

CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

***Retificação do Cálculo e da Revisão
Extraordinária do Montante de Garantia
Física de Energia da UHE São Roque em
conformidade com a série de vazões
homologada pela ANA
(Resolução nº 1.060/2018)***

Setembro de 2023



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SNTEP

Ministério de Minas e Energia
Ministro
Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário Executiva
Efraim Pereira da Cruz

Secretário Nacional de Transição Energética e Planejamento
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Secretário Nacional de Energia Elétrica
Gentil Nogueira de Sá Junior

Secretário Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Pietro Adamo Sampaio Mendes

Secretário Nacional de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Vitor Eduardo de Almeida Saback



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 (Interina)
Angela Regina Livino de Carvalho

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica (Interino)
Giovani Vitória Machado

Diretora de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível
Heloisa Borges Bastos Medeiros

Diretora de Gestão Corporativa
Angela Regina Livino de Carvalho

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

Sede
Esplanada dos Ministérios Bloco "U" - Ministério de Minas e Energia - Sala 744 - 7º andar - 70065-900 - Brasília - DF

Escritório Central
Praça Pio X, 54 - 5º Andar
20091-040 - Rio de Janeiro - RJ

CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

Retificação do Cálculo e da Revisão Extraordinária do Montante de Garantia Física de Energia da UHE São Roque em conformidade com a série de vazões homologada pela ANA (Resolução nº 1.060/2018)

Coordenação Geral e Executiva
Angela Regina Livino de Carvalho
Giovani Vitória Machado

Coordenação Executiva
Bernardo Folly de Aguiar
Renato Haddad Simões Machado

Equipe Técnica
Fernanda Gabriela Batista dos Santos
Luis Paulo Scolaro Cordeiro
Rafaela Veiga Pillar
Thais Iguchi

Nº EPE-DEE-RE-059/2023
Data: 21 de setembro de 2023

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	21/09/2023	Publicação Original

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	5
ÍNDICE DE TABELAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	6
APRESENTAÇÃO	7
1. Introdução.....	11
2. Retificação do Cálculo da Garantia Física da UHE São Roque.....	11
2.1 Metodologia	12
2.2 Critérios e Premissas	13
2.3 Resultados obtidos	18
3. Retificação da Revisão Extraordinária de Garantia Física da UHE São Roque	20
3.1 Critérios e Premissas	21
3.2 Configuração de Referência	22
3.3 Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas	26
3.4 Parâmetros comuns às duas configurações de referência	29
3.5 Resultados obtidos	29
4. Resumo dos Resultados	32
Apêndice 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência - Cálculo da Garantia Física da UHE São Roque	33
Apêndice 2 – Ficha de dados – Retificação do Cálculo de Garantia Física da UHE São Roque	36
Apêndice 3 – Configuração Hidrotérmica de Referência - Revisão Extraordinária de Garantia Física da UHE São Roque	39
Apêndice 4 – Ficha de dados – Retificação da Revisão Extraordinária de Garantia Física da UHE São Roque.....	43
Apêndice 5 – Parâmetros energéticos médios – Retificação da Revisão Extraordinária de Garantia Física da UHE São Roque	46
I. UHE São Roque	46
I.1. Dados da Curva Colina da Turbina	46
I.2. Ajuste da Curva Colina da Turbina	48
I.3. Cálculo do Rendimento Médio do Conjunto Turbina-Gerador	48
I.4. Cálculo da Perda Hidráulica Média	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – UHE São Roque - Garantia Física da Portaria nº 37/2011.....	11
Tabela 2 – Comparação das garantias físicas do LEN A-5/2011 obtidas nas versões 16 e 17 do modelo Newave ...	14
Tabela 3 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2016	15
Tabela 4 – Valores de TEIF e IP recomendados pelo BRACIER	15
Tabela 5 – Restrições mensais de agrupamento de intercâmbio	17
Tabela 6 – Média dos CMO e riscos anuais de déficit	19
Tabela 7 - Cálculo do Benefício Indireto de São Roque	20
Tabela 8 – Energias Firmes e Garantias Físicas da UHE São Roque	20
Tabela 9 – UHE São Roque - Garantia Física da Portaria SPE/MEE nº108/2016.....	21
Tabela 10 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2021	24
Tabela 11 – Sazonalidade do mercado de energia – Ano 2021 do PDE 2024	24
Tabela 12 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria MME nº 484/2014	25
Tabela 13 – UHE São Roque - Fatos Relevantes.....	26
Tabela 14 – UHE São Roque – Ponto nominal de operação da turbina	27
Tabela 15 – UHE São Roque – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas	28
Tabela 16 – UHE São Roque – Evaporação líquida: parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO de dezembro de 2015	29
Tabela 17 – Carga crítica e média dos CMO e riscos anuais de déficit.....	30
Tabela 18 – Garantia Física – UHE São Roque.....	31
Tabela 19 – Energia Firme e Garantia Física em cada etapa de modernização	32
Tabela 20 – Resumo dos Resultados.....	32
Tabela 21 – UHE São Roque – Garantia Física por etapa de modernização	32
Tabela 22 – Configuração Hidroelétrica.....	33
Tabela 23 – Configuração Termelétrica.....	34
Tabela 24 – Dados Energéticos – UHE São Roque.....	36
Tabela 25 – Configuração Hidrelétrica.....	39
Tabela 26 – Configuração Termelétrica.....	40
Tabela 27 – Pontos da curva colina extraídos pela EPE.....	47
Tabela 28 – UHE São Roque – Coeficientes do polinômio ajustado para a Curva Colina da Turbina	48
Tabela 29 – UHE São Roque – Limites Operativos da Turbina	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Limites térmicos de Transmissão entre subsistemas.....	16
Figura 2 – Curva Colina e Pontos da Tabela do Empreendedor	46
Figura 3 – Gráfico de pontos de operação previstos para UHE São Roque - Vazão Unitária (m^3/s) X Queda Líquida (m) X Rendimento da Turbina (%).....	49

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os estudos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE para a retificação do cálculo e da revisão extraordinária do montante de garantia física de energia da usina hidrelétrica São Roque decorrente da retificação de sua série de vazões pela Resolução ANA nº 1.060, de 06 de agosto de 2018. Os estudos foram realizados considerando a regulamentação vigente na época do cálculo de cada parcela de garantia física.

Após a publicação da Resolução ANA nº 1.060/2018, São Roque Energia S.A. protocolou na ANEEL, em 22 de agosto de 2018, a Carta SRE-CE-0047/187 por meio da qual formalizou o pedido de revisão da garantia física da UHE São Roque. Este pedido foi reiterado em 7 de novembro de 2019, por meio da Carta SRE-CE-0092/199.

Em 15 de abril de 2020, o Despacho ANEEL nº 1.058, de 15 de abril de 2020, homologou a nova série hidrológica para a UHE São Roque, em conformidade com a série da Resolução ANA nº 1.060/2018. Dado que a alteração na série de vazões não consta no rol de fatos relevantes regidos nos incisos I a VI do artigo 4º da Portaria MME nº 406, de 16 de outubro de 2017, a Superintendência de Concessões e Autorizações de Geração - SCG orientou ao empreendedor, por meio da Nota Técnica nº 259/2020-SCG/ANEEL, que enviasse a solicitação de revisão da garantia física para avaliação do Ministério de Minas e Energia – MME.

Por entender que as alterações de parâmetros hidrológicos são consideradas durante as Revisões Ordinárias de Garantia Física, o pleito apresentado à ANEEL e remetido ao Departamento de Planejamento Energético - DPE não fora enquadrado no bloco de usinas de setembro de 2020 para Revisão Extraordinária de Garantia Física.

Em 27 de maio de 2021, a São Roque Energética S.A. solicitou novamente ao MME, por meio da Carta s/nº, a revisão extraordinária da garantia física de energia para a UHE São Roque. Diante disso, o DPE solicitou à EPE, por meio do Ofício nº 87/2021/DPE/SPEMME, de 14 de junho de 2021, que realizasse as análises quanto à pertinência do pedido de revisão extraordinária, e, caso entendesse cabível, os cálculos necessários à revisão extraordinária da garantia física de energia da UHE São Roque no bloco de setembro de 2021.

Em atendimento ao mencionado Ofício, a EPE encaminhou o Ofício nº 1.497/2021/DEE/EPE, em linha com o entendimento do DPE, quando considerou em suas análises que a alteração de parâmetros hidrológicos, como o caso analisado, deve ser capturada na Revisão Ordinária de Garantia Física.

Por meio do Ofício nº 191/2021/DPE/SPE-MME, de 23 de setembro de 2021, o DPE informou à São Roque Energética S.A. e à Baggio e Costa Filho as devidas justificativas para o não enquadramento da alteração na série de vazões como fato relevante nos termos do art. 4º da Portaria MME nº 406/2017 e, por este motivo, indeferiu o requerimento do agente pela Revisão Extraordinária de Garantia Física de Energia da UHE São Roque.

Em 1º de outubro de 2021, por meio da Carta s/nº, a titular São Roque Energética S.A. apresentou recurso administrativo à decisão proferida, solicitando, de forma alternativa, a retificação da Portaria SPE/MME nº 108/2016, que publicou o montante de garantia física revisado de forma extraordinária, por entender que houve reconhecimento de erro sobre a curva-chave na estação Passo-Caru dentro do período crítico hidrológico.

Para uma avaliação mais criteriosa, fez-se necessário compreender melhor o posicionamento da Agência Nacional de Águas - ANA quanto à procedência dos argumentos apresentados, dado que o pedido do agente presumia a existência de erro material em dados fornecidos pela Agência. Em resposta ao Ofício nº 236/2021/DPE/SPE-MME, a ANA, por meio do Ofício nº 6/2022/SPR/ANA, de 25 de março de 2022, encaminhou o Parecer Técnico nº 7/2022/SPR, que esclareceu que esse tipo de aprimoramento não configura uma correção de erro, mas sim uma atualização, no sentido de aprimorar a informação considerando novos dados disponíveis.

Em consideração aos fatos apresentados anteriormente, corroborado pela manifestação apresentada pela ANA, o DPE entendeu que não foi constatado erro ou inconsistência na documentação utilizada no cálculo da Garantia Física de Energia, publicado na Portaria SPE nº 37/2011, e nem na Revisão Extraordinária dos Montantes de Garantia Física de Energia da UHE São Roque, ocorrida no ano de 2016 e que resultou na publicação da Portaria SPE/MME nº 108/2016.

Por meio da Carta s/nº, de 5 de agosto de 2022, a São Roque Energética S.A. interpôs recurso administrativo, no qual solicita a reconsideração em face do Despacho Decisório nº 11/2022/SPE, de 26 de julho de 2022, que julgou improcedente o Recurso Administrativo interposto pela empresa, com base na Nota Técnica nº 70/2022/DPE/SPE e no Parecer nº 213/2022/CONJUR-MME/CGU/AGU.

Após reunião realizada presencialmente com representantes da SPE, em 26 de agosto de 2022, a São Roque Energética S.A. informou ao Ministério de Minas e Energia, em 13 de setembro de 2022, por meio da Carta s/ nº, que buscou a contratação de parecer técnico hidrológico, a ser lavrado pelo Dr. Carlos Eduardo Morelli Tucci.

A São Roque Energética S.A. encaminhou a Carta s/nº, de 21 de novembro de 2022, por meio da qual é apresentado o resultado do Parecer Técnico do hidrólogo Dr. Carlos E. M. Tucci, e

reiterado o pedido de provimento do recurso administrativo em face do Despacho Decisório nº 11/2022/SPE. O parecer aponta que a modificação da série de 1951 e 1952, relevante para a garantia física, não se configura como uma atualização porque não foram utilizados novos dados ou novas informações. Na realidade, houve uma correção de erro de origem, detectado no próprio estudo original, portanto, se configura como um fato relevante.

Na sequência, por meio do Ofício nº 400/2022/DPE/SPE-MME, de 16 de dezembro de 2022, o Ministério solicitou ao agente que direcionasse o Parecer Técnico formulado pelo Dr. Carlos Tucci à ANA e que buscasse, junto à Agência, tratativas sobre o tema, tendo em vista que o MME é usuário dos dados citados, e define a Garantia Física de Energia com base nos parâmetros homologados pelos órgãos competentes, dentre eles a ANEEL e a ANA.

Portanto, o Ministério encaminhou à Agência o Ofício nº 401/2022/DPE/SPE-MME, de 16 de dezembro de 2022, esclarecendo que aguardaria o posicionamento formal da Agência para prosseguir com a análise do recurso administrativo interposto pela São Roque Energética S.A.

Em 9 de março de 2023, a ANA encaminhou, por meio do Ofício nº 2/2023/SHE/ANA, o Parecer Técnico nº 5/2023/SHE, pelo qual reformulou a sua decisão quanto à série de vazões do posto Passo Caru, aplicável a UHE São Roque, e entendeu que houve um erro com a não utilização, à época, de uma única curva-chave para a estação Passo Caru.

Diante disso, o MME solicitou à EPE, por meio do Ofício nº 97/2023/DPE/SPE-MME, de 24 de março de 2023, que recalculasse a garantia física da UHE São Roque definida na Portaria MME/SPE nº 108/2016, considerando os *decks* e metodologia empregada na ocasião, bem como o parâmetro de vazões retificado pela ANA.

Em seguida, a São Roque Energética S.A., por meio da Carta SRE-CE-0026/23, de 29 de março de 2023, alertou este Ministério sobre a necessidade de se revisitar o cálculo da Garantia Física publicada pela Portaria SPE/MME nº 37/2011, uma vez que esta também é afetada pela série de vazões do posto Passo Caru, de que trata o Ofício nº 2/2023/SHE/ANA.

Por meio do Ofício nº 310/2023/DPOG/SNTEP-MME, de 22 de agosto de 2023, foi solicitado à EPE que recalcule também a garantia física de energia da UHE São Roque, definida na Portaria MME/SPE nº 37/2011, e não somente aquela definida na Portaria MME/SPE nº 108/2016 decorrente da Revisão Extraordinária, conforme solicitado por meio do Ofício nº 97/2022/DPE/SPE-MME.

Portanto, esta nota técnica engloba a retificação tanto do cálculo (Portaria MME/SPE nº 37/2011) quanto da revisão extraordinária (Portaria MME/SPE nº 108/2016) de garantia física da UHE São Roque considerando a correção da série de vazões da bacia do rio Uruguai.

O capítulo 2 apresenta a retificação do cálculo da garantia física referente ao leilão A-5/2011, publicado na Portaria MME/SPE nº 37/2011, considerando a série de vazão corrigida. Os apêndices 1 e 2 descrevem a configuração hidrotérmica e os dados utilizados para a UHE São Roque neste cálculo. No apêndice 2, foram destacados em azul os dados atualizados em decorrência da correção da série de vazões.

O capítulo 3 detalha a revisão extraordinária do lote de março de 2015, referente à Portaria MME/SPE nº 108/2016, com a retificação da série de vazão da bacia do Uruguai. Os apêndices 3 a 5 apresentam, respectivamente, a configuração hidrotérmica do caso de referência, a ficha de dados e os parâmetros médios calculados para a UHE São Roque nesta revisão extraordinária. No apêndice 4, foram destacados em vermelho na ficha de dados os parâmetros considerados de forma distinta em cada configuração de referência, e em azul, os dados referentes à atualização da série de vazões, que são comuns às duas configurações de referência.

O capítulo 4 apresenta um resumo dos resultados das garantias físicas obtidas no cálculo e na revisão extraordinária de garantia física considerando as séries de vazões retificadas da bacia do Uruguai, e a resultante garantia física total da UHE São Roque.

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”.

É importante destacar que, para o cálculo das parcelas de garantia física local, de benefício indireto e do delta de garantia física, foram utilizados os critérios de garantia de suprimento vigentes na época em que cada parcela foi calculada. Adicionalmente, ressalta-se que foi dada a prioridade de utilização das mesmas versões dos modelos computacionais e das mesmas configurações de referência utilizadas em cada ocasião, bem como a série de vazões retificada pela ANA. Apenas no cálculo da garantia física referente à Portaria MME/SPE nº 37/2011 não foi possível empregar a versão usada no cálculo original, por se tratar de uma versão muito antiga. Neste caso, foi considerada uma versão que mais se aproxima da que foi utilizada na época do cálculo.

Os montantes de garantia física, calculados pela EPE e constantes desta nota técnica, somente serão válidos após publicação de portaria do Ministério de Minas e Energia – MME, conforme competência estabelecida no art. 2º, §2º do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004.

2. Retificação do Cálculo da Garantia Física da UHE São Roque

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

Tabela 1 – UHE São Roque - Garantia Física da 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	13,46	90,9

Os cálculos detalhados da garantia física e do benefício indireto encontram-se na Nota Técnica

EPE-DEE-RE- 101/2011-r1, de 30 de janeiro de 2012.

Segundo as diretrizes vigentes na época para cálculo das garantias físicas de energia de novos empreendimentos, definidas pela Portaria MME nº 258, de 28 de julho de 2008, o cálculo foi realizado utilizando o modelo NEWAVE¹, em sua versão 16, e assumiu como premissa o ajuste de carga crítica para obtenção da igualdade entre o custo marginal de operação – CMO e o custo marginal da expansão – CME, respeitado o limite de risco de déficit de 5%. Não foram simuladas as pequenas centrais hidrelétricas - PCH (usinas com capacidade instalada inferior a 30 MW), com exceção daquelas despachadas centralizadamente.

Ressalta-se que segundo previsto na Portaria MME nº 258/2008 a garantia física é determinada na barra de saída do gerador, sem considerar o abatimento do consumo interno da usina e as perdas elétricas tanto na sua conexão quanto na rede básica.

2.1 Metodologia

De forma resumida, a metodologia vigente na época do cálculo da garantia física da UHE São Roque, constante na Portaria MME nº 258/2008, consiste nos passos descritos a seguir, aplicados em uma configuração estática de referência:

1) Determinação da *oferta total de garantia física*, correspondente à *garantia física do Sistema Interligado* (Norte/Man/Mac/Belo Monte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul), obtida por simulação estática da operação do sistema hidrotérmico, empregando-se o modelo NEWAVE. No processo iterativo de ajuste da oferta total, mantém-se uma proporção fixa entre as ofertas dos subsistemas Sul e Sudeste/C. Oeste, assim como as dos subsistemas Norte/Man/Mac/Belo Monte e Nordeste, havendo, no entanto, uma variação livre da oferta conjunta e da proporção relativa entre estes dois grandes sistemas regionais. O processo é considerado convergido quando, no mínimo, um subsistema de cada sistema regional atende ao critério de igualdade entre o CMO e o CME, admitindo-se uma tolerância. Neste processo, nenhum subsistema poderá estar com riscos de déficit superiores ao risco de déficit estabelecido na Resolução CNPE nº1/2004, bem como os CMO de cada subsistema também devem ser inferiores ou iguais ao CME.

2) Rateio da garantia física do SIN, ou oferta total (igual ao somatório das cargas críticas resultantes para os quatro subsistemas), em dois grandes blocos de energia, *oferta hidráulica* – EH e *oferta térmica* – ET, que são obtidos multiplicando-se a oferta total por um Fator Hidro

¹ Modelo desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL.

– FH e um Fator Térmico – FT. Estes fatores correspondem à participação relativa das gerações hidráulica e térmica na geração total. Tais fatores são calculados com base em uma ponderação pelo *custo marginal de operação* – CMO das gerações hidráulicas – GH e térmicas – GT, que são obtidas na simulação com o modelo NEWAVE, utilizando-se configuração estática, horizonte de 5 anos e 2000 séries sintéticas de energias afluentes.

3) Rateio da oferta hidráulica do conjunto das usinas hidroelétricas da configuração, ou oferta hidráulica – EH, proporcional às energias firmes das usinas hidráulicas, obtidas com auxílio do modelo MSUI, por simulação a usinas individualizadas do sistema integrado puramente hidroelétrico. Utilizam-se, para tanto, séries de vazões históricas e toma-se como referência o período crítico do Sistema Interligado, sendo o resultado do rateio limitado ao valor da disponibilidade máxima de geração contínua da usina.

4) Rateio da oferta térmica do conjunto das usinas termelétricas da configuração, por usina termelétrica, sendo o resultado do rateio limitado ao valor da disponibilidade máxima de geração contínua da usina, sendo este excedente distribuído entre as demais térmicas da configuração, na proporção de suas garantias físicas, calculadas no passo anterior. No caso de usinas termelétricas, esta garantia física está condicionada, ainda, à apresentação de contrato firme de suprimento de combustível. Este procedimento tem por objetivo garantir efetivamente o *lastro físico* dos empreendimentos de geração, com vistas à comercialização de energia via contratos.

Cabe ressaltar que segundo previsto na Portaria MME nº 258/2008, a garantia física é determinada na barra de saída do gerador, não sendo considerados nesses montantes os consumos internos das usinas hidrelétricas, nem as perdas elétricas (na rede básica e até o centro de gravidade do submercado no qual a usina esteja localizada).

2.2 Critérios e Premissas

Os itens a seguir apresentam os modelos, os critérios e as premissas considerados neste cálculo.

- Modelos Utilizados:

→ NEWAVE - Versão 17

O cálculo original utilizou a versão 16 do Newave, que foi compilada em 32 bits e utilizava a biblioteca OSL para solução de problemas lineares. Não é possível executar essa versão no sistema computacional da EPE e a compilação em 64 bits não garantiria a reprodutibilidade dos resultados da versão original.

De forma a viabilizar a retificação do cálculo da garantia física da UHE São Roque, foi utilizada a versão 17, que apresentou valores próximos ao da versão 16, como pode-se observar na tabela a seguir:

Tabela 2 – Comparação das garantias físicas do LEN A-5/2011 obtidas nas versões 16 e 17 do modelo Newave

	Energia Firme (MWmed)	Energia Firme do Sistema (MWmed)	Carga Crítica (MWmed)	Bloco Hidráulico (MWmed)	Garantia Física Local (MWmed)
Leilão A-5/2011_NW16	74,420	55 008	73 300	57 228	77,4
Leilão A-5/2011_NW17	74,420	55 008	73 300	57 258	77,5

A versão 17 do Newave se mostrou bem aderente, pois ao rodar o caso original na versão 17, a variação de GF da UHE São Roque foi de 0,1 MWmed (0,13%).

→ MSUI - Versão 3.2

- Configuração hidrotérmica estática com 5 anos de simulação, 10 anos de período estático inicial e 5 anos de período estático final.
- Parâmetros do NEWAVE:
 - Mínimo de 1 e máximo de 45 iterações, 200 simulações *forward* e 20 aberturas
 - Curva de aversão a risco: não considerada;
 - Racionamento preventivo: considerado;
 - Tendência hidrológica: não considerada;
 - Acoplamento hidráulico entre os subsistemas: não considerado;
 - Valor percentual de Z_{sup} a ser subtraído de L_{inf} para o critério de parada estatístico: 10%;
 - Valor máximo percentual para delta de Z_{inf} no critério de parada não estatístico: 0,2%;
 - Número de deltas de Z_{inf} consecutivos a serem considerados no critério não estatístico: 3;
- Proporcionalidade da carga: adotada a proporcionalidade do ano 2016 do Plano Decenal de Expansão de Energia 2020, já incorporada a carga prevista para os trechos isolados dos estados do Acre e Rondônia, que na data em questão já estarão interligados ao SIN. Foi mantida a premissa de ajuste dos sistemas dois a dois, quais sejam: Sudeste/Acre/Rondônia/C.Oeste e Sul - Nordeste e Norte/Macapá/Manaus/Belo Monte. A proporcionalidade entre os mercados é apresentada a seguir:

Tabela 3 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2016

MERCADO DE REFERÊNCIA 2016 - PDE 2020			
SE/CO/RO	S	NE	N
45.493	11.748	11.119	7.329
79,5%	20,5%	60,3%	39,7%
SSE		NNE	
57.241	75,6%	18.448	24,4%
BRASIL			
75.689			

- Critério de Garantia de Atendimento à Carga: CMO igual ao CME², em pelo menos um dos subsistemas das regiões SE/CO/AC/RO-S e N/Mac/Man/BM-NE, limitado o risco de déficit em 5%, conforme critério de cálculo de garantia física vigente.
- O Custo Marginal da Expansão – CME estimado para o ajuste do 2º Leilão de Energia Nova A-5 de 2010 foi de 113 R\$/MWh, com tolerância de aproximadamente 2%, neste caso, 2 R\$/MWh.
- Taxa de Desconto: 8% ao ano - de forma a compatibilizar este parâmetro aos estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2020.
- Função Custo do Déficit de Energia: Atualizado o valor para R\$ 2.950,00/MWh, de acordo com a metodologia prevista na Nota Técnica "Atualização do valor para patamar único de Custo de Déficit – 2011" (EPE-DEE-RE-021 /2011-r0), de 12 de abril de 2011.
- Penalidade por não atendimento ao desvio de água para outros usos: Penalidade associada à violação da restrição = R\$ 2.953,05/MWh, de acordo com a Portaria MME Nº 258 de 28 de julho de 2008.
- Manutenção: Não foi considerada manutenção explícita, e, sim, índices de indisponibilidade forçada - TEIF e indisponibilidade programada - IP. Para as usinas hidrelétricas, foram considerados os seguintes índices recomendados pelo BRACIER:

Tabela 4 – Valores de TEIF e IP recomendados pelo BRACIER

Potência (MW)	TEIF (p.u.)	IP (p.u.)
10 – 29	0,02333	0,06861
30 – 59	0,01672	0,05403
60 – 199	0,02533	0,08091
200 – 499	0,02917	0,12122

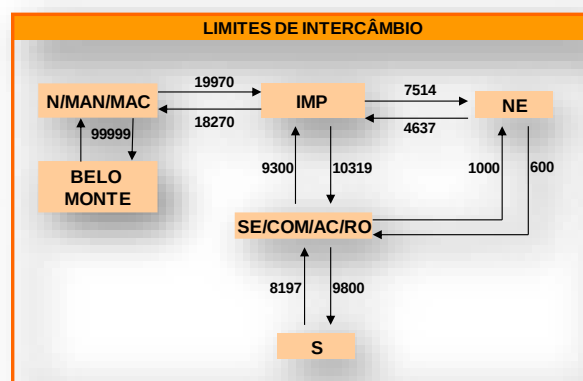
² Admitida uma tolerância.

O valor de potência referido na tabela do BRACIER corresponde à potência unitária da UHE, desta forma, 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.

- Topologia: 4 subsistemas interligados – Sudeste/Centro-Oeste/Acre/Rondônia, Sul, Nordeste e Norte/Mac/Man/Belo Monte (vide esquema a seguir).
- Limites de transmissão entre subsistemas: Para a definição dos limites de intercâmbio, foi levada em consideração a entrada em operação de todas as máquinas da UHE Belo Monte. Portanto, tomou-se como base o ano de 2020 do PDE 2020.

São apresentados a seguir os limites térmicos das interligações consideradas no estudo.

Figura 1 – Limites térmicos de Transmissão entre subsistemas



A versão 16 do Modelo NEWAVE, assim como a versão 17, permite impor restrições máximas para o agrupamento livre de interligações. Este agrupamento é uma combinação linear das interligações que o compõem. Os arquivos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) utilizam esta funcionalidade, no entanto estes arquivos representam o mercado a ser atendido em 3 patamares.

A partir das restrições do PDE foram calculadas restrições mensais equivalentes a 1 patamar de mercado. Os valores são apresentados a seguir:

Tabela 5 – Restrições mensais de agrupamento de intercâmbio

Agrupamento	Período	Limite
RECEBIMENTO NE	janeiro-fevereiro	8514
	março	8506
	abril	8513
	maio	8514
	junho	8504
	julho a dezembro	6700
EXPORTACAO NE	janeiro	5132
	fevereiro	5131
	março	5135
	abril	5133
	maio	5132
	junho	5135
	julho-agosto	5130
	setembro	5135
	outubro	5132
	novembro-dezembro	5135
EXPORTACAO SE-NNE	janeiro a dezembro	9500

Para os períodos estático inicial e final foram considerados os maiores limites anuais.

- Perdas nas interligações: Consideradas incorporadas ao mercado atendido.
- Consumo próprio (consumo interno): Não considerado.
- Restrições Operativas Hidráulicas: para as usinas em operação, foram consideradas as restrições operativas de caráter estrutural recomendadas pelo ONS, segundo revisão do Relatório 3/039/2011 "Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos - Revisão-1 de 2011".
- Histórico de vazões: Os históricos de vazões das usinas constantes na configuração foram estendidos até o ano de 2009 de acordo com o Relatório ONS RE-3/242/2010 – "Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2009".
- 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 2016 a partir dos adotados para o Programa Mensal da Operação – PMO, de janeiro de 2011, ou a partir dos apresentados nas Declarações/Outorga de Reserva de Disponibilidade Hídrica.
- 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 Apêndice 1:

- Configuração de Referência Termelétrica: a configuração termelétrica considerada é baseada no Leilão A-3 de 2011, considerando as usinas que venderam energia neste Leilão. Foram consideradas as atualizações dos custos variáveis das usinas conforme PMO de junho de 2011 do ONS. Para as usinas que venderam energia nos leilões por disponibilidade foram mantidos os parâmetros considerados nos respectivos cálculos de suas garantias físicas. Para as usinas com garantias físicas publicadas na Portaria MME 303/2004, foram mantidos os dados básicos considerados naquela simulação de cálculo de garantia física. Para as usinas constantes no Termo de Compromisso entre Petrobras e ANEEL, foi considerada a modelagem do PDE 2020.
- Configuração de Referência Hidroelétrica: a configuração hidroelétrica considerada é baseada na configuração utilizada para cálculo de Garantias Físicas no Leilão A-3 de 2011.

2.3 Resultados obtidos

De acordo com a Portaria MME nº 258, de 25 de julho de 2008, para uma usina com reservatório de regularização, com usinas a jusante, além do ganho de garantia física local na usina, poderia ser atribuído um benefício decorrente do acréscimo de energia nessas usinas a jusante. Esse benefício, também conhecido como benefício indireto, é calculado pela diferença entre o somatório da energia firme das usinas a jusante na cascata com e sem a usina em questão. Assim, a garantia física de um empreendimento hidrelétrico com reservatório de regularização, com usinas a jusante é obtido pela soma da garantia física local com o benefício indireto.

A UHE São Roque possui reservatório de regularização com as seguintes usinas a jusante: Garibaldi, Campos Novos, Machadinho, Itá e Foz do Chapecó.

Portanto, nesta retificação do cálculo da garantia física da UHE São Roque foram consideradas duas configurações:

- I. Configuração hidrotérmica do Caso Base para o LEN A-5/2011 com a correção das séries de vazões das usinas da bacia do Uruguai, descrita no Apêndice 1;
- II. Configuração I com a exclusão da UHE São Roque.

Da simulação com a configuração I foi obtida a garantia física local da UHE São Roque. O benefício indireto de São Roque foi calculado a partir das configurações I e II, considerando

apenas a simulação pelo modelo MSUI.

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 17.

A partir dos dados e das premissas apresentados, foram feitas simulações com o modelo NEWAVE de modo a obter a carga crítica que é atendida pela configuração hidrotérmica I.

A tabela a seguir apresenta a carga crítica, os CMO e a média dos riscos anuais de déficit para cada subsistema, considerando o caso com a série de vazão retificada (Configuração I).

Tabela 6 – Média dos CMO e riscos anuais de déficit

Média dos Custos Marginais de Operação (R\$/MWh)			
SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
113,54	113,54	113,42	111,02
Média dos Riscos Anuais de Déficit (%)			
SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
1,54	1,10	0,33	0,74
Carga Crítica (MWmed)			
SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
42.082	10.867	12.278	8.093
Configuração I			
Carga Brasil (MWmed)		73.320	MWmed
Fator Hidráulico		78,04%	
Bloco Hidráulico (MWmed)		57.222,5	MWmed
Bloco Térmico (MWmed)		16.097,5	MWmed

ENERGIAS FIRMES E GARANTIAS FÍSICAS

As Energias Firmes das usinas hidrelétricas foram obtidas através de simulação com o Modelo MSUI em sua versão 3.2.

Do somatório de energia firme das usinas hidrelétricas em todas as configurações consideradas 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 300m³/s. A metodologia para obtenção deste valor é detalhada na Nota Técnica EPE-DEE-RE-004/2010-r0 de 25 de janeiro de 2010.

As Garantias Físicas dos aproveitamentos hidroelétricos foram obtidas pela repartição do Bloco Hidráulico, proporcionalmente à Energia Firme de cada UHE.

O benefício indireto dado pela regularização do reservatório da UHE São Roque é apresentado a seguir:

Tabela 7 - Cálculo do Benefício Indireto de São Roque

Usinas a Jusante	Energia Firme (MWmed)		Δ Energia Firme (MWmed)
	Config I	Config II	
Garibaldi	83,33	81,76	1,57
Campos Novos	396,11	389,83	6,28
Machadinho	554,96	552,16	2,8
Itá	737,73	734,94	2,79
Foz do Chapecó	419,12	417,64	1,48
Total	2191,25	2176,33	14,92
Benefício Indireto			14,9

A tabela a seguir apresenta a garantia física retificada para a UHE São Roque:

Tabela 8 – Energias Firmes e Garantias Físicas da UHE São Roque

Aproveitamento	Energia Firme (MWmed)	Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Garantia Física Total (MWmed)
São Roque (série de vazões retificada)	79,87	83,1	14,9	98,0

Como pode ser observado, a retificação das séries de vazões da bacia do Uruguai proporcionou um ganho de 7,1 MWmed na garantia física total da UHE São Roque.

3. Retificação da Revisão Extraordinária de Garantia Física da UHE São Roque

O montante de garantia física referente à revisão extraordinária do lote de março de 2015, publicada na Portaria SPE/MME nº108, de 8 de julho de 2016, é apresentado na tabela abaixo:

Tabela 9 – UHE São Roque - Garantia Física da Portaria SPE/MEE nº108/2016

Usina	Rio	UF	Nº de Unidades	Potência Instalada (MW)	Garantia Física Vigente (MWmed)	Δ Garantia Física (MWmed)	Garantia Física Nova (MWmed)
São Roque	Canoas	SC	3	141,900	90,9*	0,4	91,3

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

O cálculo detalhado desta revisão extraordinária encontra-se na Nota Técnica EPE-DEE-RE-003/2016 – r2, de 28 de junho de 2016.

Segundo as diretrizes vigentes na época da revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia da UHE São Roque, definidas pela Portaria MME nº 861/2010, o cálculo foi realizado conforme metodologia estabelecida na Portaria nº 101, de 22 de março de 2016, considerando as premissas apresentadas na Portaria nº 103, de 22 de março de 2016, e utilizando o modelo NEWAVE, em sua versão 20, e o modelo SUISHI em sua versão 10.

Cabe ressaltar que, segundo previsto na Portaria MME nº 101/2016, a garantia física é determinada na barra de saída do gerador, não sendo considerados nesses montantes os consumos internos das usinas hidrelétricas despachadas centralizadamente, nem as perdas elétricas (na rede básica e até o centro de gravidade do submercado no qual a usina esteja localizada).

3.1 Critérios e Premissas

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 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 MME nº 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, perdas de carga no circuito hidráulico de geração, perdas hidráulicas médias, queda de referência, 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, na época do cálculo.

3.2 Configuração de Referência

Para estabelecer as configurações de referência atual CRA0 e CRA1 da revisão extraordinária em questão, 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:

- 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 m³/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 10 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2021

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

- 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 consequentemente, 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 11 – 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
SIN	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 motorização³, 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 12 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria MME nº 484/2014⁴

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 ONS⁵, 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 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

³ Data de referência: 31/12/2015

⁴ Conforme redação da Portaria MME nº 248/2015.

⁵ De acordo com a Resolução ANEEL nº 614, de 03 de junho de 2014.

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 Apêndice 3:

- 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.

3.3 Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas

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

Os fatos relevantes foram estabelecidos no Ofício nº 019/2015-DPE/SPE-MME⁶, conforme tabela a seguir:

Tabela 13 – UHE São Roque - Fatos Relevantes

Fatos Relevantes	De (EVTE)	Para (PB)	Fonte dos valores
Potência instalada	135,00 MW	141,90 MW	Nota Técnica nº 661/2014-SGH/ANEEL, de 09/12/2014
Queda líquida nominal	51,76 m	52,24 m	
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.

⁶ Ofício nº 019/2015-DPE/SPE-MME, de 30 de março de 2015.

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.

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 1 – 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_{unit} , em m^3/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 14 – UHE São Roque – Ponto nominal de operação da turbina

Parâmetros	Projeto Básico	Fonte dos valores
Potência unitária nominal ⁷	48,262 MW	Curva colina da turbina (tabela de pontos)
Vazão nominal	111,05 m ³ /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, aceleração da gravidade, massa específica da água, vazão efetiva e canal de fuga médio⁸.

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

⁷ Potência no eixo da turbina já descontadas as perdas nos mancais.

⁸ 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 NW utilizados no cálculo original da revisão extraordinária de garantia física da UHE São Roque. Cabe ressaltar, entretanto, que as indisponibilidades foram atualizadas na época conforme estabelece o artigo 5º da Portaria MME nº 484/2014, com redação alterada pela Portaria MME nº 248/2015. Por se tratar de uma usina que não havia entrado em operação comercial na ocasião da revisão extraordinária, foram considerados os valores constantes no anexo da referida portaria.

Adicionalmente, foram atualizadas a série de vazões e a respectiva vazão mínima do histórico de acordo com a série de vazões retificada no Despacho ANEEL nº 1.058, de 15 de abril de 2020.

Empregando-se a metodologia apresentada na Nota Técnica EPE-DEE-037/2011-r2 e utilizando-se a curva colina da turbina⁹ 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 ANEEL nº 4.747/2014.

Tabela 15 – UHE São Roque – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas

Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas	CRA0	CRA1	Fonte dos valores
Potência Instalada	135 MW	141,9 MW	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Despacho ANEEL nº 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: Apêndice 5
Rendimento do conjunto turbina-gerador	91,5%	90,5%	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Apêndice 5
Aceleração da gravidade	9,81 m/s ²	9,77907 m/s ²	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Declaração do concessionário - RE lote mar/2015
Massa específica da água	1000 kg/m ³	995,798 kg/m ³	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Declaração do concessionário - RE lote mar/2015
PVNJ	A0: 7,0559683E+02	A0: 7,0580493E+02	CRA0: Deck LEN A-5/2011 CRA1: Projeto Básico (Despacho ANEEL nº 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 ³ /s	110 m ³ /s	Compatível com os demais dados
Canal de fuga médio	706,44 m	706,77 m	Simulação do modelo SUISHI

⁹ 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.

3.4 Parâmetros comuns às duas configurações de referência

Os parâmetros comuns às duas configurações de referência são os mais atualizados possíveis na época do cálculo e, portanto, em decorrência da aprovação do Projeto de Básico, alguns parâmetros foram atualizados em relação ao PMO, tais como: evaporação, série de vazões¹⁰ e vazão mínima do histórico em conformidade com a série de vazões. Os demais são os constantes no PMO de dez/15.

Tabela 16 – UHE São Roque – Evaporação líquida: parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO de dezembro de 2015

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

3.5 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.

¹⁰ Conforme série de vazões constante no Despacho ANEEL nº 1.058, de 15 de abril de 2020.

Tabela 17 – Carga crítica e média dos CMO e riscos anuais de déficit

Média dos Custos Marginais de Operação (R\$/MWh)				
	SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
CRA0	192,95	192,95	192,95	192,95
CRA1	192,80	192,80	192,80	192,80
Média dos Riscos Anuais de Déficit (%)				
	SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
CRA0	0,56	0,36	0,00	0,23
CRA1	0,49	0,34	0,00	0,28
Carga Crítica (MWmed)				
	SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
CRA0	52.153	14.486	13.672	8.164
CRA1	52.138	14.482	13.668	8.162
	CRA0		CRA1	
Carga Brasil	73.999		73.974	
Fator Hidráulico	77,17%		77,29%	
Bloco Hidráulico	57.103,4		57.172,1	
Bloco Térmico	16.895,7		16.801,8	

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 57.103,4 MWmed (77,17% da carga crítica de 73.999 MWmed), e para a CRA1, corresponde a 57.172,1 MWmed (77,29% da carga crítica de 73.974 MWmed).

ENERGIAS FIRMES E GARANTIAS FÍSICAS EM CADA CONFIGURAÇÃO

As energias firmes da UHE São Roque foi obtida em cada uma das configurações através de simulação com o modelo SUISHI em sua versão 10. A energia firme total do sistema hidráulico na CRA0 resultou em 54.841,69 MWmed e na CRA1, 54.847,08 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.

Para esta revisão extraordinária, será considerada como garantia física vigente da UHE São Roque a garantia física que foi obtida no capítulo 2 desta nota técnica.

O valor de garantia física definido nesta revisão extraordinária para a usina São Roque é discriminado a seguir:

Tabela 18 – Garantia Física – UHE São Roque

Usina	Energia Firme (MWmed)		Garantia Física (MWmed)		Δ Garantia Física (MWmed)	Garantia Física Vigente (MWmed)	Garantia Física Nova (MWmed)
	CRA0	CRA1	CRA0	CRA1			
São Roque	79,446	79,980	82,7	83,4	0,7	98,0 ¹¹	98,7

Conforme pode ser observado, a retificação das séries de vazões da bacia do Uruguai proporcionou um ganho de 0,3 MWmed no delta de garantia física da UHE São Roque.

GARANTIAS FÍSICAS NO PERÍODO DE MODERNIZAÇÃO

Para a discretização da garantia física ao longo do processo de modernização de uma usina hidrelétrica será adotada a seguinte metodologia¹²: a garantia física em cada etapa de modernização é a soma da garantia física local vigente da UHE com o delta de garantia física da respectiva etapa de modernização.

Equação 2 – Garantia Física em cada etapa de modernização

$$GF_i = GF_{vigente} + \Delta GF_i$$

Onde

GF_i é a garantia física local na etapa de modernização i ;

$GF_{vigente}$ é a garantia física local vigente da usina hidrelétrica;

ΔGF_i é o delta de garantia física vigente na etapa de modernização i .

Para se obter o delta de garantia física em cada etapa de modernização, calcula-se o produto da garantia física da etapa final (CRA1) pela razão entre a energia firme da respectiva etapa de modernização e a energia firme da etapa final, limitado pela potência disponível correspondente, e subtrai-se a garantia física obtida na CRA0.

Equação 3 – Delta de Garantia Física em cada etapa de modernização

$$\Delta GF_i = \min \left\{ \frac{EF_i}{EF_{CRA1}} GF_{CRA1}, P_{disp} \right\} - GF_{CRA0}$$

Onde

ΔGF_i é o delta de garantia física vigente na etapa de modernização i ;

EF_i é a energia firme na etapa de modernização i ;

¹¹ Já incluído o montante referente ao benefício indireto, igual a 14,9 MWmed, calculado considerando a retificação das séries de vazões da bacia do rio Uruguai.

¹² Baseada no que estabelece a Portaria MME nº 101/2016 para o cálculo das garantias físicas ao longo da motorização de uma usina hidrelétrica.

EF_{CRA1} é a energia firme obtida na CRA1;

GF_{CRA1} é a garantia física obtida na CRA1;

P_{disp} é a potência disponível da usina hidrelétrica;

GF_{CRA0} é a garantia física obtida na CRA0.

O benefício indireto é adicionado à última etapa de modernização.

A tabela abaixo apresenta o resultado obtido para cada etapa de modernização da UHE São Roque:

Tabela 19 – Energia Firme e Garantia Física em cada etapa de modernização

Usina	Energia Firme (MWmed)				Garantia Física de Energia (MWmed)			
	Completa	1 UG	2 UG	3 UG	Completa	1 UG	2 UG	3 UG
São Roque	79,980	41,008	66,350	79,980	98,7	43,2	69,6	98,7

4. Resumo dos Resultados

A nova garantia física da UHE São Roque será composta pela soma da garantia física vigente, definida no capítulo 2 desta nota técnica, e do incremento de garantia física obtido na retificação da revisão extraordinária, conforme apresentado no capítulo 3.

A tabela a seguir apresenta um resumo do resultado obtido no processo de retificação do cálculo e da revisão extraordinária de garantia física da usina hidrelétrica São Roque.

Tabela 20 – Resumo dos Resultados

CEG	Usina	Nº de Unidades	Potência Instalada (MW)	Retificação da PRT nº 37/2011		Retificação da PRT nº 108/2016	Garantia Física Total (MWmed)
				Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Δ Garantia Física (MWmed)	
UHE.PH.SC.030938-9.01	São Roque	3	141,900	83,1	14,9	0,7	98,7

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

Tabela 21 – UHE São Roque – Garantia Física por etapa de modernização

CEG	Usina	Garantia Física de Energia (MWmed)			
		Completa	1 UG	2 UG	3 UG
UHE.PH.SC.030938-9.01	São Roque	98,7	43,2	69,6	98,7

O benefício indireto foi considerado na última unidade.

Apêndice 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência - Cálculo da Garantia Física da UHE São Roque

Tabela 22 – Configuração Hidroelétrica

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

Tabela 23 – Configuração Termelétrica

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
ALEGRETE	S	OLEO	66	100	14,91	12,25	49,28	0	564,57
ALTOS	NE	DIESEL	13,2	100	2	1,3	12,77	0	534,60
ANGRA 1	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	657	100	3	20	509,83	509,82	21,49
ANGRA 2	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1350	100	3	8	1204,74	1080	18,77
ANGRA 3	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1405	100	3	7,4	1262	1080	20,17
APARECIDA B1	N/MAN	GAS	130,5	49	2	7	58,28	56	350,72
APARECIDA B2	N/MAN	GAS	121	59,5	2	7	65,62	64	352,32
ARACATI	NE	DIESEL	11,5	100	2	1,3	11,12	0	534,60
ARAUCARIA_T	S	GAS	484,5	100	2	3,5	458,19	0	219,00
BAHIA 1	NE	GAS	31,6	98	4	2	29,13	0	456,99
BAIXADA FLU	SE	GAS	530	100	2	3	503,82	0	85,36
BATURITE	NE	DIESEL	11,5	100	2	1,3	11,12	0	534,60
Cacimbaes	SE/CO/AC/RO	GNL	126,6	100	1,3	2,7	121,58	0	122,55
CAMACARI G	NE	GAS	350	91	0,9	8,2	289,75	2,3	360,81
Camacari MI	NE	Oleo Combu	148	100	4	2	139,24	0	511,90
Camacari PI	NE	Oleo Combu	148	100	4	2	139,24	0	511,90
CAMPINA GRANDE	NE	OLEO COMB	164,2	100	1,3	2,7	157,69	0	362,39
CAMPO MAIOR	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350	100	5,5	4,1	317,19	210	52,87
CANOAS_TC	S	GAS	250,6	100	1,75	6,74	229,62	0	541,93
CARIOBA	SE/CO/AC/RO	OLEO	36	88,9	0	8	29,44	0	937,00
CAUCAIA	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
Cauhyra I	SE/CO/AC/RO	O. Comb. B	148	100	2	4	139,24	0	324,21
CHARQUEADAS	S	CARVAO	72	100	13,94	12,25	54,37	24	164,18
Cisframa	S	Cavaco Mad	4	90	3,5	6	3,27	0	189,40
CRATO	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
CUBATAO_L	SE/CO/AC/RO	GAS	249,9	59,3	2,26	2	141,94	59,3	204,06
CUBATAO_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	249,9	21,8	2,8	3,4	51,15	27,1	222,22
CUIABA G CC	SE/CO/AC/RO	GAS	480	100	2	8,31	431,31	12,02	6,27
DAIA	SE/CO/AC/RO	OLEO	44,3	85	2,5	2,2	35,91	0	582,09
DO ATLANTICO	SE/CO/AC/RO	GAS PROCES	490	93	2	6	419,79	419,78	117,54
ELETROBOL_L	SE/CO/AC/RO	GAS	312,8	100	0,9	2,3	302,86	0	164,91
ELETROBOL_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	73,1	100	0,9	2,16	70,88	0	250,87
ENGUUA PECEM	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
Ecolha	SE/CO/AC/RO	GNL	337,6	100	1,3	2,7	324,21	0	107,30
FAFEN_TC	NE	GAS	138	100	2,81	6,48	125,43	0	188,15
FIGUEIRA	S	CARVAO	20	87	8,4	12,25	13,99	5	315,22
FORTALEZA	NE	GAS	346,6	98	1,94	1,91	326,72	223	86,52
GERAMAR I	N/MAN	OLEO COMB	165	96	1,3	2,7	152,12	0	362,38
GERAMAR II	N/MAN	OLEO COMB	165	96	1,3	2,7	152,12	0	362,38
GLOBAL 1	NE	OLEO COMB	140	100	2	2	134,46	0	361,51
GLOBAL 2	NE	OLEO COMB	148	100	2	4	139,24	0	361,51
Goiania 2 BR	SE/CO/AC/RO	DIESEL	140	97	3	2	129,09	0	633,49
IBIRITERM_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	226	100	3,5	2,68	212,25	0	188,89
Iconha	SE/CO/AC/RO	O. Comb. B	184	100	1,7	2,42	176,49	0	250,16
IGARAPE	SE/CO/AC/RO	OLEO	131	100	8,46	9,27	108,8	2,23	645,30
IGUATU	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
ITAPEBI	NE	OLEO COMB	137,6	100	4	2	129,45	0	360,06
J Alencar	NE	GNL	300	100	2	3	285,18	0	103,76
J.LACERDA A1	S	CARVAO	100	100	44,67	12,25	48,55	0	199,79
J.LACERDA A2	S	CARVAO	132	100	10,38	11,09	105,18	33	151,24
J.LACERDA B	S	CARVAO	262	100	6	11,02	219,14	120	150,10
J.LACERDA C	S	CARVAO	363	100	4,11	5,44	329,15	300	123,80
JUAZEIRO	NE	DIESEL	14,8	100	2	1,3	14,32	0	534,60
JUIZ DE FORA	SE/CO/AC/RO	GAS	87,1	100	2	8	78,53	0	150,00
LINHARES	SE/CO/AC/RO	GNL	204	100	2	3	193,92	0	126,53
MACAE MER_L	SE/CO/AC/RO	GAS	275,5	100	3,5	2	260,54	0	292,37
MACAE MER_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	653,3	100	3,5	0,49	627,35	0	253,83
MARACANAU 1	NE	OLEO COMB	162,3	97	3	2	149,65	0	349,64
MARACANAU II	NE	OLEO	70	97	3	2	64,55	0	349,64
MARAMBAIA	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
MARANHAO III	N	GAS	499,2	100	1,85	1,62	482,03	241,63	52,00
MAUA B3	N/MAN	GAS	120	80	2	7	87,49	87,48	451,68
MC2 Camaca 1	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 Catu	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 D DAV 1	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 D DAV 2	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 Feira	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	249,27
MC2 Gov Mang	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 Macaíba	NE	O. Comb. B	400	100	1	2	388,08	0	249,11
MC2 Messias	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	251,19
MC2 N S SOCO	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	253,28
MC2 N VENECI	SE/CO/AC/RO	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 PECEM 2	NE	O. Comb. B	350	100	1	2	339,57	0	245,35
MC2 RIO LARG	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	251,19

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
MC2 SAPEACU	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 SR BONFI	NE	Óleo Combu	176	100	1	2	170,76	0	248,63
MC2 STO ANT	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2 SUAPE II	NE	O. Comb. B	350	100	1	2	339,57	0	245,35
MC2Camaçari2	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MC2Camaçari3	NE	O. Comb. B	176	100	1	2	170,76	0	248,07
MONTE PASCOAL	NE	OLEO COMB	137,6	100	4	2	129,45	0	352,68
MPX João Neiva	SE/CO/AC/RO	GNL	330	100	1	2	320,17	0	78,80
MPX Joinville	SE/CO/AC/RO	GNL	330	100	1	2	320,17	0	78,80
NAZARIA	NE	DIESEL	13,1	100	2	1,3	12,67	0	534,60
NORTEFLU-1	SE/CO/AC/RO	Gas	400	100	0	0	400	383,99	37,80
NORTEFLU-2	SE/CO/AC/RO	Gas	100	100	5,56	7,61	87,25	0	58,89
NORTEFLU-3	SE/CO/AC/RO	Gas	200	100	5,56	7,61	174,51	0	102,84
NORTEFLU-4	SE/CO/AC/RO	Gas	168,9	100	5,56	7,61	147,37	0	149,33
NOVAPIRAT_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	386,1	100	2,69	3,4	362,94	0	182,56
NUTEPA	S	OLEO	24	83	1,8	0,1	19,54	0	780,00
P PECEM 2	NE	CARVAO IMP	360	100	1,5	3,5	342,19	0	111,13
P. PECEM 1	NE	CARVAO	720,3	100	1,7	8,3	649,29	0	105,11
P.MEDICI A	S	CARVAO	126	87,3	14	23	72,84	50	115,90
P.MEDICI B	S	CARVAO	320	90	20	10	207,36	105	115,90
PALMEIRA GOI	SE/CO/AC/RO	OLEO DIESE	174,3	80	2,5	2,2	132,96	0	450,06
Pau FerroI	NE	Oleo Diese	94	100	0	0	94	0	679,70
PERNAMBUCO 3	NE	O. Comb. B	200,8	100	1	2	194,82	0	264,93
Pernambuco 4	NE	Óleo Combu	200,8	100	1	2	194,82	0	276,54
PETROLINA_L	NE	OLEO	136	100	2,5	5,5	125,31	0	561,62
PIE C ROCHA	N/MAN	GAS	85,4	100	0,01	0,01	85,38	64,98	336,35
PIE JARAQUI	N/MAN	GAS	83,3	72	2	0	58,78	58,78	165,81
PIE MANAUARA	N/MAN	GAS	85,4	70,3	2	0	58,84	58,79	174,46
PIE P NEGRA	N/MAN	GAS	85,4	70,3	2	0	58,84	58,79	166,41
PIE TAMBAQUI	N/MAN	GAS	81,9	73,2	2	0	58,75	58,75	165,81
PIE-RP	SE/CO/AC/RO	BIO+OUTROS	27,8	100	1,8	2	26,75	0	160,05
PIRAT.34V_TC	SE/CO/AC/RO	VAPOR	272	100	1,47	11,02	238,47	0	182,56
PORTO ITAQUI	N/MAN	CARVAO	360,1	100	1,5	3,5	342,28	0	106,53
Potiguar	NE	Oleo Diese	52,8	100	2	2	50,71	0	613,08
Potiguar III	NE	Oleo Diese	66	82,5	0	0	54,45	0	613,07
R.SILVEIRA G	SE/CO/AC/RO	GAS	32	94	2,06	12,25	25,85	0	523,35
S R CASSIA	NE	Óleo Combu	174,6	100	1	2	169,4	0	276,54
S.JERONIMO	S	CARVAO	20	90	1,25	1,25	17,55	5	248,31
SANTANA W	N/MAN	DIESEL	62,4	100	1,85	13,54	52,95	0	494,14
ST CRUZ NOVA 12	SE/CO/AC/RO	GAS	500	100	2,2	6,3	458,19	0	84,63
ST.CRUZ 34	SE/CO/AC/RO	OLEO	440	90,9	9,18	5,44	343,48	0	310,41
SUAPE II	NE	OLEO	355,7	100	1	2	345,1	0	363,64
T.NORTE 1	SE/CO/AC/RO	OLEO	64	100	4,86	4,77	57,99	0	610,33
TERMBAHIA_TC	NE	GAS	185,9	100	1,5	4,22	175,38	0	204,43
TERMCEARA_L	NE	GAS	152,8	100	1,2	0,6	150,06	0	186,64
TERMCEARA_TC	NE	GAS	70,2	100	1,93	2,9	66,85	0	492,29
TERMOCABO	NE	OLEO	49,7	98	2	2	46,78	0	358,06
Termomanaus	NE	Oleo Diese	142,2	100	0	0	142,2	0	679,70
TERMONORDESTE	NE	OLEO COMB	170,8	95	3	1	155,82	0	361,35
TERMONORTE 2	SE/CO/AC/RO	OLEO	340	100	4,79	4,82	308,11	0	487,56
TERMOPARAIBA	NE	OLEO COMB	170,8	95	3	1	155,82	0	361,35
TERMOPE	NE	GAS	601,8	88,1	3	4,5	491,14	348,8	70,16
TERMOPOWER 5	NE	O. Comb. B	200,8	100	1	2	194,82	0	264,93
TERMOPOWER 6	NE	O. Comb. B	200,8	100	1	2	194,82	0	264,93
TERMORIO_L	SE/CO/AC/RO	GAS	739,3	100	1	2,7	712,15	71,71	129,09
TERMORIO_TC	SE/CO/AC/RO	GAS	296,8	100	1,34	1,72	287,79	28,79	214,48
TRES LAG_L	SE/CO/AC/RO	GAS	132,4	100	1,2	2,88	127,04	0	106,78
TRES LAG_T	SE/CO/AC/RO	GAS	217,6	100	1,15	3,45	207,68	0	140,34
UTE BRASÍLIA	SE/CO/AC/RO	DIESEL 1	10	80	19,45	0	6,44	0	1047,38
UTE SOL	SE/CO/AC/RO	Resíduos I	196,5	100	3,79	13,61	163,32	132,98	0,01
VALE ACU_TC	NE	GAS	367,9	100	3	5,2	338,31	0	287,83
VIANA	SE/CO/AC/RO	OLEO COMB	170,8	100	1,3	2,7	164,03	0	362,38
W.ARJONA	SE/CO/AC/RO	DIESEL	190	90	1,92	2,32	163,83	0	197,85
XAVANTE	SE/CO/AC/RO	DIESEL	53,7	100	3,5	8	47,67	0	843,90

Apêndice 2 – Ficha de dados – Retificação do Cálculo de Garantia Física da UHE São Roque

Tabela 24 – Dados Energéticos – UHE São Roque

Potência instalada (MW)	135,00
Hidrelétrica a jusante	Garibaldi
Tipo de turbina	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador (%)	91,5
Produtibilidade Específica (MW/m ³ /s/m)	0,008976
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	1,672
Indisponibilidade programa - IP (%)	5,403
Interligação no Subsistema	Sul
Perda Hidráulica média (m)	0,90
Canal de fuga médio (m)	706,43
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S
Vazão remanescente (m ³ /s)	-
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	16
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	16

Conjunto de máquinas 1

Número de unidades geradoras	3
Potência unitária (MW)	45,000
Vazão efetiva (m ³ /s)	103
Queda líquida de referência	48,60

RESERVATÓRIO

Volume máximo (hm ³)	795,67
Volume mínimo (hm ³)	336,72
NA máximo normal (m)	760,00
NA mínimo normal (m)	746,00
Área máxima (km ²)	45,77
Área mínima (km ²)	21,66
Regulação (Diária/ Semanal/ 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
2016	1,99	1,42	1,28	0,91	0,80	0,81	0,82	0,99	1,14	1,72	2,97	2,67

POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	7,179573E+02	1,382408E-01	-2,265683E-04	2,165083E-07	-8,376937E-11
PCA	1,739588E+05	-6,746445E+02	8,693143E-01	-3,720000E-04	0,000000E+00
PVNJ	7,055968E+02	3,699601E-03	-3,028187E-06	1,426154E-09	-2,228470E-13

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	136	37	53	57	422	349	349	167	487	147	88	92
1932	93	170	181	627	518	364	268	182	427	344	119	132
1933	45	64	49	38	59	77	78	166	215	456	166	51
1934	147	240	140	233	190	144	120	200	210	186	77	124
1935	68	41	53	33	24	115	303	382	455	707	154	336
1936	155	74	76	54	179	632	339	440	301	301	139	90
1937	81	78	187	133	62	48	95	199	237	252	207	105
1938	251	317	103	199	390	397	322	111	86	91	113	49
1939	84	109	237	145	354	265	170	115	315	162	396	463
1940	287	192	125	265	208	123	149	247	122	258	110	169
1941	151	292	275	249	416	368	259	530	265	275	374	219
1942	90	223	216	269	277	153	143	175	154	166	59	52
1943	36	75	40	33	137	425	305	465	354	205	112	67
1944	205	88	110	57	31	67	82	34	51	54	85	29
1945	16	71	41	26	22	31	49	48	119	91	46	63
1946	224	393	235	118	157	289	446	164	128	199	103	133
1947	115	170	127	49	90	161	136	173	382	253	117	103
1948	84	137	166	144	403	136	235	453	110	169	98	46
1949	45	35	106	114	102	203	119	184	215	202	78	50
1950	121	89	133	92	120	64	85	242	213	555	149	107
1951	216	355	286	100	59	44	80	28	32	451	295	156
1952	157	123	52	39	31	121	281	86	366	474	245	99
1953	123	231	133	71	63	63	82	75	241	376	427	157
1954	166	144	252	220	384	506	627	176	660	838	166	86
1955	76	117	120	233	304	306	665	256	198	121	120	163
1956	321	397	108	270	262	127	108	241	431	307	125	103
1957	98	173	163	144	155	114	440	1215	855	378	246	176
1958	127	138	457	122	94	274	113	245	462	378	332	236
1959	138	214	149	155	212	128	95	109	300	175	81	69
1960	81	161	147	122	89	141	97	333	217	259	312	150
1961	159	153	439	230	139	101	129	54	709	853	780	285
1962	125	108	115	69	246	159	192	110	344	211	137	81
1963	197	568	426	211	86	48	58	126	245	831	479	188
1964	82	138	105	134	171	100	111	197	268	275	131	99
1965	71	59	55	81	191	149	109	606	790	396	166	279
1966	342	635	434	198	114	296	226	215	505	338	266	295
1967	172	250	278	111	85	121	103	302	485	338	200	209
1968	66	48	49	50	39	39	71	33	138	90	277	178
1969	333	486	281	401	138	288	252	127	194	111	250	84
1970	141	105	100	83	142	318	321	160	252	211	81	170
1971	537	374	435	547	418	482	378	341	225	223	61	47
1972	82	380	198	130	63	264	242	719	779	425	248	212
1973	205	325	184	97	240	397	411	653	613	208	181	111
1974	164	214	257	137	68	201	151	90	242	88	160	83
1975	125	129	146	80	72	140	88	327	726	630	157	458
1976	306	114	243	91	251	372	194	461	226	176	181	478
1977	289	475	220	175	60	68	116	581	256	479	447	171
1978	150	129	120	43	33	33	83	70	193	115	164	112
1979	74	41	75	101	349	150	190	148	110	806	523	318
1980	128	85	339	121	131	89	246	649	579	269	271	511
1981	379	313	84	78	58	70	82	70	162	141	118	100
1982	66	216	149	75	64	217	419	245	120	345	905	297
1983	264	364	528	263	805	736	2525	1229	420	234	231	242
1984	185	158	177	135	165	545	459	1222	287	425	270	263
1985	86	304	156	170	115	62	91	83	156	97	164	38
1986	67	93	54	88	74	134	65	79	172	265	394	257
1987	339	164	80	138	666	282	223	224	185	551	135	66
1988	87	112	106	139	472	291	123	58	191	167	76	71
1989	234	373	147	159	417	77	103	122	730	263	93	60
1990	496	276	184	294	255	1113	383	297	494	796	653	197
1991	97	92	48	40	41	219	157	215	81	222	200	177
1992	136	233	260	154	580	742	762	574	343	179	217	141

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1993	158	297	248	129	212	249	596	129	393	574	163	276
1994	95	461	191	210	233	373	530	148	91	306	352	110
1995	608	336	158	73	39	114	159	101	197	395	141	108
1996	344	411	202	214	60	148	342	310	401	386	142	166
1997	236	721	264	63	55	158	370	437	189	998	958	258
1998	327	641	518	720	590	173	302	673	773	430	144	149
1999	142	204	125	240	95	200	597	122	113	355	135	95
2000	138	188	185	147	133	127	306	157	848	801	204	237
2001	437	640	304	288	353	255	314	171	252	856	161	256
2002	188	145	107	180	142	246	174	445	365	521	513	429
2003	120	149	219	85	85	151	97	50	55	122	139	421
2004	163	96	57	108	165	106	367	100	290	524	284	169
2005	182	84	75	149	515	409	217	183	1083	759	375	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

Apêndice 3 – Configuração Hidrotérmica de Referência - Revisão Extraordinária de Garantia Física da UHE São Roque

Tabela 25 – Configuração Hidrelétrica

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

Tabela 26 – Configuração Termelétrica

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
ANGRA 1	SE	NUCLEAR	640,0	100	2,06	8,77	571,84	509,8	31,17
ANGRA 2	SE	NUCLEAR	1350,0	100	2,36	13,87	1135,31	1080	20,12
ANGRA 3	SE	NUCLEAR	1405,0	100	2	6,84	1282,72	1282,7	25,58
APARECIDA	N	GAS	166,0	100	14,18	11,47	126,12	126,12	72,98
APOENA	NE	OLEO	147,2	0	17,33	4,87	0,00	0	1851,30
ARAUCARIA	S	GAS	484,2	0	3,11	18,47	0,00	0	0,00
Azulao	N	GAS	295,4	100	3	3,07	277,74	0	558,22
AZULAO II	N	GAS	295,4	100	3	3,07	277,74	193,8	150,00
AZULAO IV	N	GAS	295,4	100	3	3,07	277,74	193,8	150,00
BAIXADA FLU	SE	GAS	530,0	100	10,83	7,77	435,88	0	100,63
BBF BALIZA	N	BIOMASSA	17,9	92,8	1,17	5,63	15,49	6,66	610,38
BONFIM	N	BIOMASSA	10,0	100	2	2	9,60	4,08	467,82
C. ROCHA	N	GAS	85,4	0	1	20,72	0,00	0	0,00
CAMPINA GDE	NE	OLEO	169,1	0	42,36	10,12	0,00	0	1173,72
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350,0	100	19,15	17,01	234,84	210	105,37
CANOAS	S	DIESEL	248,6	100	4,47	16,69	197,85	0	1162,60
CANTA	N	BIOMASSA	10,0	100	2	2	9,60	4,08	467,82
CIDADE LIVRO	SE	BIOMASSA	80,0	100	2,5	5	74,10	0	211,80
Cisframa	S	BIOMASSA	4,0	90	29,32	7,27	2,36	0	377,70
CUBATAO	SE	GAS	249,9	86,4	8,65	11,35	174,85	0	179,86
CUIABA G CC	SE	GAS	529,2	0	8,75	13,95	0,00	0	0,00
CURUMIM	NE	OLEO	31,0	0	20,53	2,14	0,00	0	1260,09
DAIA	SE	DIESEL	44,4	0	2,99	12,95	0,00	0	0,00
DO ATLANTICO	SE	GAS PROCES	490,0	93	0,66	3,84	435,31	419,78	235,02
ERB CANDEIAS	NE	BIOMASSA	16,8	76,8	15,36	11,23	9,69	0	60,00
Fict_N	N	GAS	10,0	0	0	0	0,00	0	0,00
Fict_S	S	GAS	10,0	0	0	0	0,00	0	0,00
FIGUEIRA	S	CARVAO	20,0	90	4,37	6,06	16,17	16,17	330,64
FORTALEZA	NE	GAS	326,6	100	2,17	0,8	316,96	223	277,36
GERAMAR I	N	OLEO	165,9	96	0,3	0,48	158,02	0	1173,68
GERAMAR II	N	OLEO	165,9	96	0,44	0,44	157,87	0	1173,68
GLOBAL I	NE	OLEO	148,8	0	10,62	1,06	0,00	0	1329,51
GLOBAL II	NE	OLEO	148,8	0	13,83	1,08	0,00	0	1329,51
GNA I	SE	GAS	1338,0	100	5,34	2	1241,22	0	238,20
GNA P. ACU 3	SE	GAS	1673,0	100	2,5	2	1598,55	639,27	170,94
GOIANIA II	SE	DIESEL	140,3	0	39,96	10,86	0,00	0	2700,59
GUARANI	NE	OLEO	150,0	0	38,41	1,56	0,00	0	1851,30
HF S JOAQUIM	N	BIOMASSA	57,0	100	1,5	4,17	53,80	25,71	758,41
IBIRITE	SE	GAS	235,0	100	4,7	5,8	210,97	0	603,99
J.LACERDA A1	S	CARVAO	100,0	80	14,82	26,59	50,02	0	434,59
J.LACERDA A2	S	CARVAO	132,0	83,3	11	19,25	79,02	33	372,62
J.LACERDA B	S	CARVAO	262,0	84	9,34	15,4	168,80	120	362,67
J.LACERDA C	S	CARVAO	363,0	90,9	7,09	15,41	259,33	259,32	311,53
JAGUATIRI II	N	GAS	140,8	100	2,5	1,5	135,22	91,96	219,65
JARAQUI	N	GAS	75,5	0	4	0	0,00	0	0,00
JUIZ DE FORA	SE	GAS	87,1	99,9	6,84	3,56	78,18	0	1015,17
LINHARES LRC	SE	GAS	204,0	100	2,19	1,84	195,86	0	600,00
M.CRISTO SUC	N	DIESEL	42,3	96,5	2	1	39,60	0	1008,36
MANAUARA	N	GAS	73,4	100	2,5	0,39	71,29	64,87	0,00

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
MANAUS I	N	GAS	162,9	100	2,5	2	155,65	108,61	97,89
MARACANAU I	NE	OLEO	168,0	0	33,92	14,24	0,00	0	1142,86
MARANHAO III	N	GAS	518,8	100	4,1	2,75	483,85	241,63	101,00
MARANHAO IV	N	GAS	337,6	100	1,49	1,37	328,01	0	351,54
MARANHAO V	N	GAS	337,6	100	1,37	1,63	327,55	0	351,54
Marlim Azul	SE	GAS	565,5	100	5	5	510,36	210,42	85,01
MAUA 3	N	GAS	590,8	98,7	9,29	9,4	479,23	264	72,98
N.PIRATINING	SE	GAS	479,3	78,2	5,25	17,89	291,60	0	593,41
N.VENECIA 2	N	GAS	270,5	100	6,05	6,44	237,77	40,44	268,26
NORTEFLU-1	SE	GAS	400,0	100	0	0	400,00	399,99	106,76
NORTEFLU-2	SE	GAS	100,0	100	4,78	8,91	86,74	0	123,77
NORTEFLU-3	SE	GAS	200,0	100	4,78	8,91	173,47	0	237,75
NORTEFLU-4	SE	GAS	126,8	100	4,78	8,91	109,98	0	680,55
NT BARCARENA	N	GAS	604,5	100	1,1	2,05	585,59	290,42	154,47
O. CANOAS 1	N	GAS	5,5	90	2	6,5	4,54	2,25	285,02
Onca Pintada	SE	BIOMASSA	50,0	95	2,84	4,49	44,08	6,86	94,43
P. PECÉM I	NE	CARVAO	720,3	100	3,6	6,91	646,39	0	800,40
P. PECÉM II	NE	CARVAO	365,0	100	1,43	5,3	340,71	0	781,36
P. SERGIPE I	NE	GAS	1593,0	100	12,92	2,06	1358,61	0	214,16
PALMAPLAN 2	N	BIOMASSA	11,6	100	0,91	1,36	11,34	0	636,95
PALMEIRAS GO	SE	DIESEL	175,6	0	59,55	16,86	0,00	0	2251,43
PAMPA SUL	S	CARVAO	345,0	100	25,27	11,13	229,12	170	56,39
PARNAIBA IV	N	GAS	56,3	96	5,5	4,3	48,88	0	550,06
PARNAIBA V	N	GAS	385,7	94,7	2,95	1,95	347,57	0	104,85
Pau Ferro I	NE	DIESEL	94,1	100	10,82	9,13	76,26	0	3373,78
PAU RAINHA	N	BIOMASSA	10,0	100	2	2	9,60	4,08	467,82
PERNAMBUCO III	NE	OLEO	200,8	100	51,34	17,57	80,54	0	1013,94
PETROLINA	NE	OLEO	136,2	96,9	4,93	3,15	121,52	0	2031,13
PIRAT.12 G	SE	GAS	200,0	0	6,57	12,08	0,00	0	470,34
PONTA NEGRA	N	GAS	73,4	89,9	2,5	0,53	64,00	64	0,00
PORTO ITAQUI	N	CARVAO	360,1	100	2,7	5,27	331,91	0	771,76
PORTOCEM I	NE	GAS	1572,0	100	1,5	2,18	1514,66	0	490,87
Potiguar	NE	DIESEL	53,1	0	3,9	14,83	0,00	0	3021,94
Potiguar III	NE	DIESEL	66,4	0	3,89	20,27	0,00	0	3021,90
Predilecta	SE	BIOMASSA	5,0	0	0,87	5,31	0,00	0	0,00
PROSPERID III	NE	GAS	56,0	100	0,5	4,5	53,21	0	129,45
PROSPERID II	NE	GAS	37,4	100	2	4,21	35,11	0	138,53
PROSPERIDADE	NE	GAS	28,0	100	3,67	1,81	26,48	0	195,14
SANTA LUZ	N	BIOMASSA	10,0	100	2	2	9,60	4,08	467,82
SAO SEPE	S	BIOMASSA	8,0	90	13,1	2,44	6,10	0	83,75
SEROPEDICA	SE	GAS	360,0	100	15,42	5,97	286,31	0	513,89
ST.CRUIZ 34	SE	OLEO	436,0	0	24,25	18,01	0,00	0	310,41
ST.CRUIZ NOVA	SE	GAS	500,0	100	6,22	7,99	431,43	0	384,21
STA VITORIA	SE	BIOMASSA	41,4	93	3,93	13,64	31,94	0	90,00
SUAPE II	NE	OLEO	381,3	100	7,77	10,05	316,33	0	1203,01
SYKUE I	NE	BIOMASSA	30,0	0	1,5	3	0,00	0	510,12
T.NORTE 2	SE	OLEO	349,0	0	0,24	1,4	0,00	0	910,86
TAMBAQUI	N	GAS	93,0	0	4	0	0,00	0	0,00
TERMOBAHIA	NE	GAS	185,9	85,5	2,56	9,97	139,43	0	374,87
TERMOCABO	NE	OLEO	49,7	100	1,12	6,06	46,17	0	1159,25

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
TERMOCEARA	NE	GAS	223,0	98,7	22,9	6,71	158,31	0	565,24
TERMOMACAE	SE	GAS	922,6	100	9,3	3,4	808,35	0	604,67
Termomanaus	NE	DIESEL	143,0	100	13	11,05	110,66	0	3373,78
TERMONE	NE	OLEO	170,9	95	1,98	0,78	157,90	0	1162,73
TERMOPB	NE	OLEO	170,9	95	2,69	0,86	156,63	0	1162,73
TERMOPE	NE	GAS	550,0	100	1,37	6,08	509,48	0	599,12
TERMORIO	SE	GAS	1058,0	93,5	6	5,2	881,52	0	603,34
TRES LAGOAS	SE	GAS	350,0	100	13,86	6,48	281,95	0	320,14
TROMBUDO	S	GAS	28,0	100	3	6	25,53	0	601,40
URUGUAIANA	S	GAS	639,9	0	0,14	56,17	0,00	0	0,00
VALE DO ACU	NE	GAS	367,9	84,3	6,01	18,93	236,32	0	450,86
VIANA	SE	OLEO	174,6	100	0,95	0,48	172,11	0	1173,70
W. ARJONA	SE	GAS	177,1	90	2,5	3,49	149,98	0	603,83
XAVANTES	SE	DIESEL	53,6	100	0,31	0,35	53,25	0	3679,07

Apêndice 4 – Ficha de dados – Retificação da Revisão Extraordinária de Garantia Física da UHE São Roque

	CRA0	CRA1
Potência instalada (MW)	135,000	141,900
Hidrelétrica a jusante	Garibaldi	Garibaldi
Tipo de turbina	Francis	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador (%)	91,50	90,50
Produtibilidade Específica (MW/m ³ /s/m)	0,008976	0,008813 ¹³
Aceleração da gravidade (m/s ²)	9,81	9,77907
Massa específica da água (kg/m ³)	1000	995,798
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	1,982	1,982
Indisponibilidade programa - IP (%)	5,292	5,292
Interligação no Subsistema	Sul	Sul
Perda Hidráulica média (m)	0,90	0,60
Canal de fuga médio (m)	706,44	706,77
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S	S
Vazão remanescente (m ³ /s)	-	-
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	16	16
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	16	16

Conjunto de máquinas 1	CRA0	CRA1
Número de unidades geradoras	3	3
Potência unitária (MW)	45,000	47,300
Vazão efetiva (m ³ /s)	103	110
Queda líquida de referência	48,60	48,60

RESERVATÓRIO	CRA0	CRA1
Volume máximo (hm ³)	795,67	795,67
Volume mínimo (hm ³)	336,72	336,72
NA máximo normal (m)	760,00	760,00
NA mínimo normal (m)	746,00	746,00
Área máxima (km ²)	45,77	45,77
Área mínima (km ²)	21,66	21,66
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

¹³ Foi utilizado como fator de conversão a aceleração da gravidade e a massa específica do local, de 9,77907 m/s² e 995,798 kg/m³, respectivamente.

POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	7,179573E+02	1,382408E-01	-2,265683E-04	2,165083E-07	-8,376937E-11
PCA	1,739588E+05	-6,746445E+02	8,693143E-01	-3,720000E-04	0,000000E+00
PVNJ – CRA0	7,055968E+02	3,699601E-03	-3,028187E-06	1,426154E-09	-2,228470E-13
PVNJ – CRA1	7,058049E+02	4,226171E-03	-3,508414E-06	1,631973E-09	-2,713518E-13

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	136	37	53	57	422	349	349	167	487	147	88	92
1932	93	170	181	627	518	364	268	182	427	344	119	132
1933	45	64	49	38	59	77	78	166	215	456	166	51
1934	147	240	140	233	190	144	120	200	210	186	77	124
1935	68	41	53	33	24	115	303	382	455	707	154	336
1936	155	74	76	54	179	632	339	440	301	301	139	90
1937	81	78	187	133	62	48	95	199	237	252	207	105
1938	251	317	103	199	390	397	322	111	86	91	113	49
1939	84	109	237	145	354	265	170	115	315	162	396	463
1940	287	192	125	265	208	123	149	247	122	258	110	169
1941	151	292	275	249	416	368	259	530	265	275	374	219
1942	90	223	216	269	277	153	143	175	154	166	59	52
1943	36	75	40	33	137	425	305	465	354	205	112	67
1944	205	88	110	57	31	67	82	34	51	54	85	29
1945	16	71	41	26	22	31	49	48	119	91	46	63
1946	224	393	235	118	157	289	446	164	128	199	103	133
1947	115	170	127	49	90	161	136	173	382	253	117	103
1948	84	137	166	144	403	136	235	453	110	169	98	46
1949	45	35	106	114	102	203	119	184	215	202	78	50
1950	121	89	133	92	120	64	85	242	213	555	149	107
1951	216	355	286	100	59	44	80	28	32	451	295	156
1952	157	123	52	39	31	121	281	86	366	474	245	99
1953	123	231	133	71	63	63	82	75	241	376	427	157
1954	166	144	252	220	384	506	627	176	660	838	166	86
1955	76	117	120	233	304	306	665	256	198	121	120	163
1956	321	397	108	270	262	127	108	241	431	307	125	103
1957	98	173	163	144	155	114	440	1215	855	378	246	176
1958	127	138	457	122	94	274	113	245	462	378	332	236
1959	138	214	149	155	212	128	95	109	300	175	81	69
1960	81	161	147	122	89	141	97	333	217	259	312	150
1961	159	153	439	230	139	101	129	54	709	853	780	285
1962	125	108	115	69	246	159	192	110	344	211	137	81
1963	197	568	426	211	86	48	58	126	245	831	479	188
1964	82	138	105	134	171	100	111	197	268	275	131	99
1965	71	59	55	81	191	149	109	606	790	396	166	279
1966	342	635	434	198	114	296	226	215	505	338	266	295
1967	172	250	278	111	85	121	103	302	485	338	200	209
1968	66	48	49	50	39	39	71	33	138	90	277	178
1969	333	486	281	401	138	288	252	127	194	111	250	84
1970	141	105	100	83	142	318	321	160	252	211	81	170
1971	537	374	435	547	418	482	378	341	225	223	61	47
1972	82	380	198	130	63	264	242	719	779	425	248	212
1973	205	325	184	97	240	397	411	653	613	208	181	111
1974	164	214	257	137	68	201	151	90	242	88	160	83
1975	125	129	146	80	72	140	88	327	726	630	157	458
1976	306	114	243	91	251	372	194	461	226	176	181	478
1977	289	475	220	175	60	68	116	581	256	479	447	171
1978	150	129	120	43	33	33	83	70	193	115	164	112
1979	74	41	75	101	349	150	190	148	110	806	523	318
1980	128	85	339	121	131	89	246	649	579	269	271	511
1981	379	313	84	78	58	70	82	70	162	141	118	100
1982	66	216	149	75	64	217	419	245	120	345	905	297
1983	264	364	528	263	805	736	2525	1229	420	234	231	242

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1984	185	158	177	135	165	545	459	1222	287	425	270	263
1985	86	304	156	170	115	62	91	83	156	97	164	38
1986	67	93	54	88	74	134	65	79	172	265	394	257
1987	339	164	80	138	666	282	223	224	185	551	135	66
1988	87	112	106	139	472	291	123	58	191	167	76	71
1989	234	373	147	159	417	77	103	122	730	263	93	60
1990	496	276	184	294	255	1113	383	297	494	796	653	197
1991	97	92	48	40	41	219	157	215	81	222	200	177
1992	136	233	260	154	580	742	762	574	343	179	217	141
1993	158	297	248	129	212	249	596	129	393	574	163	276
1994	95	461	191	210	233	373	530	148	91	306	352	110
1995	608	336	158	73	39	114	159	101	197	395	141	108
1996	344	411	202	214	60	148	342	310	401	386	142	166
1997	236	721	264	63	55	158	370	437	189	998	958	258
1998	327	641	518	720	590	173	302	673	773	430	144	149
1999	142	204	125	240	95	200	597	122	113	355	135	95
2000	138	188	185	147	133	127	306	157	848	801	204	237
2001	437	640	304	288	353	255	314	171	252	856	161	256
2002	188	145	107	180	142	246	174	445	365	521	513	429
2003	120	149	219	85	85	151	97	50	55	122	139	421
2004	163	96	57	108	165	106	367	100	290	524	284	169
2005	182	84	75	149	515	409	217	183	1083	759	375	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	361	396	222	563	731	265	247	265	148	168	147	379
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	260	117	201	155	357	893	488	150	256	503	270	211