

Nota Técnica nº 86/2013/SRE/GEREG

Documento nº: 00000.012088/2013

Em 24 de abril de 2013

Ao Senhor Superintendente de Regulação,

Assunto: Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Ado Popinhaki, no rio Canoas

Ref.: Processo n.º 02501.001665/2012-67

INTRODUÇÃO

1. Esta Nota Técnica trata das análises para subsídio à Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH relativa ao aproveitamento hidrelétrico da Pequena Central Hidrelétrica – PCH Ado Popinhaki, localizado no rio Canoas, no Estado de Santa Catarina, em favor da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

2. O rio Canoas faz parte da bacia do rio Uruguai e nasce na serra geral catarinense, em altitudes de cerca de 1.700 m, sendo seus principais afluentes os rios Caveira, na margem esquerda, e o rio das Marombas, na margem direita. O rio Canoas escoia predominantemente na direção leste para oeste até sua foz no rio Pelotas, onde forma o rio Uruguai.

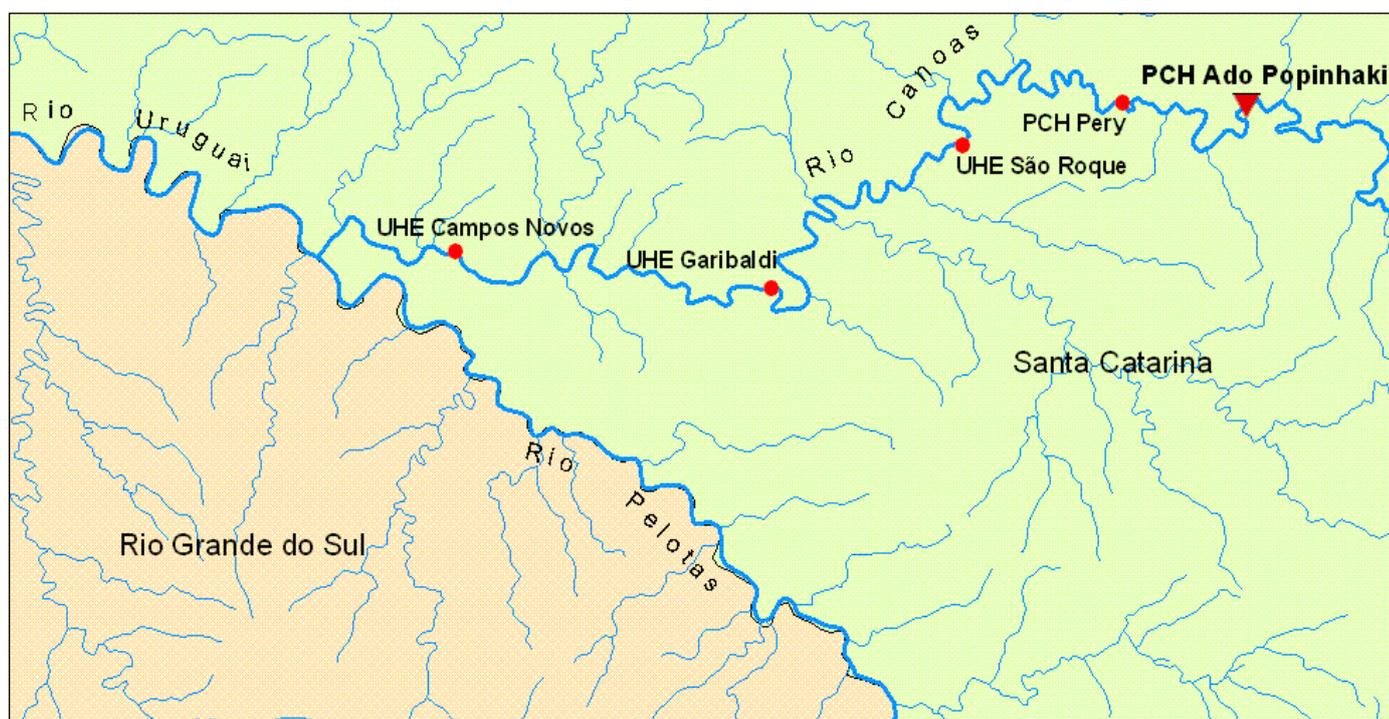
3. A bacia do rio Canoas apresenta área de drenagem total de 14.754 km², sendo que até o local da PCH Ado Popinhaki, essa área corresponde a 5.306 km². As principais características desse aproveitamento, conforme os Estudos de Disponibilidade Hídrica – EDH, elaborado pela Cia Energética Canoas e encaminhados na Carta 2200-CEC-2G-HIRI-003-12 de 01/10/2012 (fls. 3 do p.p.), estão apresentadas na Tabela 1, segundo a ficha técnica do empreendimento.

4. A última divisão de quedas inventariada no rio Canoas a montante da UHE Campos Novos, que se encontra em operação, foi aprovada pela ANEEL em 2002 por meio do Despacho 180/2002. Nesse inventário, foram identificados os aproveitamentos da PCH Pery (N.A. de montante de 823,0 m), UHE São Roque (N.A. de montante de 760,0 m) e UHE Garibaldi (N.A. de montante de 705,0 m). A PCH Ado Popinhaki é o primeiro aproveitamento do rio Canoas, de montante para jusante, previsto nesses estudos.

5. Essa PCH está localizada nas coordenadas geográficas de latitude 27°27'36'' sul e longitude 50°31'11'' oeste. Na Figura 1, em seguida, é mostrada a localização da PCH Ado Popinhaki, como dos demais aproveitamentos na cascata do rio Canoas.

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

Item	DRDH
Área de drenagem do eixo do barramento (km ²)	5.306
Potência instalada (MW)	19,3
Energia garantia física (MWmed)	11,02
Nível d'água máximo normal a montante (m)	816,70
Nível d'água mínimo normal a montante (m)	816,70
Nível d'água máximo maximorum a montante (m)	818,65
Cota da crista da barragem (m)	820,00
Deplecionamento previsto (m)	0
Área inundada do reservatório no NA máximo normal (km ²)	0,30
Potência instalada/área inundada (MW/km ²)	64,33
Área inundada/área da bacia a montante (%)	0,006
População atingida (hab)	0
Volume do reservatório no NA máximo normal (hm ³)	0,919
Volume do reservatório no NA mínimo normal (hm ³)	0,919
Tempo de residência médio (dias)	0,07
Profundidade média do reservatório (m)	4,0
Profundidade máxima do reservatório (m)	9,0
Vida útil do reservatório (anos)	173
Altura máxima da barragem (m)	9,70
Vazão natural Q _{95%} (m ³ /s)	24,0
Vazão mínima de 7 dias com Tr = 10 anos Q _{7,10} (m ³ /s)	16,65
Vazão média natural Q _{MLT} (m ³ /s)	128,0
Vazão máxima Tr=10.000 anos (m ³ /s)	2.526
Vazão máxima turbinada (m ³ /s)	192,91
Tempo de construção (meses)	24

**Figura 1 - Localização da PCH Ado Popinhaki**

6. O arranjo geral da PCH Adu Popinhaki consiste em uma barragem/vertedouro de soleira livre em concreto ciclópico, ocupando quase a totalidade do leito do rio Canoas, com 127,00 m de extensão e 9,70 m de altura, e um vertedouro com duas comportas segmento com 9,00 m de largura por 9,00 m de altura, localizado no lado direito do rio.

7. A adução será realizada através de um canal na margem direita e a tomada d'água localizada junto à casa de força. Essas duas estruturas, a tomada de água e a casa de força, do tipo abrigada, compõem um único conjunto, prevendo-se na casa de força a instalação de 4 unidades de turbinas Kaplan tubular S jusante, com potência unitária de 4.825 kW. A Figura 2 apresenta um esquema geral do arranjo desse aproveitamento.

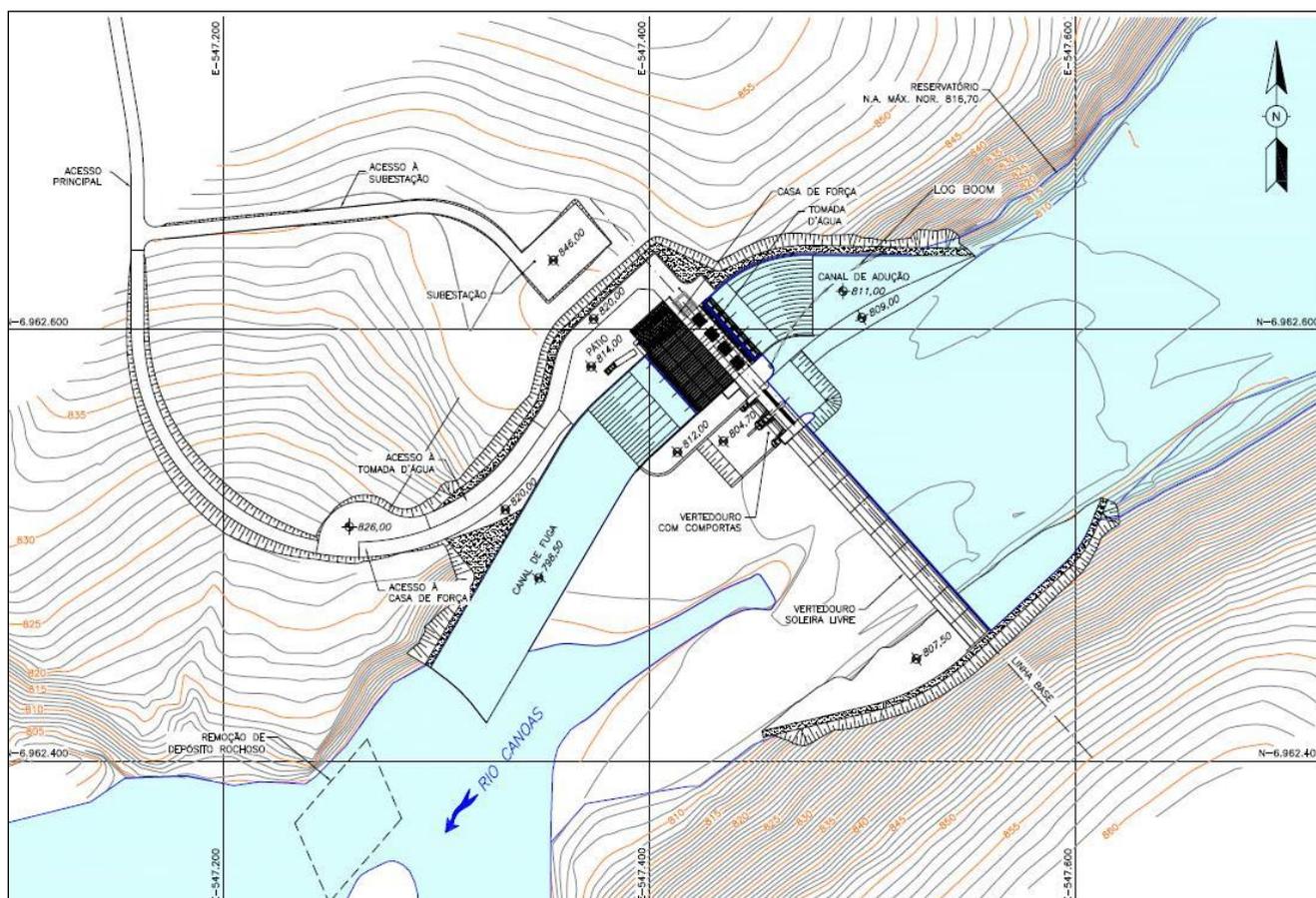


Figura 2 – Arranjo geral da PCH Adu Popinhaki

HISTÓRICO

8. O processo foi autuado em 11 de outubro de 2012, com o encaminhamento pela Cia Energética Canoas da Carta 2200-CEC-2G-HIRI-003-12 de 01/10/2012 (fls. 3), de uma via impressa e uma via em meio digital do Relatório dos Estudos de Disponibilidade Hídrica – REDH e uma via em meio digital do projeto básico da usina, para fins de obtenção da DRDH.

9. Em 10 de maio de 2012, a Cia Energética Canoas enviou à ANA a Carta nº 2200-CEC-2G-HIRI-001-12 (documento: 00000.012622/2012-22) com solicitação de esclarecimentos quanto aos dados de usos múltiplos previstos e outorgados para o trecho do rio em estudo. Em resposta à projetista, a ANA encaminhou o Ofício nº 434/2012/GEREG/SRE-ANA de 28/05/2012 (documento: 00000.014037/2012), com os esclarecimentos solicitados e informando da necessidade de solicitação de DRDH pela ANEEL.

10. A ANEEL informou à Cia Energética Canoas no Ofício nº 1.419/2012-SGH/ANEEL de 02/07/2012, o aceite aos estudos do Projeto Básico da PCH Ado Popinhaki propostos. Nesse ofício, foi requisitado de forma equivocada que a projetista encaminhasse cópia do projeto básico desse aproveitamento à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS de Santa Catarina para obtenção da DRDH.

11. Em correção, por meio do Ofício nº 1.601/2012-SGH/ANEEL de 27/07/2012, a ANEEL apresentou informações à Cia Energética Canoas quanto à obrigação daquela agência de obter previamente a DRDH junto à ANA, solicitando, ainda, à projetista, que apresentasse à ANA o REDH, conforme a Resolução ANA nº 131 de 11 de março de 2003 e o Manual de DRDH, disponível no sítio da agência.

12. A Cia Energética Canoas, em atendimento aos ofícios anteriores, enviou à ANA na Carta 2200-CEC-2G-HIRI-003-12 de 01/10/2012 (fls. 3), uma via impressa e uma via em meio digital do REDH e uma via em meio digital do projeto básico da usina. Após análise da documentação, relatada na Nota Informativa nº 001/2013/SRE/GEREG de 15/01/2013 (fl. 8), a ANA encaminhou solicitação de esclarecimentos e apresentação de complementações pela projetista através do Ofício nº 10/2013/SRE-ANA de 15/01/2013 (fl. 9 do p.p.).

13. Em resposta a esse ofício, a Cia Energética Canoas enviou a Carta 2200-CEC-2H-HIPB-001-13 de 31/01/2013 (fls. 12-13) contendo os esclarecimentos solicitados, cuja análise é apresentada nessa Nota Técnica como subsídio à DRDH da PCH Ado Popinhaki.

14. O pedido formal de DRDH foi feito pela ANEEL à ANA em 01 de abril de 2013 por meio do Ofício nº 787/2013-SGH/ANEEL, em observação aos termos do Art. 7º da Lei nº 9.984 de 17/07/2000.

ESTRUTURA DA NOTA TÉCNICA

15. 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 DRDH 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 três blocos: hidrologia, usos múltiplos e análise do empreendimento, conforme mostrado na Figura 3.

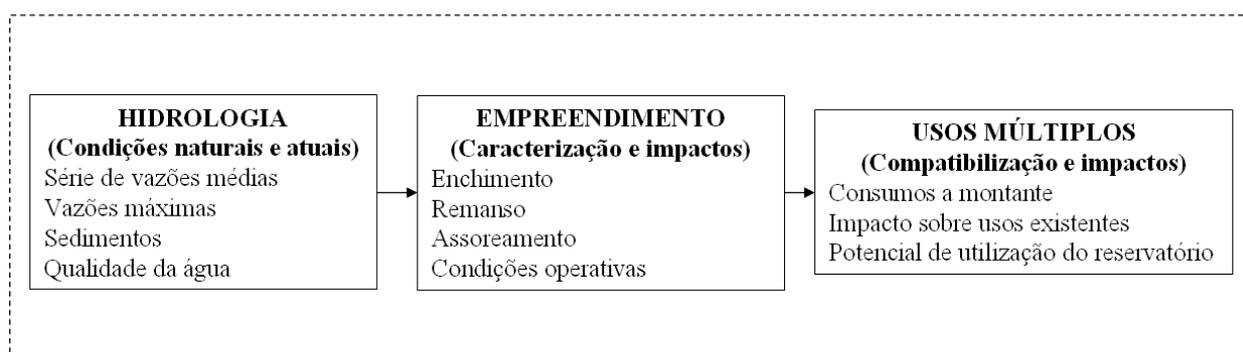


Figura 3 – Estrutura de análise dos aproveitamentos hidrelétricos no âmbito da ANA para emissão da DRDH

16. 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

17. A análise da série de vazões médias mensais afluentes à PCH Ado Popinhaki foi realizada pela Cia Energética Canoas com base nos dados fluviométricos observados na Estação Ponte Alta do Sul, em razão da proximidade com o local da PCH e a abrangência de leituras de vazão superiores a 50 anos nessa estação.

18. O preenchimento de falhas na Estação Ponte Alta do Sul foi realizado com os dados das estações Rio Bonito nos meses de março/42 a dezembro/50, julho/83, agosto/83, outubro/83 e novembro/83; Encruzilhada II nos meses de agosto/84, dezembro/84, janeiro/85, abril/85, abril/00 a junho/00, outubro/03 a dezembro/03, julho/06 e agosto/06, agosto/07 a novembro/07 e outubro/09; e, Passo Caru nos meses de janeiro/51 a outubro/56 e março/11.

19. Essas estações, com características indicadas na Tabela 2, a seguir, foram escolhidas pela projetista por apresentarem áreas de drenagem compatíveis com o porte do empreendimento proposto, se situarem no mesmo rio e possuírem alta correlação com a Estação Ponte Alta do Sul. Os estudos e a série de descargas mensais na Estação Ponte Alta do Sul estão apresentados no item 3.3.2 e no Quadro 6 do REDH.

Tabela 2: Estações fluviométricas utilizadas (fonte: REDH)

Código Hidroweb ANA	Estação	Área de drenagem (km²)	Correlação com Estação Ponte Alta do Sul
71383000	Ponte Alta do Sul	4.631	-
71300000	Rio Bonito	1.984	0,86
71350001	Encruzilhada II	3.230	0,93
71550000	Passo Caru	9.868	0,91

20. A série fluviométrica mensal no local do aproveitamento da PCH Ado Popinhaki, no período entre 1942 e 2011, foi determinada pela Cia Energética Canoas através de relação por área de drenagem com a série de descargas preenchida da Estação Ponte Alta do Sul, conforme a equação seguinte:

$$Q_{ADO\ POPINHAKI} = \frac{5.306}{4.631} \times Q_{PAS} = 1,146 \times Q_{PAS},$$

onde:

$Q_{ADO\ POPINHAKI}$ é a descarga média no local da PCH Ado Popinhaki;

Q_{PAS} é a descarga média na Estação Ponte Alta do Sul.

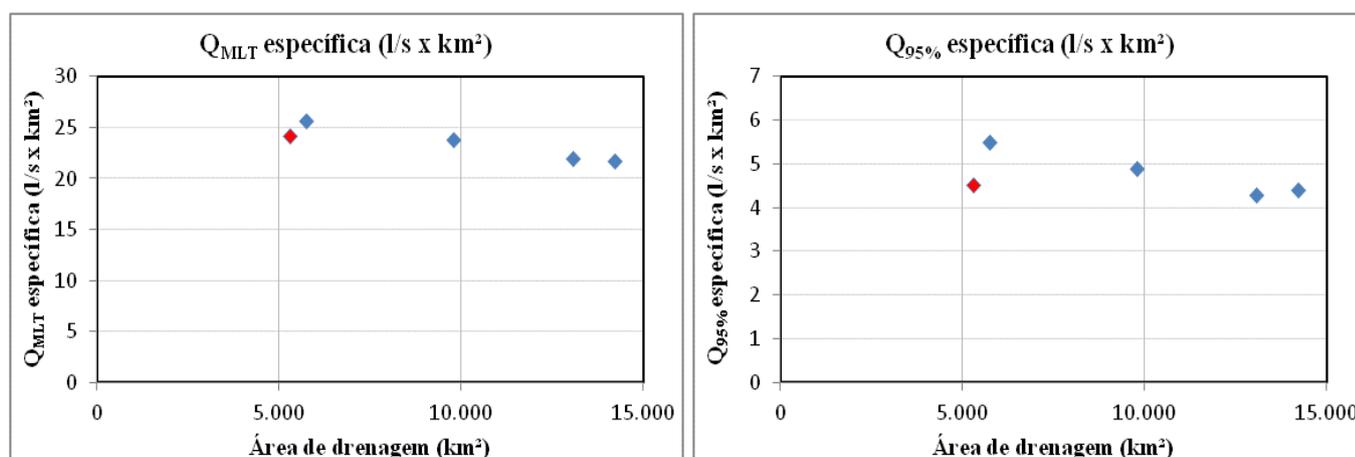
21. A metodologia para geração da série de vazões mensais no local da PCH Ado Popinhaki, indicada no Quadro 7 do REDH, mostra-se adequada. A vazão média de longo período no local do aproveitamento resultante dessa série corresponde a 128,0 m³/s, e a vazão com 95% de permanência equivale a 24,00 m²/s.

22. Para auditar os resultados da série de vazões proposta pela Cia Energética Canoas, foram comparadas algumas estatísticas, em termos de vazões específicas, da PCH Ado Popinhaki com a série de vazões médias mensais afluentes à PCH Pery e às UHEs São Roque, Garibaldi e Campos Novos, também localizadas no rio Canoas, objetos de análises técnicas da ANA. Os resultados estão apresentados na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3: Vazões características específicas

	Área (km ²)	Q _{MLT} (l/s x km ²)	Q _{95%} (l/s x km ²)
PCH Ado Popinhaki	5.306	24,08	4,5
PCH Pery	5.750	25,6	5,5
UHE São Roque	9.769	23,8	4,9
UHE Garibaldi	13.064	22,0	4,3
UHE Campos Novos	14.200	21,7	4,4

23. Os gráficos da Figura 4 mostram a relação entre as vazões específicas e as áreas de drenagem dos aproveitamentos indicados na Tabela 3 para melhor avaliação da adequabilidade das estatísticas da série de vazões afluentes à PCH Ado Popinhaki. Verifica-se que as vazões Q_{MLT} e Q_{95%} específicas da série de vazões afluentes a essa PCH estão compatíveis com as vazões específicas dos demais aproveitamentos localizados na cascata do rio Canoas.

**Figura 4 – Vazões específicas x áreas de drenagem**

24. Deste modo, considera-se que a série de vazões mensais afluentes à PCH Ado Popinhaki proposta pela Cia Energética Canoas no REDH é adequada. Essa série deve ser considerada na resolução de DRDH desse aproveitamento, conforme indicada no Anexo I dessa Nota Técnica.

Vazões máximas

25. Os estudos de vazões máximas estão apresentados pela Cia Energética Canoas no item 3.3.4 do REDH e devem ser considerados na determinação das vazões de cheia para o projeto do vertedouro.

26. Nessa Nota Técnica são auditados os cálculos das descargas máximas realizados pela projetista. Entende-se, no entanto, que a decisão sobre o critério de projeto a ser considerado para o dimensionamento do vertedor é de responsabilidade da ANEEL e projetistas por ela delegados para desenvolver os projetos, uma vez que a ANEEL, além de ser a solicitante formal da DRDH junto à ANA, também tem competências como órgão fiscalizador da segurança de barragens de aproveitamentos hidrelétricos, conforme inciso II do Art. 5º e Art. 16 da Lei Federal 12.334/2010.

27. O cálculo das vazões máximas no local do AHE Ado Popinhaki foi efetuado a partir de dados de descargas médias diárias observadas na Estação Ponte Alta do Sul, disponíveis no Hidroweb ANA. A partir desses dados, foram determinadas séries de descargas máximas anuais para o intervalo de 1957-2011.

28. Nesse período foram verificadas falhas nos anos de 1983, 1984, 2003, 2007 e 2009, que foram comparadas com as datas das cheias máximas anuais nas estações

fluviométricas Rio Bonito e Encruzilhada II, visando verificar se a data da maior cheia teria ocorrido nesses períodos sem dados. A partir dessa análise, a projetista concluiu pela necessidade de efetuar alterações de vazões nas cheias de 1983 (maior registro de cheia na bacia), 1984, 2003, 2007 e 2009.

29. O preenchimento desses anos com falhas foi feito por análise estatística das relações entre cheias observadas na estação Ponte Alta do Sul e nas estações Rio Bonito e Encruzilhada II, tendo sido constatado que a relação entre as cheias máximas de cada ano entre as estações analisadas tendem a uma distribuição normal. Em favor da segurança, a projetista optou por determinar as cheias máximas dos anos com falhas utilizando a relação entre cheias máximas anuais das estações relacionadas com a média acrescida do desvio padrão:

$$Q_{\max PAS(i)} = (\mu + s) \times Q_{\max RB(i)} = 2,459 \times Q_{\max RB(i)},$$

$$Q_{\max PAS(i)} = (\mu + s) \times Q_{\max ENCI(i)} = 1,686 \times Q_{\max ENCI(i)},$$

onde:

$Q_{\max PAS(i)}$ é a vazão máxima anual na estação Ponte Alta do Sul;

$Q_{\max RB(i)}$ é a vazão máxima anual na estação Rio Bonito;

$Q_{\max ENCI(i)}$ é a vazão máxima anual na estação Encruzilhada II;

μ é a média das relações entre as cheias máximas nas estações relacionadas; e,

s é o desvio padrão das relações entre as cheias máximas das estações relacionadas.

30. A série de vazões máximas anuais observadas na estação Ponte Alta do Sul foi submetida, em seguida, a uma análise de frequência de cheias, considerando a distribuição de probabilidade de Gumbel, segundo recomendação da ELETROBRÁS, uma vez que o valor da assimetria da amostra resultou menor que 1,5. Esse procedimento foi utilizado para a determinação da curva de frequência de cheias nessa estação tanto no período úmido (maio a outubro) quanto no período seco (novembro a abril).

31. A Tabela 4 apresenta as vazões máximas diárias para diversos tempos de recorrência, obtidas a partir dos dados da estação Ponte Alta do Sul. O coeficiente de Füller foi aplicado para transformar as vazões máximas diárias em vazões máximas instantâneas.

Tabela 4: Cheias (m³/s) para diferentes tempos de recorrência na estação Ponte Alta do Sul

TR (anos)	úmido		seco	
	média diária	pico	média diária	pico
2	470	569	330	400
5	643	779	443	537
10	758	918	518	627
25	902	1093	612	742
50	1010	1223	683	827
100	1116	1352	752	911
500	1362	1650	913	1106
1000	1468	1779	982	1190
5000	1714	2076	1143	1384
10000	1820	2205	1212	1468

32. As cheias e a vazão decamilenar afluente à PCH Ado Popinhaki foram definidas a partir da transposição dos valores calculados para o local do empreendimento pela relação entre as áreas de drenagem e está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5: Cheias (m³/s) para diferentes tempos de recorrência no local da PCH Ado Popinhaki

TR (anos)	úmido		seco	
	média diária	pico	média diária	pico
2	539	652	378	458
5	737	893	508	615
10	868	1.052	594	718
25	1.033	1.252	701	850
50	1.157	1.401	783	948
100	1.279	1.549	862	1.044
500	1.561	1.890	1.046	1.267
1000	1.682	2.038	1.125	1.363
5000	1.964	2.379	1.310	1.586
10000	2.085	2.526	1.389	1.682

33. Em relação ao dimensionamento das estruturas de vertimento da PCH Ado Popinhaki, devido às reduzidas dimensões do reservatório e a conseqüente subida muito rápida do nível de água em caso de cheias, a projetista propõe um vertedouro de soleira livre do tipo Creager em estrutura de concreto com extensão de 127 m e elevação de 816,70 m, que compõe a própria estrutura do barramento. Essa estrutura foi projetada para uma vazão de 2.038 m³/s, correspondente ao tempo de recorrência de 1.000 anos e uma elevação de 818,65 m.

34. Ainda, para evitar inundação frequente no trecho do reservatório a montante, também é proposto um vertedouro controlado com duas comportas segmento de 9,0 x 9,0 m e elevação de 807,70 m, para escoamento das cheias com aproximadamente 10 anos de recorrência sem sobrelevação do nível do reservatório.

35. Em relação à borda livre, com o coroamento da barragem e a tomada de água na elevação 820,00 m e, ainda, nível de água máximo normal do reservatório na elevação 816,70 m e nível máximo de projeto do vertedouro na elevação 818,65 m, garante-se uma folga livre de 1,35 m. Essa borda livre é suficiente para a passagem da enchente decamilar de 2.526 m³/s e elevação de 819,25 m, critério usualmente adotado para estruturas desse porte.

36. Não obstante o entendimento de que a decisão sobre o critério de projeto a ser considerado para o dimensionamento do vertedouro é de responsabilidade da ANEEL e projetistas por ela delegados, da análise apresentada nessa Nota Técnica e das recomendações expostas nas Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas da ELETROBRÁS, considera-se adequada a metodologia adotada pela Cia Energética Canoas para dimensionamento das estruturas de vertimento da PCH Ado Popinhaki.

Vazões mínimas

37. A Cia Energética Canoas apresenta no item 3.3.5 do REDH um estudo sobre vazões mínimas com o objetivo de determinar a $Q_{7,10}$ no local da PCH Ado Popinhaki. A avaliação indicada pela projetista foi determinada pela análise dos dados de vazões diárias no período de 1957-2011 na estação Ponte Alta do Sul preenchida, conforme considerações anteriores, e avaliadas pelas distribuições de Cunnane, Gumbel e Weibull.

38. Os resultados apresentados pela Cia Energética Canoas são consistentes e estão apresentados no Quadro 14 do REDH. Para a PCH Ado Popinhaki, a $Q_{7,10}$ calculada pelos métodos de Cunnane e Weibull corresponde a 16,50 m³/s, a ser mantida pelas comportas do vertedouro. Essa vazão foi indicada pela Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina - FATMA na Licença Ambiental Prévia nº 3.069/2011 de 22 junho de 2011, e deve ser considerada na resolução de DRDH.

44. O mapa da Figura 5 apresenta para o rio Canoas a montante da PCH Ado Popinhaki, um potencial de produção de sedimentos variável entre de muito baixo a moderado, e em média pode ser classificado como baixo (5 a 70 t/km².ano). Dessa forma, entende-se adequado o valor estimado pela projetista no REDH.

45. A Cia Energética Canoas propõe, ainda, no item 6.6 do REDH, o Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico. Esse programa tem por objetivo fornecer informações referentes ao aporte e deposição do material carreado, com vista ao prolongamento da vida útil do reservatório. A projetista propõe que esse monitoramento ocorra antes e após a formação do reservatório e seja realizado conforme a Resolução Conjunta ANA/ANEEL 03/2010, em periodicidade trimestral durante as fases de instalação e operação do empreendimento. Recomenda-se que as condições de monitoramento sedimentológico constem na resolução de DRDH.

Qualidade da água

46. O rio Canoas, conforme a Resolução nº 01/2008 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina, que adota a Resolução nº 357/05 do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente e Resolução nº 12 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, está enquadrado como Classe 2.

47. No item 4.7 do REDH, a Cia Energética Canoas apresenta considerações sobre análises de qualidade de água realizadas na área da PCH Ado Popinhaki em dois pontos por quatro campanhas totais, referentes a cada estação do ano. Os resultados apresentados pela projetista mostram que a maioria dos parâmetros obedeceu aos limites estipulados pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

48. O tempo de residência estimado pela Cia Energética Canoas foi calculado em 0,07 dias. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, ambientes com tempos de residência abaixo de 2 (dois) dias são considerados lóticos (de rio), de tal forma, não se considera que a PCH Ado Popinhaki forme um reservatório nos termos dessa definição para estudos de qualidade da água.

49. Portanto, e ainda em observação ao que estabelece o item 5.4.7 do Manual de DRDH da ANA, recomenda-se dispensar estudos específicos de qualidade de água para a PCH Ado Popinhaki na resolução de DRDH.

Empreendimento

Enchimento

50. A estimativa do tempo de enchimento do reservatório da PCH Ado Popinhaki foi efetuada pela Cia Energética Canoas a partir de estudo estatístico com base na série de vazões médias mensais determinada para o local do empreendimento. As considerações de cálculo levaram em conta o volume total de 0,919 hm³ e a vazão remanescente de 16,5 m³/s, definida pela FATMA.

51. O tempo de enchimento do reservatório foi determinado para vazões de 95%, 90%, 85%, 80% e 75% de permanência mensais, descontadas a vazão remanescente e de uso consuntivo. Os resultados estão apresentados na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7: Tempos de enchimento do reservatório (horas)

Cota (m)	Volume acumulado (hm ³)	Permanências mensais					
		Q95%	Q90%	Q85%	Q80%	Q75%	Q70%
816,7	0,919	17,2	10,6	7,6	6,0	5,0	4,5

52. Do estudo apresentado pela projetista no REDH, verifica-se que na pior situação o reservatório levará 17,2 horas para enchimento até o nível d'água máximo normal de operação, resultado coerente considerada a dimensão do reservatório.

53. Nesse estudo, a projetista não indica diretrizes sobre a época do ano em que deve se iniciar o enchimento. Considerando o fato do rio Canoas não ter uma sazonalidade muito bem definida, não cabe recomendação da resolução de DRDH sobre o mês de início do enchimento do reservatório da PCH Ado Popinhaki.

54. Por fim, dado que o tempo estimado para enchimento do reservatório é pequeno, ainda que para uma alta permanência, entende-se que o seu mês de início pode ficar a critério do empreendedor, de acordo com o cronograma de implantação do aproveitamento, respeitadas as vazões remanescente e destinadas aos usos consuntivos a jusante.

Remanso

55. Os estudos de remanso da PCH Ado Popinhaki estão apresentados nos itens 4.5 e 6.2 do REDH, complementados por sua versão atualizada encaminhada pela Cia Energética Canoas na Carta 2200-CEC-2H-HIPB-001-13 de 31/01/2013 (fls. 12-13 do p.p), em resposta ao Ofício nº 10/2013/SRE-ANA de 15/11/2013 (fls. 9-10 do p.p.). Esses estudos foram realizados considerando o rio Canoas em condições naturais e com o reservatório.

56. Em condições naturais, o remanso foi avaliado com o objetivo de determinar os níveis d'água ao longo do rio Canoas para diversas vazões afluentes ao local da PCH; a curva de descarga no local da casa de força e da barragem; e, a determinação dos níveis d'água durante o desvio do rio para a construção do vertedouro. Para esse estudo foram utilizadas informações de 6 (seis) seções topobatimétricas do estudo de inventário, 20 (vinte) do projeto básico e uma seção topobatimétrica no local do vertedouro da PCH Pery. Ainda, na etapa de calibração, foram consideradas 7 (sete) seções adicionais obtidas do mapa de restituição aerofotogramétrica.

57. Em condições com o reservatório, o remanso foi avaliado com o objetivo de determinar mapas da área inundada para vazões de cheias com tempo de recorrência de 50 e 100 anos, identificando eventuais interferências com outros usos e infraestruturas; e, indicação de eventuais medidas para relocação e/ou proteção de infraestruturas afetadas pelas linhas de inundação. Para esse estudo foram utilizados dados de 8 (oito) seções topobatimétricas de campo, considerando-se para a curva de descarga de controle a jusante, a curva de descarga do vertedouro.

58. Os estudos foram realizados por modelagem matemática com a aplicação do modelo HEC-RAS 4.0 Beta, desenvolvido pelo US Army Corps of Engineers, baseado no método de Standard Step Method, que calcula perfis de linhas d'água e as respectivas linhas de energia, considerando o escoamento em regime permanente, unidimensional e gradualmente variado.

59. O processo de calibração do modelo efetuado pela projetista consistiu em determinar o coeficiente de rugosidade de Manning para cada uma das seções transversais, de forma a gerar linhas d'água simuladas que se aproximassem dos níveis observados nas régua limnimétricas. Os resultados obtidos pela Cia Energética Canoas estão apresentados na Tabela 8 seguinte e correspondem a um valor do coeficiente de rugosidade de $0,035 \text{ s/m}^{1/3}$.

60. Os perfis dos níveis de água no rio Canoas, com as vazões de pico instantâneo para os tempos de recorrência de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 1.000 e 10.000 anos, e considerando as situações de condições naturais e após a implantação do reservatório, foram determinados após a calibração do modelo e estão apresentados nas Figuras 6, 7 e 8.

Tabela 8: Resultados da calibração

	Vazão (m ³ /s)	N.A. obtido no HEC-RAS (m)	N.A. observado (m)	Diferença entre os N.A. (m)
Seção SI-06	5,00	814,79	814,82	0,03
	10,00	814,88	814,92	0,04
	25,00	815,10	815,15	0,05
	50,00	815,38	815,42	0,04
	75,00	815,60	815,64	0,04
	100,00	815,79	815,82	0,03
	150,00	816,13	816,13	0,00
Seção SI-02	5,25	801,62	801,66	0,04
	10,51	801,76	801,76	0,00
	26,27	802,06	802,02	-0,04
	52,55	802,46	802,39	-0,07
	78,82	802,80	802,71	-0,09
	105,09	803,11	802,99	-0,12
	157,64	803,63	803,50	-0,13

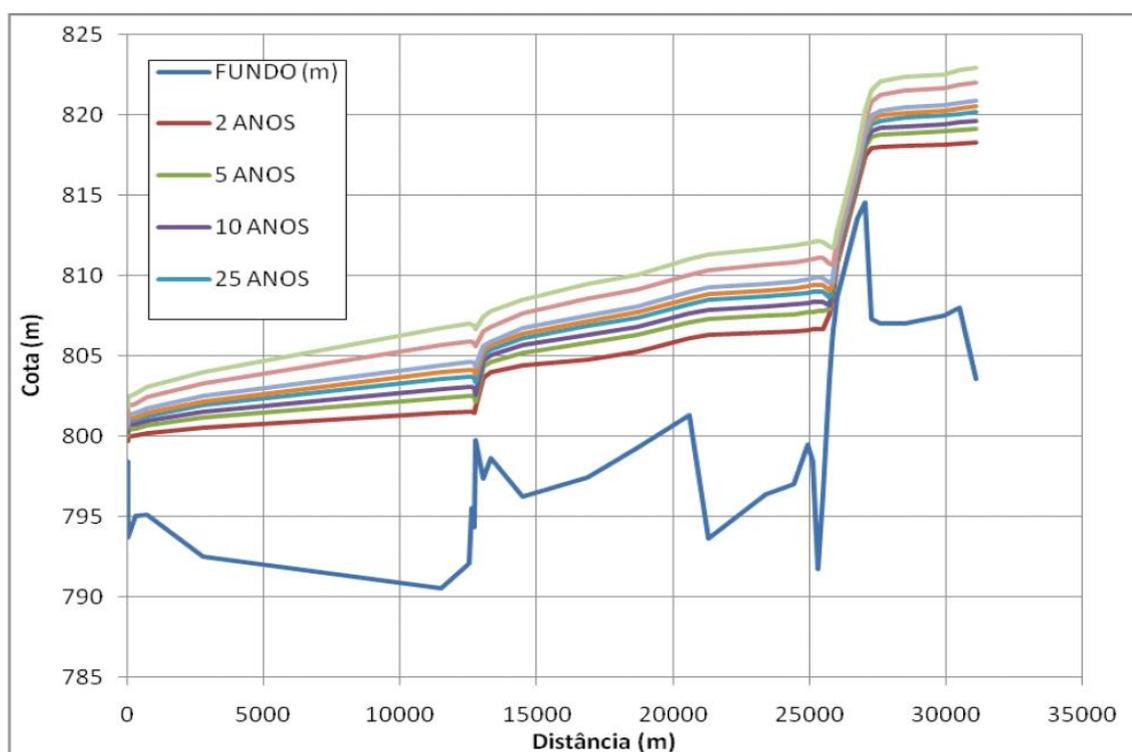


Figura 6 – Perfil dos níveis d'água para diferentes tempos de recorrência – condição natural

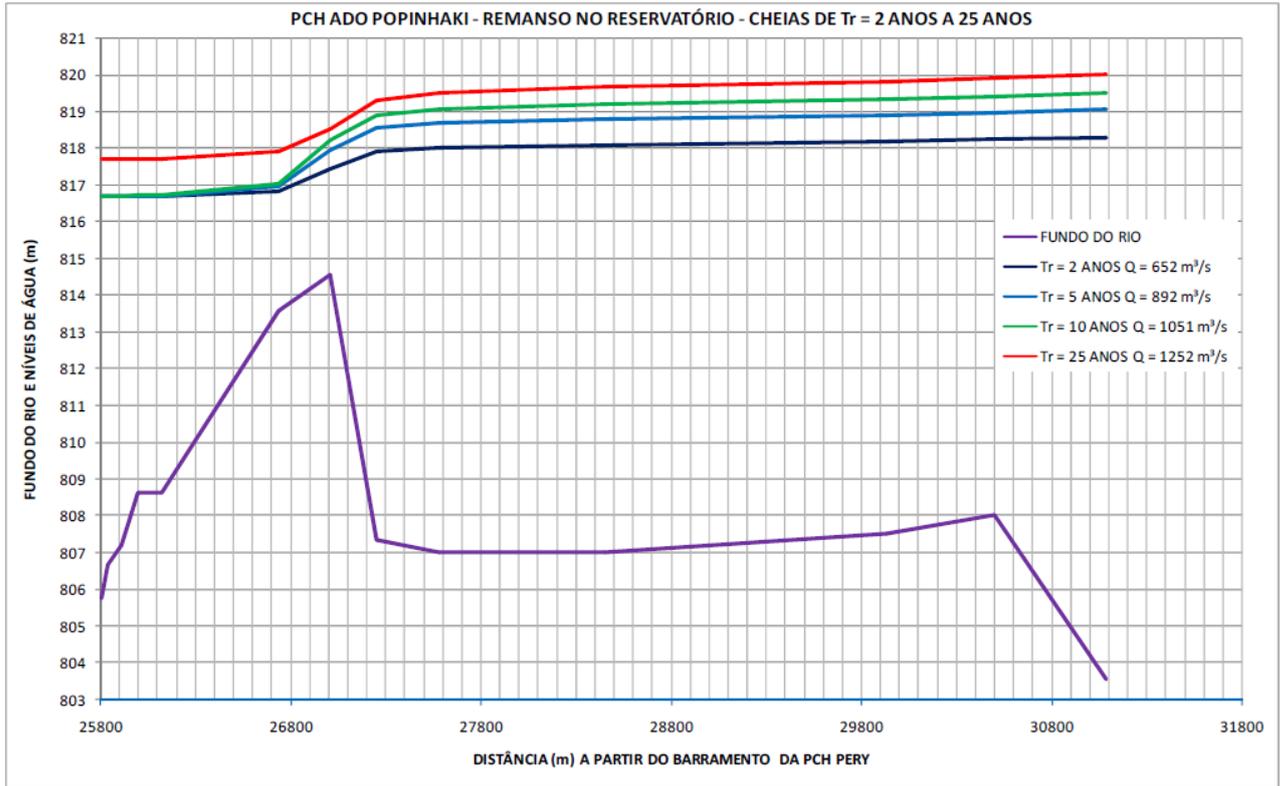


Figura 7 – Perfil dos níveis d’água para tempos de recorrência de 2, 5, 10 e 25 anos – condição com reservatório

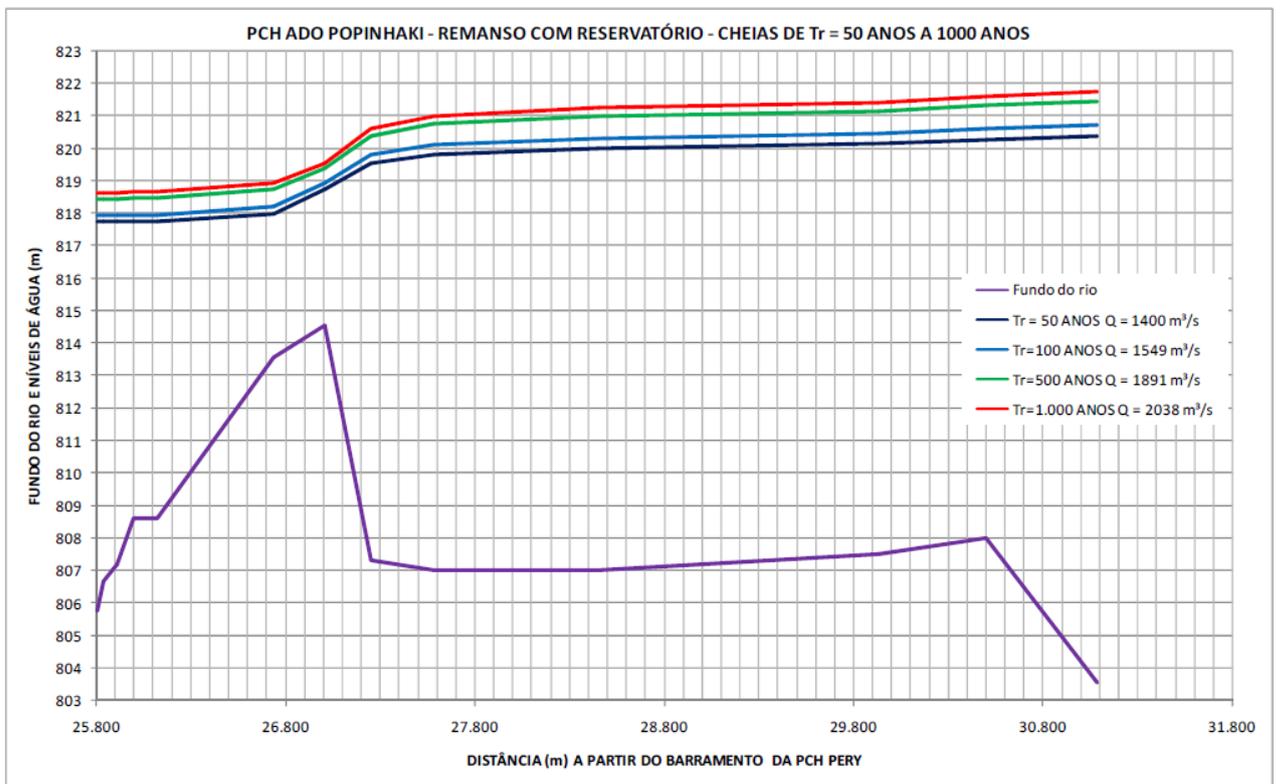


Figura 6 – Perfil dos níveis d’água para tempos de recorrência de 50, 100, 500 e 1.000 anos – condição com reservatório

61. Os estudos de remanso elaborados pela projetista mostram que os níveis de água na condição com reservatório apresentam-se acima das condições naturais até a seção correspondente ao km 27,008. Esses resultados mostram, portanto, que para cheias com tempo de recorrência de 50 e 100 anos, a PCH Ado Popinhaki não exerce influência nos níveis de água do rio Canoas a partir de cerca de 1,2 km a montante do eixo do barramento.

62. Os perfis dos níveis d'água para as condições naturais e cheias com tempo de retorno de 50 e 100 anos estão apresentados no desenho CEC-2C-DEHI-004, e os mapas de inundação para esses cenários nos desenhos CEC-2C-DEHI-005 e 006 do REDH. Verificam-se nesses mapas que não são observadas interferências em outros usos de água nem nas infraestruturas e benfeitorias da região para essas cheias. A Cia Energética Canoas relata no item 6.2 do REDH que não há, deste modo, medidas a serem indicadas para a solução ou atenuação dos impactos que seriam causados pelo reservatório nessas condições.

63. Os estudos de remanso apresentados pela projetista mostram-se adequados, recomendando-se, no entanto, que na fase de outorga seja realizada uma revisão desses estudos com a continuação das observações de níveis nas seções instaladas e o estabelecimento de outras seções ao longo do rio. Ainda, deve-se prever na resolução de DRDH a obrigação de mitigação de possíveis interferências do reservatório nas condições de cheias que venham a ser identificadas na revisão desses estudos.

Assoreamento e vida útil

64. Os estudos hidrossedimentológicos desenvolvidos pela Cia Energética Canoas, discutidos nos itens 39 a 45 dessa Nota Técnica, visam avaliar o assoreamento e estimar o tempo de vida útil do reservatório. As avaliações da projetista relativas a esses estudos estão mencionadas no item 4.6 do REDH.

65. A descarga sólida anual obtida para o local do empreendimento foi calculada em 85.957,5 t/ano, que corresponde a uma descarga específica de 16,20 t/km².ano. Para calcular a quantidade de sedimentos retidos no reservatório a projetista determinou a eficiência de retenção de sedimentos a partir da curva de Churchill, aplicada para reservatórios de pequeno porte, obtendo o valor de 1%, considerado constante em favor da segurança.

66. Para transformar a descarga sólida total afluyente ao reservatório para volume de sedimentos total afluyente ao reservatório, foi adotado um peso específico dos sedimentos para o local do aproveitamento de 1,1 t/m³, característico de solo argiloso.

67. A vida útil do reservatório foi calculada considerando a cota da soleira do vertedouro, em 1.176 anos; e, a cota da soleira da tomada de água, em 173 anos. Baseando-se nas informações e estudos hidrossedimentológicos e de assoreamento apresentados no REDH, não se esperam problemas de assoreamento no reservatório da PCH Ado Popinhaki.

Condições operativas

68. A PCH Ado Popinhaki deverá ser operada a fio d'água, de tal maneira, não há restrições operativas, em termos de vazões mínimas defluentes, máximas defluentes e taxas de variação de defluência, a serem simuladas quanto ao impacto desse aproveitamento na cascata do rio Canoas.

69. No item 5.5 do REDH, a projetista menciona considerações gerais sobre a operação da PCH durante o enchimento do reservatório, o funcionamento das unidades geradoras e em situações de cheias. No primeiro caso, deverá ser mantida a vazão remanescente de 16,50 m³/s, definida pela FATMA, através da abertura parcial de uma das comportas do vertedouro.

70. Já durante o funcionamento das quatro unidades geradoras dessa PCH, a vazão máxima turbinável tem o total de 192,91 m³/s, sendo 48,23 m³/s em cada unidade. Conforme os

critérios definidos pela projetista, apenas em condições hidrológicas em que a vazão afluyente ao local do barramento for abaixo de 14,47 m³/s, as unidades geradoras ficarão fora de operação e, nesse caso, a vazão remanescente deverá ser realizada com a abertura parcial de uma das comportas do vertedouro ou pelo vertedouro de soleira livre.

71. Por fim, em situações de cheias, quando as vazões afluentes estiverem superiores à máxima turbinável, o reservatório deverá ser operado para evitar a sobrelevação no nível d'água máximo normal e, também, vazões efluentes maiores que as afluentes. Nesse caso, a projetista propõe que no início das cheias as descargas sejam realizadas apenas pelo vertedouro com comportas e que a soleira livre entre em operação apenas quando ambas as comportas estiverem totalmente abertas, isto é, para níveis de água acima da elevação 816,70 m.

Usos múltiplos

72. As considerações sobre os usos múltiplos dos recursos hídricos na bacia do rio Canoas na área de influência da PCH Ado Popinhaki estão mencionadas no item 5 do REDH apresentado pela Cia Energética Canoas.

Usos consuntivos a montante

73. A avaliação dos usos consuntivos desenvolvida pela projetista tem por base o estudo contratado pelo Operador Nacional do Sistema – ONS, para estimativa de usos consuntivos de água na bacia do rio Uruguai, elaborado no âmbito dos estudos de reconstituição de vazões naturais, projeto que teve acompanhamento técnico da ANA e da ANEEL.

74. Esse projeto foi publicado em 2005 e formalizado pela ANA por meio da Resolução ANA nº 96/2007. O estudo apresenta as séries históricas de consumos médios mensais calculadas e projetadas até o ano de 2010 e, para o rio Canoas, indica essas estimativas para os aproveitamentos Campos Novos, Garibaldi, São Roque e Pery.

75. Para calcular a série de usos consuntivos no período de 1931 a 2003 para o local da PCH Ado Popinhaki, a projetista utilizou a série de usos consuntivos da PCH Pery, localizada a jusante do empreendimento, e analisada na Nota Técnica Conjunta ANA/DRHI-SDS-SC nº 64/2010/GEREG/SOF-ANA (documento nº 00000.010577/2010-18).

76. A projeção de consumo a montante foi determinada pelos valores calculados da projeção para o local da PCH Pery (área de drenagem de 5.650 km²) e transferida para o local da PCH Ado Popinhaki por relação de área de drenagem, conforme os resultados mostrados na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9: Projeções de consumo a montante da PCH Ado Popinhaki (fonte: REDH)

Ano	Consumo (m ³ /s)
2015	0,51
2020	0,60
2025	0,70
2030	0,84
2035	0,99
2040	1,16
2045	1,37

77. Os resultados apresentados pela projetista para avaliação dos usos consuntivos no local da PCH Ado Popinhaki mostram-se adequados e coerentes com as metodologias aplicadas pela GEREG para outros aproveitamentos na bacia do rio Canoas. Sugere-se que essas vazões da Tabela 9 sejam descontadas da disponibilidade hídrica para a PCH Ado Popinhaki e inseridas na resolução de DRDH.

Impacto sobre usos existentes

78. A Cia Energética Canoas identifica no REDH que os usos consuntivos a jusante da PCH Ado Popinhaki são os estabelecidos nas declarações de reserva de disponibilidade hídrica e outorgas de direito de uso para a PCH Pery e as UHEs São Roque, Garibaldi e Campos Novos.

79. Os documentos apresentados pelo projetista não citam a existência de captações de água para abastecimento público ou outros usos na área a ser inundada pelo futuro reservatório. Adicionalmente, a GEREG/SRE consultou o Atlas de Abastecimento Urbano da Região Sul (ANA, 2010) e, no referido documento, também não se identificam captações no rio Canoas nos trechos que serão alagados pela formação do reservatório da PCH Ado Popinhaki ou a jusante desse aproveitamento.

80. Em razão de sua operação a fio d'água, esse aproveitamento não deverá, portanto, impactar em outros usos de água a montante ou a jusante, devendo apenas, durante a fase de enchimento, serem garantidas a vazão de uso consuntivo para jusante e a vazão remanescente de 16,50 m³/s.

Potencial de utilização do reservatório

81. A projetista indica no REDH que os principais usos da água na área do reservatório são para irrigação de pequenas atividades agrícolas e para dessedentação animal, não havendo utilização na área para turismo, pesca ou navegação.

Outras considerações – estudos específicos

Plano de Usos Múltiplos do Reservatório

82. O Plano de Usos Múltiplos do Reservatório – PUR é um programa exigido no processo de outorga de barramentos/reservatórios e consiste em um plano de compatibilização dos usos de água (atuais e futuros) com a qualidade de água resultante no reservatório após a transformação desse ambiente.

83. A Cia Energética Canoas propõe no item 6.3 do REDH as diretrizes para elaboração do PUR, mas com ênfase na preparação e implantação do PACUERA – Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno do Reservatório, com o objetivo de disciplinar usos da água e do entorno da PCH.

84. Dado que no entorno da PCH Ado Popinhaki não existem comunidades próximas, nem captações de água para abastecimento público, e que o uso da terra está restrito às atividades agropecuárias na região, a projetista entende que esse plano deva se restringir ao controle e à fiscalização do reservatório e da Área de Preservação Permanente - APP.

85. Conforme citado em itens anteriores, devido ao seu pequeno porte, a sua operação a fio d'água e ao uso da terra em seu entorno, para a PCH Ado Popinhaki não há indicação de outros usos múltiplos do reservatório, que não a geração de energia e a preservação ambiental dos ecossistemas na APP.

86. Entretanto, considerando que a implantação do empreendimento pode criar um novo contexto territorial na região, com a possibilidade de geração de novos usos da água e nas

margens do reservatório, recomenda-se indicar a apresentação desse plano na resolução de DRDH para a fase de outorga do aproveitamento.

Plano de monitoramento do reservatório

87. O monitoramento do reservatório deve ser implementado de forma a atender à Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010. Considerando a área de drenagem no local da PCH Ado Popinhaki de 5.306 km², o Art. 2º §3º dessa resolução indica que deverão ser instaladas 4 (quatro) estações pluviométricas, 1 (uma) limnimétrica, 4 (quatro) fluviométricas e 2 (duas) sedimentológicas, todas telemetrizadas, com exceção dessas últimas.

88. Em relação ao monitoramento da qualidade de água, o Art. 2º, §§ 12 a 15 da Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010 estabelecem que para aproveitamentos com área inundada inferior a 3 km², caso da PCH Ado Popinhaki, esse monitoramento não é obrigatório, podendo a ANA exigir um ponto de acompanhamento mediante fundamentação.

89. Entretanto, a projetista já apresenta no item 6.5 do REDH o Programa de Qualidade da Água, que tem por objetivo consolidar informações, procedimentos e parâmetros a serem monitorados durante a implantação e operação da PCH Ado Popinhaki, como exigência do órgão ambiental. Esse programa está baseado nas definições e critérios indicados na Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010.

90. Desse modo, recomenda-se indicadar na resolução de DRDH a necessidade de previsão de monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico e sedimentométrico conforme Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 03/2010; e, para o monitoramento da qualidade de água, considerando ainda as análises expressas nos itens 46-49 dessa Nota Técnica, dispensar a necessidade de monitoramento específico da qualidade de água perante a ANA.

Plano de Contingência

91. O Plano de Contingência, segundo a Resolução nº 37 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, é definido como o conjunto de ações e procedimentos que indicam as medidas que visam à continuidade do atendimento aos usos múltiplos outorgados, observando as vazões de restrição.

92. Segundo análise apresentada no REDH e nessa Nota Técnica quanto aos usos múltiplos no local da PCH Ado Popinhaki, não há indicação de usos múltiplos outorgados que venham a ser afetados pela operação e enchimento do reservatório desse aproveitamento, recomendando-se a dispensa de apresentação desse plano na resolução de DRDH.

Plano de Ação de Emergência

93. O Plano de Ação de Emergência - PAE tem por objetivo estabelecer os procedimentos legais e organizacionais para operação na área compreendida a jusante e a montante do aproveitamento, em resposta a eventuais situações de emergência relacionadas ao barramento.

94. A Lei Federal nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens, aborda nos Arts. 11 e 12 a elaboração do PAE e o seu conteúdo mínimo. O Art. 5º dessa lei determina que a fiscalização da segurança de barragens cabe à entidade que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico, quando se tratar de uso preponderante para fins de geração hidrelétrica.

95. De tal forma, recomenda-se a previsão do PAE na resolução de DRDH, mas indicando a competência da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL quanto à decisão sobre a pertinência de sua apresentação pela Concessionária que obtiver a outorga de direito para exploração do potencial hidráulico.

CONCLUSÃO

96. Tendo em vista as análises realizadas, recomenda-se a emissão da DRDH, à ANEEL, referente ao aproveitamento hidrelétrico Ado Popinhaki, reservando as vazões naturais afluentes constantes do Anexo I dessa Nota Técnica, subtraídas das vazões destinadas aos usos consuntivos apresentadas na Tabela 9 do item 76 dessa Nota Técnica, nas condições especificadas a seguir:

I - coordenadas geográficas da barragem: 27°27'36'' de latitude sul e 50°31'11'' de longitude oeste;

II - nível d'água máximo normal a montante: 816,70 m;

III - nível d'água máximo maximorum a montante: 818,65 m;

IV - nível d'água mínimo normal a montante: 816,70 m;

V - área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal: 0,30 km²;

VI - volume do reservatório no nível d'água máximo normal: 0,919 hm³;

VII - vazão máxima turbinada: 192,91 m³/s;

VIII - vazão decamlenar afluente: 2.526 m³/s; e

IX - operação a fio d'água, com vazões defluentes iguais às afluentes.

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

§ 2º O abastecimento de água de sedes municipais e de localidades que possam ser 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, a partir da revisão do estudo de remanso;

§ 4º A infraestrutura composta por rodovias, ferrovias e pontes, além das estações de tratamento de esgoto deverão ser relocadas ou protegidas contra cheias com tempo de recorrência de 100 anos, considerando o efeito do remanso sobre a linha de inundação do reservatório, a partir da revisão do estudo de remanso;

§ 5º 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.

Condições gerais de operação

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

§ 1º Vazão mínima no período de enchimento do reservatório: 16,50 m³/s;

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

Condições gerais de monitoramento

98. 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.

Estudos e documentos necessários à conversão da DRDH em outorga

- I. Projeto Básico do aproveitamento hidrelétrico, conforme especificações da ANEEL;
- II. Revisão do estudo de remanso, conforme orientações a serem obtidas junto à ANA; a partir do novo estudo de remanso, reavaliação dos quantitativos das edificações atingidas e as faixas de proteção para as cheias com tempo de recorrência de 50 anos e as infraestruturas viárias para cheias com tempo de recorrência de 100 anos, a serem apresentados à ANA no prazo de até 1 (um) ano antes do enchimento do reservatório;
- III. Programa de Gerenciamento e Controle dos Usos Múltiplos do Reservatório e seu Entorno, plano que visa a compatibilizar os usos de água, atuais e futuros, com a qualidade de água prevista para o reservatório, conforme conteúdo a ser obtido junto à ANA no prazo de até 1 (um) ano antes do enchimento do reservatório;
- IV. Plano de Ação de Emergência, caso exigido pela Agência Nacional de Energia Elétrica.

99. Por fim, em atendimento ao disposto no inc. VII do Art. 2º da Resolução ANA nº 833 de 05/12/2011, a Cia Energética Canoas encaminhou sob o nº 162655 a Declaração de Uso no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH.

Atenciosamente,

**FERDNANDO CAVALCANTI DA
SILVA ALBUQUERQUE**

Especialista em Recursos Hídricos

BRUNO COLLISCHONN

Especialista em Recursos Hídricos
Gerente de Regulação de Usos - substituto

De acordo,

FRANCISCO LOPES VIANA

Superintendente de Regulação

Anexo I – Série de vazões médias mensais afluentes ao AHE Ado Popinhaki (m³/s)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1943	35,6	55,6	38,1	29,5	51,6	163,1	125,8	329,3	158,9	88,8	67,7	40,2
1944	102,8	56,7	57,1	39,7	18,2	44,6	31,9	19,8	27,9	24,9	34,4	12,5
1945	10,8	89,5	44,3	28,8	15,8	23,7	25,2	33,6	105,5	64,8	30,9	48,2
1946	150,8	180,4	141,8	43,3	61,7	135,0	244,0	85,8	80,3	62,4	39,7	51,8
1947	73,3	122,3	111,6	32,2	73,3	78,9	97,5	80,8	212,1	148,8	115,6	71,3
1948	74,9	137,4	127,4	171,6	255,9	51,3	107,3	295,0	69,7	61,3	53,1	24,2
1949	54,3	44,7	143,8	127,3	74,2	133,0	88,4	147,3	123,8	80,0	39,7	28,5
1950	65,3	84,3	103,5	96,2	94,8	54,5	41,2	119,9	61,0	190,9	52,2	58,4
1951	104,4	170,8	138,3	49,9	29,2	22,0	39,7	14,2	16,1	231,9	142,9	76,1
1952	77,0	60,7	25,9	19,8	15,5	59,5	135,8	42,9	180,7	234,7	118,4	49,1
1953	61,1	112,1	65,1	35,9	31,1	31,5	40,3	37,2	116,4	185,5	215,0	76,3
1954	80,3	70,5	121,3	106,4	189,4	254,5	312,1	85,7	336,9	435,6	143,3	42,8
1955	37,9	57,7	59,2	112,1	151,8	149,9	340,6	122,9	95,7	59,9	58,8	79,4
1956	161,4	193,9	53,9	130,5	129,7	62,8	53,8	116,8	217,4	147,7	66,0	67,1
1957	59,8	105,8	89,5	80,7	103,4	56,6	183,2	621,5	491,2	198,1	143,2	73,9
1958	79,3	61,2	219,4	74,0	56,6	144,9	54,3	159,8	254,7	218,2	247,4	137,7
1959	63,1	118,3	62,8	82,5	120,6	51,7	55,7	64,9	203,2	127,4	36,0	41,2
1960	44,1	88,3	99,8	70,0	46,1	60,0	37,1	188,9	147,5	140,9	189,5	80,1
1961	79,5	100,1	276,5	116,2	60,1	45,7	77,5	33,2	302,7	409,3	455,9	162,4
1962	75,4	70,6	78,5	38,8	120,5	88,5	136,7	68,4	195,2	101,0	86,5	61,0
1963	114,4	363,6	253,7	127,7	48,1	26,2	33,4	93,9	153,6	518,7	251,8	80,7
1964	40,0	62,6	62,0	69,6	88,7	45,7	59,8	96,7	143,2	179,7	84,6	41,6
1965	39,0	30,3	39,8	46,5	161,4	55,1	145,2	364,7	507,2	190,4	97,0	191,5
1966	212,1	416,2	242,3	109,1	62,1	118,0	92,4	99,1	246,9	126,6	96,9	131,7
1967	96,7	135,9	117,4	57,4	47,3	84,7	74,0	131,6	340,9	200,6	107,2	112,5
1968	33,8	26,9	22,4	24,2	18,5	19,6	39,2	18,3	96,8	52,3	170,1	119,4
1969	182,6	233,8	115,9	179,2	44,2	117,0	113,9	48,3	91,5	51,3	164,2	48,4
1970	102,9	77,3	76,2	59,5	105,6	177,0	187,3	111,0	137,3	123,2	48,1	74,5
1971	256,2	215,3	311,2	264,0	193,2	217,1	192,8	166,5	131,9	138,0	29,8	23,5
1972	34,6	170,5	86,7	62,8	23,3	98,4	135,3	284,6	386,8	177,1	117,7	118,4
1973	104,0	144,4	66,2	36,0	124,1	175,8	207,3	257,3	291,2	77,5	75,3	46,8
1974	97,8	105,1	157,5	83,2	32,1	99,4	79,9	43,2	105,2	45,0	103,7	52,1
1975	74,5	64,2	85,3	42,2	39,1	70,4	45,8	173,5	332,7	293,3	76,5	257,2
1976	173,6	58,5	163,3	47,6	133,2	214,1	98,1	274,5	120,8	69,0	83,8	327,6
1977	194,3	275,3	116,0	103,6	35,3	36,0	69,5	312,8	166,7	227,8	211,8	115,6
1978	92,8	89,7	71,9	24,5	19,0	19,8	41,9	34,6	115,0	61,5	110,5	57,5
1979	48,8	23,0	39,9	50,5	128,1	60,7	78,8	73,6	56,4	320,6	232,1	147,1
1980	76,0	60,9	241,0	86,7	77,3	42,9	125,8	377,8	289,8	158,2	148,4	308,9
1981	253,5	158,0	52,8	54,9	35,2	44,1	62,9	42,8	91,0	84,7	72,4	60,9
1982	48,0	120,3	88,2	41,1	29,5	86,4	180,2	97,4	52,9	223,8	402,6	140,1
1983	175,5	173,6	236,8	152,4	398,3	376,7	709,7	620,3	224,3	120,9	156,8	183,7
1984	123,4	114,9	117,3	86,7	88,5	287,7	352,0	520,1	139,1	206,8	124,7	158,9
1985	74,5	178,4	105,4	120,4	54,3	35,7	50,8	38,9	64,3	75,6	87,5	22,1
1986	34,6	44,1	24,8	35,3	22,5	63,9	34,9	43,5	91,8	137,0	205,3	122,2
1987	211,4	171,1	47,8	99,6	373,4	168,0	132,5	156,1	99,0	295,6	73,0	44,2
1988	55,4	70,4	64,4	80,7	228,8	141,0	62,3	25,4	123,6	92,5	37,8	37,6
1989	124,5	192,2	72,8	86,6	212,7	35,3	41,8	70,5	372,0	127,0	37,6	34,0
1990	271,0	168,2	125,0	177,4	108,8	468,2	186,1	143,2	269,4	396,6	340,3	98,9
1991	66,4	68,9	32,3	22,4	21,5	96,7	64,7	113,3	32,3	157,3	146,0	131,1

1992	88,3	159,1	96,4	53,0	143,7	368,7	346,6	316,3	171,1	83,8	84,8	45,3
1993	70,3	177,2	173,1	87,5	87,3	92,1	360,8	59,7	122,2	262,8	71,2	150,9
1994	44,5	219,7	188,9	96,6	181,0	209,1	274,2	64,8	32,1	150,7	153,4	56,4
1995	315,0	171,1	86,4	33,7	19,0	57,3	100,8	67,7	93,6	187,7	81,8	56,0
1996	210,4	197,0	134,2	110,5	30,1	69,0	193,2	167,3	221,4	202,9	73,8	73,4
1997	153,2	373,7	140,0	30,6	22,9	62,0	183,8	183,5	119,8	413,0	407,6	136,6
1998	124,1	322,7	231,5	260,5	325,7	100,5	164,4	295,7	494,3	228,5	90,5	94,7
1999	79,9	104,9	76,0	137,4	51,2	118,0	256,1	73,2	65,9	185,9	91,1	59,8
2000	83,3	107,5	91,3	90,8	59,7	59,2	157,4	64,9	336,7	364,3	107,7	100,8
2001	247,6	307,1	196,3	174,1	221,3	135,4	178,7	103,5	159,0	441,5	74,2	170,4
2002	143,6	97,6	73,0	106,1	78,1	152,3	120,1	243,7	185,1	254,5	262,2	248,3
2003	75,3	102,8	137,8	47,6	54,0	94,5	51,6	25,6	38,7	87,8	99,8	234,7
2004	83,6	65,1	37,6	84,6	99,2	58,3	212,0	52,3	183,8	276,9	133,4	101,6
2005	112,9	50,2	50,2	78,9	241,2	207,1	131,6	103,4	570,6	380,5	205,7	52,2
2006	73,7	57,5	33,5	23,2	18,2	15,2	28,1	83,9	59,8	54,2	136,4	115,5
2007	63,4	84,4	171,8	52,2	161,0	61,1	186,4	98,0	128,4	184,5	162,3	67,3
2008	129,0	134,0	113,0	83,3	164,2	79,9	81,7	77,9	143,9	323,1	381,6	114,9
2009	108,2	79,0	103,0	35,8	26,1	35,4	199,7	260,1	282,6	360,5	142,6	88,5
2010	224,7	265,4	123,2	203,3	400,1	138,9	138,4	143,6	74,8	94,9	88,3	199,9
2011	204,1	362,8	189,8	111,0	122,0	81,7	262,3	436,9	715,7	129,9	69,7	49,4