

CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

***Cálculo de Montante de Garantia Física
de Energia das Usinas Hidrelétricas
participantes do processo de
desestatização da COPEL***

Março de 2023



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretária Executiva

-

**Secretário de Planejamento e
Transição Energética**

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Secretário de Energia Elétrica

Gentil Nogueira de Sa Junior

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**

Pietro Adamo Sampaio Mendes

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**

-



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 (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

Cálculo de Montante de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas participantes do processo de desestatização da COPEL

Coordenação Geral e Executiva

Angela Regina Livino de Carvalho

Giovani Vitória Machado

Coordenação Executiva

Bernardo Folly de Aguiar

Thiago Ivanoski Teixeira

Equipe Técnica

Fernanda Gabriela Batista dos Santos

Luis Paulo Scolaro Cordeiro

Rafaela Veiga Pillar

Thais Iguchi

Nº EPE-DEE-RE-016/2023-r0

Data: 07 de março de 2023

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	07/03/2023	Publicação Original

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	7
1. Metodologia de cálculo de garantia física de Usinas Hidrelétricas.....	8
2. Caso Base para o cálculo das garantias físicas das UHEs participantes do processo de desestatização da COPEL.....	9
3. Caso de Cálculo das garantias físicas das UHEs participantes do processo de desestatização da COPEL.....	19
4. Cálculo da Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas.....	21
5. Resumo dos Resultados.....	23
Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência.....	24
Anexo 2 – Dados Energéticos da UHE Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia).....	28
Anexo 3 – Dados Energéticos da UHE Gov. José Richa (Salto Caxias).....	31
Anexo 4 – Dados Energéticos da UHE Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo).....	34
Apêndice 1 – Resultados obtidos no cálculo dos parâmetros médios.....	37
1 Ajustes das Curvas Colinas das Turbinas	37
2 Cálculo do Rendimento Médio do Conjunto Turbina-Gerador	37
3 Cálculo da Perda Hidráulica Média.....	40

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2028</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2028</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 3 – Condições de desligamento da segunda casa de força de Tucuruí</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 4 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria MME/GM nº 42/2022</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 5 – Parâmetros atualizados no Caso de Cálculo</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 6 – Rendimentos Máximos das Turbinas</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 7 – Aceleração da gravidade e massa específica da água nos locais</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 8 – Equação de perdas hidráulicas</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 9 – Rendimento do gerador</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 10 – CMO médio e CVaR_{1%} da energia não suprida</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 11 – CVaR_{10%}CMO do Caso Base</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 12 – CVaR_{10%}CMO do Caso de Cálculo</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 13 – Carga crítica, Blocos Hidráulico e Térmico</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 14 – Energia Firme e Garantia Física de Energia – Caso de Cálculo</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 15 – Resumo dos Resultados</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 16 – Configuração Hidrelétrica</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 17 – Configuração Termelétrica</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 18 – Dados Energéticos – UHE Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 19 – Dados Energéticos – UHE Gov. José Richa (Salto Caxias)</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 20 – Dados Energéticos – UHE Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 21 – Coeficientes dos polinômios ajustados para as Curvas Colinas das Turbinas</i>	<i>37</i>
<i>Tabela 22 – Rendimento médio dos Conjuntos Turbina-Gerador</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 23 – Perdas Hidráulicas Médias</i>	<i>40</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1 – Nova topologia de REE para o SIN – topologia G</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2 – Gráfico de pontos de operação previstos para UHE Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia) - Vazão Unitária (m³/s) X Queda Líquida (m) – Rendimento da Turbina.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 3 – Gráfico de pontos de operação previstos para UHE Gov. José Richa (Salto Caxias) - Vazão Unitária (m³/s) X Queda Líquida (m) – Rendimento da Turbina</i>	<i>39</i>
<i>Figura 4 – Gráfico de pontos de operação previstos para UHE Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo) - Vazão Unitária (m³/s) X Queda Líquida (m) – Rendimento da Turbina.....</i>	<i>39</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 do montante de garantia física de energia das usinas hidrelétricas participantes do processo de desestatização da Companhia Paranaense de Energia – COPEL.

A solicitação de um novo cálculo de garantia física de energia foi encaminhada inicialmente à EPE por meio do Ofício nº 396/2022/DPE/SPE-MME, de 8 de dezembro de 2022, no contexto do processo de desestatização da COPEL, condicionada à nova concessão de geração de energia elétrica das usinas Governador José Richa (Salto Caxias) e Governador Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo).

Posteriormente, por meio do Despacho ASSEC, de 09 de fevereiro de 2023 (SEI nº 0718910), a Assessoria Econômica do Ministério de Minas e Energia solicitou ao Departamento de Planejamento Energético um novo cálculo de garantia física de energia para a UHE Governador Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia), que deverá constar em eventual novo contrato de concessão, tendo em vista a solicitação da empresa COPEL encaminhada pela Carta REC-PRE-014/2023.

Considerando que as UHEs Governador José Richa, Governador Ney Aminthas de Barros Braga e Governador Bento Munhoz fazem parte da mesma cascata, foi solicitado à EPE, por meio do Ofício nº 60/2023/DPE/SPE-MME, que o cálculo das garantias físicas de energia dos referidos empreendimentos seja realizado de forma conjunta, e siga a metodologia estabelecida na Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, assim como as premissas apresentadas na Portaria MME nº 43/GM/2022.

1. Metodologia de cálculo de garantia física de Usinas Hidrelétricas

A garantia física de energia do Sistema Interligado Nacional – SIN pode ser definida como aquela correspondente à máxima quantidade de energia que este sistema pode suprir a um dado critério de garantia de suprimento. Esta quantidade de energia pode, então, ser rateada entre todos os empreendimentos de geração que constituem o sistema. O valor assim atribuído pelo rateio a cada empreendimento constitui-se em sua garantia física, que é o lastro físico daqueles empreendimentos com vistas à comercialização de energia via contratos.

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”.

O critério vigente de garantia de suprimento foi estabelecido na Resolução CNPE nº 29/2019, com parâmetros definidos na Portaria MME nº 59/2020.

A metodologia de cálculo da garantia física dos empreendimentos de geração que compõem o SIN, em um dado momento (configuração estática de referência), é definida na Portaria MME nº 101/2016, considerando as premissas apresentadas na Portaria MME nº 43/GM/2022¹.

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).

Os montantes de garantia física de cada empreendimento de geração, 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.

¹ A Portaria MME nº 43/GM/2022, de 27 de abril de 2022, estabelece as premissas gerais que devem ser consideradas na metodologia de cálculo da garantia física de energia das usinas despachadas centralizadamente.

2. Caso Base para o cálculo das garantias físicas das UHEs participantes do processo de desestatização da COPEL

A Portaria nº 43/GM/2022 apresenta as premissas que devem ser empregadas no cálculo da garantia física de energia de UHE e UTE despachadas centralizadamente pelo ONS.

O detalhamento das premissas consideradas no Caso Base para o cálculo das garantias físicas das usinas hidrelétricas com despacho centralizado é apresentado a seguir.

Modelos utilizados, conforme definição do MME:

- NEWAVE - Versão 28, homologada pelo Despacho nº 503, de 17 de fevereiro de 2022;
- SUISHI - Versão 16 (Encad versão 5.6.37), aprovada em Reunião Plenária da CPAMP, em 30 de junho de 2022, conforme divulgação no endereço eletrônico do Ministério de Minas e Energia².

Parâmetros do modelo NEWAVE:

- Número mínimo e máximo de 50 iterações;
- Construção da política de operação adotando-se 200 simulações *forward* e 20 aberturas para simulação *backward*;
- Simulação final com 2.000 séries sintéticas de vazões;
- Configuração hidrotérmica estática com 5 anos de simulação, 10 anos de período estático inicial e 5 anos de período estático final, para o modelo NEWAVE.
- Racionamento preventivo para otimização energética: não considerar;
- Despacho antecipado de usinas térmicas a gás natural liquefeito (GNL): considerar;
- Tendência hidrológica: não considerar;
- Acoplamento hidráulico entre os Reservatórios Equivalentes de Energia (REEs): considerado entre os REEs Paraná e Paranapanema (origem) e Itaipu (destino);
- Consumo próprio (consumo interno): não considerar.
- Parametrização de CVaR vigente: alfa 25% e lambda 35% constantes no tempo, conforme determinação da Portaria nº 43/GM/2022.
- Perdas nas interligações entre subsistemas: não considerar.
- Taxa de Desconto: 8% ao ano, de forma a compatibilizar este parâmetro aos estudos dos Planos Decenais de Expansão de Energia.
- Tolerância para Atendimento ao Critério de Igualdade entre o Custo Marginal de

² CPAMP aprova versão 16 do modelo SUISHI — Português (Brasil) (www.gov.br)

Operação - CMO e Custo Marginal de Expansão – CME: 2,00 R\$/MWh.

→ Metodologia de Seleção de Cortes:

- Iteração para Início de Aplicação da Seleção de Cortes: 1;
- Tamanho da Janela de Cortes Ativos: 3;
- Quantidade de Cortes Adicionados por Iteração: 8;
- Considera Cortes da Própria Iteração: sim.

→ Tipo de Reamostragem: Plena

→ Frequência da Reamostragem no Momento da Forward: Passo 1

→ Centróide como Representante do Agrupamento da Agregação dos Ruídos: Considerar

→ Correlação Espacial Mensal: considerar.

→ Critério Estatístico no Processo de Convergência: Não considerar.

→ Tolerância para Atendimento ao Critério de Valor Esperado Condicionado a Determinado Nível de Confiança - CVar do Custo Marginal de Operação – CMO: 30 R\$/MWh

→ Volume Mínimo Operativo (VminOp/VMINP): Considerar

→ Tipo de Penalização do VminOp/VMINP: Penalização da Máxima Violação

→ Mês de Penalização do VminOp/VMINP: Novembro

→ Sazonalidade do VminOp/VMINP nos Períodos Pré e Pós Estudo: Considerar

→ Penalidade do VminOp/VMINP: $[(1 + \text{taxa de desconto anual})^{(11/12)}] \times \text{MAXCVU}$

Onde MAXCVU é o maior custo variável unitário considerando todo o horizonte de planejamento do NEWAVE

→ Volumes Mínimos Operativos (VminOp) de forma constante em cada REE, em função da Energia Armazenável máxima:

- REEs Sudeste, Paraná e Paranapanema: 20%
- REEs Sul e Iguaçu: 30%
- REE Nordeste: 23,5%
- REE Norte: 20,8%

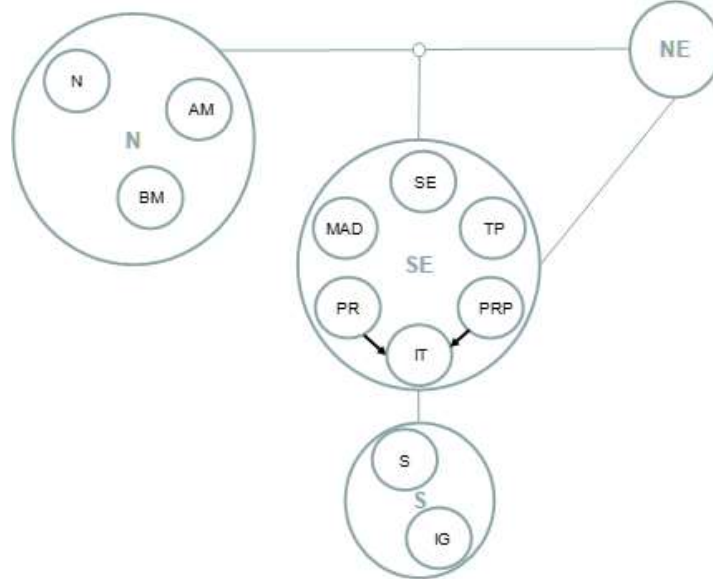
→ Sazonalidade de VMINT, VMAXT, CMONT e CFUGA nos Períodos Pré e Pós Estudo: Considerar

→ Metodologia para Geração de Cenários Hidrológicos do Modelo GEVAZP: PAR(p)-A

- Topologia:

- Topologia de subsistemas: 4 subsistemas interligados – Sudeste – SE, Sul – S, Nordeste – NE, Norte – N.
- Topologia de Reservatórios Equivalentes de Energia (REE): topologia G (12 REEs), considerada a partir do PMO de 01/2018, juntamente com a versão 24 do modelo NEWAVE, conforme Despacho nº 4.166, de 11 de dezembro de 2017, ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Nova topologia de REE para o SIN – topologia G



- 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. Essa estimativa de geração é obtida conforme Resolução Normativa ANEEL nº 843, de 2 de abril de 2019. A referência para a configuração de usinas não despachadas centralizadamente será o PMO de janeiro de 2023. Esse montante é descontado do mercado a ser atendido.
- Proporcionalidade da carga: prevista para o ano de 2028, segundo Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 (PDE 2031), que é o Plano Decenal de Expansão de Energia mais recente aprovado pelo Ministério de Minas e Energia, conforme tabela a seguir:

Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2028

MERCADO DE REFERÊNCIA 2028 - PDE 2031			
SE	S	NE	N
49.492	14.701	13.912	8.173
57,4%	17,0%	16,1%	9,5%
BRASIL			
86.278			

- Limites de transmissão entre subsistemas: considerados com valores não restritivos, de forma a não limitar a capacidade de geração das usinas³.
- Custo de Déficit: Conforme estabelecido na Resolução Normativa nº 795, de 5 de dezembro de 2017, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE deverá atualizar anualmente, até o dia 20 de dezembro de cada ano, o valor do patamar da função de custo do déficit de energia elétrica pela variação do Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) para o período de doze (12) meses, tomando-se como base o mês de novembro de cada ano. Portanto, será utilizado o valor de 8.103,95 R\$/MWh disponível no sítio eletrônico da CCEE⁴ para o ano de 2023.

→ Penalidade por não atendimento ao desvio de água para outros usos: metodologia estabelecida na Portaria nº 43/GM/2022.

$$\begin{aligned}\text{Penalidade}_{DA} &= \text{Custo Déficit} + 0,1\% \text{ Custo Déficit} + 0,10 \text{ R\$/MWh} \\ &= 8.103,95 + 8,10 + 0,10 = \mathbf{8.112,95 \text{ R\$/MWh}}\end{aligned}$$

→ Penalidade por não atendimento à restrição de vazão mínima: metodologia estabelecida na Portaria nº 43/GM/2022.

$$\text{Penalidade}_{VM} = \text{Custo Déficit} + 1,00 \text{ R\$/MWh} = \mathbf{8.104,95 \text{ R\$/MWh}}$$

→ Penalidade por não atendimento à restrição de volume mínimo: metodologia estabelecida na Portaria nº 43/GM/2022.

$$\begin{aligned}\text{PenalidadeVolMin} &= [(1 + \text{taxa de desconto anual})^{(11/12)}] \times \text{MAXCVU} \\ &= [(1 + 8\%)(11/12)] \times 3.372,52 = \mathbf{3.619,04 \text{ R\$/MWh}}\end{aligned}$$

Onde MAXCVU é o maior custo variável unitário considerando todo o horizonte de planejamento do NEWAVE e a configuração de usinas térmicas do PMO de maio de 2022.

- Custo Marginal da Expansão – CME: foi utilizado o Custo Marginal de Expansão definido em **90,38 R\$/MWh** no relatório do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2031, aprovado pela Portaria MME/GM nº 40, de 06 de abril de 2022.

³ O grupo de trabalho instituído pela Portaria MME nº 681, de 2014, fez avaliações que sinalizaram o elevado grau de interligação do SIN representado no presente caso de estudo. Estas avaliações subsidiaram a decisão de não se limitar a transferência de energia entre os subsistemas.

⁴ [CO – Divulgação do Custo de Déficit e memória de cálculo referente ao ano 2023 - CCEE](#)

Parâmetros do modelo SUISHI:

- Cálculo de energia firme com período crítico definido de junho de 1949 a novembro de 1956, conforme determinação da Portaria nº 43/GM/2022 (tabela 2 - Parâmetros de simulação do SUISHI);
- Número de Faixas de Operação: 20;
- Liberação de vertimento quando na iminência de déficit: Permitido;
- Tipo de operação dos reservatórios: por faixas dinâmicas (opção empregada pelo MSUI);
- Tipo de prioridades de operação das usinas hidrelétricas: adaptativa, isto é, com base em uma função prioridades (opção empregada pelo MSUI);
- Distribuição da vazão defluente entre os patamares de carga. A duração adotada para o patamar de ponta será de 0,125 pu, ou seja, de 3 horas por dia;
- Tolerância máxima de variação do mercado, entre a penúltima e a última iteração, no cálculo da energia firme do sistema: 1 MW médio;
- Priorizar volume mínimo operativo em detrimento de outras restrições (por exemplo, vazão mínima): considerar;
- Sazonalidade do mercado de energia do SIN referente ao ano de 2028 do caso de referência do PDE 2031, conforme apresentado na tabela a seguir:

Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2028

Região	jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sudeste	1,067456	1,073962	1,056303	1,013184	0,960630	0,943516	0,932908	0,948264	0,987705	1,015548	1,002435	0,998091
Sul	1,086123	1,106666	1,055240	1,008509	0,952186	0,963205	0,958512	0,951029	0,946608	0,969123	0,992387	1,010413
Nordeste	1,036300	1,023936	1,020917	1,006254	0,996262	0,952559	0,927832	0,949612	0,971607	1,026955	1,047944	1,039822
Norte	0,967170	0,986134	1,003018	0,996166	1,003385	0,984910	0,967659	1,008768	1,028589	1,028711	1,030057	0,995432
SIN	1,056112	1,063148	1,045368	1,009658	0,968987	0,952250	0,939744	0,954684	0,981980	1,010724	1,010678	1,006667

- Funcionalidades específicas ativas em usinas hidrelétricas:
 - Simulação da bacia do rio Paraíba do Sul com regras especiais⁵, considerando a UHE Simplício como usina de acoplamento hidráulico. Será 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

⁵ Estabelecidas na Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382, de 7 de dezembro de 2015.

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. Do valor cadastrado no NEWAVE para os usos consuntivos da UHE Simplício, deve-se abater o uso consuntivo acumulado da UHE Funil.

No modelo NEWAVE, como não há acoplamento hidráulico entre as bacias do Alto e do Baixo Paraíba do Sul, considera-se: (i) a UHE Funil apontando para a UHE Nilo Peçanha, e (ii) na UHE Simplício, a soma do uso consuntivo acumulado da UHE Funil com o uso consuntivo incremental em Simplício, considerando as UHEs Funil e Sobragi à montante.

- 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 de operação de reservatório para a 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. Será 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);
- Consideração do hidrograma ecológico bianual no modelo SUISHI, com as seguintes alterações:
 - Série de vazões: série de vazões artificiais (posto 292), em vez da série natural (posto 288);
 - Desvios d'água: apenas os usos consuntivos, pois o hidrograma ecológico bianual já foi descontado da série de vazões artificiais.
- Consideração do mesmo nível de montante para as UHEs Ilha Solteira e Três Irmãos;
- Consideração das Regras de Operação do Rio São Francisco⁶, aplicadas em todo o histórico de simulação;
 - As curvas de operação das usinas do São Francisco estarão em

⁶ Estabelecidas na Resolução ANA nº 2021, de 04 de dezembro de 2017.

conformidade com a Nota Técnica ONS 0118/2022 “Curvas de Segurança para os Reservatórios das UHE Três Marias e UHE Sobradinho para o Período Hidrológico 2022-2023”.

- Representação das condições de desligamento da segunda casa de força de Tucuruí no modelo SUISHI, através da funcionalidade potência máxima x cota;
 - As condições de desligamento da segunda casa de força de Tucuruí podem ser encontradas na Nota Técnica ONS 0069/2021 “Curva Referencial de Deplecionamento da UHE Tucuruí para o Período de Julho a Dezembro de 2022”. A restrição é inserida no SUISHI conforme tabela a seguir:

Tabela 3 – Condições de desligamento da segunda casa de força de Tucuruí

Cota de Operação (m)	Unidades em funcionamento na Casa de Força 2	Potência Máxima Operativa (MW)
$51,6 \leq \text{cota} < 60,5$	0	4245,0
$60,5 \leq \text{Cota} < 62,0$	4	5805,0
$62,0 \leq \text{Cota} \leq 74,0$	11	8535,0

- Consideração das regras operativas do rio Tocantins⁷, com a representação da restrição de vazão máxima da usina Serra da Mesa pela funcionalidade defluência x cota.
- Consideração das Regras de Operação do Rio Paranapanema para os aproveitamentos Hidrelétricos de Jurumirim⁸, Chavantes e Capivara, estabelecidas na Resolução ANA nº 132, de 10 de outubro de 2022, com entrada em vigor a partir de 1 de janeiro de 2023, com a representação da restrição de vazão máxima pela funcionalidade defluência x cota.

Dados da configuração hidrelétrica:

→ 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 motorização⁹, foram considerados os valores de TEIF e IP apurados pelo ONS (referência: PMO maio/2022). Para as demais usinas hidrelétricas, foram considerados

⁷ Estabelecidas na Resolução ANA nº 70, de 19 de abril de 2021, para entrada em vigor a partir de 1 de dezembro de 2021.

⁸ Observação: A vazão defluente máxima de 90 m³/s definida para a faixa de restrição da UHE A. A. Laydner (Jurumirim) é menor que a vazão defluente mínima de 147 m³/s, definida no Contrato de Concessão nº 76/1999 e atualmente registrada no FSAR-H 405-2018. Observado o artigo 13 da Resolução ANA nº 132/2022, que indica que deve ser atendida a vazão mínima mais restritiva, a vazão máxima da faixa de restrição foi majorada para 147 m³/s, menor valor compatível com a vazão mínima vigente e igual ao valor da faixa de alerta. Dessa forma, as faixas de alerta e restrição foram representadas juntas no SUISHI.

⁹ Data de referência: completa motorização em 31/12/2016.

os seguintes índices, estabelecidos na Portaria MME/GM nº 42, de 26 de abril de 2022:

Tabela 4 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria MME/GM nº 42/2022

Limites (MW)	TEIF (%)	IP (%)
Potência Unitária <= 29 MW	1,684	3,796
29 < Potência Unitária <= 59 MW	1,844	3,641
59 < Potência Unitária <= 199 MW	1,591	3,707
199 < Potência Unitária <= 499 MW	2,681	3,478
499 < Potência Unitária <= 1300 MW	2,107	2,399

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 em operação comercial, foram consideradas as indisponibilidades apuradas pelo ONS¹⁰, considerando os valores de TEIF e IP constantes do PMO de referência. Para as demais usinas termelétricas, foram considerados os valores constantes nos respectivos cálculos de garantia física.

- Polinômios vazão nível de jusante (PVNJ), ou curvas-chave de jusante, fornecidos pelo Grupo de Trabalho de Avaliação dos Dados Cadastrais Utilizados para o Cálculo da Produtibilidade – GTDP e homologados pelo Despacho ANEEL nº 3.611, de 11 de novembro de 2021, e flag de influência do vertimento no canal de fuga¹¹.

Em relação à versão homologada pela ANEEL, o ONS verificou a necessidade de ajuste nas seguintes usinas: (i) Belo Monte e Belo Monte Complementar (Pimental) voltaram a utilizar os polinômios de cadastro, conforme deck do DECOMP do PMO de 06/2022; e (ii) Igarapava teve um ajuste nos parâmetros das curvas de jusante no arquivo polinjus, conforme deck do DECOMP do PMO de 09/2022.

Os polinômios vazão nível de jusante são usados exclusivamente pelo modelo SUISHI e são cadastrados no arquivo polinjus.dat, desta forma, os polinômios constantes do arquivo hydr.dat são desprezados tanto pelo modelo SUISHI quanto pelo Newave.

- Restrições Operativas Hidráulicas: para as usinas em operação, foram consideradas as restrições operativas recomendadas pelo ONS como sendo de caráter estrutural, constantes no PMO de janeiro de 2023 e Formulários de Solicitação de Atualização de Restrição Hidráulica – FSARH.

¹⁰ De acordo com a Resolução ANEEL nº 614, de 03 de junho de 2014.

¹¹ Nas usinas cujo polinômio vazão nível de jusante ajustado pelo GTDP foi incorporado neste cálculo de garantia física, o *flag* de influência do vertimento no canal de fuga foi alterado no arquivo HIDR.DAT para 1, visto que os polinômios ajustados no âmbito do GTDP foram calculados levando-se em consideração a influência do vertimento no canal de fuga. O referido *flag* é lido pelo modelo SUISHI para cálculo do canal de fuga.

- 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. Para os usos consuntivos foram consideradas as projeções de usos consuntivos para 2028 definidos pela ANA na Resolução nº 93/2021, conforme Base Nacional de Usos Consuntivos de **maio de 2022**, disponibilizada no site da ANA no link: [Catálogo de Metadados da ANA \(snirh.gov.br\)](https://snirh.gov.br/Catalogo-de-Metadados-da-ANA). Ao avaliar a aplicação da referida base nos modelos computacionais atualmente utilizados pela EPE, foi verificada a necessidade de algumas complementações e ajustes, definidos com orientação da ANA.
- Histórico de vazões: compatibilização das séries de vazões naturais com a Base Nacional de Usos Consuntivos de maio de 2022¹², de acordo com a metodologia estabelecida, em conjunto com o ONS, para a Revisão Ordinária de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas realizada em 2017/2018. Utilizou-se como base o Relatório ONS DOP-REL-0618/2022 – Novembro/2022 - “Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2021”. Adicionalmente, foram consideradas as séries de vazões das usinas da bacia do rio Uruguai atualizadas conforme Nota Técnica nº 8/2018/SPR-ANA.

A configuração de referência foi baseada na configuração adotada no Caso Base para o cálculo de Garantia Física para o Leilão de Reserva de Capacidade na forma de Energia de 2022, incorporando as atualizações listadas a seguir.

- Configuração de Referência Hidrelétrica:
 - Inclusão da UHE Estrela, vencedora do Leilão A-5 de 2022;
 - Alteração do TEIF e IP das usinas estruturantes Belo Monte e Santo Antônio, para os valores de referência do Anexo da Portaria GM/MME nº 42/2022, em conformidade com o inciso II do artigo 5º da referida portaria, conforme registrado no Relatório da ROGF¹³, de 22/11/2022;
 - Atualização da produtividade específica e da queda efetiva da UHE Governador Bento Munhoz, conforme Revisão Extraordinária publicada na Portaria SPE/MME nº 1.549/2022;
- Configuração de Referência Termelétrica:
 - Inclusão dos vencedores do Leilão de Reserva de Capacidade na forma de

¹² Ao avaliar a aplicação da referida base nos modelos computacionais atualmente utilizados pela EPE, foi verificada a necessidade de algumas complementações e ajustes, definidos com orientação da ANA.

¹³ Relatório “Revisão Ordinária de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas – UHEs Despachadas Centralizadamente no Sistema Interligado Nacional – SIN”, de 22 de novembro de 2022, disponível em https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-352/topico-652/Relat%C3%B3rio_2022_22112022.pdf.

Energia de 2022;

- Alteração de nome da UTE Arembepe para Guarani, de Bahia I para Curumim, e de Muricy para Apoená, conforme Despacho ANEEL nº 2.118/2022;
- Retirada das usinas Altos, Aracati, Baturité, Campo Maior, Caucaia, Crato, Enguia Pecém, Igatu, Juazeiro do Norte, Marambaia e Nazária, conforme Resoluções Autorizativas ANEEL nº 12.361 a 12.371/2022;
- Retirada das usinas Pecém II, Camaçari Muricy II e Cambará, conforme PMO de janeiro/2023;
- Retirada das usinas das usinas do PCS21, conforme PMO de janeiro/2023;
- Alteração de modelagem da UTE Linhares para Linhares LRC;
- Inclusão das usinas BBF BALIZA, BONFIM, CANTA, JAGUATIRI II, M.CRISTO SUC, PALMAPLAN 2, PAU RAINHA, SANTA LUZ, conforme PMO de Janeiro/2023;
- Suspensão da Operação comercial da UTE Predilecta, conforme Despacho ANEEL nº 1.940/2022;
- Alteração da potência da UTE Nova Piratininga, em decorrência de suspensão de operação comercial parcial, conforme Despacho ANEEL nº 3.036/2022;
- Recomposição de disponibilidade da UTE Figueira, conforme PMO de janeiro/2023;
- Alteração na potência instalada da UTE Ibitaré, conforme Despacho SCG ANEEL nº 1.755/2022;
- Atualização de disponibilidade da UTE Cubatão, Maracanaú I, Termopernambuco, Nova Piratininga e Parnaíba V, conforme PMO de janeiro/2023; e
- Atualização do CVU conforme PMO de janeiro/2023.

A Configuração Hidrotérmica de referência é apresentada, de maneira resumida, no Anexo 1.

3. Caso de Cálculo das garantias físicas das UHEs participantes do processo de desestatização da COPEL

A partir do Caso Base apresentado no capítulo 2, foi obtido o Caso de Cálculo das garantias físicas das UHEs participantes do processo de desestatização da COPEL, que incorpora as seguintes atualizações nas usinas que terão suas garantias físicas calculadas nesta Nota Técnica:

Tabela 5 – Parâmetros atualizados no Caso de Cálculo

Usina	Rendimento do conjunto turbina-gerador médio		Perda hidráulica média		Canal de fuga médio (m)		Vazão efetiva (m³/s)	
	Caso Base	Caso de Cálculo	Caso Base	Caso de Cálculo	Caso Base	Caso de Cálculo	Caso Base	Caso de Cálculo
Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)	92,6%	92,9%	1,31%	2,18 m	607,19	607,19	343	342
Gov. José Richa (Salto Caxias)	92,5%	89,8%	0,60 m	0,74 m	259,62	259,63	525	541
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)	92,5%	92,0%	1,90 m	1,39 m	504,83	504,83	317	319

Os valores médios de rendimento do conjunto turbina-gerador e perda hidráulica no circuito de geração foram obtidos a partir da aplicação da metodologia da Nota Técnica EPE-DEE-REE-037-r2, conforme detalhado no Apêndice 1, na qual foram considerados:

- As curvas colinas digitalizadas da base de dados do GTDP em fevereiro de 2023.
- Os rendimentos máximos das turbinas obtidos a partir das curvas colinas:

Tabela 6 – Rendimentos Máximos das Turbinas

Usina	Rendimento Máximo da Turbina
Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)	96,22%
Gov. José Richa (Salto Caxias)	95,40%
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)	95,50%

- Os limites operativos definidos pelo Manual de Procedimento da Operação – MPO do ONS, conforme documento CD-CT.S.5SU.01_Rev.105: “Cadastro de Dados Operacionais de Equipamentos da Área 525 kV da Região Sul”.
- A aceleração da gravidade, a massa específica da água no local, as equações de perdas hidráulicas e o rendimento médio ponderado do gerador adotados pelo GTDP no “Ciclo 2”¹⁴.

¹⁴ A atualização dos dados cadastrais para o cálculo da produtividade de usinas hidrelétricas proposta no “Ciclo 2” do GTDP foi autorizada no âmbito do planejamento e da programação da operação eletroenergética e formação do preço de curto prazo pelo Despacho ANEEL nº 3.611, de 11 de novembro de 2021.

Tabela 7 – Aceleração da gravidade e massa específica da água nos locais

Usina	Aceleração da gravidade (m/s ²)	Massa específica da água (kg/m ³)
Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)	9,78845520709311	997,0625
Gov. José Richa (Salto Caxias)	9,78916217042290	997,3128
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)	9,78863562527687	997,0625

Tabela 8 – Equação de perdas hidráulicas

Usina	Equação de perdas hidráulicas
Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)	$0,0000233 \cdot Q_{uni}^2$
Gov. José Richa (Salto Caxias)	$0,000002911 \cdot Q_{uni}^2$
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)	$0,0000183 \cdot Q_{uni}^2$

Sendo

Q_{uni} : vazão turbinada unitária (m³/s) no período.

Tabela 9 – Rendimento do gerador

Usina	Rendimento do gerador
Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)	98,25%
Gov. José Richa (Salto Caxias)	98,00%
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)	98,00%

O canal de fuga médio foi atualizado a partir da simulação SUIISHI, sendo a média dos níveis do canal de fuga ponderada pela energia gerada ao longo de todo o histórico de vazões. A vazão efetiva unitária foi atualizada de acordo com as alterações de potência unitária e produtividade específica e em concordância com a queda de referência.

Os dados utilizados nas simulações energéticas são apresentados nos Anexos 2 a 4.

4. Cálculo da Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas

CARGA CRÍTICA E BLOCO HIDRÁULICO

A partir de simulações com o modelo NEWAVE¹⁵ e a aplicação da metodologia constante na Portaria MME nº 101/2016, foi realizado o processo de convergência para obtenção da carga crítica para a configuração de cálculo, conforme critério de suprimento estabelecido na Resolução CNPE nº 29, de 12 de dezembro de 2019, com parâmetros definidos na Portaria nº 59, de 11 de fevereiro de 2020.

Os valores médios de CMO e de CVaR_{1%} da energia não suprida são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 10 – CMO médio e CVaR_{1%} da energia não suprida

Caso	Custos Marginais de Operação médios (R\$/MWh)				CVaR _{1%} ENS (% demanda anual de energia)			
	SE	S	NE	N	SE	S	NE	N
Caso Base	90,65	90,65	90,64	90,64	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Caso de Cálculo	90,28	90,28	90,28	90,28	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Os valores de CVaR_{10%} do CMO para o caso base e de cálculo são apresentados nas tabelas a seguir.

Tabela 11 – CVaR_{10%}CMO do Caso Base

CVaR _{10%} CMO (R\$/MWh)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SE/CO	394,04	408,06	414,02	381,62	379,77	389,27	398,54	409,23	417,36	417,55	440,52	393,66
S	394,05	408,07	414,03	381,63	379,78	389,27	398,54	409,23	417,36	417,55	440,52	393,67
NE	394,04	408,06	414,02	381,62	379,77	389,26	398,54	409,22	417,36	417,55	440,51	393,66
N	394,04	408,06	414,02	381,62	379,77	389,26	398,54	409,23	417,36	417,55	440,51	393,66

Tabela 12 – CVaR_{10%}CMO do Caso de Cálculo

CVaR _{10%} CMO (R\$/MWh)												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SE/CO	385,38	398,90	412,22	380,38	371,27	392,39	396,66	403,04	407,6	415,01	438,72	389,99
S	385,39	398,91	412,22	380,39	371,27	392,39	396,67	403,05	407,6	415,01	438,72	389,99
NE	385,38	398,90	412,22	380,38	371,26	392,38	396,66	403,04	407,6	415,00	438,72	389,98
N	385,38	398,90	412,21	380,38	371,26	392,38	396,66	403,04	407,6	415,00	438,72	389,98

As cargas críticas para cada subsistema, incluindo o montante referente às usinas não despachadas centralizadamente, 24.582 MW_{med}, bem como os blocos hidráulico e térmico para a configuração de cálculo são detalhados na tabela a seguir:

¹⁵ Foi empregada a versão 28, homologada pelo Despacho nº 503, de 17 de fevereiro de 2022.

Tabela 13 – Carga crítica, Blocos Hidráulico e Térmico

Caso	Carga Crítica (MWmed)					Fator Hidráulico ¹⁶	Bloco Hidráulico (MWmed)	Bloco Térmico (MWmed)
	SE	S	NE	N	Brasil			
Caso Base	50755	15076	14267	8382	88480	78,91%	50 419	13 478
Caso de Cálculo	50744	15073	14264	8380	88460	79,96%	50 439	13 438

ENERGIA FIRME E GARANTIA FÍSICA

As energias firmes das usinas hidrelétricas foram obtidas por simulação com o modelo SUIISHI em sua versão 16. A energia firme total do sistema hidráulico resultou em 53.786,297 MWmed no Caso de Cálculo.

A garantia física de cada usina é obtida - no Caso de Cálculo - pela repartição do bloco hidráulico, proporcionalmente a sua energia firme, conforme tabela a seguir:

Tabela 14 – Energia Firme e Garantia Física de Energia – Caso de Cálculo

Usina	Energia Firme (MWmed)	Garantia Física (MWmed)
Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)	605,221	567,6
Gov. José Richa (Salto Caxias)	589,980	553,3
Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)	589,445	552,8

¹⁶ O fator hidráulico é obtido como proporção entre o bloco hidráulico e a carga crítica líquida, isto é, a carga crítica abatida do montante referente às usinas não despachadas centralizadamente.

5. Resumo dos Resultados

A seguir é apresentado um resumo dos resultados obtidos nos cálculos da garantia física de energia:

Tabela 15 – Resumo dos Resultados

CEG	Usina	Rio	UF	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MWmed)	Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Garantia Física de Energia (MWmed)
UHE.PH.PR.000984-9.01	Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)	Iguaçu	PR	1.676,0	605,221	567,6	-	567,6
UHE.PH.PR.002591-7.01	Gov. José Richa (Salto Caxias)	Iguaçu	PR	1.240,0	589,980	553,3	-	553,3
UHE.PH.PR.002715-4.01	Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)	Iguaçu	PR	1.260,0	589,445	552,8	-	552,8

Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência

Tabela 16 – Configuração Hidrelétrica

Sudeste / Centro-Oeste / Acre / Rondônia			
A. VERMELHA	E. DA CUNHA	JIRAU	RONDON 2
A.A. LAYDNER	EMBORCACAO	JUPIA	ROSAL
A.S. LIMA	ESPORA	JURUENA	ROSANA
A.S.OLIVEIRA	ESTREITO	L.N. GARCEZ	SA CARVALHO
AIMORES	ESTRELA	LAJEADO	SALTO
B. COQUEIROS	FONTES	LAJES	SALTO GRANDE
BAGUARI	FOZ R. CLARO	M. DE MORAES	SAMUEL
BARRA BONITA	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
DARDANELOS	JAURU	RETIRO BAIXO	
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 17 – 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	2,84	10,26	558,02	509,8	31,17
ANGRA 2	SE	NUCLEAR	1350,0	100	1,59	11,42	1176,82	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	16,51	15	117,80	117,8	72,98
APOENA	NE	OLEO	147,2	0	19,48	5,33	0,00	0	1849,77
ARAUCARIA	S	GAS	484,2	0	3,69	13,22	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	11,66	8,99	426,11	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	9,52	467,82
C. ROCHA	N	GAS	85,4	0	1	20,72	0,00	0	0,00
CAMPINA GDE	NE	OLEO	169,1	0	41,88	19	0,00	0	1265,05
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350,0	100	23,42	17,86	220,16	210	103,76
CANOAS	S	DIESEL	248,6	100	4,42	17,04	197,12	0	698,14
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	46,62	7,39	1,78	0	371,01
CUBATAO	SE	GAS	249,9	86,4	8,65	11,35	174,85	0	179,86
CUIABA G CC	SE	GAS	529,2	0	7,62	3,86	0,00	0	0,00
CURUMIM	NE	OLEO	31,0	0	17,4	2,93	0,00	0	1258,49
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	3,83	435,35	419,78	230,67
ERB CANDEIAS	NE	BIOMASSA	16,8	76,8	10,29	7,5	10,71	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	6	16,24	16,24	330,64
FORTALEZA	NE	GAS	326,6	100	1,82	1,07	317,22	223	277,36
GERAMAR I	N	OLEO	165,9	96	0,48	1,22	156,57	0	1265,00
GERAMAR II	N	OLEO	165,9	96	0,65	0,5	157,44	0	1265,00
GLOBAL I	NE	OLEO	148,8	0	13,42	3,42	0,00	0	1432,60
GLOBAL II	NE	OLEO	148,8	0	15,83	2,51	0,00	0	1432,60
GNA I	SE	GAS	1338,0	100	4,1	2,05	1256,84	0	238,20
GNA P. ACU 3	SE	GAS	1673,0	100	2,5	2	1598,55	639,27	172,80
GOIANIA II	SE	DIESEL	140,3	0	23,25	26,01	0,00	0	1933,06
GUARANI	NE	OLEO	150,0	0	41,29	1,63	0,00	0	1849,77
IBIRITE	SE	GAS	235,0	100	4,7	5,8	210,97	0	603,99
J.LACERDA A1	S	CARVAO	100,0	80	25,37	25,74	44,34	0	392,82
J.LACERDA A2	S	CARVAO	132,0	83,3	13,05	18,12	78,28	33	333,15
J.LACERDA B	S	CARVAO	262,0	84	9,13	18,81	162,37	120	331,67
J.LACERDA C	S	CARVAO	363,0	90,9	7,8	20,64	241,44	241,44	285,18
JAGUATIRI II	N	GAS	140,8	100	2,5	1,5	135,22	135,22	219,65
JARAQUI	N	GAS	75,5	0	4	0	0,00	0	0,00
JUIZ DE FORA	SE	GAS	87,1	99,9	6,57	2,75	79,06	0	522,96
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
MANAUS I	N	GAS	162,9	100	2,5	2	155,65	108,61	97,89
MARACANAU I	NE	OLEO	168,0	0	43,49	15,9	0,00	0	1233,16
MARANHAO III	N	GAS	518,8	100	4,59	2,86	480,83	241,63	101,00

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
MARANHAO IV	N	GAS	337,6	100	1,98	5,11	314,01	0	392,96
MARANHAO V	N	GAS	337,6	100	1,87	5,53	312,97	0	392,96
Marlim Azul	SE	GAS	565,5	100	5	5	510,36	210,42	85,01
MAUA 3	N	GAS	590,8	98,7	7,71	8,63	491,72	264	72,98
N.PIRATINING	SE	GAS	479,3	78,2	12,68	19,4	263,79	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	109,65
NORTEFLU-2	SE	GAS	100,0	100	3,9	7,22	89,16	0	125,89
NORTEFLU-3	SE	GAS	200,0	100	3,9	7,22	178,32	0	243,49
NORTEFLU-4	SE	GAS	126,8	100	3,9	7,22	113,06	0	778,95
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	3,24	4,73	43,79	6,86	94,43
P. PECEM I	NE	CARVAO	720,3	100	4,23	7,4	638,78	0	849,44
P. PECEM II	NE	CARVAO	365,0	100	2,52	6,76	331,75	0	827,79
P. SERGIPE I	NE	GAS	1593,0	100	11,58	1,85	1382,47	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	62,98	16,86	0,00	0	2250,47
PAMPA SUL	S	CARVAO	345,0	100	15,24	10,5	261,72	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	3	2	347,21	0	104,85
Pau Ferro I	NE	DIESEL	94,1	100	5,01	9,12	81,23	0	3372,52
PAU RAINHA	N	BIOMASSA	10,0	100	2	2	9,60	4,08	467,82
PERNAMBUCO III	NE	OLEO	200,8	100	70,54	21,35	46,53	0	1095,07
PETROLINA	NE	OLEO	136,2	96,9	5,45	21,15	98,39	0	2029,45
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	3,61	4,94	329,95	0	817,96
PORTOCEM I	NE	GAS	1572,0	100	1,5	2,18	1514,66	0	490,87
Potiguar	NE	DIESEL	53,1	0	7,18	21,98	0,00	0	3020,80
Potiguar III	NE	DIESEL	66,4	0	5,42	25,47	0,00	0	3020,76
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	4,29	2,62	26,10	0	195,14
R.SILVEIRA	SE	GAS	25,0	0	16,56	21,83	0,00	0	978,10
SANTA LUZ	N	BIOMASSA	10,0	100	2	2	9,60	4,08	467,82
SAO SEPE	S	BIOMASSA	8,0	90	13,3	2,73	6,07	0	83,75
SEROPEDICA	SE	GAS	360,0	100	19,89	7,65	266,33	0	469,39
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	7,61	8,12	424,44	0	430,14
STA VITORIA	SE	BIOMASSA	41,4	93	3,95	16,72	30,80	0	90,00
SUAPE II	NE	OLEO	381,3	100	9,3	11,01	307,76	0	1299,93
SYKUE I	NE	BIOMASSA	30,0	0	1,5	3	0,00	0	510,12
T. NORTE I	SE	DIESEL	64,0	0	3,02	2,1	0,00	0	0,00
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	4,82	15,56	127,74	0	374,87
TERMOCABO	NE	OLEO	49,7	100	2,25	12,02	42,74	0	1249,39
TERMOCEARA	NE	GAS	223,0	98,7	26,96	9,22	145,94	0	481,58
TERMOMACAE	SE	GAS	922,6	100	9,3	3,4	808,35	0	604,67
Termomanaus	NE	DIESEL	143,0	100	11,68	9,4	114,43	0	3372,52

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
TERMONE	NE	OLEO	170,9	95	2,7	0,78	156,74	0	1252,20
TERMOPB	NE	OLEO	170,9	95	2,24	0,9	157,29	0	1252,20
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	17,42	6,47	270,33	0	319,35
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	4,39	21,81	231,85	0	450,86
VIANA	SE	OLEO	174,6	100	1,45	0,24	171,66	0	1265,03
W. ARJONA	SE	GAS	177,1	90	2,5	3,49	149,98	0	603,83
XAVANTES	SE	DIESEL	53,6	100	0,31	0,16	53,35	0	2639,40

Anexo 2 – Dados Energéticos da UHE Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)

Tabela 18 – Dados Energéticos – UHE Gov. Bento Munhoz da Rocha Netto (Foz do Areia)

Potência instalada (MW)	1.676,000
Número de unidades geradoras	4
Hidrelétrica a jusante	Segredo
Tipo de turbina	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador (%)	92,9
Produtibilidade Específica (MW/m ³ /s/m) ¹⁷	0,009067
Aceleração da gravidade (m/s ²)	9,788455207
Massa específica da água (kg/m ³)	997,0625
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	0,581
Indisponibilidade programa - IP (%)	5,099
Interligação no Subsistema	Sul
Perda Hidráulica média (m)	2,18
Canal de fuga médio (m) ¹⁸	607,19
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S
Vazão remanescente (m ³ /s)	0
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	78
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	78

Conjunto de máquinas 1

Número de unidades geradoras	4
Potência unitária (MW)	419,000
Vazão efetiva (m ³ /s)	342
Queda líquida de referência	135,00

RESERVATÓRIO

Volume máximo (hm ³)	5.779,00
Volume mínimo (hm ³)	1.974,00
Volume de vertimento (hm ³)	3.898,00
NA máximo normal (m)	742,00
NA mínimo normal (m)	700,00
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Mensal

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2	21	41	61	63	56	39	30	7	-17	-19	-10

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)¹⁹

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2028	-3,7	-3,47	-3,49	-3,56	-3,38	-3,37	-3,37	-3,43	-3,39	-3,42	-3,95	-4,15

¹⁷ Foi utilizado como fator de conversão a aceleração da gravidade e a massa específica do local.

¹⁸ Canal de fuga médio obtido por simulação com o modelo SUISHI, conforme arquivo de saída CANFUG.rel,

¹⁹ Vazões de usos consuntivos incrementais à usina.

POLINÔMIOS COTA ÁREA VOLUME

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	6,5087600E+02	3,4986800E-02	-6,5001800E-06	7,7779690E-10	-3,9528600E-14
PCA	1,2303000E+04	-3,5933590E+01	2,6339600E-02	0,0000000E+00	0,0000000E+00

POLINÔMIOS VAZÃO X NÍVEL DE JUSANTE

HjusRef	QjusMin	QjusMax	A0	A1	A2	A3	A4
603,6212	0,00	2391,71	6,0362118E+02	-1,3159616E-17	4,0835532E-07	0,0000000E+00	0,0000000E+00
	2391,71	5216,52	6,0188600E+02	1,1058250E-03	4,2088698E-07	-8,3115045E-11	4,7611401E-15
604,5000	0,00	2500,00	6,0450000E+02	2,8660419E-04	9,0414237E-07	-7,4567618E-10	1,7797658E-13
	2500,00	5216,52	6,0188600E+02	1,1058250E-03	4,2088698E-07	-8,3115045E-11	4,7611401E-15
605,3000	0,00	3319,08	6,0530000E+02	-3,2006681E-17	8,7330528E-07	-4,2807178E-10	6,9736599E-14
	3319,08	5216,52	6,0188600E+02	1,1058250E-03	4,2088698E-07	-8,3115045E-11	4,7611401E-15
606,2000	0,00	4000,00	6,0620000E+02	-4,5915790E-17	5,4588624E-07	-2,0789719E-10	2,8571195E-14
	4000,00	5216,52	6,0188600E+02	1,1058250E-03	4,2088698E-07	-8,3115045E-11	4,7611401E-15
607,0000	0,00	5050,00	6,0700000E+02	-2,4305975E-17	3,8558754E-07	-9,7885753E-11	9,7934935E-15
	5050,00	5216,52	6,0188600E+02	1,1058250E-03	4,2088698E-07	-8,3115045E-11	4,7611401E-15

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	710	398	382	195	1241	1383	895	415	1119	851	415	637
1932	547	756	756	1445	979	844	482	437	606	772	534	876
1933	277	370	292	174	178	133	156	115	251	554	321	170
1934	273	649	473	529	362	201	175	165	206	489	196	555
1935	296	258	477	218	125	287	354	817	1142	3415	1041	575
1936	1152	392	267	169	235	1321	353	953	1008	858	783	484
1937	494	397	770	691	377	288	191	336	289	1221	1126	509
1938	494	1097	352	413	899	1520	2104	541	503	478	423	334
1939	369	448	760	451	563	456	481	217	516	315	1004	1803
1940	628	432	248	403	491	239	191	292	254	271	238	353
1941	635	1097	498	321	437	580	375	967	542	616	684	748
1942	378	1078	706	802	610	816	815	568	443	474	227	200
1943	243	416	299	169	162	612	436	794	660	748	483	263
1944	520	296	847	304	142	115	101	87	233	153	483	455
1945	128	268	468	193	132	231	953	255	220	376	269	296
1946	621	2198	1809	671	439	635	1156	534	539	924	633	674
1947	555	994	764	322	255	660	493	832	1552	1554	539	607
1948	513	740	661	491	650	472	343	1280	438	504	697	209
1949	277	150	280	659	391	606	246	257	312	289	207	187
1950	639	523	939	314	359	273	270	185	293	1292	536	460
1951	511	1101	1178	344	175	172	201	102	104	890	897	636
1952	316	275	207	164	92	414	290	171	758	1217	914	405
1953	465	503	366	279	216	259	178	153	466	848	1272	518
1954	862	512	681	413	1794	1380	819	418	578	1181	464	277
1955	242	220	359	551	885	1741	2105	795	799	277	201	295
1956	447	593	276	605	1119	530	473	702	578	401	228	181
1957	310	784	371	319	282	514	2039	3182	3036	1226	1010	553
1958	376	296	655	337	200	410	307	534	1044	561	523	638
1959	468	545	311	293	399	401	271	322	633	334	187	149
1960	200	351	305	385	335	418	313	958	807	834	1021	461
1961	438	381	1087	617	508	543	302	161	955	1076	1612	616
1962	372	491	815	347	242	280	220	169	587	1123	539	233
1963	369	766	728	571	185	150	106	102	139	1100	1343	747
1964	246	427	329	436	596	557	679	773	947	479	271	305
1965	273	407	445	238	1511	539	1462	748	662	1345	949	1085
1966	703	1395	943	336	306	453	585	272	766	1027	1034	776
1967	667	869	1116	542	218	515	382	383	438	332	382	639
1968	465	393	225	253	167	159	186	141	164	199	479	335
1969	459	541	565	1207	686	1334	979	325	343	743	920	504
1970	478	444	337	288	505	1063	1277	352	469	831	343	858
1971	2224	788	845	802	1121	1506	1037	526	392	624	217	199

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1972	406	960	888	509	184	456	561	956	1942	1765	780	762
1973	670	660	491	484	769	909	1260	1073	1896	1348	754	434
1974	806	819	802	418	225	439	656	449	650	276	326	225
1975	447	350	490	286	208	242	290	728	885	1765	757	1892
1976	1072	748	774	669	500	1556	574	1198	867	545	855	673
1977	828	1002	746	751	284	318	328	424	372	1048	705	676
1978	271	211	372	173	132	180	470	542	637	337	463	435
1979	303	164	249	241	1539	406	350	486	859	1639	1590	1105
1980	627	569	929	439	405	330	952	955	1580	833	605	1033
1981	1341	679	287	262	217	182	119	149	221	539	602	853
1982	330	544	368	182	193	719	1846	657	342	1088	2165	1477
1983	790	817	1238	683	2010	2169	5150	1658	1158	1332	739	588
1984	434	255	354	417	631	1102	601	1747	779	595	1037	645
1985	274	595	392	781	296	179	191	110	183	143	256	82
1986	166	430	433	390	405	346	144	276	438	512	570	903
1987	848	773	277	311	1814	1386	666	439	321	544	344	229
1988	287	410	417	265	1580	1229	401	179	216	439	312	197
1989	824	1259	690	705	940	280	459	898	1736	714	322	201
1990	1490	943	512	847	934	1781	1137	1498	1565	1396	1222	571
1991	253	311	275	279	203	689	564	476	177	634	535	585
1992	357	396	626	512	1452	2845	1363	1143	628	468	509	334
1993	320	833	791	493	1006	722	710	391	911	2194	396	568
1994	236	820	510	389	795	1064	1337	535	224	342	772	433
1995	2148	1415	683	299	174	304	1097	267	480	1045	452	307
1996	1085	1399	1370	1086	249	659	1327	593	897	1389	1034	787
1997	1069	1781	885	248	237	678	688	1056	546	2362	2296	1134
1998	1370	1153	1407	2418	1587	458	1088	1818	1963	2679	660	545
1999	519	814	632	654	325	770	1620	268	385	1151	388	299
2000	445	669	743	231	219	269	490	342	1863	1420	477	425
2001	979	1596	942	443	585	740	882	780	637	1872	562	682
2002	676	542	398	227	526	274	187	535	864	890	1086	1083
2003	546	650	600	227	141	489	452	187	166	302	503	1054
2004	726	350	287	254	600	751	757	294	310	976	1014	485
2005	465	250	181	291	591	850	550	459	2034	1955	1082	332
2006	283	293	290	256	94	78	93	130	350	427	330	465
2007	562	610	679	616	1514	684	374	253	216	456	1032	713
2008	688	420	397	486	836	645	391	667	395	1354	1328	288
2009	349	399	305	126	145	195	709	1045	1645	2216	863	930
2010	1236	1179	864	1649	2087	783	798	705	218	483	426	1561
2011	1087	1789	970	840	256	355	1440	2217	2036	949	564	306
2012	609	477	366	432	730	1770	837	702	195	335	369	252
2013	639	538	864	526	315	1549	1706	829	1102	1043	358	366
2014	821	358	937	430	468	3095	858	382	780	1145	555	594
2015	1029	835	637	516	473	942	1589	578	551	1794	1690	1572
2016	1527	972	1209	604	772	1001	664	944	707	682	478	568
2017	969	804	452	256	583	1192	221	315	154	684	835	400
2018	1097	693	549	482	161	239	235	170	473	1465	632	280
2019	410	480	691	584	706	1609	392	177	310	299	331	382
2020	245	218	182	82	91	468	320	580	242	160	184	748
2021	936	837	505	214	156	257	278	204	315	850	394	145

Anexo 3 – Dados Energéticos da UHE Gov. José Richa (Salto Caxias)

Tabela 19 – Dados Energéticos – UHE Gov. José Richa (Salto Caxias)

Potência instalada (MW)	1.240,000
Número de unidades geradoras	4
Hidrelétrica a jusante	Baixo Iguaçu
Tipo de turbina	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador (%)	89,8
Produtibilidade Específica (MW/m ³ /s/m) ²⁰	0,008767
Aceleração da gravidade (m/s ²)	9,789162170
Massa específica da água (kg/m ³)	997,3128
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	0,688
Indisponibilidade programa - IP (%)	2,441
Interligação no Subsistema	Sul
Perda Hidráulica média (m)	0,74
Canal de fuga médio (m) ²¹	259,63
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S
Vazão remanescente (m ³ /s)	0
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	148
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	200

Conjunto de máquinas 1

Número de unidades geradoras	4
Potência unitária (MW)	310,000
Vazão efetiva (m ³ /s)	541
Queda líquida de referência	65,40

RESERVATÓRIO

Volume máximo (hm ³)	3573,00
Volume mínimo (hm ³)	3573,00
Volume de vertimento (hm ³)	3573,00
NA máximo normal (m)	325,00
NA mínimo normal (m)	325,00
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Diária

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
5	26	49	65	72	61	41	30	17	-18	-26	-15

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)²²

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2028	-1,03	-0,91	-0,91	-0,89	-0,88	-0,88	-0,89	-0,9	-0,89	-0,89	-0,99	-1,18

²⁰ Foi utilizado como fator de conversão a aceleração da gravidade e a massa específica do local.

²¹ Canal de fuga médio obtido por simulação com o modelo SUISHI, conforme arquivo de saída CANFUG.rel.

²² Vazões de usos consuntivos incrementais à usina.

POLINÔMIOS COTA ÁREA VOLUME

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	3,250000E+02	0,000000E+00	0,000000E+00	0,000000E+00	0,000000E+00
PCA	1,414300E+02	0,000000E+00	0,000000E+00	0,000000E+00	0,000000E+00

POLINÔMIOS VAZÃO X NÍVEL DE JUSANTE

HjusRef	QjusMin	QjusMax	A0	A1	A2	A3	A4
258,1617	0,00	5006,83	2,5816171E+02	2,7890141E-04	3,4826024E-07	-9,7562932E-11	7,7250309E-15
	5006,83	13909,81	2,5845034E+02	7,3103394E-04	-6,2076385E-08	3,0413649E-12	-6,1238814E-17
258,4000	0,00	850,66	2,5840000E+02	5,9094078E-05	-4,1973929E-07	1,0709057E-09	-4,0254226E-13
	850,66	5006,83	2,5816171E+02	2,7890141E-04	3,4826024E-07	-9,7562932E-11	7,7250309E-15
	5006,83	13909,81	2,5845034E+02	7,3103394E-04	-6,2076385E-08	3,0413649E-12	-6,1238814E-17
258,6000	0,00	1776,15	2,5860000E+02	2,8113480E-07	-1,4856970E-08	2,6338972E-10	-7,4708583E-14
	1776,15	5006,83	2,5816171E+02	2,7890141E-04	3,4826024E-07	-9,7562932E-11	7,7250309E-15
	5006,83	13909,81	2,5845034E+02	7,3103394E-04	-6,2076385E-08	3,0413649E-12	-6,1238814E-17
258,8000	0,00	2344,12	2,5880000E+02	-4,7664962E-18	8,1531115E-09	1,4666865E-10	-3,4056038E-14
	2344,12	5006,83	2,5816171E+02	2,7890141E-04	3,4826024E-07	-9,7562932E-11	7,7250309E-15
	5006,83	13909,81	2,5845034E+02	7,3103394E-04	-6,2076385E-08	3,0413649E-12	-6,1238814E-17
259,0000	0,00	4402,95	2,5900000E+02	6,1564462E-19	2,7882134E-07	-6,2145413E-11	4,2998387E-15
	4402,95	5006,83	2,5816171E+02	2,7890141E-04	3,4826024E-07	-9,7562932E-11	7,7250309E-15
	5006,83	13909,81	2,5845034E+02	7,3103394E-04	-6,2076385E-08	3,0413649E-12	-6,1238814E-17

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	1353	701	654	434	2930	2994	1811	781	1792	1373	773	993
1932	966	1345	1747	3315	1991	2182	1224	955	1521	2449	976	1292
1933	530	589	583	349	380	248	283	197	421	866	617	353
1934	503	1058	851	1081	792	461	388	346	439	929	411	953
1935	522	411	790	517	316	946	1047	1952	2488	6325	1813	1140
1936	2105	751	497	351	620	4689	1072	1981	1770	1436	1186	785
1937	977	756	1208	1104	754	568	402	594	587	1905	2371	1051
1938	945	1948	714	786	1938	3341	4147	1072	866	788	730	541
1939	625	772	1291	833	1214	915	1118	494	989	669	2279	3466
1940	1371	856	530	1120	1076	626	465	491	473	467	533	728
1941	999	2173	1082	885	1129	1411	948	2286	1177	1203	1509	1671
1942	890	1721	1285	1763	1398	1510	1457	1047	861	962	480	394
1943	390	622	508	326	406	1392	915	1300	1093	1332	1000	519
1944	814	508	1173	601	302	228	200	148	345	263	800	709
1945	283	474	736	377	253	416	1418	550	435	662	606	639
1946	1239	3770	2723	1249	1097	1432	2687	1049	915	1967	1342	1545
1947	1147	1562	1282	864	680	1547	1057	1540	2920	2447	1017	1089
1948	849	1310	1130	865	1195	939	741	1955	870	1288	1569	470
1949	507	276	576	1266	1003	1269	532	511	588	631	403	361
1950	1151	1083	1679	711	885	601	730	415	530	2401	1137	797
1951	942	1720	2200	725	386	336	404	212	204	1527	1717	1215
1952	590	536	379	405	215	964	655	409	1400	2767	1803	778
1953	743	854	657	626	516	644	460	348	1316	2015	2460	1034
1954	1711	989	1068	708	3301	3098	1753	847	1435	2449	1088	818
1955	630	435	614	1039	1745	3934	3833	1749	1471	580	423	471
1956	726	992	550	1901	2205	1352	1086	1649	1324	853	417	266
1957	535	1434	638	497	518	1269	3732	5934	5804	2145	1662	930
1958	593	386	862	588	300	700	610	1123	2479	1386	1168	1331
1959	866	1304	665	678	799	1016	649	779	1010	716	441	387
1960	361	595	455	592	555	816	592	1790	1788	1917	2006	788
1961	668	588	2260	1203	1110	970	577	317	1640	2288	2506	1238
1962	794	1299	1452	649	521	691	504	380	1250	2497	1205	588
1963	653	1302	1209	985	634	411	251	219	246	2092	3459	1447
1964	568	800	601	1209	1268	1057	1228	1848	1778	1212	660	698
1965	572	890	871	570	2795	1189	2777	1442	1493	3307	2272	2615
1966	1488	2638	1759	768	507	855	1289	643	1434	2134	1904	1258

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1967	1240	1354	1966	920	404	904	769	840	975	690	801	1106
1968	673	594	357	442	419	302	413	278	264	544	929	769
1969	1827	1021	1036	2165	1345	2763	1775	708	693	1926	1638	883
1970	823	709	602	547	849	1812	2582	674	894	1785	708	1444
1971	3707	1396	1293	1457	2492	3119	2304	1092	903	1192	535	454
1972	759	1543	1475	1099	410	1148	1349	2469	4190	3327	1344	1301
1973	1860	1803	1133	896	1852	2122	2203	2228	3296	2820	1651	818
1974	1364	1385	1249	722	535	1105	1175	875	1398	636	920	862
1975	1115	1019	904	581	439	665	696	1251	1755	3485	1676	2935
1976	1780	1327	1052	1116	840	2621	1102	2061	1627	1170	1774	1270
1977	1370	1426	1119	1032	440	738	656	847	790	1565	1309	1191
1978	465	334	468	264	195	292	1310	1104	1156	587	958	799
1979	493	327	436	552	3376	901	751	1224	1605	3655	3483	1925
1980	1395	1085	1535	721	970	701	1637	1730	2727	1661	1383	1979
1981	2323	1555	709	807	796	661	435	350	404	1046	1437	2629
1982	912	902	706	323	330	1849	4428	1442	746	2539	5443	3161
1983	1534	1485	3212	1850	5798	4451	10798	3011	2792	2928	1984	1253
1984	974	732	881	1134	1293	2733	1193	3201	1589	1286	2101	1588
1985	575	1240	752	1731	783	488	485	402	387	374	602	208
1986	356	1086	974	1093	1529	1337	450	859	1342	1178	1011	1482
1987	1308	1794	609	842	5037	3023	1633	852	551	1095	1138	630
1988	553	682	676	575	3217	2518	912	350	329	609	519	326
1989	1679	2589	1316	1166	1893	584	981	2022	3993	1979	945	498
1990	2728	1680	771	1719	1977	4598	2410	3184	3463	3140	2286	1212
1991	468	503	376	573	396	1945	1246	886	347	1124	1072	1425
1992	824	759	1189	1221	3680	5357	3113	2337	1662	1444	1328	857
1993	884	1385	1264	844	2421	1856	1603	1046	1695	4434	967	1308
1994	592	1638	959	710	1763	2789	2694	1086	659	1200	2132	1238
1995	4904	2222	1337	1010	503	742	2043	563	986	2237	995	549
1996	1773	3010	2413	2086	497	1199	2405	978	1501	4082	2100	1827
1997	1802	3432	1597	548	965	2383	1848	2724	1285	4853	4378	2108
1998	2090	2685	2566	6077	3636	1016	1806	3423	4060	5599	1495	1175
1999	1039	1697	1202	1413	812	2076	3158	626	836	1672	748	633
2000	889	1382	1351	638	754	729	1407	869	4061	3508	1137	741
2001	1727	3741	1887	1207	1184	1648	1858	1342	1060	3674	1133	1237
2002	1430	1238	725	411	1897	835	494	1053	1895	2655	2687	2414
2003	1057	1515	1313	581	389	1201	980	439	389	839	1429	2468
2004	1461	629	479	446	1676	1617	2035	706	698	2345	2716	923
2005	830	425	288	463	1524	2612	1272	861	3764	4851	2051	615
2006	650	591	604	573	215	189	202	316	776	892	686	1116
2007	1299	1051	1285	1904	3683	1402	789	501	353	742	1996	1270
2008	1248	720	587	869	1596	1637	1114	1768	985	2575	2966	652
2009	608	599	532	240	540	830	1841	2231	3286	4578	1901	1905
2010	2250	2007	1738	3336	3726	1444	1338	1144	404	896	772	3131
2011	1955	3292	1694	1498	527	657	2765	4687	3579	2010	1505	649
2012	935	699	682	917	1397	3320	1527	1351	447	757	806	698
2013	1680	1252	2819	1486	1188	4759	3412	1562	2007	2145	974	1232
2014	1651	629	1915	1265	1673	6943	2371	738	1656	2836	1089	863
2015	2319	1652	1455	986	1040	1987	4134	1313	1125	3142	2872	3900
2016	2784	2081	2510	1255	1624	1933	1427	1869	1497	1287	986	1278
2017	1778	1506	1096	631	1463	2844	572	651	310	2183	2870	1218
2018	2495	1361	1277	1130	432	551	586	385	1119	2835	1483	623
2019	902	1028	1495	1058	1791	3030	731	346	419	424	622	783
2020	483	423	341	168	366	1306	768	1249	550	334	271	1265
2021	1976	1886	731	345	235	390	424	315	553	1949	846	258

Anexo 4 – Dados Energéticos da UHE Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)

Tabela 20 – Dados Energéticos – UHE Gov. Ney Aminthas de Barros Braga (Segredo)

Potência instalada (MW)	1.260,000
Número de unidades geradoras	4
Hidrelétrica a jusante	Salto Santiago
Tipo de turbina	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador (%)	92,0
Produtibilidade Específica (MW/m ³ /s/m) ²³	0,008979
Aceleração da gravidade (m/s ²)	9,788635625
Massa específica da água (kg/m ³)	997,0625
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	0,208
Indisponibilidade programa - IP (%)	3,632
Interligação no Subsistema	Sul
Perda Hidráulica média (m)	1,39
Canal de fuga médio (m) ²⁴	504,83
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S
Vazão remanescente (m ³ /s)	0
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	94
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	94

Conjunto de máquinas 1

Número de unidades geradoras	4
Potência unitária (MW)	315,000
Vazão efetiva (m ³ /s)	319
Queda líquida de referência	110,00

RESERVATÓRIO

Volume máximo (hm ³)	2950,00
Volume mínimo (hm ³)	2562,00
Volume de vertimento (hm ³)	2562,00
NA máximo normal (m)	607,00
NA mínimo normal (m)	602,00
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Mensal

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
6	26	54	76	77	67	47	34	15	-13	-16	-5

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)²⁵

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2028	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,11

²³ Foi utilizado como fator de conversão a aceleração da gravidade e a massa específica do local.

²⁴ Canal de fuga médio obtido por simulação com o modelo SUISHI, conforme arquivo de saída CANFUG.rel.

²⁵ Vazões de usos consuntivos incrementais à usina.

POLINÔMIOS COTA ÁREA VOLUME

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	5,525449E+02	2,469220E-02	-2,103429E-06	0,000000E+00	0,000000E+00
PCA	-5,861299E+02	8,019969E-01	4,882528E-04	0,000000E+00	0,000000E+00

POLINÔMIOS VAZÃO X NÍVEL DE JUSANTE

HjusRef	QjusMin	QjusMax	A0	A1	A2	A3	A4
487,6769	0,00	5915,87	4,8767691E+02	6,2856050E-03	-5,0943112E-07	0,0000000E+00	0,0000000E+00
	5915,87	15679,71	5,0849971E+02	-1,1418789E-03	2,2905856E-07	-1,5271048E-11	3,5404937E-16
497,3000	0,00	2447,40	4,9730000E+02	8,0280896E-05	-2,5824614E-07	2,7690702E-10	0,0000000E+00
	2447,40	5915,87	4,8767691E+02	6,2856050E-03	-5,0943112E-07	0,0000000E+00	0,0000000E+00
	5915,87	15679,71	5,0849971E+02	-1,1418789E-03	2,2905856E-07	-1,5271048E-11	3,5404937E-16
500,2000	0,00	3274,78	5,0020000E+02	4,0290977E-04	-4,9530677E-07	2,1066178E-10	-7,0285057E-15
	3274,78	5915,87	4,8767691E+02	6,2856050E-03	-5,0943112E-07	0,0000000E+00	0,0000000E+00
	5915,87	15679,71	5,0849971E+02	-1,1418789E-03	2,2905856E-07	-1,5271048E-11	3,5404937E-16
503,1000	0,00	5765,20	5,0310000E+02	2,5687999E-06	-2,4126046E-08	7,6796516E-11	-9,0938684E-15
	5765,20	5915,87	4,8767691E+02	6,2856050E-03	-5,0943112E-07	0,0000000E+00	0,0000000E+00
	5915,87	15679,71	5,0849971E+02	-1,1418789E-03	2,2905856E-07	-1,5271048E-11	3,5404937E-16
506,0000	0,00	5792,26	5,0600000E+02	-1,0354588E-19	2,2500430E-08	1,2263334E-12	0,0000000E+00
	5792,26	5915,87	4,8767691E+02	6,2856050E-03	-5,0943112E-07	0,0000000E+00	0,0000000E+00
	5915,87	15679,71	5,0849971E+02	-1,1418789E-03	2,2905856E-07	-1,5271048E-11	3,5404937E-16

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENS AIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	905	489	460	253	1608	1744	1158	519	1352	1029	518	761
1932	679	943	1029	1832	1262	1162	673	580	847	1122	671	1033
1933	341	442	370	214	229	158	189	131	297	663	405	212
1934	344	785	587	687	476	266	225	207	265	611	247	682
1935	356	302	586	288	167	450	528	1118	1466	3962	1271	738
1936	1446	488	326	210	328	1844	512	1246	1252	1047	926	583
1937	640	499	927	832	478	365	245	414	371	1472	1446	655
1938	620	1376	448	521	1194	1904	2530	681	617	578	518	395
1939	448	546	933	559	748	584	654	281	645	408	1320	2180
1940	819	551	323	580	650	333	256	349	314	322	313	452
1941	760	1400	658	455	630	799	526	1284	718	782	913	944
1942	521	1249	884	1062	787	1029	1039	737	561	599	297	241
1943	285	475	354	209	191	782	552	959	797	927	631	332
1944	610	354	967	377	169	139	121	101	269	183	589	537
1945	158	322	551	231	154	272	1116	320	277	457	358	413
1946	849	2650	2076	808	574	872	1496	674	639	1244	828	942
1947	726	1244	903	461	350	968	677	1043	1950	1819	684	749
1948	626	953	812	586	864	611	455	1433	535	716	908	274
1949	320	182	334	784	519	775	306	313	362	370	256	237
1950	807	707	1165	406	497	352	383	249	391	1682	736	576
1951	676	1327	1483	431	224	231	258	133	130	1212	1210	844
1952	413	350	252	248	120	579	391	229	1012	1604	1208	534
1953	560	660	469	405	341	381	253	208	742	1198	1576	751
1954	1208	702	808	550	2162	1716	1086	546	870	1554	641	398
1955	343	294	445	701	1184	2174	2464	1054	1008	355	282	353
1956	565	684	343	902	1402	730	619	984	796	516	276	204
1957	400	922	441	381	345	744	2388	3648	3526	1462	1122	691
1958	464	328	732	393	228	486	381	693	1394	770	719	864
1959	608	714	415	402	520	581	375	459	794	460	259	195
1960	239	451	365	479	421	555	393	1194	1076	1146	1314	571
1961	504	450	1444	838	720	725	386	207	1207	1337	1900	804
1962	484	729	1013	425	297	367	284	209	730	1446	697	366
1963	480	951	879	696	246	197	131	124	184	1400	1714	971
1964	331	517	439	680	795	780	882	1084	1202	640	352	427
1965	354	525	561	324	1818	704	1782	961	851	1752	1320	1405

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1966	895	1750	1170	409	354	590	741	357	939	1376	1282	951
1967	850	1050	1371	658	269	646	480	503	596	459	503	726
1968	561	453	280	339	246	207	241	180	188	336	624	436
1969	764	708	696	1467	878	1698	1281	468	449	1066	1153	643
1970	623	556	461	401	622	1358	1654	461	596	1062	446	1069
1971	2736	1052	1060	1013	1448	1898	1360	684	560	840	301	285
1972	537	1228	1141	677	242	625	789	1218	2394	2218	992	986
1973	928	930	652	624	997	1189	1622	1370	2342	1738	1024	561
1974	976	1013	955	500	286	602	804	573	840	387	487	388
1975	628	560	625	368	270	346	396	872	1146	2082	1033	2138
1976	1293	899	883	809	617	1820	741	1465	1099	702	1107	882
1977	1013	1215	914	862	336	452	417	532	489	1186	860	788
1978	317	241	406	195	148	213	655	648	736	390	595	527
1979	378	223	311	308	1962	523	446	681	1090	2066	1914	1364
1980	860	720	1124	560	631	483	1251	1240	1930	1095	834	1369
1981	1698	1031	447	465	397	342	220	223	293	743	858	1258
1982	499	703	458	226	241	1084	2456	922	465	1478	2742	1868
1983	1098	1099	1734	1038	2642	2644	6066	2014	1474	1702	1158	755
1984	565	369	499	623	855	1516	794	2214	1025	786	1402	914
1985	379	773	529	1134	440	262	293	175	237	192	357	106
1986	211	579	577	546	674	611	224	388	636	692	755	1080
1987	990	1034	378	447	2388	1816	960	581	396	709	516	357
1988	385	529	537	376	2124	1608	558	242	250	504	370	260
1989	1124	1678	937	900	1284	379	612	1186	2284	1088	517	309
1990	1798	1145	613	1119	1228	2426	1516	1922	1988	1804	1596	754
1991	312	369	319	374	255	998	749	605	227	791	759	810
1992	535	532	773	694	2038	3470	1800	1362	892	764	792	545
1993	523	1024	960	658	1396	1065	1038	604	1258	2640	614	868
1994	386	1093	667	502	1108	1480	1766	742	347	568	1185	751
1995	2706	1720	897	506	291	462	1440	406	710	1452	645	438
1996	1387	1864	1778	1414	363	914	1744	761	1149	1942	1378	1088
1997	1334	2300	1157	369	390	1156	1080	1562	821	2930	2794	1423
1998	1615	1554	1804	3136	2050	693	1395	2310	2484	3282	910	732
1999	714	1090	800	920	504	1160	2040	414	542	1391	541	421
2000	580	855	955	368	395	431	796	537	2498	1952	739	582
2001	1296	2134	1306	718	853	1073	1255	1021	829	2424	789	935
2002	899	760	554	325	900	463	304	744	1214	1338	1553	1489
2003	745	876	851	357	226	772	678	309	265	439	796	1527
2004	1024	480	397	354	930	1096	1131	479	450	1418	1479	664
2005	628	349	250	368	874	1302	846	645	2528	2617	1429	472
2006	494	483	476	402	154	126	134	188	500	600	453	716
2007	835	810	972	1100	2065	968	544	370	278	552	1321	971
2008	934	523	477	655	1104	981	621	973	594	1707	1746	423
2009	478	496	405	181	263	395	1003	1416	2084	2719	1211	1243
2010	1567	1484	1201	2086	2509	997	1042	906	318	616	551	1964
2011	1414	2142	1266	1056	399	505	1886	2760	2526	1301	874	451
2012	808	631	519	622	972	2184	1169	957	292	467	544	394
2013	993	771	1319	850	558	2179	2149	1115	1446	1371	563	649
2014	1089	478	1221	638	673	3733	1175	463	1124	1479	655	678
2015	1446	1159	929	720	721	1357	2116	801	750	2231	2041	2022
2016	1887	1314	1620	798	1113	1335	927	1275	959	866	640	813
2017	1273	1171	665	384	900	1650	353	440	228	1089	1300	711
2018	1510	909	729	659	241	369	371	254	658	1876	920	411
2019	634	660	957	767	1047	1941	517	251	365	355	435	504
2020	334	284	227	101	151	757	496	878	389	240	227	996
2021	1269	1209	627	269	187	322	372	295	433	1228	563	200