

Nota Técnica nº 8/2018/SPR
Documento nº 00000.022918/2018-47

Em 6 de abril de 2018.

Ao Senhor Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos
Assunto: **Análise do requerimento de revisão da série de vazões da UHE Garibaldi**
Referência: 00000.018051/2017-44

I. APRESENTAÇÃO

1. Em resposta à CI nº 60/2017/SRE é apresentada a seguir a análise técnica da proposta de revisão da série de vazões da UHE Garibaldi e de outros aproveitamentos hidrelétricos na bacia do rio Uruguai, apresentada pela empresa Rio Canoas Energia S.A. e encaminhada à ANA pela ANEEL através do ofício 319/2016-SCG/ANEEL (doc. 017886/2017).
2. Uma proposta de alteração da série de vazões da UHE Garibaldi já havia sido feita pela Rio Canoas Energia S.A. em 2014. A análise dessa proposta encontra-se na Nota Técnica nº 016/2014/SPR (doc. 22588/2014), na qual se apontou a necessidade de um estudo com abrangência regional, contemplando a revisão das séries de vazões naturais diárias e mensais dos demais aproveitamentos da cascata (figura1). Ressaltou-se ainda que o eventual novo estudo deveria adotar procedimentos tão ou mais robustos quanto os que definiram a série original, a saber o “Estudo de Reconstituição de Séries de Vazões Naturais - Bacia do Rio Uruguai – Trecho Nacional, Ijuí, Jacuí e das Antas”, de 2008, coordenado pelo ONS, acompanhado pela ANA e que contemplava o período de 1931 a 2005. Esse estudo será referido nesta nota técnica como “Estudo ONS/2008”.
3. Em carta anexa ao ofício 319/2016-SCG/ANEEL (doc. 017886/2017), a Rio Canoas informa que foi contratada a empresa INTERTECHNE CONSULTORES S.A. para a realização dos estudos de revisão das séries de vazões naturais e a extensão das mesmas até dezembro de 2014, seguindo os procedimentos adotados no Estudo ONS/2008.
4. O documento analisado nesta Nota Técnica é denominado “Hidrologia da bacia do rio Uruguai Revisão das séries de vazões das usinas Hidrelétricas – Relatório Final”, datado de agosto de 2016. Tal documento será referido como “Estudo Intertechne”.

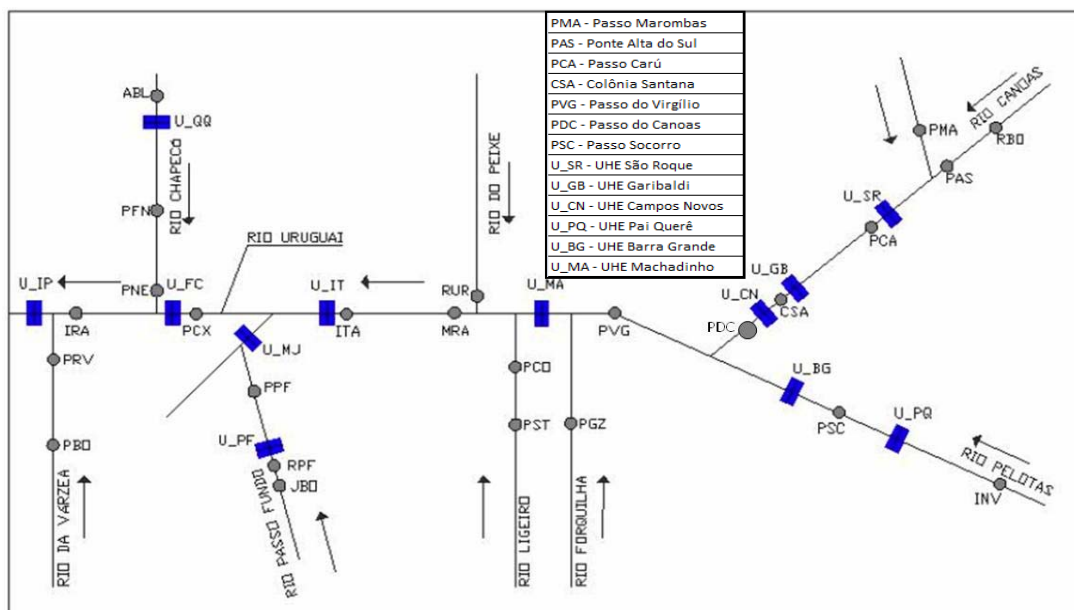


Figura 1- Diagrama unifilar das UHEs e Estações Fluviométricas da área em análise.

5. Após análise preliminar, foi solicitado o encaminhamento da memória de cálculo do estudo Intertechne, através do ofício 1347/2017/SRE. A referida memória foi encaminhada pelo ofício 966/2017-SCG-ANEEL (doc. 60199/2017).

6. De posse das planilhas relativas ao Estudo Intertechne e após reanálise do Estudo ONS/2008, verificou-se a necessidade de complementação da memória de cálculo junto à empresa executora do Estudo ONS/2018, uma vez que as planilhas com o cálculo dos coeficientes utilizados na estimativa das vazões não constavam na memória fornecida quando da elaboração do estudo. O contato foi realizado através de telefone e e-mail. Todavia, em resposta obtida apenas por meio telefônico, constatou-se que as informações disponíveis eram apenas as que já constavam do relatório original.

7. Diante do material existente, foi necessária a execução de cálculos reversos nos Estudos ONS/2008 para avaliar a pertinência das alterações propostas no estudo Intertechne.

8. Como se verificará nos detalhes da análise apresentados no item III, a proposta apresentada pela Rio Canos Energia é acatada apenas no que se refere à estação fluviométrica Passo Caru nos anos de 1951 e 1952. As demais alterações foram consideradas inapropriadas, de forma que as vazões nos anos 1951 e 1952 foram recalculadas por esta coordenação em todas as usinas da cascata.

III. ANÁLISE DAS SÉRIES

9. A principal proposição apresentada no estudo Intertechne refere-se à estação Passo Caru (71550000), onde se propõe a alteração da curva de descarga do período de 13/12/1950

a 31/12/1952, com base em observações já relatadas no Estudo ONS/2008. A justificativa contém os seguintes argumentos:

- "O Relatório Final do Estudo ONS/2008, em sua Tabela 8.2 - Resumo das Curvas de Descarga apresenta para o posto Passo Caru duas curvas de descarga: uma para o período de 13 de dezembro de 1950 a 31 de dezembro de 1952 e outra para o período 01 de janeiro de 1953 a 31 de dezembro de 2005. Da análise dessas curvas, juntamente com as medições de descarga líquida disponíveis para o período, o Estudo ONS/2008 propõe uma revisão da curva para o período de 1953 a 2005 e recomenda a não utilização da curva para os anos de 1952 e 1953. Complementarmente, verifica-se que as vazões disponibilizadas pela ANA para esse mesmo período não consideram essa relação cota-vazão, mas sim a relação definida para o período posterior (1953-2005)".

- "Apesar de verificada a não representatividade da curva de descarga referente ao período de 13 de dezembro de 1950 a 31 de dezembro de 1952, e da recomendação de sua não utilização, constatou-se nas informações recebidas do ONS que essa curva foi adotada para a geração das vazões correspondentes ao período. Assim, na presente atualização, as vazões médias diárias correspondentes aos anos de 1952 e 1953 foram novamente determinadas, agora a partir da curva revisada no Estudo ONS/2008".

10. Assim, o estudo Intertechne propõe a extensão de validade da curva de descarga revisada no Estudo ONS/2008 de 1953-2005 para 1950-2005. Propõe também a utilização dessa mesma curva de descarga para a definição das vazões no período 2006-2014.

11. O argumento foi considerado procedente, uma vez que o próprio Estudo ONS/2008 já apontava problema na utilização da curva com validade de 1950 a 1952. Além disso, comparando a relação entre cota e vazão diária dos anos de 1951 e 1952 da série proposta e da série vigente no banco de dados da ANA (Hidro), observa-se que elas são muito próximas, mostrando que as vazões constantes no Hidro não seguem a curva com validade entre 1950 e 1952. A figura 2 abaixo ilustra as relações cota x vazão.

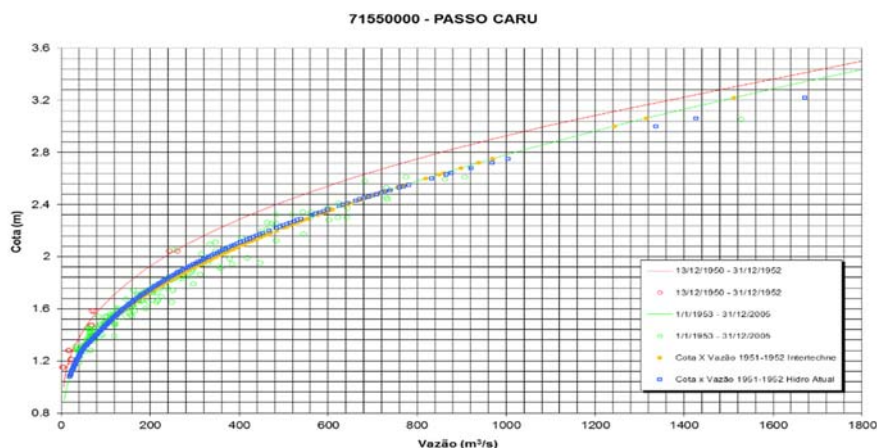


Figura 2 - Relação cota x vazão dos anos 1951 e 1952 da proposta Intertechne e do banco Hidro.

12. Com relação à complementação da série de 2006 a 2014, considera-se adequada a manutenção da curva de descarga revisada no estudo, uma vez que os dados de medição após 2006 não apontam a necessidade de modificação, conforme figura 3. Cabe, porém, mencionar que a curva adotada no estudo ONS difere ligeiramente da curva atualmente adotada pela ANA, principalmente na faixa de vazões acima de 1000m³/s.

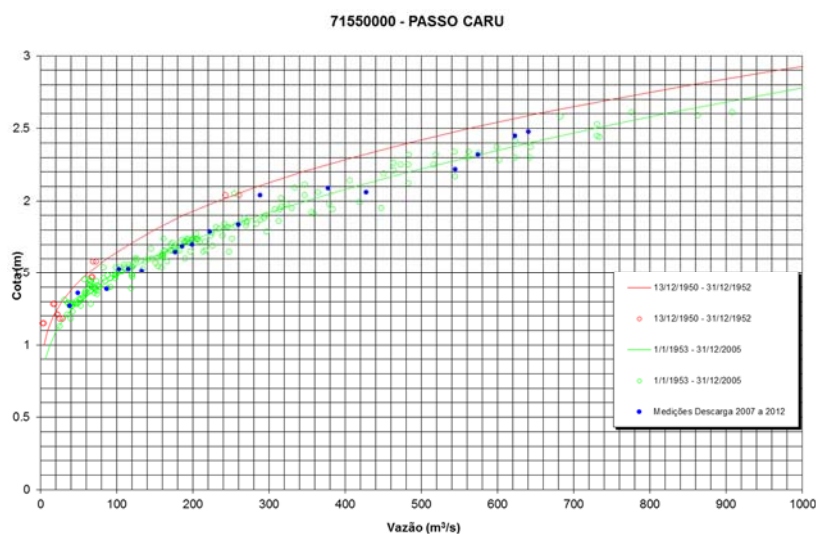


Figura 3 - Medições de descarga entre 2007 e 2012 comparadas às medições entre 1953 e 2006.

13. Quanto às estações Coxilha Rica e Ponte Alta do Sul, as proposições do estudo Intertechne visam estender até 2014 a validade das curvas adotadas no Estudo ONS/2008, que vão até 2005. Como as medições de 2006 a 2014 são aderentes às curvas, a proposta foi considerada coerente, mas não interfere nos resultados das séries finais aqui considerados.

14. A partir dos novos dados de vazão na estação Passo Caru nos anos 1951 e 1952 (o relatório sempre referencia o período alterado como 1952 e 1953, mas de fato os anos são 1951 e 1952), o estudo Intertechne, buscou seguir os mesmos critérios, metodologias e notações adotados no estudo ONS/2008, utilizando inclusive o mesmo esquema das planilhas de cálculo, tanto para revisão, como para atualização das séries do conjunto de empreendimentos considerados.

15. Tais procedimentos consistiram, basicamente, nas seguintes etapas:

a) Correção das vazões médias diárias da estação Passo Caru;

b) Atualização das séries de vazões médias diárias dos postos fluviométricos, quando disponíveis;

c) Atualização das séries afluentes e defluentes provenientes dos dados operativos, fornecidas pelo ONS;

d) Atualização das séries de vazões de usos consuntivos, fornecidas pelo ONS;

- e) Atualização das séries de evaporação líquida nos reservatórios, fornecidas pelo ONS;
- f) Atualização das metodologias de obtenção das vazões a partir da consideração da entrada em operação de novas usinas em relação ao Estudo ONS/2008;
- g) Atualização dos coeficientes das equações de regressão, se necessário;
- h) Verificação da existência de vazões incrementais negativas;
- i) Alterações, se necessário, nos cálculos das vazões afluentes aos aproveitamentos e na modulação das vazões incrementais, de maneira a corrigir possíveis valores de vazões negativas nas bacias incrementais”.

16. Verificou-se, no entanto, que na implementação do item “g) Atualização dos coeficientes das equações de regressão”, o estudo Intertechne não conseguiu reproduzir os resultados do estudo ONS/2008, muito provavelmente pela ausência das planilhas referentes ao tema na memória de cálculo original. Isto implicou na alteração da maioria dos coeficientes, mesmo os não influenciados pela Estação Passo Caru, gerando, conseqüentemente, diferenças nas vazões em praticamente todos os empreendimentos da bacia, ao longo de vários anos.

17. Considerando a descrição que consta do relatório metodológico dos estudos ONS/2008, para se obter a vazão afluente a um local de usina tem-se o seguinte procedimento:

- “a) Calcula-se a vazão específica para cada posto, considerando o período comum de observações;
- b) Na mesma bacia hidrográfica, relaciona-se graficamente a vazão específica com a respectiva área de drenagem;
- c) Estima-se a vazão específica no local da usina em função da área de drenagem;
- d) Determina-se o coeficiente conforme segue:

$$\alpha = \frac{q_{usina} \cdot A_{usina}}{q_{posto} \cdot A_{posto}}$$

Sendo q a vazão específica e A a área de drenagem”

“Utilizando dois postos, se a usina possui área inferior a um deles:

$$\alpha = \frac{q_{posto2} \cdot A_{posto2} - q_{usina} \cdot A_{usina}}{q_{posto2} \cdot A_{posto2} - q_{posto1} \cdot A_{posto1}} \text{ e } \beta = \frac{q_{usina} \cdot A_{usina} - q_{posto1} \cdot A_{posto1}}{q_{posto2} \cdot A_{posto2} - q_{posto1} \cdot A_{posto1}} \text{ ou seja } \beta = 1 - \alpha.$$

18. Assim, em análise mais aprofundada foi possível identificar que a não reprodutibilidade pelo Estudo Intertechne das estimativas dos coeficientes α está relacionada a 2 fatores: 1) a não utilização do período comum entre as estações para o cálculo da vazão específica das mesmas

e 2) o uso sempre do ajuste linear dos logaritmos de área e vazão específica para estimar a vazão específica nos locais das usinas.

19. Verificou-se ainda, por cálculos reversos do estudo ONS/2008, que quando Passo Caru é utilizada para estimar a vazão específica de usinas e para o cálculo dos coeficientes α , o “período comum” engloba ou seu período completo (1951 e 2005) ou o período de 1964 a 1985. Entretanto, com as alterações ocorridas em 1951 e 1952, a média do período 1951 e 2005 altera-se em menos de 1%, observando-se que isto não influencia o ajuste regional de vazões específicas e é insignificante no cálculo dos coeficientes α . Disso se concluiu que as alterações em Passo Caru não implicam em necessidade de recálculo dos coeficientes α .

20. Assim, da proposta apresentada no estudo Intertechne, resolveu-se acatar apenas a alteração de vazões na estação Passo Caru e recalcular as vazões na cascata, mantendo os coeficientes e equações do estudo ONS/2008.

21. Entretanto, visando eliminar incrementos mensais negativos e manter a compatibilidade na cascata, houve necessidade de alterar a equação de regressão das vazões afluentes às usinas Machadinho e Itá em janeiro de 1952, adotando outra relação entre as originalmente possíveis, conforme tabela 1.

Tabela 1: Equações de regressão adotadas na revisão das séries.

Usina	Período	Equação Original	Equação Adotada
Machadinho	jan/1952	$(U_MA)a = \alpha(PSC+PCA) + (1-\alpha)MRA$	$(U_MA)a = \alpha(PSC+PCA) + (1-\alpha)ITA$
Itá	jan/1952	$(U_IT)a = \alpha(MRA) + (1-\alpha)(PCX - U_MJ)$	$(U_IT)a = \alpha(ITA) + (1-\alpha)(PCX - U_MJ)$

Onde: U_MA: Usina Machadinho, U_IT: Usina Itá, U_MJ: Usina Monjolinho, PSC: Est. Passo Socorro, PCA: Est. Passo Caru, MRA: Est. Passo Marombas, PCX: Est. Passo Caxambu e ITA: Est. Itá.

22. Com relação à extensão das séries a partir de 2006, optou-se pela manutenção das estimativas já realizadas anualmente pelo ONS.

23. As modificações efetuadas implicaram em alteração nas vazões diárias e mensais das usinas listadas abaixo exclusivamente nos anos 1951 e 1952, gerando modificações nas vazões médias do período crítico conforme tabela 2:

Tabela 2: Comparação das vazões médias antes e depois da revisão.

Usina	1931-2014 (QMLT)			Período Crítico (Qpc)			Qpc/QMLT	
	ONS	Revisão ANA	Diferença	ONS	Revisão ANA	Diferença	ONS	Revisão ANA
Pai Querê	154,8	154,7	0,0%	148,3	148,1	-0,1%	0,96	0,96
Barra Grande	275,4	275,2	-0,1%	260,9	258,8	-0,8%	0,95	0,94
São Roque	234,3	237,2	1,2%	192,6	209,3	8,6%	0,82	0,88
Garibaldi	284,6	285,9	0,4%	241,4	255,3	5,8%	0,85	0,89
Campos Novos	314,2	315,3	0,4%	270,0	283,1	4,8%	0,86	0,90
Machadinho	739,1	739,7	0,1%	676,7	683,2	1,0%	0,92	0,92
Itá	1043,5	1043,6	0,0%	986,2	986,9	0,1%	0,95	0,95
Foz do Chapecó	1277,4	1277,4	0,0%	1204,5	1204,5	0,0%	0,94	0,94
Itapiranga ¹	1801,7	1801,7	0,0%	1680,9	1680,9	0,0%	0,93	0,93

(1:Série de Itapiranga avaliada até 2005.)

24. Verifica-se que as maiores alterações ocorrem nas usinas do rio Canoas, sendo a intensidade do aumento proporcional à proximidade com a estação Passo Caru. Nas usinas do rio Pelotas (Pai Querê e Barra Grande), observa-se uma ligeira redução decorrente da diminuição dos incrementos de vazão entre o rio Uruguai e o Rio Canoas.

25. Observa-se também que nas usinas localizadas no rio Canoas a relação entre a vazão média do período crítico e a vazão média de longo termo passam a ter valores mais compatíveis com o restante da bacia, corroborando a pertinência das alterações propostas.

26. No anexo digital a esta nota, encontram-se as tabelas de construção das vazões naturais, com as alterações realizadas.

IV CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

27. Esta nota analisa a proposta de alteração de vazões na UHE Garibaldi, localizada no rio Canoas, apresentada pela Rio Canoas Energia S.A. através de estudo realizado pela Intertechne. Devido as características da bacia o estudo possui abrangência regional, impactando outros empreendimentos da bacia do Rio Uruguai.

28. O ponto mais relevante do estudo é a revisão da curva de descarga da estação Passo Caru para o período de 1951 a 1952, o que foi considerado adequado e acatado.

29. As demais etapas do estudo não foram consideradas adequadas, de forma que foram recalculadas nesta Coordenação de Estudos Hidrológicos as vazões naturais nas usinas que

possuíam alguma dependência com os dados da estação fluviométrica Passo Caru nos anos de 1951 e 1952, mantendo-se as demais séries, fatores e parâmetros metodológicos estabelecidos por ocasião do estudo ONS/2008, a não ser nos casos pontuais já descritos na nota.

30. Constam no anexo digital as novas séries de vazões naturais para as UHE's Pai Querê, Barra Grande, São Roque, Garibaldi, Campos Novos, Machadinho, Itá, Foz do Chapecó e Itapiranga, que resultaram desta análise.

31. Em tempo, convém informar que está em fase de conclusão o estudo de consistência de dados de estações de monitoramento da ANA (contrato nº 10/ANA/2015 gerido pela SGH), o qual inclui a estação fluviométrica Passo Caru e outras estações na bacia do rio Uruguai, de forma que poderá haver nova revisão nas séries de vazões afluentes aos empreendimentos localizados nessa bacia.

32. Por fim, recomenda-se o encaminhamento desta nota à Superintendência de Regulação para o que for necessário.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)
ALEXANDRE ABDALLA ARAÚJO
Especialista em Recursos Hídricos

(assinado eletronicamente)
TERESA LUISA LIMA DE CARVALHO
Especialista em Recursos Hídricos

De acordo,

(assinado eletronicamente)
MARIANE MOREIRA RAVANELLO
Coordenadora de Estudos Hidrológicos

De acordo. Encaminhe-se a SRE.

(assinado eletronicamente)
SÉRGIO RODRIGUES AYRIMORAES SOARES
Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos