

# **ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO**

***Revisão Extraordinária dos Montantes  
de Garantia Física de Energia  
das UHE Garibaldi e São Roque***



Empresa de Pesquisa Energética

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA







GOVERNO FEDERAL  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

**Ministério de Minas e Energia**

**Ministro**  
Fernando Coelho Filho

**Secretário Executivo do MME**  
Paulo Jerônimo Bandeira de Mello Pedrosa

**Secretário-Adjunto de Planejamento e Desenvolvimento Energético**  
Eduardo Azevedo Rodrigues

**Secretário de Energia Elétrica**  
Fabio Lopes Alves

**Secretário-Adjunto Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis**  
João José de Nora Souto

**Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**  
Carlos Nogueira da Costa Júnior



Empresa de Pesquisa Energética

*Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.*

**Presidente**  
Maurício Tiomno Tolmasquim

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais**  
Ricardo Gorini de Oliveira

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**  
Amílcar Gonçalves Guerreiro

**Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis**  
Gelson Baptista Serva

**Diretor de Gestão Corporativa**  
Álvaro Henrique Matias Pereira

URL: <http://www.epe.gov.br>

**Sede**  
SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A  
70041-903 – Brasília - DF

**Escritório Central**  
Av. Rio Branco, 01 – 11º Andar  
20090-003 - Rio de Janeiro – RJ

# ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

## *Revisão Extraordinária dos Montantes de Garantia Física de Energia das UHE Garibaldi e São Roque*

**Coordenação Geral e Executiva**  
Maurício Tiomno Tolmasquim

**Coordenação Executiva**  
Amílcar Gonçalves Guerreiro

**Equipe Técnica**  
Angela Regina Livino de Carvalho  
Fernanda Gabriela Batista dos Santos  
Rafaela Veiga Pillar  
Thais Iguchi  
Thiago Correa César

**Nº EPE-DEE-RE-003/2016 – r2**  
Data: 28 de junho de 2016

## Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	18/01/2016	Publicação Original
1	16/05/2016	<p>Em atendimento ao Ofício nº 435/2016-SCG/ANEEL, de 04 de abril de 2016, o polinômio cota-área da UHE Garibaldi foi modificado em ambas as configurações de referência.</p> <p>Conforme solicitação do MME no Ofício nº 025/2016-DPE/SPE-MME, de 06 de maio de 2016, o tipo de regularização da UHE Garibaldi foi considerado como fato relevante excepcional.</p> <p>Correção de dados na disponibilização da Tabela 20</p>
2	28/06/2016	Atualização de acordo com as Portarias MME nºs 101 e 103, de 22 de março de 2016.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Critérios e Premissas para a Revisão Extraordinária de Garantia Física de Energia.....</b>	<b>9</b>
<b>3. Configuração de Referência.....</b>	<b>11</b>
<b>4. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE Garibaldi.....</b>	<b>14</b>
4.1. Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas .....	15
4.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência .....	18
<b>5. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE São Roque.....</b>	<b>19</b>
5.1. Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas .....	19
5.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência .....	21
<b>6. Resultados Obtidos.....</b>	<b>22</b>
<b>7. Garantias Físicas no período de motorização.....</b>	<b>23</b>
<b>8. Resumo dos Resultados.....</b>	<b>24</b>
<b>Apêndice – Resultados obtidos no cálculo dos parâmetros médios.....</b>	<b>25</b>
<b>I. UHE São Roque .....</b>	<b>25</b>
I.1. Dados da Curva Colina da Turbina .....	25
I.2. Ajuste da Curva Colina da Turbina .....	27
I.3. Cálculo do Rendimento Médio da Turbina .....	27
I.4. Cálculo da Perda Hidráulica Média .....	30
I.5. Análise Comparativa entre os Resultados da São Roque Energética e da EPE .....	30
<b>II. UHE Garibaldi.....</b>	<b>33</b>
II.1. Cálculo das Perdas Hidráulicas Médias .....	33
<b>Anexo 2 – Ficha de dados - UHE Garibaldi.....</b>	<b>39</b>
<b>Anexo 3 – Ficha de dados - UHE São Roque.....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2021 .....</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 2 – Sazonalidade do mercado de energia – ano 2021 do PDE 2024.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 3 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria MME nº 484/2014 .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 4 – UHE Garibaldi - Garantia Física vigente – Portaria nº 13/2010.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 5 – UHE Garibaldi - Fatos Relevantes.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 6 – UHE Garibaldi – Entrada em operação comercial.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 7 – UHE Garibaldi – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 8 – UHE Garibaldi – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao caso base para cálculo de garantias físicas.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 9 – UHE São Roque - Garantia Física vigente – Portaria nº 37/2011 .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 10 – UHE São Roque - Fatos Relevantes.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 11 – UHE São Roque – Ponto nominal de operação da turbina .....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 12 – UHE São Roque – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas .....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 13 – UHE São Roque – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 14 – Carga crítica e média dos CMO e riscos anuais de déficit.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 15 – Garantias Físicas – UHE Garibaldi e São Roque .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 16 – Energia Firme e Garantia Física por unidade geradora.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 17 – Resumo dos Resultados .....</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 18 – UHE São Roque – Garantia Física por Unidade Geradora.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 19 – Pontos da curva colina extraídos pela EPE.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 20 – UHE São Roque – Coeficientes do polinômio ajustado para a Curva Colina da Turbina.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 21 – UHE São Roque – Limites Operativos da Turbina .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 22 – Configuração Hidrelétrica.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 23 – Configuração Termelétrica.....</i>	<i>36</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Curva Colina e Pontos da Tabela do Empreendedor .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2 – Gráfico de pontos de operação previstos para UHE São Roque - Vazão Unitária (m<sup>3</sup>/s) X Queda Líquida (m) X Rendimento da Turbina (%).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3 – Detalhe do Gráfico de pontos de operação previstos para UHE São Roque - Vazão Unitária (m<sup>3</sup>/s) X Queda Líquida (m) X Rendimento da Turbina (%).....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4 – São Roque Energética - Potência na Ponta e fora da Ponta para cada valor de Vazão .....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 5 – São Roque Energética – Duração fora da Ponta e Vazão Afluente.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 6 – Gráfico de pontos de operação previstos – Despacho no Engolimento Máximo.....</i>	<i>32</i>

## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

<i>Equação 1 – UHE Garibaldi – Equação de perda de carga .....</i>	<i>16</i>
<i>Equação 2 – UHE São Roque – Equação de perda de carga.....</i>	<i>20</i>
<i>Equação 3 – Função de Perda Hidráulica – UHE São Roque .....</i>	<i>30</i>
<i>Equação 4 – Função de Perda Hidráulica – UHE Garibaldi.....</i>	<i>33</i>
<i>Equação 5 – Engolimento máximo .....</i>	<i>33</i>
<i>Equação 6 – Vazão turbinada unitária – sem curva colina.....</i>	<i>34</i>
<i>Equação 7 – Perda Hidráulica Média – UHE Garibaldi .....</i>	<i>34</i>

## APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os estudos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para o cálculo da revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia das usinas hidrelétricas Garibaldi e São Roque.

A solicitação de revisão dos montantes de garantia física das usinas hidrelétricas supracitadas foi encaminhada à EPE por meio do Ofício nº 019/2015-DPE/SPE-MME, de 30 de março de 2015. O referido ofício caracteriza os fatos relevantes para cada usina em conformidade com o artigo 4º da Portaria MME 861/2010.

A EPE analisou a documentação fornecida, avaliando os parâmetros energéticos associados, de forma a representar nas configurações CRA0 e CRA1 apenas o ganho de garantia física referente à alteração dos fatos relevantes indicados nesta revisão extraordinária.

Após análise e troca de informações entre ANEEL e EPE, foi realizado o cálculo das novas garantias físicas de energia de acordo com o artigo 8º da Portaria MME 861/2010.

No Apêndice são apresentados os resultados obtidos no cálculo dos parâmetros médios segundo metodologia estabelecida na Nota Técnica EPE-DEE-RE-037/2011-r2.

Nos Anexos 2 e 3 são apresentadas as fichas de dados de cada usina hidroelétrica, com destaque em vermelho para os parâmetros considerados de forma distinta em cada configuração de referência.

Finalmente, são apresentados os novos valores de garantia física de energia das UHE Garibaldi e São Roque.

A revisão 1 teve como objetivo atender ao Ofício nº 435/2016-SCG/ANEEL, de 04 de abril de 2016, referente ao polinômio cota-área da UHE Garibaldi, e à solicitação do MME constante no Ofício nº 025/2016-DPE/SPE-MME, de 06 de maio de 2016, em relação à consideração do tipo de regularização da UHE Garibaldi como fato relevante excepcional.

**Esta revisão atualiza este cálculo de acordo com as Portarias MME nº101/2016 e nº103/2016, conforme orientação do próprio MME. Uma vez que seriam feitas mudanças de premissas e metodologia, optou-se por atualizar o caso utilizado como referência.**

## 1. Introdução

Consoante a Lei nº. 10.848, de 15 de março de 2004, Art. 1º, §7º, “o CNPE proporá critérios gerais de garantia de suprimento, a serem considerados no cálculo das garantias físicas e em outros respaldos físicos para a contratação de energia elétrica, incluindo importação”. E, segundo o Decreto 5.163 de 30 de junho de 2004, Art. 4º, §2º, “O MME, mediante critérios de garantia de suprimento propostos pelo CNPE, disciplinará a forma de cálculo da garantia física dos empreendimentos de geração, a ser efetuado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, mediante critérios gerais de garantia de suprimento”.

Segundo as diretrizes vigentes para revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia de usina hidrelétrica despachada centralizadamente no Sistema Interligado Nacional - SIN, com capacidade instalada superior a 30 MW, definidas pela Portaria MME 861/2010, o cálculo foi realizado utilizando o modelo NEWAVE<sup>1</sup>, em sua versão 20, e o modelo SUISHI em sua versão 10.

A Portaria MME nº 861, de 18 de outubro de 2010 estabeleceu os fatos relevantes e a metodologia para revisão extraordinária dos montantes de garantia física de Energia de Usina Hidrelétrica despachada centralizadamente no Sistema Interligado Nacional - SIN, com capacidade instalada superior a 30 MW.

Desta forma, a nova garantia física das usinas constantes nesta revisão extraordinária será composta pela soma da garantia física Vigente e do incremento de garantia física dado pela aplicação da Portaria MME nº 861/2010.

## 2. Critérios e Premissas para a Revisão Extraordinária de Garantia Física de Energia

A Portaria MME nº 861, de 18 de outubro de 2010 estabeleceu os fatos relevantes e a metodologia para revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia de Usina Hidrelétrica despachada centralizadamente no Sistema Interligado Nacional - SIN, com capacidade instalada superior a 30 MW.

O Ministério de Minas e Energia - MME poderá determinar, para a revisão extraordinária dos

---

<sup>1</sup> Modelo desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL.

montantes de garantia física de energia, novos fatos relevantes não considerados nos incisos I a VI do art. 4º da citada Portaria.

As características técnicas referidas no art. 4º da Portaria 861/2010 deverão ser aprovadas ou homologadas por meio de atos próprios a serem publicados pela ANEEL.

Embora a perda hidráulica e os rendimentos de turbina e gerador, analisados pela ANEEL, sejam os nominais, nas simulações energéticas, os parâmetros adotados serão os médios, pois refletem de maneira mais apropriada as condições da usina ao longo de uma simulação dinâmica da sua operação, sujeita a variadas condições de queda e vazão. Os parâmetros médios serão obtidos segundo metodologia apresentada na Nota Técnica EPE-DEE-RE-037/2011-r2.

Uma vez definidas pelo MME/ANEEL as características técnicas que constituem fatos relevantes, eventualmente outros parâmetros podem ser impactados. Por exemplo, no caso de alteração de potência instalada ou número de unidades geradoras, poderão ser impactados: rendimento médio do conjunto turbina-gerador, vazão efetiva<sup>2</sup>, perdas de carga no circuito hidráulico de geração, perdas hidráulicas médias, queda de referência<sup>3</sup>, taxas de indisponibilidades das unidades geradoras. Portanto, se faz necessária uma avaliação global do empreendimento que está pleiteando revisão de garantia física.

A partir de uma configuração de referência a EPE estabelecerá as configurações de referência atual CRA0 e CRA1.

A elaboração da CRA0 requer a identificação dos valores considerados no cálculo de garantia física vigente, seja no conjunto de arquivos dos modelos Newave e MSUI, utilizados à época do cálculo, seja em correspondências trocadas entre o responsável pelo cálculo e a ANEEL, nos contratos de concessão, etc. Na ausência de informações, serão considerados os valores cadastrados no PMO.

Os dados comuns às duas configurações de referência atual, CRA0 e CRA1, serão os mais atualizados possíveis.

---

<sup>2</sup> No modelo Newave utiliza-se um parâmetro denominado vazão efetiva, que não se confunde com a vazão nominal unitária da turbina. A vazão efetiva é definida como a razão entre a potência unitária do gerador e o produto entre o rendimento médio do conjunto turbina-gerador, a queda de referência, a massa específica da água e a aceleração da gravidade. Portanto, em cada uma das configurações de referência ela vai ser calculada a partir dos valores cadastrados.

<sup>3</sup> A queda de referência é definida como sendo aquela para a qual a turbina, com abertura total do distribuidor fornece a potência nominal do gerador, conforme Manual de Estudos de Viabilidade da Eletrobrás, edição 1997. Nas análises subsequentes esta definição será adotada onde for necessária a avaliação da queda de referência da turbina.

### 3. Configuração de Referência

Para estabelecer as configurações de referência atual CRA0 e CRA1 desta revisão extraordinária, a EPE se baseou na configuração adotada para o caso base do Leilão A-5/2016 com a inclusão das usinas vencedoras neste leilão e atualizações referentes aos PMO de maio e junho de 2016. Os itens a seguir apresentam algumas informações a respeito dos modelos, dos critérios e das premissas, estabelecidas na Portaria MME nº 103/2016, considerados nesta revisão extraordinária.

- Modelos utilizados, conforme definição do MME:
  - NEWAVE - Versão 20
  - SUISHI - Versão 10 (Encad versão 3.26.45)
- Parâmetros do SUISHI:
  - Funcionalidades específicas ativas em usinas hidrelétricas:
    - Simulação da bacia do rio Paraíba do Sul com regras especiais, considerando a UHE Simplício como usina de acoplamento hidráulico. Foi considerado o arquivo *default* com os dados da bacia do rio Paraíba do Sul;
    - Em virtude de a simulação do modelo SUISHI empregar série de vazões naturais para a UHE Simplício, é necessário incluir a vazão remanescente (igual a 90 m<sup>3</sup>/s) como desvio d'água dessa usina e retorno na UHE Ilha dos Pombos. Na simulação com o modelo NEWAVE essa vazão remanescente já está descontada na série artificial utilizada na UHE Simplício;
    - Adicionalmente, é necessário alterar os usos consuntivos da UHE Simplício no modelo SUISHI devido ao acoplamento hidráulico com a bacia do Alto Paraíba do Sul, ou seja, deve-se considerar o uso consuntivo incremental entre as UHEs Funil e Simplício para a UHE Simplício. No modelo NEWAVE, como não há acoplamento hidráulico entre as bacias do alto e baixo Paraíba do Sul, considera-se: (i) a UHE Funil apontando para a UHE Nilo Peçanha, e (ii) na UHE Simplício o uso consuntivo incremental entre as UHEs Funil e Simplício somado ao uso consuntivo acumulado da UHE Funil;
    - Operação do reservatório de Lajes em paralelo com a bacia do rio Paraíba do Sul (não foi considerada curva de controle de cheias);

- Curva Guia da UHE Jirau;
- Restrição de volume máximo operativo sazonal para a UHE Sinop, devido à preservação de lagoas;
- Uso do reservatório a fio d'água da UHE Belo Monte para atendimento à vazão mínima. Foi considerado o compartilhamento do reservatório com a UHE Belo Monte Complementar;
- Consideração de posto intermediário de vazões influenciando o nível do canal de fuga da UHE Belo Monte (posto 293);
- Em virtude de o hidrograma ecológico bianual ainda não estar implementado no modelo SUISHI, são necessárias as seguintes alterações:
  - Série de vazões: série de vazões artificiais (posto 292), ao invés da série natural (posto 288);
  - Desvios d'água: apenas os usos consuntivos, pois o hidrograma ecológico bianual já foi descontado na série de vazões artificiais.
- Proporcionalidade da carga: adotada a proporcionalidade do ano 2021 do Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. A proporcionalidade entre os mercados é apresentada a seguir:

Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2021

<b>MERCADO DE REFERÊNCIA 2021 - PDE 2024</b>			
<b>SE/CO/AC/RO/TP</b>	<b>S</b>	<b>NE</b>	<b>N/MAN/AP/BV/BM</b>
49.638	13.787	13.013	7.771
<b>58,9%</b>	<b>16,4%</b>	<b>15,5%</b>	<b>9,2%</b>
<b>BRASIL</b>			
<b>84.209</b>			

- Usinas não despachadas centralizadamente não são simuladas individualmente nos modelos computacionais utilizados no cálculo de garantia física. Representa-se, apenas no modelo NEWAVE, uma expectativa de geração agregada por subsistema e por mês. Esse montante é descontado do mercado a ser atendido. Para esta configuração, a referência utilizada é o PMO de junho de 2016.
- Sazonalidade do Mercado de Energia: em virtude da representação da expectativa de

geração das usinas não despachadas centralizadamente, e conseqüentemente, da sazonalidade dessa expectativa de geração, foi também considerada a sazonalidade do mercado referente ao ano de 2021 do PDE 2024 para cada subsistema no modelo NEWAVE e para o SIN no modelo SUISHI.

**Tabela 2 – Sazonalidade do mercado de energia – ano 2021 do PDE 2024**

Região	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	Set	out	nov	dez
Sudeste	1.007796	1.045268	1.044764	1.007192	0.972360	0.959003	0.962428	0.988497	0.998328	1.011161	1.004170	0.999033
Sul	1.043778	1.082944	1.054730	0.991774	0.962907	0.966751	0.971538	0.975527	0.959353	0.980967	1.003524	1.006207
Nordeste	1.017560	1.014332	1.023093	1.002882	0.980134	0.954697	0.951162	0.970682	1.002651	1.026398	1.033237	1.023170
Norte	0.990155	0.993630	1.004826	1.003410	1.004182	0.984621	0.984107	1.012033	1.019754	1.008687	1.002252	0.992343
<b>SIN</b>	1.014	1.042	1.039	1.004	0.975	0.962	0.964	0.986	0.995	1.008	1.008	1.003

- **Manutenção:** Para as usinas hidrelétricas e termelétricas, não foi considerada manutenção explícita, e, sim, índices de indisponibilidade forçada - TEIF e indisponibilidade programada - IP.

Para as usinas hidrelétricas com mais de sessenta meses de operação comercial, após completa motorização<sup>4</sup>, foram considerados os valores de TEIF e IP apurados pelo ONS (referência: PMO maio/2016). Para as demais usinas hidrelétricas, foram considerados os seguintes índices, estabelecidos na Portaria MME nº 484, de 11 de setembro de 2014, conforme redação da Portaria MME nº 248, de 2 de junho de 2015:

**Tabela 3 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria MME nº 484/2014<sup>5</sup>**

Limites (MW)	TEIF (%)	IP (%)
Potência Unitária <= 29 MW	2,068	4,660
29 < Potência Unitária <= 59 MW	1,982	5,292
59 < Potência Unitária <= 199 MW	1,638	6,141
199 < Potência Unitária <= 699 MW	2,133	3,688
699 < Potência Unitária <= 1300 MW	3,115	8,263

Para as usinas que apresentam mais de um conjunto de máquinas com potências unitárias em diferentes faixas da tabela acima, utilizou-se a média dos índices ponderada pela potência total de cada conjunto.

Para as usinas termelétricas, foram consideradas as indisponibilidades apuradas pelo ONS<sup>6</sup>, referentes ao período de janeiro de 2011 a dezembro de 2015 (referência: PMO maio/16). Para as usinas que não dispõem de 60 meses de apuração das indisponibilidades, os valores faltantes foram complementados com os índices de referência utilizados nos respectivos

<sup>4</sup> Data de referência: 31/12/2015

<sup>5</sup> Conforme redação da Portaria MME nº 248/2015.

<sup>6</sup> De acordo com a Resolução ANEEL nº 614, de 03 de junho de 2014.

cálculos das garantias físicas dos empreendimentos.

- Restrições Operativas Hidráulicas: para as usinas em operação, foram consideradas as restrições operativas de caráter estrutural recomendadas pelo ONS, segundo o Relatório DPP-REL-0046/2016 "Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos – Revisão 1 de 2016".
- Histórico de vazões: Os históricos de vazões das usinas constantes na configuração foram estendidos até o ano de 2014, tendo como base o Relatório ONS RE ONS/0205/2015 – Dezembro/2015 - "Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2014".
- Usos Consuntivos e vazões remanescentes: o uso consuntivo é modelado como retirada de água sem devolução, enquanto a vazão remanescente retorna a água desviada para a usina de jusante. Ambas estão sujeitas à penalização por não atendimento. Foram considerados os valores extrapolados para o ano de 2021 a partir dos apresentados nas Declarações/Outorga de Reserva de Disponibilidade Hídrica e Notas Técnicas da ANA.
- Configuração de referência inicial: composta pelo conjunto de usinas hidrelétricas e termelétricas em operação e todas as usinas que já possuem contrato de concessão ou ato de autorização. A seguir, algumas observações sobre a configuração hidrotérmica, apresentada no Anexo 1:
  - Configuração de referência termelétrica: é baseada na configuração adotada no caso base do leilão A-5/2016, com a inclusão das usinas vencedoras deste leilão. Foi restaurada a operação comercial da UG1 da UTE P. Médici A, conforme Despacho ANEEL nº 943/2016. Foi retirada da configuração de referência para simulação no NEWAVE a UTE Sol, devido à mudança no tipo de modalidade de despacho desta usina. Foram consideradas as atualizações dos custos variáveis das usinas conforme PMO de maio de 2016.
  - Configuração de referência hidrelétrica: é baseada na configuração adotada no caso base do leilão A-5/2016, com a inclusão das usinas vencedoras deste leilão.

#### **4. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE Garibaldi**

A garantia física vigente da UHE Garibaldi foi calculada por ocasião do Leilão 003 de 2010 (LEN A-5/2010), publicada na Portaria nº 13, de 24 de junho de 2010, e consta no Contrato de Concessão nº 03/2010, conforme tabela abaixo:

**Tabela 4 – UHE Garibaldi - Garantia Física vigente – Portaria nº 13/2010**

Usina	Rio	UF	Número de Unidades	Potência Total (MW)	Garantia Física (MWmed)	
Garibaldi	Casa de Força Principal	Canoas	SC	3	175,0	80,3
	Casa de Força Secundária	Canoas	SC	1	2,9	2,8

As alterações em características técnicas motivadoras desta revisão extraordinária de garantia física são decorrentes da aprovação do Projeto Básico, conforme despacho ANEEL nº 3.106, de 09 de setembro de 2013.

Ressalta-se que, conforme informado no Ofício nº 280/2015-SCG/ANEEL, de 03 de março de 2015, o regime operativo da UHE Garibaldi foi alterado, passando a ser de regularização mensal, com nível mínimo operativo de seu reservatório na cota 702,5 m. Essa alteração não está contemplada nos incisos I a VI da Portaria 861/2010, que representam os fatos relevantes para a revisão extraordinária de garantia física de energia. Entretanto, no §2º do artigo 4º desta portaria, o MME poderá determinar, excepcionalmente, outros fatos relevantes. Desse modo, em conformidade com o Ofício nº 025/2016-DPE/SPE-MME, nesta revisão a alteração do regime operativo da UHE Garibaldi foi considerado como fato relevante excepcional.

#### 4.1. Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas

Os fatos relevantes foram estabelecidos nos Ofícios nº 019/2015-DPE/SPE-MME<sup>7</sup> e nº 025/2016-DPE/SPE-MME<sup>8</sup>, conforme tabela a seguir:

**Tabela 5 – UHE Garibaldi - Fatos Relevantes**

Fatos Relevantes	De (EVTE)	Para (PB)	Fonte dos valores
Potência instalada	175,00 MW	189,0 MW	Ofício nº 280/2015-SCG/ANEEL, de 03/03/2015
Perda hidráulica nominal	3,03 m <sup>9</sup>	1,55 m <sup>10</sup>	Nota Técnica nº 132/2015-SCG/ANEEL, de 03/03/2015
Queda líquida nominal	41,38 m	43,45 m	Nota Técnica nº 205/2014-SGH/ANEEL, de 21/01/2014, conforme Ofício nº 0065/EPE/2014, de 04/02/2014: <b>EVTE:</b> Valor obtido considerando os valores de NA normal de montante e de jusante apresentados na Ficha Resumo ANEEL do EVTE, de 20/08/2008, quais sejam: 705 m e 660,59 m e o valor de perda hidráulica nominal de 3,03 m. <b>PB:</b> Valor obtido considerando os valores de NA normal de montante e de jusante apresentados no despacho

<sup>7</sup> Ofício nº 019/2015-DPE/SPE-MME, de 30 de março de 2015.

<sup>8</sup> Ofício nº 025/2016-DPE/SPE-MME, de 06 de maio de 2016.

<sup>9</sup> Valor apresentado no item 4.1 do documento 8977/US-3H-MC-0001-0, anexo ao Ofício DEVIX-CE-1061/10, de 22 de abril de 2010, cuja consideração no cálculo da garantia física da UHE Garibaldi para fins de participação do LEN A-5/2010 teve amparo legal no Art. 11 da Portaria MME 21/2008.

<sup>10</sup> Valor apresentado nos itens 6.5.2 e 8.6 do Relatório Final do Projeto Básico, documento nº 1025-GA-RT-200-00-001-rev0.

Fatos Relevantes	De (EVTE)	Para (PB)	Fonte dos valores
			3.106/2013, quais sejam: 705 m e 660 m e o valor de perda hidráulica nominal de 1,55 m.
Regime operativo	Fio d'água	Regularização mensal	Ofício nº 025/2016-DPE/SPE-MME, de 06 de maio de 2016

O acréscimo de potência instalada é decorrente de novos levantamentos de campo e de otimizações de arranjo.

O arranjo proposto no presente Projeto Básico prevê o deslocamento da casa de força principal cerca de 530 m para montante e o deslocamento do eixo do barramento cerca de 700 m para jusante. Com a mudança no arranjo, houve o encurtamento do circuito de adução, resultando na diminuição da perda hidráulica nominal. Esta perda é estimada a partir da equação de perda de carga total.

**Equação 1 – UHE Garibaldi – Equação de perda de carga<sup>11</sup>**

$$PH = 3,5505905 \times 10^{-6} Q_{total}^2 + 2,8813000 \times 10^{-5} Q_{unit}^2$$

Onde *PH* se refere à perda de carga total, em metros, em função da vazão turbinada total e unitária, *Q<sub>total</sub>* e *Q<sub>unit</sub>*, respectivamente, em m<sup>3</sup>/s.

Outra otimização no arranjo da UHE Garibaldi com impacto nos estudos energéticos é a alteração do vertedouro, que, nos estudos de viabilidade era do tipo controlado por comportas, e no projeto básico passou a ser de soleira livre. A alteração de queda líquida nominal é justificada, então, pelas mudanças no N.A. normal de jusante e das perdas hidráulicas nominais.

As características técnicas associadas aos fatos relevantes que serão consideradas de forma distinta nas duas configurações de referência (CRA0 e CRA1) são: polinômio de vazão em função do nível de jusante, queda líquida de referência, perda hidráulica média, TEIF, IP, vazão efetiva, canal de fuga médio<sup>12</sup>, volume de vertimento e volume, cota e área mínimos.

A CRA0 procura refletir as condições do cálculo da garantia física vigente, desse modo, os valores considerados para os fatos relevantes e para as características técnicas associadas

<sup>11</sup> Conforme Nota Técnica nº 132/2015-SCG/ANEEL, de 03/03/2015.

<sup>12</sup> O canal de fuga médio a ser considerado em cada uma das configurações é a média de todo o histórico de vazões, obtido na simulação com o modelo SUISHI.

serão os constantes no conjunto de arquivos Newave utilizados no cálculo da garantia física vigente para a UHE Garibaldi.

Os valores de TEIF e IP, tanto na CRA0 quanto na CRA1, serão atualizados conforme estabelece o artigo 5º da Portaria MME nº 248/2015. Por se tratar de uma usina que entrou em operação comercial há menos de sessenta meses, serão considerados os valores constantes no anexo da referida portaria.

**Tabela 6 – UHE Garibaldi – Entrada em operação comercial**

Unidades Geradoras	Fonte dos valores
UG1	Despacho nº 3.218, de 23 de setembro de 2013
UG2	Despacho nº 3.592, de 22 de outubro de 2013
UG3	Despacho nº 4.233, de 12 de dezembro de 2013
UG4 – Casa de Força complementar	Despacho nº 3.506, de 14 de outubro de 2013

O valor de queda líquida de referência considerado na CRA1 foi extraído diretamente da curva colina do protótipo, conforme ratificado na NT nº 205/2014-SGH/ANEEL.

A curva-chave no canal de fuga foi revista no projeto básico considerando a nova posição da casa de força e o efeito de remanso provocado pela UHE Campos Novos. Um novo polinômio representativo do comportamento do canal de fuga correspondente à curva chave revisada foi ajustado pela EPE e ratificado pela ANEEL na NT nº 205/2014-SGH/ANEEL.

Empregando-se a metodologia apresentada na nota técnica EPE-DEE-037/2011-r2 para cálculo de perda hidráulica média sem curva colina e a equação de perda de carga foi obtido o valor de perda hidráulica média a ser considerado na CRA1.

**Tabela 7 – UHE Garibaldi – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas**

Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas	CRA0	CRA1	Fonte dos valores
Potência Instalada	175 MW	189 MW	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Despacho 3.106/2013
Queda Líquida de referência	40,3 m	41,9 m	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Despacho 3.106/2013
Perda Hidráulica média	1,4 m	0,97 m	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Metodologia NT EPE-DEE-037/2011-r2
TEIF	1,982%	1,638%	Anexo da Portaria MME nº 248/2015
IP	5,292%	6,141%	Anexo da Portaria MME nº 248/2015
Vazão efetiva	160 m³/s	167 m³/s	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Compatível com os demais dados
Canal de fuga médio	660,44 m	660,52 m	Simulação do modelo SUIISHI
PVNJ	A0: 6,5995336E+02 A1: 1,2370451E-03 A2: -2,5634985E-08 A3: 0	A0: 6,5992287E+02 A1: 1,5093819E-03 A2: 1,6044931E-08 A3: -7,7423739E-11	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: NT nº 205/2014-SGH/ANEEL

<b>Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas</b>	<b>CRA0</b>	<b>CRA1</b>	<b>Fonte dos valores</b>
	A4: 0	A4: 1,4479323E-14	
Regime operativo	Fio d'água	Regularização mensal	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Despacho 3.106/2013
Volume mínimo	296	232	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Despacho 3.106/2013
Volume de vertimento	296	232	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Despacho 3.106/2013
Cota mínima	705	702,5	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Despacho 3.106/2013
Área mínima	27,53	22,97	CRA0: Deck LEN A-5/2010 CRA1: Despacho 3.106/2013

#### 4.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência

Os parâmetros comuns às duas configurações de referência são os mais atualizados possíveis e, portanto, em decorrência da aprovação do Projeto de Básico, alguns parâmetros foram atualizados em relação ao caso base para cálculo de garantias físicas, tais como os valores mensais de evaporação, os valores de área e volume máximos e volume de vertimento.

**Tabela 8 – UHE Garibaldi – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao caso base para cálculo de garantias físicas**

<b>Parâmetros</b>	<b>Caso Base para cálculo de garantias físicas</b>	<b>CRA0 e CRA1</b>	<b>Fonte dos valores</b>
Volume máximo	295,6 hm <sup>3</sup>	296 hm <sup>3</sup>	Deck LEN A-5/2010 CRA0 e CRA1: Despacho 3.106/2013
Área máxima	26,74 km <sup>2</sup>	27,53 km <sup>2</sup>	Deck LEN A-5/2010 CRA0 e CRA1: Despacho 3.106/2013
Volume de vertimento	295,6 hm <sup>3</sup>	232 hm <sup>3</sup>	
Evaporação Líquida	Jan: -59	Jan: 23	Deck LEN A-5/2010 CRA0 e CRA1: Despacho 3.106/2013
	Fev: -38	Fev: 30	
	Mar: -5	Mar: 36	
	Abr: 51	Abr: 44	
	Mai: 86	Mai: 45	
	Jun: 93	Jun: 32	
	Jul: 91	Jul: 15	
	Ago: 81	Ago: 6	
	Set: 46	Set: 4	
	Out: -4	Out: -11	
	Nov: -39	Nov: -17	
	Dez: -64	Dez: 4	

## 5. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE São Roque

A garantia física vigente da UHE São Roque foi calculada por ocasião do Leilão 007 de 2011 (LEN A-5/2011), publicada na Portaria nº 37, de 17 de novembro de 2011, e consta no Contrato de Concessão nº 01/2012, conforme tabela abaixo:

**Tabela 9 – UHE São Roque - Garantia Física vigente – Portaria nº 37/2011**

Usina	Rio	UF	Número de Unidades	Potência Total (MW)	Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Garantia Física Total (MWmed)
São Roque	Canoas	SC	3	135	77,4	13,5	90,9

As alterações em características técnicas motivadoras desta revisão extraordinária de garantia física são decorrentes da aprovação do Projeto Básico, conforme despacho ANEEL nº 4.747, de 09 de dezembro de 2014.

### 5.1. Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas

Os fatos relevantes foram estabelecidos no Ofício nº 019/2015-DPE/SPE-MME<sup>13</sup>, conforme tabela a seguir:

**Tabela 10 – UHE São Roque - Fatos Relevantes**

Fatos Relevantes	De (EVTE)	Para (PB)	Fonte dos valores
Potência instalada	135,00 MW	141,90 MW	
Queda líquida nominal	51,76 m	52,24 m	Nota Técnica nº 661/2014-SGH/ANEEL, de 09/12/2014
Perda hidráulica nominal	1,75 m	0,88 m	
Rendimento nominal da turbina	93,6 %	91,80 %	

O acréscimo de potência instalada é decorrente de novos levantamentos de campo, de otimizações de arranjo e da substituição do fabricante das turbinas.

Uma das otimizações no arranjo da UHE São Roque com impacto nos estudos energéticos é a alteração do vertedouro, que, nos estudos de viabilidade era do tipo controlado por comportas, e no projeto básico passou a ser de soleira livre. Isso ensejou uma reavaliação da curva-chave do canal de fuga. A curva-chave revista no projeto básico incorpora novos levantamentos topobatimétricos e considera o efeito de remanso provocado pela UHE Garibaldi. Como consequência, o N.A. normal de jusante passou de 706,5 m para 706,88 m.

<sup>13</sup> Ofício nº 019/2015-DPE/SPE-MME, de 30 de março de 2015.

O encurtamento do circuito de adução, outra otimização no arranjo da UHE São Roque, resultou na diminuição da perda hidráulica nominal, estimada a partir da equação de perda de carga total.

**Equação 2 – UHE São Roque – Equação de perda de carga**

$$PH = 7,138623 * 10^{-5} Q_{unit}^2$$

Onde *PH* se refere à perda de carga total, em metros, em função da vazão turbinada unitária, *Q<sub>unit</sub>*, em m<sup>3</sup>/s.

A alteração de queda líquida nominal é justificada, então, pelas mudanças no N.A. normal de jusante e das perdas hidráulicas nominais.

O novo ponto nominal de operação da turbina da UHE São Roque é apresentado na tabela abaixo.

**Tabela 11 – UHE São Roque – Ponto nominal de operação da turbina**

Parâmetros	Projeto Básico	Fonte dos valores
Potência unitária nominal <sup>14</sup>	48,262 MW	Curva colina da turbina (tabela de pontos)
Vazão nominal	111,05 m <sup>3</sup> /s	
Queda líquida de referência	48,6 m	
Rendimento nominal	91,784%	

As características técnicas associadas aos fatos relevantes que serão consideradas de forma distinta nas duas configurações de referência (CRA0 e CRA1) são: polinômio de vazão em função do nível de jusante, queda líquida de referência, perda hidráulica média, rendimento do conjunto turbina-gerador, vazão efetiva, canal de fuga médio<sup>15</sup>.

A CRA0 procura refletir as condições do cálculo da garantia física vigente, desse modo, os valores considerados para os fatos relevantes e para as características técnicas associadas serão os constantes no conjunto de arquivos NW utilizados no cálculo da garantia física vigente para a UHE São Roque. Cabe ressaltar, entretanto, que as indisponibilidades serão atualizadas conforme estabelece o artigo 5º da portaria MME nº 484/2014, conforme redação da Portaria MME nº 248/2015. Por se tratar de uma usina que não entrou em operação comercial, serão considerados os valores constantes no anexo da referida portaria.

Um novo polinômio representativo do comportamento do canal de fuga correspondente à curva chave revisada foi ajustado pela Concessionária.

<sup>14</sup> Potência no eixo da turbina já descontadas as perdas nos mancais.

<sup>15</sup> O canal de fuga médio a ser considerado em cada uma das configurações é a média de todo o histórico de vazões, obtido na simulação com o modelo SUISHI.

Empregando-se a metodologia apresentada na nota técnica EPE-DEE-037/2011-r2 e utilizando-se a curva colina da turbina<sup>16</sup> e a equação de perda de carga foram obtidos os valores médios de rendimento do conjunto turbina-gerador e perda hidráulica, que serão considerados na CRA1.

O rendimento adotado para o gerador foi de 98%, conforme despacho 4.747/2014.

**Tabela 12 – UHE São Roque – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas**

<b>Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas</b>	<b>CRA0</b>	<b>CRA1</b>	<b>Fonte dos valores</b>
Potência Instalada	135 MW	141,9 MW	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Despacho 4.747/2014
Queda Líquida de referência	48,6 m	48,6 m	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Nota Técnica nº 661/2014-SGH/ANEEL
Perda Hidráulica média	0,9 m	0,60 m	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Metodologia NT EPE-DEE-037/2011-r2
Rendimento do conjunto turbina-gerador	91,5%	90,5%	CRA0: Deck de GF Pós 2002 CRA1: NT 383/2014-SGH/ANEEL <sup>17</sup>
PVNJ	A0: 7,0559683E+02	A0: 7,0580493E+02	PMO dez/15 CRA0 e CRA1: Projeto Básico (Despacho ANEEL 4.747/2014)
	A1: 3,6996012E-03	A1: 4,2261713E-03	
	A2: -3,0281875E-06	A2: -3,5084141E-06	
	A3: 1,4261539E-09	A3: 1,6319730E-09	
	A4: -2,2284704E-13	A4: -2,7135183E-13	
Vazão efetiva	103 m <sup>3</sup> /s	110 m <sup>3</sup> /s	Compatível com os demais dados
Canal de fuga médio	706,43 m	706,77 m	Simulação do modelo SUIISHI

## 5.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência

Os parâmetros comuns às duas configurações de referência são os mais atualizados possíveis e, portanto, em decorrência da aprovação do Projeto de Básico, alguns parâmetros foram atualizados em relação ao PMO, tais como: evaporação e série de vazões<sup>18</sup>. Os demais são os constantes no PMO de dez/15.

**Tabela 13 – UHE São Roque – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO**

<b>Evaporação Líquida</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Fonte dos valores</b>
<b>PMO</b>	-56	-39	-6	46	79	87	82	71	38	-9	-41	-62	PMO dez/15
<b>CRA0 e CRA1</b>	4	23	40	53	59	48	25	4	-6	-26	-41	-26	Despacho 4.747/2014

<sup>16</sup> A curva colina da turbina em formato gráfico foi disponibilizada no Relatório de Transposição de Modelo Reduzido, documento nº P00136/14-4T-RL-0001, revisão 0D, de 28 de novembro de 2013. Em formato tabelado, como anexo do Projeto Básico.

<sup>17</sup> Nota técnica nº 383/2014-SGH/ANEEL, de 23 de julho de 2014, apresenta análise do Projeto Básico de ampliação da UHE Curuá-Una.

<sup>18</sup> Em relação à série de vazões, foi atualizado o ano de 2010 conforme Outorga de Uso dos Recursos Hídricos, resolução ANA nº 1.016, de 06 de agosto de 2013.

## 6. Resultados Obtidos

### CARGA CRÍTICA E BLOCO HIDRÁULICO

A carga crítica é a máxima oferta global de energia que pode ser atendida ao critério de otimização da expansão do sistema elétrico, assegurada pela igualdade entre os Custos Marginais de Operação – CMO e o Custo Marginal de Expansão – CME, limitados a um risco de déficit de 5%. Esta carga crítica é obtida por simulação estática da operação do sistema hidrotérmico, empregando-se o modelo NEWAVE, em sua versão 20.

A partir dos dados e das premissas apresentados para as duas configurações de referência, foram feitas simulações com o modelo NEWAVE de modo a obter a carga crítica que é atendida por cada uma das configurações hidrotérmicas.

A carga crítica, os CMO e a média dos riscos anuais de déficit para cada subsistema e em cada configuração são detalhados a seguir.

**Tabela 14 – Carga crítica e média dos CMO e riscos anuais de déficit**

<b>Média dos Custos Marginais de Operação (R\$/MWh)</b>				
	<b>SE/CO/Acre/Rondônia</b>	<b>S</b>	<b>NE</b>	<b>N</b>
<b>CRA0</b>	192,51	192,51	192,51	192,51
<b>CRA1</b>	192,64	192,64	192,63	192,63
<b>Média dos Riscos Anuais de Déficit (%)</b>				
	<b>SE/CO/Acre/Rondônia</b>	<b>S</b>	<b>NE</b>	<b>N</b>
<b>CRA0</b>	0,47	0,33	0,00	0,19
<b>CRA1</b>	0,49	0,33	0,00	0,20
<b>Carga Crítica (MWmed)</b>				
	<b>SE/CO/Acre/Rondônia</b>	<b>S</b>	<b>NE</b>	<b>N</b>
<b>CRA0</b>	52.153	14.486	13.672	8.164
<b>CRA1</b>	52.129	14.479	13.666	8.161
		<b>CRA0</b>	<b>CRA1</b>	
<b>Carga Brasil</b>		73.999	73.959	MWmed
<b>Fator Hidráulico</b>		77,18%	77,27%	
<b>Bloco Hidráulico</b>		57.111,5	57.148,7	MWmed
<b>Bloco Térmico</b>		16.887,6	16.810,2	MWmed

O bloco hidráulico obtido a partir da ponderação pelo custo marginal de operação das gerações hidráulica e térmica encontradas durante a simulação final do NEWAVE, que definiu a carga crítica para a CRA0, corresponde a 57.111,5 MWmed (77,18% da carga crítica de 73.999 MWmed), e para a CRA1, corresponde a 57.148,7 MWmed (77,27% da carga crítica de 73.959 MWmed).

## ENERGIAS FIRMES E GARANTIAS FÍSICAS EM CADA CONFIGURAÇÃO

As energias firmes das UHE São Roque e Garibaldi foram obtidas em cada uma das configurações através de simulação com o modelo SUISHI em sua versão 10.

A energia firme total do sistema hidráulico<sup>19</sup> na CRA0 resultou em 54.813,20 MWmed e na CRA1, 54.816,38 MWmed.

As garantias físicas foram obtidas em cada uma das configurações pela repartição do bloco hidráulico proporcionalmente às energias firmes obtidas em cada configuração. A garantia física nova é, então, obtida como a soma da garantia física vigente mais a diferença entre as garantias físicas obtidas nas duas configurações de referência.

Os valores de garantia física definidos nesta revisão extraordinária para as usinas Garibaldi e São Roque são discriminados abaixo:

**Tabela 15 – Garantias Físicas – UHE Garibaldi e São Roque**

Usina	Energia Firme (MWmed)		Garantia Física (MWmed)		Δ Garantia Física	Garantia Física Vigente (MWmed)	Garantia Física Nova (MWmed)
	CRA0	CRA1	CRA0	CRA1			
Garibaldi	78,11	78,90	81,40	82,30	<b>0,9</b>	83,1 <sup>20</sup>	<b>84,0</b>
São Roque	74,49	74,84	77,60	78,00	<b>0,4</b>	90,9 <sup>21</sup>	<b>91,3</b>

## 7. Garantias Físicas no período de motorização

A garantia física de cada unidade geradora é proporcional à razão entre a energia firme do conjunto de máquinas correspondente e a energia firme da usina completa, limitada pela respectiva potência disponível.

Houve alteração de potência unitária em ambas as usinas, Garibaldi e São Roque, porém, todas as unidades geradoras da UHE Garibaldi já estão em operação comercial. Portanto, serão apresentados os valores de garantias físicas por unidade geradora apenas para a UHE São Roque, que ainda está em construção.

<sup>19</sup> Do somatório de energia firme das usinas hidrelétricas foi subtraído o valor de 1,39 MWmed referente à perda energética decorrente do deplecionamento do reservatório dos canais da UHE Belo Monte a fim de manter nestes a vazão mínima ambiental de 300m<sup>3</sup>/s. A metodologia para obtenção deste valor é detalhada na Nota Técnica EPE-DEE-RE-004/2010-r0, de 25 de janeiro de 2010.

<sup>20</sup> Já incluído o montante referente à casa de força complementar, igual a 2,8 MWmed.

<sup>21</sup> Já incluído o montante referente ao benefício indireto, igual a 13,5 MWmed.

A tabela abaixo apresenta o resultado obtido para cada unidade geradora:

**Tabela 16 – Energia Firme e Garantia Física por unidade geradora**

Usina	Energia Firme (MWmed)				Garantia Física de Energia (MWmed)			
	Completa	Unid1	Unid2	Unid3	Completa	Unid1	Unid2	Unid3
São Roque	<b>74,84</b>	39,41	63,83	74,84	<b>91,3</b>	41,0	66,4	91,3

## 8. Resumo dos Resultados

A seguir são apresentados os resultados obtidos no processo de revisão extraordinária de garantia física das usinas hidrelétricas: Garibaldi e São Roque.

**Tabela 17 – Resumo dos Resultados**

Usina	Rio	UF	Nº de Unidades	Potência Instalada (MW)	TEIF (%)	IP (%)	Garantia Física Vigente (MWmed)	Δ Garantia Física	Garantia Física Nova (MWmed)	Nº de Unidades de Base <sup>22</sup>
Garibaldi*	Canoas	SC	3	189,000	1,638	6,141	<b>83,1</b>	0,9	<b>84,0</b>	2
São Roque**	Canoas	SC	3	141,900	1,982	5,292	<b>90,9</b>	0,4	<b>91,3</b>	2

\*Do total de 83,1 MWmed de garantia física vigente, 2,8 MWmed são referentes à garantia física da casa de força complementar, conforme Portaria nº 13, de 24 de junho de 2010.

\*\*Do total de 90,9 MWmed de garantia física vigente, 13,5 MWmed são decorrentes do benefício de regularização das usinas a jusante, conforme Portaria nº 37, de 17 de novembro de 2011.

A tabela abaixo apresenta os valores de garantia física de energia por unidade geradora da UHE São Roque:

**Tabela 18 – UHE São Roque – Garantia Física por Unidade Geradora**

Usina	Garantia Física de Energia (MWmed)			
	Completa	Unid1	Unid2	Unid3
São Roque	<b>91,3</b>	41,0	66,4	91,3

<sup>22</sup> O número de unidades de base em questão é aquele número a partir do qual o modelo Newave considera a usina como motorizada e é definido como a razão entre a garantia física local da usina e a potência disponível unitária, conforme Despacho ANEEL nº 414, de 06 de fevereiro de 2012.

## Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência

### Tabela 22 – Configuração Hidrelétrica

<b>Sudeste / Centro-Oeste / Acre / Rondônia</b>			
A. VERMELHA	DARDANELOS	JAGUARI	QUEIMADO
A.A. LAYDNER	E. DA CUNHA	JURU	RETIRO BAIXO
A.S. LIMA	EMBORCACAO	JIRAU	RONDON 2
A.S.OLIVEIRA	ESPORA	JUPIA	ROSAL
AIMORES	ESTREITO	L.N. GARCEZ	ROSANA
B. COQUEIROS	FONTES	LAJEADO	SA CARVALHO
BAGUARI	FOZ R. CLARO	LAJES	SALTO
BARRA BONITA	FUNIL	M. DE MORAES	SALTO GRANDE
BATALHA	FUNIL-GRANDE	MANSO	SAMUEL
BILLINGS	FURNAS	MARIMBONDO	SANTA BRANCA
CACH.DOURADA	GUAPORE	MASCARENHAS	SAO MANOEL
CACONDE	GUARAPIRANGA	MIRANDA	SAO SALVADOR
CACU	GUILMAN-AMOR	NAVANHANDAVA	SAO SIMAO
CAMARGOS	HENRY BORDEN	NILO PECANHA	SERRA FACAO
CANA BRAVA	I. SOLT. EQV	NOVA PONTE	SERRA MESA
CANDONGA	IBITINGA	OURINHOS	SIMPLICIO
CANOAS I	IGARAPAVA	P. COLOMBIA	SINOP
CANOAS II	ILHA POMBOS	P. ESTRELA	SLT VERDINHO
CAPIM BRANC1	IRAPE	P. PASSOS	SOBRAGI
CAPIM BRANC2	ITAIPU	P. PRIMAVERA	STA CLARA MG
CAPIVARA	ITAOCARA I	PARAIBUNA	STO ANTONIO
CHAVANTES	ITIQUIRA I	PEIXE ANGIC	TAQUARUCU
COLIDER	ITIQUIRA II	PICADA	TELES PIRES
CORUMBA I	ITUMBIARA	PIRAJU	TRES MARIAS
CORUMBA III	ITUTINGA	PONTE PEDRA	VOLTA GRANDE
CORUMBA IV	JAGUARA	PROMISSAO	
<b>Sul</b>			
14 DE JULHO	G.B. MUNHOZ	MONJOLINHO	SANTA BRANCA
BAIXO IGUACU	G.P. SOUZA	MONTE CLARO	SAO JOSE
BARRA GRANDE	GARIBALDI	PASSO FUNDO	SAO ROQUE
CAMPOS NOVOS	ITA	PASSO REAL	SEGREDO
CASTRO ALVES	ITAUBA	PASSO S JOAO	SLT.SANTIAGO
D. FRANCISCA	JACUI	QUEBRA QUEIX	STA CLARA PR
ERNESTINA	JORDAO	SALTO CAXIAS	
FOZ CHAPECO	MACHADINHO	SALTO OSORIO	
FUNDAO	MAUA	SALTO PILAO	
<b>Nordeste</b>			
B. ESPERANCA	ITAPARICA	P. CAVALO	XINGO
COMP PAF-MOX	ITAPEBI	SOBRADINHO	
<b>Norte / Manaus / Belo Monte</b>			
BALBINA	CACH CALDEIR	ESTREITO TOC	TUCURUI
BELO MONTE	COARA NUNES	FERREIRA GOM	
B.MONTE COMP	CURUA-UNA	STO ANT JARI	

Tabela 23 – Configuração Termelétrica

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	F <sub>cmax</sub> (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
ACRE	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	164	100	10	4	141,70	35	90
ALTOS	NE	DIESEL	13,1	100	32	11,31	7,90	0	678,26
ANGRA 1	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	640	100	4,69	11,78	538,13	509,8	25,38
ANGRA 2	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1350	100	1,42	7,44	1231,82	1080	20,12
ANGRA 3	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1405	100	2	6,84	1282,72	1282,7	25,58
ARACATI	NE	DIESEL	11,5	100	34,86	12,07	6,59	0	678,26
BAHIA 1	NE	OLEO	31	98	6,91	4,2	27,09	0	558,05
BAIXADA FLU	SE/CO/AC/RO	GAS	530	100	4,39	3,66	488,19	0	87,43
BATURITE	NE	DIESEL	11,5	100	31,52	11,83	6,94	0	678,26
BOLTBAH	NE	BIOMASSA	50	100	0,5	4,5	47,51	0	125
CAMACARI D/G	NE	DIESEL	69,1	91	25,29	16,63	39,17	0	943,88
Camacari PI	NE	OLEO	150	100	12,02	0,27	131,61	0	606,64
CAMPINAGRANDE	NE	OLEO	169,1	100	5,27	1,07	158,47	0	376,42
CAMPO GRANDE	NE	BIOMASSA	150	100	1,5	3,5	142,58	23,76	85,42
CAMPO MAIOR	NE	DIESEL	13,1	100	34,75	11,74	7,54	0	678,26
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350	100	20,44	13,45	241,01	210	72,41
CANOAS	S	DIESEL	248,6	100	1,99	3,49	235,15	0	698,14
CAUCAIA	NE	DIESEL	14,8	100	31,85	12,72	8,80	0	678,26
CCBS	SE/CO/AC/RO	GAS	216	100	4,82	3,64	198,11	86,4	279,45
CHARQUEADAS	S	CARVAO	36	100	18,42	29,65	20,66	12	205,48
Cisframa	S	BIOMASSA	4	90	3,5	6	3,27	0	260,16
COSTA RICA I	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	164	100	10	4	141,70	35	90
CRATO	NE	DIESEL	13,1	100	35,8	11,84	7,41	0	678,26
DAIA	SE/CO/AC/RO	DIESEL	44,4	85	12,55	1,7	32,44	0	792,54
DO ATLANTICO	SE/CO/AC/RO	GAS PROCES	490	93	1,07	5,16	427,56	419,78	160,4
ELETROBOLT	SE/CO/AC/RO	GAS	385,9	100	10,88	2,26	336,14	0	307,7
ENGUIA PECEM	NE	DIESEL	14,8	100	32,94	11,32	8,80	0	678,26
ERB CANDEIAS	NE	BIOMASSA	16,8	100	3	5	15,48	0	60
FAFEN	NE	GAS	138	99,6	21,86	6,58	100,33	0	300,74
Fict_N	N/MAN	GAS	10	0	0	0	0,00	0	0
Fict_S	S	GAS	10	0	0	0	0,00	0	0
FIGUEIRA	S	CARVAO	20	87	39,23	20,03	8,46	5	459,92
FORTALEZA	NE	GAS	326,6	100	2,36	4,18	305,56	223	139,88
GERAMAR I	N/MAN	OLEO	165,9	96	0,6	0,7	157,20	0	376,41
GERAMAR II	N/MAN	OLEO	165,9	96	2,26	0,93	154,22	0	376,41
GLOBAL I	NE	OLEO	148,8	100	6,16	7,29	129,45	0	428,04
GLOBAL II	NE	OLEO	148,8	100	5,1	6,99	131,34	0	428,04
Goiania 2 BR	SE/CO/AC/RO	DIESEL	140	97	31,81	0,54	92,10	0	818,28
IBIRITERMO	SE/CO/AC/RO	GAS	226	100	3,66	6,65	203,25	0	301,79
IGARAPE	SE/CO/AC/RO	OLEO	131	100	31,53	16,38	75,00	0	653,43
IGUATU	NE	DIESEL	14,8	100	36,05	11,36	8,39	0	678,26
J.LACERDA A1	S	CARVAO	100	100	21,5	20,97	62,04	0	258,42
J.LACERDA A2	S	CARVAO	132	100	9,85	11,95	104,78	33	195,49
J.LACERDA B	S	CARVAO	262	100	10,63	12,24	205,49	120	186,33
J.LACERDA C	S	CARVAO	363	100	4,89	15,02	293,39	293,38	155,85
JUAZEIRO	NE	DIESEL	14,8	100	28,73	11,68	9,32	0	678,26
JUIZ DE FORA	SE/CO/AC/RO	GAS	87,1	100	4,77	2,77	80,65	0	213,84
LINHARES	SE/CO/AC/RO	GAS	204	100	2,76	0,74	196,90	0	170,53
MACAE MER	SE/CO/AC/RO	GAS	928,7	100	5,19	2,18	861,31	0	530,54

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
MARACANAU I	NE	OLEO	168	97	11,93	1,82	140,91	0	360,05
MARAMBAIA	NE	DIESEL	13,1	100	40,42	11,69	6,89	0	678,26
MARANHAO III	N/MAN	GAS	518,8	100	1,85	1,62	500,95	241,63	69,45
MARANHAO IV	N/MAN	GAS	337,6	100	1,93	1,97	324,56	0	106,58
MARANHAO V	N/MAN	GAS	337,6	100	1,56	1,57	327,12	0	106,58
MAUA 3	N/MAN	GAS	590,8	98	3,7	6,3	522,44	264	61,5
MAUA B4	N/MAN	OLEO	150	90	20,02	9,51	97,70	0	575
MC2 N VENECI	N/MAN	GAS	178,2	100	4,5	3,22	164,70	0	188,18
Muricy	NE	OLEO	147,2	100	8,05	1,2	133,73	0	606,64
NAZARIA	NE	DIESEL	13,1	100	37,81	11,6	7,20	0	678,26
NORTEFLU-1	SE/CO/AC/RO	GAS	400	100	0	0	400,00	399,99	37,8
NORTEFLU-2	SE/CO/AC/RO	GAS	100	100	12,5	5,99	82,26	0	58,89
NORTEFLU-3	SE/CO/AC/RO	GAS	200	100	12,5	5,99	164,52	0	102,84
NORTEFLU-4	SE/CO/AC/RO	GAS	126,8	100	12,5	5,99	104,30	0	232,56
NOVAPIRAT	SE/CO/AC/RO	GAS	572,1	97	7,57	4,1	491,90	0	399,02
NOVO TEMPO	NE	GAS	1238	100	2	2	1188,98	0	235,05
OE CANOAS 1	N/MAN	GAS	5,5	90	2	6,5	4,54	2,25	264,01
Onca Pintada	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	50	95	3,19	5,48	43,46	6,86	89,7
P. PECEM 1	NE	CARVAO	720,3	100	12,68	6,55	587,77	0	117,16
P. PECEM 2	NE	CARVAO	365	100	2,8	3,92	340,87	0	127,17
P. SERGIPE I	NE	GAS	1516	100	1,1	2,05	1468,59	0	198,8
P.MEDICI A	S	CARVAO	66	87	72,2	30,68	11,07	11,06	115,9
P.MEDICI B	S	CARVAO	320	90	72,2	30,68	55,50	52,85	115,9
PALMEIRA GOI	SE/CO/AC/RO	DIESEL	175,6	80	15,16	1,34	117,59	0	702,98
PAMPA SUL	S	CARVAO	340	100	3,44	1,37	323,81	170	50
PARNAIBA IV	N/MAN	GAS	56,3	100	5,91	1,26	52,31	0	69
Pau Ferro I	NE	DIESEL	94,1	100	1,96	0,49	91,80	0	997,1
PERNAMBUCO 3	NE	OLEO	200,8	100	12,77	1,61	172,34	0	314,65
PETROLINA	NE	OLEO	136,2	100	1,16	2,01	131,91	0	665,57
PIE C ROCHA	N/MAN	GAS	85,4	100	1	20,72	67,03	67	0
PIE JARAQUI	N/MAN	GAS	75,5	86,9	4	0	62,99	62,98	0
PIE MANAUARA	N/MAN	GAS	66,8	100	2,5	0,39	64,88	64,87	0
PIE P NEGRA	N/MAN	GAS	66	100	2,5	0,53	64,01	64	0
PIE TAMBAQUI	N/MAN	GAS	93	70,6	4	0	63,03	63	0
PORTO ITAQUI	N/MAN	CARVAO	360,1	100	8,38	5,21	312,73	0	121,26
Potiguar	NE	DIESEL	53,1	100	5,31	1,03	49,76	0	899,37
Potiguar III	NE	DIESEL	66,4	82,5	2,49	0,43	53,19	0	899,36
Predilecta	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	5	100	0,37	5	4,73	1	126,77
PROSPERIDADE	NE	GAS	28	100	3	4	26,07	0	122,68
R.SILVEIRA	SE/CO/AC/RO	DIESEL	25	100	39,48	24,76	11,38	0	421,52
RIO GRANDE	S	GAS	1238	100	2	2	1188,98	0	239,05
SAO SEPE	S	BIOMASSA	8	90	2	3	6,84	0	65
ST.CRUZ NOVA	SE/CO/AC/RO	GAS	500	100	9,09	9,08	413,28	0	114,34
STA VITORIA	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	41,4	93	1	16,2	31,94	0	90
SUAPE II	NE	OLEO	381,3	100	9,83	1,74	337,84	0	370,17
SUZANO MA	N/MAN	BIOMASSA	254,8	100	0	0	254,80	254,79	0
SYKUE I	NE	BIOMASSA	30	100	1,5	3	28,66	0	510,12
T.NORTE 2	SE/CO/AC/RO	OLEO	340	100	4,72	5,76	305,29	0	678,04
TERMOBAHIA	NE	GAS	185,9	85,5	1,8	4,85	148,51	0	349,99
TERMOCABO	NE	OLEO	49,7	98	3,01	1,84	46,37	0	372,06

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
TERMOCEARA	NE	GAS	223	100	17,2	9,23	167,60	0	297,52
Termomanaus	NE	DIESEL	143	100	2,37	0,82	138,47	0	997,1
TERMONORDEST	NE	OLEO	170,9	95	11,3	1,46	141,91	0	377,61
TERMOPARAIBA	NE	OLEO	170,9	95	13,64	1,45	138,18	0	377,61
TERMOPE	NE	GAS	532,8	100	10,64	8,98	433,36	312,01	70,16
TERMORIO	SE/CO/AC/RO	GAS	1036	100	6,94	3,79	927,56	100,5	233,76
TRES LAGOAS	SE/CO/AC/RO	GAS	350	100	10,25	3,85	302,03	0	194,6
VALE DO ACU	NE	GAS	367,9	84,3	5,05	4,68	280,70	0	314,63
VIANA	SE/CO/AC/RO	OLEO	174,6	100	3,02	4,95	160,95	0	376,41
W.ARJONA G	SE/CO/AC/RO	GAS	206,4	100	9,77	12,21	163,50	0	297,27
XAVANTE	SE/CO/AC/RO	DIESEL	53,7	100	2,68	0,04	52,24	0	1070,8

## Anexo 2 – Ficha de dados - UHE Garibaldi

	CRA0	CRA1
Potência instalada (MW)	<b>175,000</b>	<b>189,000</b>
Número de unidades geradoras	3	3
Hidrelétrica a jusante	Campos Novos	Campos Novos
Tipo de turbina	Francis	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador(%)	92,00	92,00
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	<b>1,982</b>	<b>1,638</b>
Indisponibilidade programa - IP (%)	<b>5,292</b>	<b>6,141</b>
Interligação no Subsistema	Sul	Sul
Queda líquida de referência (m)	<b>40,30</b>	<b>41,90</b>
Perda Hidráulica média (m)	<b>1,40</b>	<b>0,97</b>
Canal de fuga médio (m)	<b>660,44</b>	<b>660,52</b>
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S	S
Vazão efetiva (m³/s)	<b>160</b>	<b>167</b>
Vazão mínima do histórico (m³/s)	17	17
Vazão remanescente (m³/s)	13	13
Vazão mínima defluente (m³/s)	81	81

### RESERVATÓRIO

	CRA0	CRA1
Volume máximo (hm³)	296,00	296,00
Volume mínimo (hm³)	<b>296,00</b>	<b>232,00</b>
Volume de vertimento (hm³)	<b>296,00</b>	<b>232,00</b>
NA máximo normal (m)	705,00	705,00
NA mínimo normal (m)	<b>705,00</b>	<b>702,50</b>
Área máxima (km²)	27,53	27,53
Área mínima (km²)	<b>27,53</b>	<b>22,97</b>
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	<b>Diária</b>	<b>Mensal</b>

### EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
23	30	36	44	45	32	15	6	4	-11	-17	4

### VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2021	-1.37	-1.21	-1.03	-0.93	-0.95	-0.96	-0.97	-1.05	-1.13	-1.26	-1.54	-1.54

### POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
<b>PVC</b>	6,9328670E+02	3,9632213E-02	0,0000000E+00	0,0000000E+00	0,0000000E+00
<b>PCA</b>	-1.0378100E+03	1.5100000E+00	0,0000000E+00	0,0000000E+00	0,0000000E+00
<b>PVNJ – CRA0</b>	<b>6,5995336E+02</b>	<b>1,2370451E-03</b>	<b>-2,5634985E-08</b>	<b>0,0000000E+00</b>	<b>0,0000000E+00</b>
<b>PVNJ – CRA1</b>	<b>6,5992287E+02</b>	<b>1,5093819E-03</b>	<b>1,6044931E-08</b>	<b>-7,7423739E-11</b>	<b>1,4479323E-14</b>

## SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	160	43	61	64	524	429	433	206	603	179	103	104
1932	111	202	218	787	651	462	339	221	528	428	142	157
1933	53	72	57	43	68	93	92	199	263	562	201	61
1934	170	291	170	282	234	175	143	247	256	222	91	147
1935	80	48	61	37	27	136	373	471	562	888	187	414
1936	185	86	90	63	218	792	422	545	372	374	167	105
1937	95	92	222	160	74	57	115	240	295	307	251	125
1938	301	400	122	236	489	491	409	137	102	107	134	57
1939	96	126	287	177	443	323	217	139	390	199	490	582
1940	346	235	149	316	259	152	184	296	150	316	133	202
1941	182	341	318	302	522	453	312	655	323	337	458	267
1942	108	265	296	331	355	190	176	218	191	206	72	61
1943	41	86	47	37	162	511	368	549	430	246	131	78
1944	232	101	126	65	37	83	105	41	62	67	106	34
1945	20	80	46	31	27	36	57	58	138	106	53	77
1946	274	482	272	140	201	354	535	198	151	237	124	160
1947	140	194	142	57	106	196	160	205	454	291	127	116
1948	97	152	192	156	484	168	289	536	129	213	113	54
1949	48	38	111	127	115	241	143	218	261	254	94	61
1950	137	97	149	100	143	72	104	296	267	695	182	129
1951	171	298	227	71	43	35	70	22	24	481	270	117
1952	98	89	34	26	17	123	289	75	346	452	211	75
1953	154	282	148	93	72	106	110	92	346	541	492	180
1954	193	161	281	259	470	633	797	189	874	1024	207	112
1955	92	180	155	347	416	418	798	321	269	168	134	176
1956	367	427	118	332	310	165	135	283	513	345	136	115
1957	119	209	175	168	175	139	498	1379	1002	432	281	196
1958	151	148	500	135	99	327	132	316	581	467	416	298
1959	157	242	161	214	268	159	121	147	359	220	93	77
1960	85	170	154	129	100	175	114	420	285	334	365	171
1961	183	167	540	283	167	124	160	76	871	970	840	320
1962	140	119	121	74	275	177	218	126	398	240	152	88
1963	235	610	478	237	107	60	73	176	332	960	598	229
1964	91	150	114	149	207	109	136	250	340	283	165	114
1965	93	68	71	88	265	170	323	853	938	467	228	389
1966	375	682	502	207	138	339	254	251	608	394	291	345
1967	205	260	302	126	95	128	136	354	723	406	216	261
1968	88	56	54	58	50	50	96	48	171	116	402	225
1969	351	555	334	501	150	353	298	156	241	135	415	116
1970	162	136	123	86	179	422	457	241	301	245	110	211
1971	593	433	493	626	515	576	499	418	278	263	79	57
1972	99	478	240	179	79	341	336	864	943	479	283	243
1973	254	362	206	113	299	481	494	763	702	258	204	121
1974	169	222	272	149	85	279	182	120	294	117	222	128
1975	162	162	167	89	82	169	113	368	767	690	183	522
1976	347	145	279	110	288	429	251	557	297	204	242	538
1977	355	497	272	214	87	100	180	655	283	499	486	201
1978	179	159	137	53	39	43	111	87	253	142	241	162
1979	99	53	87	127	372	186	245	186	133	879	579	348
1980	154	111	350	147	154	106	285	769	631	328	339	590
1981	432	411	118	95	75	90	106	92	209	191	146	127
1982	81	243	177	94	83	292	491	283	161	555	1016	328
1983	299	371	558	284	893	820	2718	1272	470	271	291	283
1984	226	203	246	196	221	636	575	1261	355	450	319	284
1985	113	319	184	206	176	86	122	119	209	125	191	48
1986	75	109	67	152	121	174	92	122	245	322	439	285
1987	379	213	91	214	835	360	314	285	233	656	165	84
1988	110	136	119	172	590	363	157	72	243	209	97	90
1989	273	449	187	190	501	94	144	187	898	335	125	75
1990	562	325	220	370	376	1280	453	341	585	953	751	238
1991	118	111	57	52	54	275	195	255	93	262	230	219
1992	163	271	303	171	736	836	911	694	413	216	259	170
1993	188	347	294	150	242	290	737	147	457	685	187	322
1994	112	542	224	247	271	438	629	168	103	411	440	149
1995	691	376	186	90	45	148	207	149	247	497	168	122
1996	407	496	263	248	74	190	418	396	483	450	194	200
1997	271	823	295	74	66	209	450	557	236	1260	1144	314
1998	429	843	634	883	711	219	377	821	923	506	166	164
1999	157	226	135	282	116	239	705	149	137	433	152	112
2000	152	204	212	174	163	164	391	206	1017	990	251	268
2001	489	714	348	337	430	321	397	205	330	1002	217	289
2002	209	160	120	191	173	327	234	528	455	627	599	510
2003	168	185	250	108	111	192	136	69	63	144	169	503
2004	198	114	65	129	195	131	437	125	370	598	336	190

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2005	208	98	87	221	632	513	289	240	1320	915	451	118
2006	126	113	97	70	52	51	56	189	157	145	273	258
2007	164	165	335	152	492	207	441	259	334	537	551	172
2008	221	209	167	189	291	250	224	172	358	861	810	208
2009	210	134	148	56	52	71	452	726	929	788	347	227
2010	440	482	270	685	889	323	300	323	180	205	180	461
2011	416	863	413	364	298	248	730	1060	1356	339	192	109
2012	213	212	126	59	66	241	221	259	105	267	108	81
2013	242	151	304	163	72	321	303	718	716	460	171	190
2014	316	142	245	188	434	1085	593	182	311	611	328	257

### Anexo 3 – Ficha de dados - UHE São Roque

	CRA0	CRA1
Potência instalada (MW)	<b>135,000</b>	<b>141,900</b>
Número de unidades geradoras	3	3
Hidrelétrica a jusante	Garibaldi	Garibaldi
Tipo de turbina	Francis	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador(%)	<b>91,50</b>	<b>90,50</b>
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	1,982	1,982
Indisponibilidade programa - IP (%)	5,292	5,292
Interligação no Subsistema	Sul	Sul
Queda líquida de referência (m)	48,60	48,60
Perda Hidráulica média (m)	<b>0,90</b>	<b>0,60</b>
Canal de fuga médio (m)	<b>706,43</b>	<b>706,77</b>
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S	S
Vazão efetiva (m³/s)	<b>103</b>	<b>110</b>
Vazão mínima do histórico (m³/s)	14	14
Vazão mínima defluente (m³/s)	14	14

#### RESERVATÓRIO

	CRA0	CRA1
Volume máximo (hm³)	795,67	795,67
Volume mínimo (hm³)	336,72	336,72
Volume de vertimento (hm³)	336,72	336,72
NA máximo normal (m)	760,00	760,00
NA mínimo normal (m)	746,00	746,00
Área máxima (km²)	45,80	45,80
Área mínima (km²)	21,70	21,70
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Mensal	Mensal

#### EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
4	23	40	53	59	48	25	4	-6	-26	-41	-26

#### VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2021	-1.58	-1.10	-0.99	-0.69	-0.60	-0.61	-0.62	-0.76	-0.87	-1.35	-2.37	-2.13

#### POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
<b>PVC</b>	7,1795736E+02	1,3824081E-01	-2,2656835E-04	2,1650831E-07	-8,3769372E-11
<b>PCA</b>	1,7395880E+05	-6,7464453E+02	8,6931429E-01	-3,7200000E-04	0,0000000E+00
<b>PVNJ – CRA0</b>	<b>7,0559683E+02</b>	<b>3,6996012E-03</b>	<b>-3,0281875E-06</b>	<b>1,4261539E-09</b>	<b>-2,2284704E-13</b>
<b>PVNJ – CRA1</b>	<b>7,0580493E+02</b>	<b>4,2261713E-03</b>	<b>-3,5084141E-06</b>	<b>1,6319730E-09</b>	<b>-2,7135183E-13</b>

## SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	135	37	52	57	419	347	347	166	483	146	87	91
1932	93	169	179	622	515	362	266	181	424	342	118	132
1933	45	63	49	38	59	77	78	164	213	453	165	50
1934	146	239	139	232	189	143	119	198	208	184	76	123
1935	68	41	53	32	24	114	301	380	451	702	153	334
1936	154	74	75	54	177	627	337	436	299	299	138	90
1937	80	78	186	132	62	48	95	198	235	251	205	105
1938	249	314	102	198	388	395	320	110	86	91	112	49
1939	84	108	235	144	352	263	169	115	313	160	393	460
1940	285	191	125	263	207	122	148	245	121	256	109	168
1941	150	290	273	247	413	365	257	526	264	273	371	217
1942	90	221	215	267	275	152	142	174	153	165	59	52
1943	36	75	40	32	136	422	302	462	351	203	111	66
1944	204	87	109	56	31	67	81	33	51	54	84	29
1945	16	70	41	26	22	31	49	47	118	90	46	63
1946	223	391	233	117	156	287	443	163	128	198	103	132
1947	115	169	126	49	89	160	135	172	379	251	117	102
1948	84	136	165	143	400	135	233	450	109	168	97	45
1949	45	34	105	113	101	202	118	183	213	201	77	49
1950	120	89	132	91	119	64	84	240	212	551	148	106
1951	138	240	191	58	33	24	47	14	16	356	198	96
1952	98	75	28	21	16	72	188	49	262	347	160	58
1953	122	229	132	71	62	63	81	75	240	373	424	156
1954	165	143	250	218	382	502	622	175	655	832	165	86
1955	75	116	120	231	302	304	660	254	196	120	119	162
1956	319	394	107	268	260	127	107	240	428	305	125	102
1957	97	172	162	143	154	113	437	1206	849	376	244	175
1958	127	137	454	121	93	272	112	243	459	376	330	234
1959	137	212	148	154	210	127	94	108	298	174	80	69
1960	80	160	147	121	88	140	96	331	215	257	310	149
1961	158	152	436	229	138	101	128	53	704	847	775	283
1962	124	108	114	68	245	158	190	109	342	209	136	81
1963	196	564	423	210	85	48	57	125	243	825	476	187
1964	81	137	105	133	170	99	110	196	266	273	130	99
1965	70	58	54	80	190	148	108	602	784	393	165	278
1966	340	631	431	197	113	294	224	213	501	336	264	293
1967	171	248	276	111	84	121	103	300	482	336	199	208
1968	66	47	49	49	39	39	71	33	137	89	275	177
1969	330	483	279	398	137	286	250	127	193	110	248	83
1970	140	104	99	83	141	316	319	159	250	210	81	168
1971	533	371	432	543	415	479	376	338	223	222	61	47
1972	81	378	196	129	62	262	240	714	773	422	247	211
1973	204	323	183	96	238	395	409	649	608	206	180	110
1974	163	213	256	136	67	199	150	90	240	87	158	83
1975	124	128	145	80	71	139	87	325	721	625	156	455
1976	304	113	242	90	249	369	192	457	225	175	180	474
1977	287	472	218	174	60	68	115	577	255	476	444	170
1978	149	128	119	43	32	33	82	70	192	114	162	111
1979	74	41	74	101	346	149	189	147	110	800	519	316
1980	127	85	337	120	130	89	244	644	574	267	269	507
1981	377	310	84	78	58	70	82	69	161	140	118	99
1982	66	215	148	74	64	215	416	244	119	342	899	295
1983	262	361	524	261	799	730	2507	1220	417	232	229	240
1984	183	157	175	134	163	541	456	1214	285	422	268	261
1985	85	302	155	169	115	62	90	83	155	96	162	38
1986	67	93	54	88	73	133	64	78	170	264	392	255
1987	336	163	80	138	661	280	221	222	184	547	134	66
1988	86	111	105	138	468	289	122	57	190	166	76	71
1989	233	370	146	158	414	77	103	121	725	261	92	59
1990	493	274	182	292	254	1105	380	295	490	791	649	196
1991	96	91	48	40	41	217	156	214	80	221	199	175
1992	135	231	259	153	576	737	757	570	341	178	216	140
1993	157	295	247	128	211	247	591	128	390	570	162	274
1994	95	458	190	208	231	370	526	147	91	304	350	110
1995	604	334	157	72	39	113	158	100	196	392	140	107
1996	341	408	201	213	60	147	339	308	398	383	141	165
1997	234	716	262	62	55	157	368	434	188	991	951	256
1998	324	637	515	715	586	172	300	668	768	427	143	148
1999	141	203	124	238	94	198	593	121	112	353	134	94
2000	137	187	183	146	132	126	303	156	842	796	203	235
2001	433	636	302	286	351	253	312	170	250	850	160	254
2002	187	144	106	179	141	244	173	442	363	518	510	426
2003	119	148	218	84	85	150	97	50	55	121	138	419
2004	162	96	57	107	164	105	365	100	288	520	282	167

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2005	181	83	75	148	511	406	216	182	1075	754	372	98
2006	97	87	75	54	40	39	43	146	121	112	211	199
2007	127	127	258	117	379	160	341	200	258	414	425	133
2008	171	162	129	146	224	193	173	133	276	664	625	160
2009	162	104	115	43	40	55	349	560	717	608	268	175
2010	339	372	208	529	686	249	232	249	139	158	139	356
2011	343	712	341	301	246	204	603	875	1120	280	158	90
2012	175	175	104	49	54	198	182	213	86	220	89	67
2013	199	124	251	134	59	264	249	591	590	379	141	156
2014	316	133	212	163	307	782	488	168	264	519	279	232