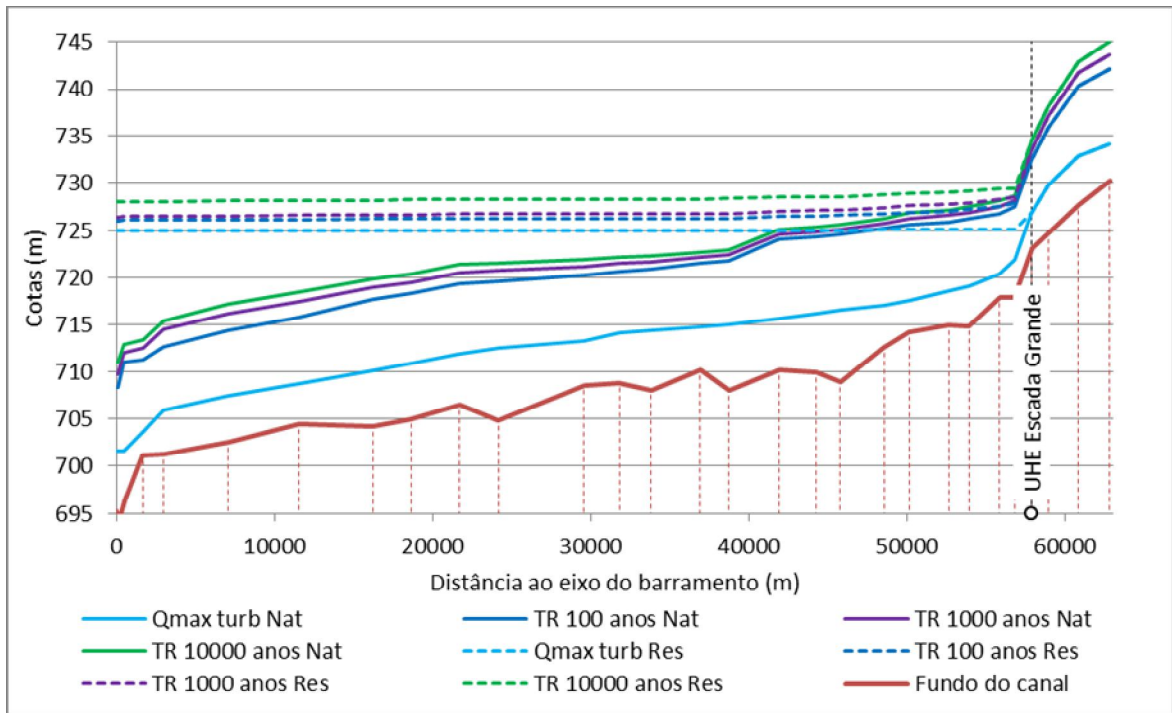


Figura 7 – Resultados dos estudos de remanso para o rio Maranhão

113. Pelos resultados apresentados na Figura 7, percebe-se que, além de ser pouco sensível ao remanso, o reservatório estará contido sobre o rio Paranaíba por uma corredeira localizada a cerca de 56 km a montante do eixo, não se estendendo para montante.

114. Como a região é de ocupação esparsa, não há infraestruturas diretamente afetadas pelo reservatório. Além disso, são esperadas poucas interferências diretas do reservatório sobre benfeitorias. No relatório *Adendo ao Estudo de Disponibilidade Hídrica – EDH/Atendimento aos Ofícios nº 208/2013/GEREG/SRE-ANA e 644/2013-SGH/ANEEL – UHE Gamela* (Anexo 3 do processo) é feita uma discussão sobre as interferências diretas do reservatório. Este documento descreve que foram identificados 5 usuários com outorgas que deverão ter os seus pontos de captação relocados durante a fase de implantação do empreendimento. Adicionalmente, é apresentado um extrato do Estudo de Impacto Ambiental – EIA que caracteriza quantitativamente as benfeitorias atingidas. Todas essas interferências são localizadas nos mapas com as manchas de inundação e serão contempladas por medidas apropriadas de mitigação e/ou compensação incluídas nos vários programas do EIA.

115. Na divisão de quedas do rio Paranaíba, imediatamente a montante do reservatório, está prevista a UHE Escada Grande. No EDH, o empreendedor informa sucintamente que essa usina não caracteriza nenhuma restrição para o empreendimento. De fato, a Figura 7 apresenta a localização aproximada do eixo dessa usina, num local que estará livre dos efeitos do remanso, de modo que não se esperam efeitos significativos do remanso sobre o seu canal de fuga.

116. Por fim, considera-se que o estudo de remanso necessita somente de uma revisão para eliminar as inconsistências observadas nos estudos apresentados. As poucas interferências do reservatório estão bem caracterizadas e não devem sofrer alterações com a revisão dos estudos. Assim, sugere-se que a DRDH apresente como condicionante para a outorga a revisão dos estudos de remanso.

Assoreamento e vida útil

117. Os estudos hidrossedimentológicos desenvolvidos pela Minas PCH, discutidos nos itens 31 a 34 dessa Nota Técnica, visam avaliar o assoreamento e estimar o tempo de vida útil do reservatório. Conforme apresentado, a descarga sólida anual média obtida para o local do empreendimento foi calculada em 2.652.281 t/ano, com uma produção específica de 319,28 t/ano/km².

118. Para calcular a quantidade de sedimentos retidos no reservatório a projetista determinou a eficiência de retenção de sedimentos a partir da curva de Churchill. O valor estimado para o primeiro ano foi de 86,64%. A taxa de aumento de produção de sedimentos adotada foi de 1% ao ano.

119. A avaliação do processo de assoreamento do reservatório da UHE Gamela foi realizada considerando-se a dinâmica de evolução do assoreamento, com redução progressiva do volume total disponível, mas, aparentemente, sem considerar a variação na eficiência de retenção com o tempo.

120. Para o completo assoreamento do reservatório do AHE Gamela, até a elevação 725,00m, são necessários, segundo o EDH, 114 anos de aporte de sedimentos. O empreendedor afirma, porém, que a soleira da tomada d'água está situada em uma cota relativamente baixa, sugerindo a adoção de medidas preventivas para evitar ou postergar a ocorrência de sedimento no circuito de adução da usina.

Avaliação da GREG

121. Para avaliar o assoreamento e a vida útil do reservatório, foram realizadas simulações na GREG utilizando os softwares SEDIMENT e DPOSIT. A aplicação do SEDIMENT mostrou que, com os mesmos dados apresentados pelo empreendedor, o tempo de assoreamento para que todo o reservatório seja coberto seria de mais de 120 anos. Para atingir a tomada d'água, porém, o tempo seria menor que aquele do horizonte de concessão.

122. O próprio empreendedor recomenda o acompanhamento da evolução do assoreamento do reservatório, principalmente nas proximidades da tomada d'água, para determinar a possível necessidade de outras medidas mitigadoras ou corretivas que venham a surgir no futuro. Assim, sugere-se que tal recomendação conste na DRDH.

Condições operativas

123. No estudo encaminhado, o interessado propôs a operação a fio d'água para a UHE Gamela, com os níveis d'água mínimo e máximo operacionais iguais, na elevação 725,0 m. Deve ser praticada a jusante, a mesma vazão afluente ao reservatório, inclusive existe esta possibilidade devido ao arranjo da usina possuir vertedor com uma parte em soleira livre e outra parte controlado por comportas.

124. Como não há trecho de vazão reduzida no arranjo previsto para a usina, não há regra operativa 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

125. O empreendedor apresentou um estudo de usos consuntivos na bacia a montante da UHE Gamela, indicado no Anexo 3 do p.p. A estimativa foi baseada na metodologia do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, baseada em dados censitários. Foram feitas

reconstituições do histórico de usos consuntivos por setor, conforme mostrado na Figura 8, a seguir.

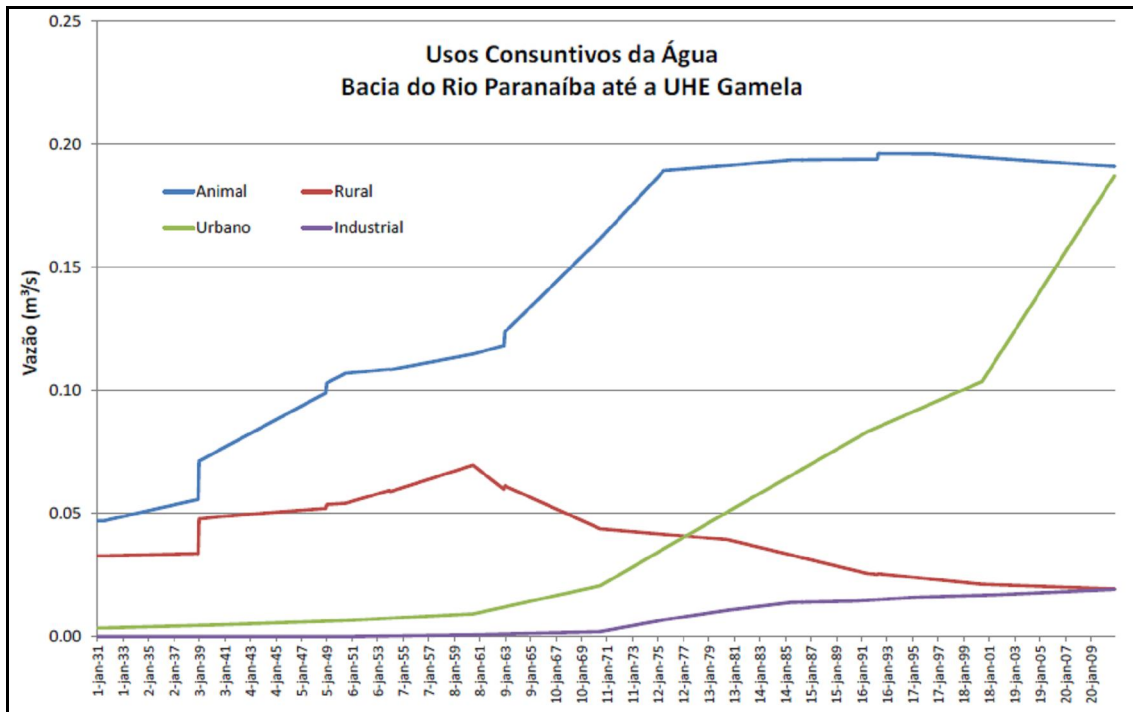


Figura 8: Histórico de usos consuntivos a montante da UHE Gamela (menos irrigação)

126. Para o caso da irrigação, os dados foram complementados com as estimativas de área irrigada do Plano de Recursos Hídricos do Paranaíba – PRH Paranaíba, que constatou áreas irrigadas bem acima dos dados censitários, por meio de imagens de satélite. Para cada município, foram adotados coeficientes de cultura diferenciados, com base nas principais culturas identificadas no censo agropecuário de 2006. A evolução histórica de usos consuntivos é mostrada na Figura 9, considerando ainda a sazonalidade na irrigação.

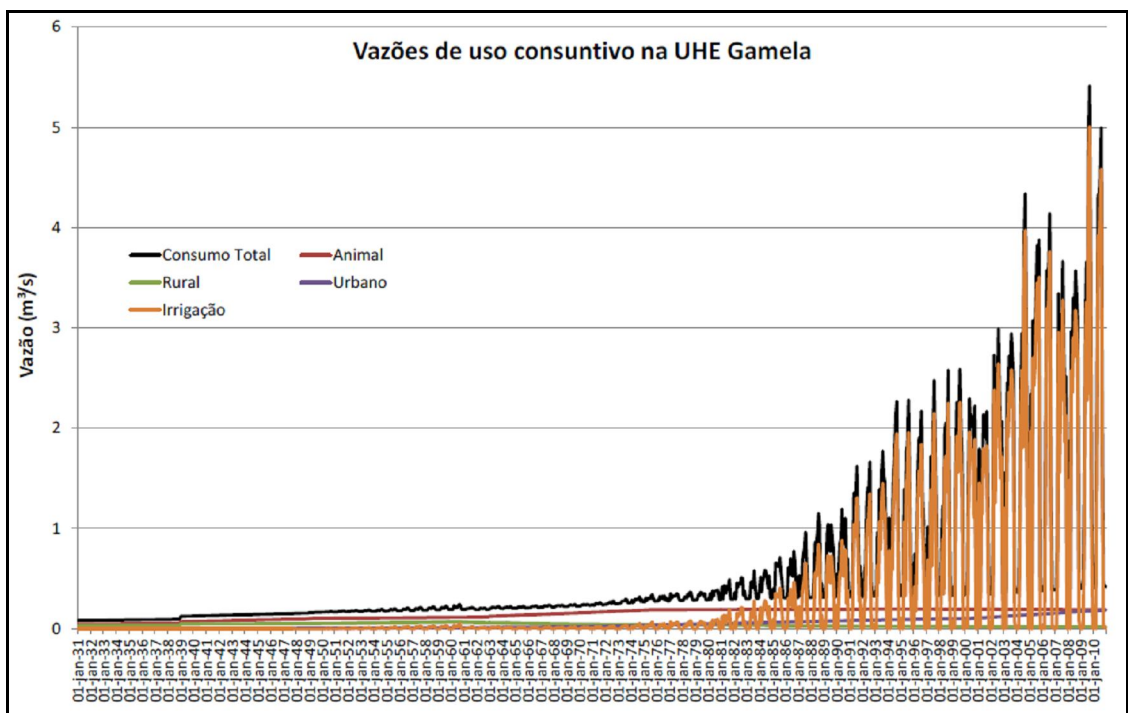


Figura 9: Histórico de usos consuntivos, inclusive irrigação

127. Para os consumos futuros, foram feitas projeções matemáticas por setor, mostradas na Figura 10, a seguir. Apenas os dados de censos mais recentes foram usados para o ajuste das curvas.

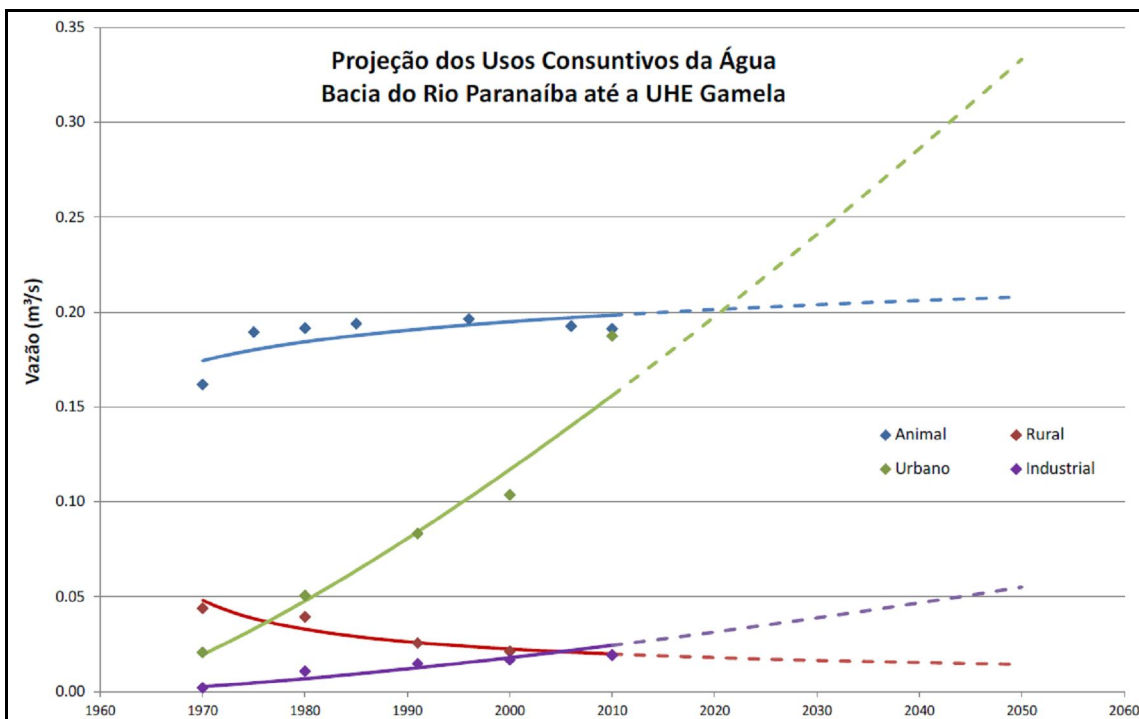


Figura 10: Projeções futuras de usos consuntivos por setor, menos irrigação

128. No caso da irrigação, foram feitos ajustes mês a mês, resultando nas projeções mostradas na Figura 11, a seguir.

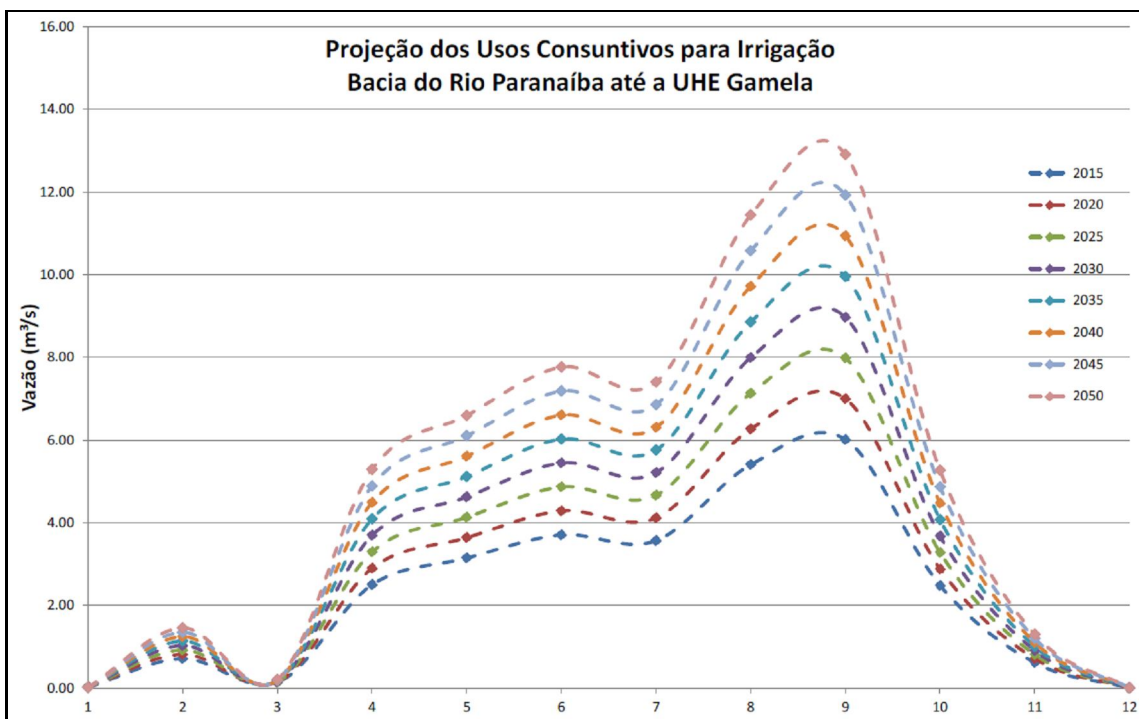


Figura 11: Projeções futuras do consumo para irrigação, mês a mês

129. Somando-se as projeções dos diferentes setores usuários, o estudo chega aos seguintes usos consuntivos totais, indicados na Tabela 5.

Tabela 5 – Usos consuntivos totais – estudo Minas PCH

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
2015	0,4	1,1	0,6	2,9	3,6	4,1	4,0	5,8	6,4	2,9	1,0	0,4
2020	0,5	1,3	0,6	3,3	4,1	4,7	4,6	6,7	7,4	3,3	1,2	0,5
2025	0,5	1,4	0,6	3,8	4,6	5,3	5,1	7,6	8,5	3,8	1,3	0,5
2030	0,5	1,5	0,7	4,2	5,1	5,9	5,7	8,5	9,5	4,2	1,4	0,5
2035	0,5	1,7	0,7	4,6	5,6	6,6	6,3	9,4	10,5	4,6	1,5	0,5
2040	0,6	1,8	0,7	5,0	6,2	7,2	6,9	10,5	11,5	5,0	1,7	0,6
2045	0,6	1,9	0,8	5,5	6,7	7,8	7,4	11,5	12,5	5,5	1,8	0,6
2050	0,6	2,1	0,8	5,9	7,2	8,4	8,0	12,1	13,5	5,9	1,9	0,6

130. Por meio da Comunicação Interna nº 29/2013/GEREG (fl. 19 do p.p.), a SRE consultou a SPR a respeito de planos e projeções de consumo na bacia, visto que se encontrava em execução o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Paranaíba. A resposta final para a consulta foi enviada por meio da Nota Técnica nº 009/2013 SPR/ANA (fls. 20-22), que apresenta estimativas de usos atuais e futuros na bacia obtidos do Plano de Recursos Hídricos. A Nota Técnica informa que as áreas irrigadas na bacia foram estimadas com base em imagens de satélite, resultando em áreas bastante superiores em relação às identificadas no censo agropecuário mais recente. Como o estudo do empreendedor foi baseado neste mesmo censo, entende-se que a área irrigada considerada é maior.

131. A Tabela 6 abaixo, extraída da Nota Técnica 09/2013/SPR-ANA, apresenta os resultados para o consumo atual (ano 2010) a montante da UHE.

Tabela 6 – Vazão de consumo a montante da UHE Gamela – Diagnóstico do PRH Paranaíba (ano 2010) (m³/s)

Abastecimento humano	Abastecimento rural	Indústria	Mineração	Dessedentação animal	Agricultura (irrigação)	TOTAL
0,141	0,022	0,032	0,028	0,378	2,671	3,272

132. As projeções feitas no PRH-Paranaíba levaram em conta três diferentes cenários: tendencial, normativo e crítico, sendo que o primeiro corresponde à continuação das taxas atuais de crescimento e o último, a um crescimento maior da demanda. Os resultados finais são apresentados na Tabela 7:

Tabela 7 – Vazão de consumo a montante da UHE Gamela – Prognóstico do PRH Paranaíba (ano 2030) (m³/s)

Cenário	Abastecimento humano	Abastecimento rural	Indústria	Mineração	Dessedentação animal	Agricultura (irrigação)	TOTAL
Tendencial	0,163	0,016	0,041	0,033	0,301	3,175	3,730
Normativo	0,147	0,016	0,032	0,028	0,281	5,119	5,623
Crítico	0,163	0,016	0,032	0,028	0,311	6,774	7,324

133. A Nota Técnica da SPR salienta que não existem planos setoriais para direcionar o crescimento das demandas, notadamente da irrigação. Recomenda cautela para minimizar o risco de conflitos. A este respeito, informa ainda a ocorrência de Declaração de Áreas de

Conflito (DAC) por parte do IGAM em algumas áreas na bacia e no seu entorno, sinalizando para a possibilidade de intensificação do uso da água na região. Entende-se que as preocupações sinalizadas pela SPR justificam a adoção do cenário mais crítico para estimativa de disponibilidade hídrica da UHE Gamela.

134. Uma comparação direta entre os resultados do estudo do empreendedor e os apresentados pela SPR não é possível, uma vez que o primeiro apresenta resultados sazonalizados, enquanto os resultados da SPR são médias anuais. Entretanto, calculando-se a média dos consumos para alguns anos representativos, é possível fazer esta comparação, mostrada na Tabela 8, a seguir

Tabela 8: Comparações de usos consuntivos a montante da UHE Gamela

Ano	Estudo empreendedor	PRH Paranaíba
2010	2,04 m ³ /s	3,27 m ³ /s
2030	3,98 m ³ /s	7,32 m ³ /s

135. Observa-se, portanto, que os resultados apresentados pelo PRH Paranaíba são mais conservadores do que os apresentados pelo estudo do empreendedor, razão pela qual se sugere sua adoção para caracterização da disponibilidade hídrica da UHE Gamela.

136. No entanto, o horizonte do PRH é o ano de 2030, enquanto a outorga do AHE Gamela terá prazo de 35 anos, se deferida. Sendo assim, é necessário estender as projeções. Interpolando-se e projetando linearmente os dados apresentados, tem-se a seguinte projeção de crescimento de usos consuntivos até o ano de 2048:

Tabela 9: Projeções de consumo a montante da UHE Gamela

Ano	Consumo (m ³ /s)
2013	3,88
2018	4,89
2023	5,91
2028	6,92
2033	7,93
2038	8,94
2043	9,96
2048	10,97

137. Por fim, informa-se que foram consultados os órgãos gestores de recursos hídricos de Goiás e de Minas Gerais, por meio do ofício 220/2013/SRE/ANA, de 15 de março 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.

138. Como não houve resposta até o presente, entende-se que não há, por parte dos estados afetados, informações relevantes do ponto de vista de demandas de uso consuntivo a serem acrescentadas às projeções realizadas. Sendo assim, sugere-se que os consumos mostrados na tabela acima sejam descontados da série de vazões afluentes à UHE Gamela, para fins de definição da disponibilidade hídrica daquele aproveitamento hidrelétrico.

Impacto sobre outros usos

139. Em consultas à base de outorgas da ANA, ao Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH, ao Atlas de Abastecimento Urbano e ao REDH encaminhado pela Minas PCH, não se identificaram captações de água para abastecimento público no rio Paranaíba, no trecho que será inundado pelo reservatório da UHE Gamela.

140. A Minas PCH indica no REDH, a partir do documento *Adendo ao Estudo de Disponibilidade Hídrica – EDH/Atendimento aos Ofícios nº 208/2013/GEREG/SRE-ANA e 644/2013-SGH/ANEEL – UHE Gamela* do Anexo 3 do p.p., que não deverá haver interferências diretas em infraestruturas de porte significativo na área de interferência do reservatório, restritas a benfeitorias rurais e acessos secundários em vias não pavimentadas, em um total de 75 propriedades. A projetista cita que as medidas de mitigação e/ou compensação a essas propriedades estão previstas no Estudo de Impacto Ambiental – EIA.

141. No REDH são identificados, ainda, cinco usuários com outorgas concedidas para usos de irrigação e mineração, as quais deverão ter os seus pontos de captação relocados durante a fase de implantação do empreendimento, conforme mencionado pela projetista no relatório do Anexo 3 do p.p.

142. De tal modo, sugere-se que conste na DRDH condicionante dispondo 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

143. O relatório do EDH encaminhado pela Minas PCH não faz menção à navegação no trecho da UHE Gamela. Entretanto, o Plano Nacional de Viação – PNV, aprovado pela Lei nº 5.917 de 10 de setembro de 1973, explicita como via navegável no rio Paranaíba o trecho entre a sua foz e o local Escada Grande, indicado também nos mapas dos principais rios navegáveis elaborado pelo Ministério dos Transportes - MT.

144. Sendo assim, a ANA encaminhou ao MT o Ofício nº 221/2011/SRE-ANA de 15/03/2013 (fl. 7 do p.p.) solicitando posicionamento desse Ministério no que diz respeito à viabilidade econômica e ao cronograma de implantação das eclusas e canais de navegação na hidrovia do Paranaíba, em termos de oportunidade do investimento e disponibilidade de recursos para sua implantação, especificamente no trecho de localização da UHE Gamela.

145. Nesse ofício, citou-se, ainda, a existência de usinas hidrelétricas em operação no rio Paranaíba entre sua foz e o local previsto para a UHE Gamela (UHEs Emborcação, Itumbiara, Cachoeira Dourada e São Simão), todas, atualmente, sem mecanismos de transposição de embarcações.

146. Em resposta, o MT enviou o Ofício nº 244/2013/SE/MT de 01/04/2013 (fls. 12-17) com a Nota Técnica nº 09/2013 de 22/03/2013 (fls. 15-17), com as análises sobre a hidrovia do Paranaíba, principalmente no trecho de interesse do aproveitamento hidrelétrico Gamela.

147. Na Nota Técnica nº 09/2013 de 22/03/2013 (fls. 15-17), o MT cita o Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica e Ambiental – EVTEA, em andamento, no qual se prevê melhoramentos na hidrovia do Paranaíba no trecho entre o reservatório da UHE Ilha Solteira até a Barragem de Emborcação, estando previsto no estudo a identificação de investimentos para eclusas de São Simão, Cachoeira Dourada, Itumbiara e Emborcação, as quais estão indicadas como prioridade 3 com planejamento para o período de 2019-2022.

148. Na análise do MT, cita-se, ainda, que a Lei 12.379/2011 – Sistema Nacional de Viação – SNV, apresenta na Relação Descritiva das Interligações Hidroviárias de Bacias ou de Regiões Hidrográficas existentes e planejadas a interligação Paraná-São Francisco (via rio Paracatu) que se localiza a montante da localização do AHE Davinópolis, no município de Lagamar (MG) e imediações.

149. O MT publicou em 2013 o Plano Hidroviário Estratégico – PHE que apresenta diagnóstico, avaliação e perspectivas para o desenvolvimento do transporte hidroviário interior no Brasil. Em relação ao sistema hidroviário Tietê-Paraná, o PHE cita que o rio Paranaíba é navegável em boas condições desde sua confluência com o rio Grande até a barragem de São Simão, a partir da qual a navegação fica impedida pela inexistência de sistemas de transposição de embarcações nas usinas hidrelétricas existentes, para as quais não estão indicadas considerações de investimentos no PHE.

150. De tal forma, considerando as informações prestadas pelo MT na Nota Técnica nº 09/2013 (fls. 15-17), sugere-se observar o disposto na Resolução ANA nº 463/2012 que trata das condicionantes relativas a sistemas de transposição de desnível para navegação em DRDHs. Essa resolução, em seu Art. 1º, incisos I e II e §1º define os documentos a serem apresentados, observadas a classificação e prioridades estabelecidas nos planos do setor de transportes.

151. 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), cujo Anexo II apresenta Tabela indicativa dos prazos a serem definidos 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.

152. Considerando que o MT classificou como prioridade 3 as eclusas previstas no Paranaíba a jusante da UHE Gamela, sugere-se 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. 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 estipulado.

153. Sugere-se, ainda, que conste na Resolução de DRDH o comboio-tipo informado pelo MT na Nota Técnica nº 09/2013 (fls. 15-17), cujas características são: comprimento de 200,50 m; largura de 16,00 m; calado de 3,50 m; e altura livre de 15,00 m.

CONCLUSÃO

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

I - coordenadas geográficas do eixo do barramento: 18º04'47" de latitude sul e 47º16'31" de longitude oeste;

II - nível d'água máximo normal a montante: 725,0;

III - nível d'água máximo maximorum a montante: 728,0 m;

IV - nível d'água mínimo normal a montante: 725,0;

V - área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 30,2 km²;

VI - volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 187,8 hm³;

VII - vazão máxima turbinada: 189,2 m³/s;

VIII - vazão decamilenar defluente: 2.626 m³/s.

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

§ 2º O abastecimento de água de sedes municipais e das localidades 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;

§ 6º 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;

§ 7º Deverão ser feitos o acompanhamento da evolução do assoreamento no reservatório e a adoção de medidas preventivas para garantir vida útil adequada para o empreendimento.

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: 35,7 m³/s;

§ 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; e
- Medir ventos em, no mínimo, duas estações, incluindo intensidade e azimute (ou direção) para ventos médios horários.

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;
- III - 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, OD, DBO e temperatura, incluindo simulações das taxas de supressão de vegetação e cenários de projeção de usos/aumento de cargas;

- IV - 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 especializada e compatível com os resultados da modelagem da qualidade de água do reservatório;
- V - Detalhamento dos seguintes programas e medidas: Programa de monitoramento limnológico e de qualidade de águas; Programa de controle de macrófitas aquáticas; Programas de desmatamento e limpeza da área do reservatório;
- VI - 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 um comboio-tipo com as seguintes características:
 - Comprimento: 200,50 m;
 - Largura: 16,0m;
 - Calado: 3,50 m;
 - Altura livre: 15,00 m.
- VII - 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.

À consideração superior

BRUNO COLLISCHONN
Especialista em Recursos Hídricos

FERNANDO CAVALCANTI . S.
ALBUQUERQUE
Especialista em Recursos Hídricos

PATRICIA REJANE GOMES PEREIRA
Especialista em Recursos Hídricos

RUBENS MACIEL WANDERLEY
Especialista em Recursos Hídricos

SÉRGIO RENATO ÁVILA
GLASHERSTER DA ROCHA
Especialista em Recursos Hídricos

VINICIUS ROMAN
Especialista em Recursos Hídricos

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

De acordo,

RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES
Superintendente de Regulação

Anexo I – Série de vazões naturais médias mensais afluentes à UHE Gamela (m³/s)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	264,4	415,0	467,9	351,9	191,5	121,5	110,7	95,3	91,8	94,7	100,5	132,3
1932	255,7	304,4	228,9	158,6	107,8	97,6	82,5	63,0	49,7	75,3	98,2	198,4
1933	392,6	320,5	228,0	208,2	132,3	100,8	89,8	68,2	62,2	74,2	87,2	175,8
1934	220,5	160,3	163,6	129,1	95,8	53,9	46,0	37,0	42,1	55,1	49,4	61,9
1935	283,8	326,0	291,3	312,0	185,6	110,7	80,5	69,9	39,0	57,3	70,7	122,4
1936	126,2	79,7	244,2	171,6	103,7	69,0	62,2	46,6	39,0	41,0	56,2	93,2
1937	170,7	56,5	102,5	127,9	84,3	74,8	54,8	41,8	37,3	53,4	108,3	190,0
1938	228,6	152,9	158,3	122,1	72,2	61,3	57,6	40,7	33,4	38,2	57,3	160,9
1939	243,9	255,4	108,6	91,2	78,5	65,9	48,3	42,6	33,7	37,9	73,6	90,6
1940	165,7	279,5	268,4	131,2	101,9	75,1	57,6	42,9	34,2	41,2	125,0	108,9
1941	227,4	142,6	118,6	144,7	71,9	57,6	48,6	35,9	35,6	45,4	68,5	133,2
1942	204,7	191,5	330,2	191,2	105,7	162,4	99,9	53,6	49,1	53,4	99,6	161,5
1943	436,5	400,2	353,1	188,8	113,0	102,8	82,0	57,6	52,2	82,0	145,9	152,4
1944	135,0	224,7	215,7	143,8	108,0	71,6	60,2	46,9	37,0	39,6	106,9	113,6
1945	177,2	364,1	335,7	378,2	200,5	127,0	102,5	75,9	58,8	76,5	137,3	333,3
1946	424,8	296,5	380,9	234,6	150,3	110,4	98,7	75,6	66,2	66,7	84,6	148,2
1947	206,4	259,9	459,6	320,8	154,4	106,0	84,8	70,5	57,9	58,5	55,1	169,2
1948	271,7	255,4	298,6	213,9	94,1	100,2	65,9	56,2	47,4	47,4	44,3	194,5
1949	220,2	357,1	303,5	175,2	121,8	102,3	79,0	61,2	48,2	71,5	62,4	137,0
1950	147,4	184,9	160,0	134,5	96,3	71,5	54,6	41,3	34,3	49,1	203,0	224,1
1951	341,0	330,1	278,6	207,7	135,3	107,1	84,1	65,8	51,4	45,9	67,5	94,4
1952	226,1	363,0	637,1	249,1	157,2	122,7	96,1	80,4	67,2	59,8	81,3	124,4
1953	82,1	85,5	177,7	140,7	85,5	64,7	49,4	39,8	40,7	57,5	58,9	141,2
1954	92,1	198,3	106,6	85,2	77,8	56,3	41,3	29,4	24,1	23,7	85,5	70,1
1955	209,4	109,4	91,5	124,9	84,1	59,8	43,6	32,2	26,9	43,0	72,7	203,3
1956	171,0	125,8	257,5	120,0	104,9	96,1	78,7	71,5	49,4	60,9	102,0	420,5
1957	450,0	358,1	421,5	433,6	212,3	138,7	104,6	85,0	67,5	60,0	88,8	234,3
1958	239,8	280,4	180,5	130,9	105,1	80,1	64,5	51,5	46,7	60,3	51,3	47,8
1959	184,9	128,7	191,5	95,4	62,8	48,6	39,0	32,3	27,4	43,8	90,0	109,7
1960	206,8	285,8	238,7	143,1	98,4	71,3	55,4	41,4	32,7	36,5	114,4	276,6
1961	586,4	531,8	353,7	183,8	159,6	105,3	81,7	69,0	55,7	38,5	55,4	90,9
1962	410,6	347,8	311,0	176,8	119,9	92,7	73,1	61,5	64,1	169,5	91,2	353,1
1963	380,0	273,8	162,9	113,3	87,4	72,9	56,6	48,7	38,5	32,1	50,6	45,8
1964	204,7	239,8	124,3	115,5	91,5	58,4	52,5	44,5	33,4	67,6	104,8	198,1
1965	343,9	478,4	524,2	238,7	147,5	110,4	90,1	74,8	57,6	82,2	157,4	313,2
1966	679,0	502,4	278,2	226,6	142,0	109,9	87,0	64,4	57,6	132,1	178,3	360,3
1967	444,5	396,4	292,4	183,8	126,5	99,2	78,3	60,3	49,8	46,7	114,4	317,6
1968	299,0	284,7	266,1	145,3	104,3	80,4	63,9	53,7	47,3	69,2	70,6	184,9
1969	143,1	140,9	123,2	92,7	64,8	48,3	39,0	32,6	29,4	52,4	236,5	274,9
1970	486,0	397,5	242,0	158,5	108,7	84,9	68,0	52,2	56,0	70,8	81,9	82,6
1971	54,9	56,2	88,6	55,6	35,5	33,5	27,5	23,8	26,6	49,6	89,7	332,9
1972	176,1	190,4	164,0	145,3	87,1	64,2	58,8	44,4	36,0	110,6	325,3	190,4
1973	251,9	222,2	226,6	265,0	132,1	99,0	77,3	58,5	47,6	86,4	135,4	144,2
1974	167,3	107,8	254,0	223,3	124,3	91,6	69,2	54,8	41,2	53,1	40,6	112,2
1975	228,8	192,6	101,8	113,3	71,7	52,1	50,3	36,7	29,9	49,8	96,1	101,1
1976	104,2	102,7	105,6	67,2	56,8	42,8	41,2	29,4	43,3	43,1	145,3	387,7
1977	326,4	224,4	114,4	112,2	77,9	63,7	49,4	40,8	40,8	60,6	99,7	208,8
1978	487,1	265,0	288,0	200,3	132,1	111,1	86,7	67,9	60,5	68,0	109,0	389,8
1979	388,7	582,0	324,2	199,2	135,4	111,1	85,8	71,1	71,8	61,1	117,7	130,9
1980	425,9	427,0	216,7	195,9	119,9	95,9	78,5	64,5	52,9	53,1	113,3	311,0
1981	437,9	220,0	218,9	202,5	118,8	100,6	74,8	61,7	47,8	72,3	274,9	364,7
1982	475,1	405,1	531,8	309,9	187,1	135,4	103,8	82,2	68,2	74,0	68,2	111,1

Anexo I - continuação

1983	522,7	813,5	394,4	299,1	187,7	138,5	109,7	85,4	78,5	142,7	229,0	373,1
1984	236,2	153,7	123,4	119,0	81,2	62,3	51,5	46,3	61,8	49,7	61,0	164,6
1985	386,3	364,0	298,6	186,1	120,9	89,9	73,6	61,2	55,8	54,7	77,4	178,2
1986	385,4	350,3	227,9	132,0	103,7	77,1	65,4	61,3	47,1	44,8	44,7	156,6
1987	200,8	144,9	140,6	176,1	98,9	74,0	58,0	46,1	46,0	57,6	75,4	235,2
1988	228,7	257,6	199,8	145,8	90,5	74,9	56,3	46,4	37,8	60,3	67,3	150,5
1989	154,0	190,1	159,1	96,5	71,7	59,5	47,9	43,3	35,1	35,5	89,3	377,7
1990	206,0	132,9	122,6	82,1	70,0	52,2	50,5	39,7	39,7	54,5	52,1	52,1
1991	192,9	288,2	306,5	274,6	133,4	94,4	73,9	59,0	52,1	64,9	69,0	132,0
1992	426,3	850,4	299,0	203,1	145,9	107,3	86,3	70,1	67,2	100,3	233,6	258,8
1993	195,2	239,6	184,5	155,5	99,2	84,0	65,1	54,6	44,7	50,3	51,1	138,6
1994	372,7	156,3	315,5	169,5	116,5	88,6	70,7	55,3	41,8	40,2	74,0	163,9
1995	131,8	344,7	189,2	143,2	116,3	81,3	64,3	48,9	41,4	45,4	70,9	139,6
1996	203,7	116,6	114,3	77,2	58,4	45,5	36,7	31,8	30,7	29,6	107,1	137,2
1997	378,4	197,6	207,7	193,5	111,3	95,4	69,4	52,5	41,4	43,7	52,6	236,0
1998	173,2	227,7	153,9	97,1	90,1	72,6	50,6	46,9	31,6	35,8	77,7	120,2
1999	122,7	85,4	262,2	107,9	73,3	56,1	44,8	34,1	30,8	30,4	77,1	102,4
2000	216,8	308,0	214,8	145,1	90,9	69,8	55,9	43,4	51,7	32,1	82,4	168,6
2001	122,7	74,6	102,0	82,6	50,3	39,5	30,4	24,4	27,7	44,8	68,2	115,0
2002	243,7	319,6	215,5	119,5	84,8	64,0	50,8	37,8	36,0	25,6	33,1	76,6
2003	323,4	197,5	195,9	148,3	88,8	65,8	51,7	41,1	36,8	36,4	45,4	69,7
2004	219,8	386,7	376,8	262,6	144,3	102,2	79,3	60,9	44,7	40,3	49,7	126,5
2005	294,5	223,5	265,2	133,0	97,1	74,6	57,4	45,8	40,5	30,5	94,7	410,8
2006	240,9	226,7	328,9	216,1	125,0	90,7	71,4	55,5	56,0	103,3	124,8	496,1
2007	844,8	672,9	273,4	179,8	130,6	99,0	78,5	63,0	46,8	41,6	49,3	75,7
2008	100,1	282,2	270,3	196,1	111,4	82,7	62,9	48,7	41,6	41,3	48,9	213,9
2009	315,9	300,6	220,4	245,0	135,1	99,9	77,9	60,1	59,6	69,5	114,0	226,4
2010	241,6	126,8	189,4	129,4	81,4	66,1	51,5	40,9	33,2	42,0	120,6	196,8