

CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

***Usina Hidrelétrica
Governador Bento Munhoz
da Costa Netto (Foz do Areia)***

Junho de 2022



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro
Adolfo Sachsida

Secretária Executiva
José Roberto Bueno Junior (adjunto)

**Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**

Secretário de Energia Elétrica
João Daniel de Andrade Cascalho (adjunto)

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**
Rafael Bastos das Silva

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**
Pedro Paulo Dias Mesquita



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

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Erik Eduardo Rego

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

Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia)

Coordenação Geral e Executiva
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira
Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva
Bernardo Folly de Aguiar
Thiago Ivanoski Teixeira

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

Nº EPE-DEE-RE-049/2022-r0
Data: 30 de junho de 2022

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	30/06/2022	Publicação Original

Sumário

APRESENTAÇÃO.....	6
1. Metodologia de cálculo de garantia física de Usinas Hidrelétricas.....	7
2. Caso Base para o cálculo das garantias físicas de Usinas Hidrelétricas.....	8
3. Caso de Cálculo da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia).....	14
4. Cálculo da Garantia Física de Energia da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia).....	16
5. Resumo dos Resultados.....	17
Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência.....	18
Anexo 2 – Dados Energéticos da UHE G. B. Munhoz.....	22
Apêndice – Resultados obtidos no cálculo dos parâmetros médios.....	25
1 Ajustes das Curvas Colinas das Turbinas	25
2 Cálculo do Rendimento Médio do Conjunto Turbina-Gerador	25
3 Cálculo da Perda Hidráulica Média.....	26

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2027</i>	<i>8</i>
<i>Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2027</i>	<i>8</i>
<i>Tabela 3 – Condições de desligamento da segunda casa de força de Tucuruí</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 4 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria MME/GM nº 42/2022</i>	<i>11</i>
<i>Tabela 5 – Ponto nominal de operação das turbinas pós modernização</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 6 – Aceleração da gravidade e massa específica da água no local</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 7 – Rendimento do gerador</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 8 – Equação de perdas hidráulicas</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 9 – Carga crítica e blocos térmico e hidráulico</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 10 – CVaR_{1%} da energia não suprida</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 11 – CMO médio</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 12 – CVaR_{10%} CMO do Caso Base</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 13 – CVaR_{10%} CMO do Caso de Cálculo</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 14 – Energia Firme e Garantia Física de Energia – UHE G. B. Munhoz</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 15 – Resumo dos Resultados – UHE G. B. Munhoz</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 16 – Configuração Hidrelétrica</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 17 – Configuração Termelétrica</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 18 – Dados Energéticos – UHE G. B. Munhoz</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 19 – Coeficientes dos polinômios ajustados para a Curva Colina da Turbina</i>	<i>25</i>

Índice de Figuras

<i>Figura 1 – Gráfico de pontos de operação previstos para UHE Governador Bento Munhoz da Costa Netto - Vazão Unitária (m³/s) X Queda Líquida (m) – Rendimento da Turbina</i>	<i>26</i>
--	-----------

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os estudos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para o cálculo da garantia física de energia da usina hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Costa Netto (antiga Foz do Areia).

A solicitação de cálculo de garantia física em questão foi encaminhada à EPE por meio do Ofício nº 188/2022/DPE/SPE-MME, de 10 de junho de 2022, no contexto do processo de privatização da UHE Governador Bento Munhoz da Costa Netto, considerando os parâmetros mais atualizados disponíveis, cujo resultado incidirá sobre o novo contrato de concessão, após a privatização.

Ressalta-se que o cálculo da garantia física do empreendimento foi efetuado segundo a metodologia estabelecida na Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, considerando as premissas definidas 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 de Usinas Hidrelétricas

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
 - SUISHI - Versão 16 (Encad versão 5.6.37)
- 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, por mês e por fonte. Esse montante é descontado do mercado a ser atendido. Para esta configuração, a referência utilizada é o PMO de maio de 2022.
- Proporcionalidade da carga: prevista para o ano 2027, segundo Plano Decenal de Expansão de Energia 2031 (PDE 2031), conforme tabela a seguir:

Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2027

MERCADO DE REFERÊNCIA 2027 - PDE 2031			
SE	S	NE	N
48.397	14.277	13.507	7.656
57,7%	17,0%	16,1%	9,1%
BRASIL			
83.836			

- Sazonalidade da carga: prevista para o ano 2027, segundo PDE 2031, conforme tabela a seguir:

Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2027

Região	jan	Fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sudeste	1,066110	1,084934	1,044538	1,013090	0,960565	0,944201	0,933745	0,949263	0,987737	1,015363	1,002263	0,998192
Sul	1,085624	1,123238	1,039534	1,008084	0,951558	0,962976	0,959613	0,951628	0,946165	0,968859	0,992394	1,010326
Nordeste	1,036796	1,022359	1,012364	1,006737	0,996816	0,953506	0,929148	0,951136	0,973199	1,028282	1,049012	1,040646
Norte	0,967268	0,994699	0,994176	0,996136	1,003451	0,984902	0,967660	1,008937	1,028530	1,028661	1,030098	0,995483
SIN	1,055684	1,073135	1,033904	1,009666	0,968788	0,952614	0,940507	0,955417	0,982040	1,010739	1,010656	1,006851

- Parâmetros do Newave:
 - Número mínimo e máximo de 50 iterações;
 - Parametrização de CVaR vigente: alfa 25% e lambda 35% constantes no tempo.
 - 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%
 - Consideração do modelo estocástico PAR(p)-A na geração de cenários sintéticos de afluições, que consiste na extensão do PAR(p) com a inclusão de um novo termo na equação de autorregressão de cada período sazonal, referente à média das afluições dos últimos 12 meses.

- Parâmetros do SUISHI:
 - Sazonalidade da carga de energia do SIN previsto para o ano de 2027, segundo PDE 2031.
 - 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. 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. 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);
- 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 na 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 Francisco², aplicadas em todo o histórico de simulação;
 - Curvas de operação conforme Nota Técnica ONS 0120/2021 "Curvas de Segurança para os Reservatórios das UHE Três Marias e UHE Sobradinho para o Período Hidrológico 2021-2022".
- 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 2021". 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	0	4.245,0
60,5	4	5.805,0
62,0	11	8.535,0

- Consideração das Regras de Operação do Tocantins³, com a representação da restrição de vazão máxima da usina Serra da Mesa pela funcionalidade defluência x cota. Em

² Estabelecidas na Resolução ANA nº 2021, de 04 de dezembro de 2017.

³ Estabelecidas na Resolução ANA nº 70, de 19 de abril de 2021, para entrada em vigor a partir de 1 de dezembro de 2021.

relação às restrições de vazão mínima das usinas Estreito e Serra da Mesa, é possível representá-las tanto no modelo Newave quanto no SUISHI. A possibilidade de rebaixamento do reservatório de Estreito será avaliada somente após a atualização das curvas cota x área x volume resultante da Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 3, de 2010.

- **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 motorização⁴, foram considerados os valores de TEIF e IP apurados pelo ONS (referência: PMO maio/2022). Para as demais usinas hidrelétricas, foram considerados 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 ONS⁵, 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.

- **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 maio de 2022 e Formulários de Solicitação de Atualização de Restrição Hidráulica – FSARH.
- **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 2027 definidos pela

⁴ Data de referência: completa motorização em 31/12/2016.

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

ANA na Resolução 93/2021, conforme Base Nacional de Usos Consuntivos de **maio de 2022**, disponibilizada no site da ANA no link: [Catálogo de Metadados da ANA \(snirh.gov.br\)](http://snirh.gov.br). 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 2022⁶, 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-0453/2021 – Novembro/2021 - “Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2020”. Adicionalmente, foram consideradas as séries de vazões das usinas da bacia do rio Uruguai atualizadas conforme Nota Técnica nº 8/2018/SPR-ANA.
- 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.
- 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, foi utilizado o valor de **7.643,82 R\$/MWh** disponível no sítio eletrônico da CCEE.
- Penalidade por não atendimento ao desvio de água para outros usos: metodologia estabelecida na Portaria nº 43/GM/2022.

$$\begin{aligned}\text{Penalidade}_{\text{DA}} &= \text{Custo Déficit} + 0,1\% \text{ Custo Déficit} + 0,10 \text{ R\$/MWh} \\ &= 7.643,82 + 7,64 + 0,10 = \mathbf{7.651,56 \text{ R\$/MWh}}\end{aligned}$$

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

$$\text{Penalidade}_{\text{VM}} = \text{Custo Déficit} + 1,00 \text{ R\$/MWh} = \mathbf{7.644,82 \text{ R\$/MWh}}$$

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

⁶ 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.

$$\text{Penalidade}_{\text{VolMin}} = [(1 + \text{taxa de desconto anual})^{(11/12)}] \times \text{MAXCVU}$$

$$= [(1 + 8\%)^{(11/12)}] \times 2.633,27 = \mathbf{2.825,75 \text{ R\$ /MWh}}$$

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

A configuração de referência utilizada foi baseada na configuração adotada no Caso Base para os Leilões de Energia Nova A-5 e A-6 de 2022, incorporando as atualizações listadas a seguir.

- Configuração de Referência Hidrelétrica:
 - Atualização de valores de queda de referência⁷ e dos índices de TEIF-IP de acordo com o PMO de maio/2022⁸;
 - Alteração do volume de vertimento da UHE São Roque⁹ para o valor de 795,67 hm³;
 - Atualizações no arquivo polinjus.dat: (i) polinômios obtidos no Ciclo 2 do GTDP para as usinas Nilo Peçanha, Pereira Passos, Fontes, Fontes A, Fontes BC, Capim Branco II e Santa Branca do Paraíba do Sul, em virtude da aprovação da versão 16 do modelo SUISHI; (ii) polinômios de cadsatro para as usinas Belo Monte e Belo Monte Complementar (Pimental), conforme *deck* DEC_ONS_062022_RV3_VE do DECOMP;
 - Inclusão da vazão remanescente para a UHE São Roque no valor de 13,7 m³/s, conforme FSARH 2864/2022 e LAI 2822/2021; e
 - Atualização dos usos consuntivos de acordo com a Base Nacional de Usos Consuntivos de maio de 2022¹⁰ e consequente compatibilização do arquivo de vazões, o que acarreta na atualização de valores de vazão mínima do histórico.
- Configuração de Referência Termelétrica:
 - Alteração de potência das Usinas Termelétricas – UTE Prosperidade III, Karkey 013, Karkey 019, Porsud I e Porsud II;
 - Atualização de TEIF e IP conforme PMO de Maio/2022;

⁷ Com consequente atualização dos valores de vazão efetiva, a partir dos valores de produtividade específica e potência unitária do Caso Base.

⁸ De acordo com o estabelecido na Portaria GM/MME nº 42/2022.

⁹ De acordo com o Projeto Básico aprovado pelo Despacho nº 4747, de 09 de dezembro de 2014, o valor da cota da soleira do vertedouro corresponde a 760m, que é a cota máxima, conforme consta na página 115 do Relatório: P00136-01-10-RL-2001-0A.

¹⁰ 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.

- Atualização de inflexibilidade das UTE Jorge Lacerda C, Candiota 3 e Aparecida;
- Atualização de disponibilidade das UTE Termopernambuco e Termorio;
- Consideração como indisponíveis as UTE Bahia I, Muricy, Arembepe, Jaraqui e Tambaqui;
- Consideração da UTE Termomacaé como vendedora no LRCap2021, conforme Despacho ANEEL nº 1570/2022; e
- Atualização do CVU conforme PMO de maio/2022.

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

3. Caso de Cálculo da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia)

A partir do Caso Base apresentado no capítulo 2, foi obtido o Caso de Cálculo de garantia física da usina hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia), que incorpora as seguintes atualizações:

- Valor médio de rendimento do conjunto turbina-gerador e de perda hidráulica no circuito de geração, obtidos a partir da aplicação da metodologia da Nota Técnica EPE-DEE-REE-037-r2, conforme detalhado no Apêndice;
 - Os rendimentos nominais das turbinas pós modernização foram homologados pela ANEEL por meio do Despacho nº 3.245/2020 para as unidades geradoras nº 1, 2 e 4 e do Despacho nº 849/2022 para a unidade geradora nº 3.
 - A curva colina pós modernização das turbinas das unidades geradoras nº 1 a 4¹¹, foi fornecida pelo concessionário a ANEEL, conforme Carta CRG-C 121/2019, de 16 de agosto de 2019. O ponto nominal de operação das turbinas pós modernização é apresentado a seguir:

¹¹ Recebida inicialmente da ANEEL por email, em 08 de janeiro de 2021.

Tabela 5 – Ponto nominal de operação das turbinas pós modernização

Parâmetros	Valores	Fonte dos valores
Potência unitária nominal ¹²	426,46 MW	Curva Colina da Turbina - Carta CRG-C 121/2019, de 16/08/2019
Vazão nominal	355,00 m³/s	
Queda de referência	135,0 m	
Rendimento nominal	95,50%	Despacho ANEEL nº 3.245/2020 e 849/2022

- Os valores de aceleração da gravidade, massa específica da água no local, rendimento médio ponderado do gerador e equações de perdas hidráulicas empregados nos cálculos são os adotados pelo GTDP no "Ciclo 1"¹³.

Tabela 6 – Aceleração da gravidade e massa específica da água no local

Usina	Aceleração da gravidade (m/s²)	Massa específica da água (kg/m³)
G. B. Munhoz	9,788	997,06

Tabela 7 – Rendimento do gerador

Usina	Rendimento do gerador
G. B. Munhoz	98,25%

Tabela 8 – Equação de perdas hidráulicas

Usina	Equação de perdas hidráulicas	Observação
G. B. Munhoz	0,0000233*Quni²	Quni: vazão turbinada unitária (m³/s) no período

- Canal de fuga médio e vazão efetiva.
 - O canal de fuga médio foi atualizado a partir da simulação SUISHI, 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 a potência unitária, a produtividade específica e em concordância com a queda de referência.

Os dados utilizados nas simulações energéticas são apresentados no Anexo 2.

¹² Potência no eixo da turbina já descontadas as perdas nos mancais, limitada pela potência nominal do gerador de 419 MW e rendimento nominal do gerador de 98,25% conforme dados de rendimento do GTDP.

¹³ A atualização dos dados cadastrais para o cálculo da produtividade de usinas hidrelétricas proposta no "Ciclo 1" 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 3.328, de 28 de novembro de 2019.

4. Cálculo da Garantia Física de Energia da Usina Hidrelétrica Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia)

CARGA CRÍTICA E BLOCO HIDRÁULICO

A partir de simulações com o modelo NEWAVE e a aplicação da metodologia constante na Portaria MME nº 101/2016, foi realizado o processo de convergência para obtenção da carga crítica, 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.

Como resultado, foi obtido o valor de 86.800 MWmed para a carga crítica do SIN para o caso base de referência e 86.820 MWmed para o caso de cálculo. Com relação ao bloco térmico e bloco hidráulico, os valores resultantes podem ser observados na tabela a seguir.

Tabela 9 – Carga crítica e blocos térmico e hidráulico

	Blocos de energia - MWmed	
	Caso Base	Caso de Cálculo
Carga crítica	86 800	86 820
Bloco Térmico	13 210	13 279
Bloco Hidráulico	51 287	51 238
Usinas não despachadas centralizadamente	22 303	22 303

Os resultados do CVaR_{1%} da energia não suprida, do CMO médio e do CVaR_{10%} do CMO podem ser encontrados nas tabelas abaixo.

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

	CVaR _{1%} ENS (% demanda anual de energia)	
	Caso Base	Caso de Cálculo
SIN	0,000%	0,000%
SE/CO	0,000%	0,000%
S	0,000%	0,000%
NE	0,000%	0,000%
N	0,000%	0,000%

Tabela 11 – CMO médio

	CMO Médio (R\$/MWh)	
	Caso Base	Caso de Cálculo
SE/CO	90,27	91,25
S	90,27	91,26
NE	90,27	91,25
N	90,27	91,25

Tabela 12 – CVaR_{10%}CMO do Caso Base

CVaR _{10%} CMO (R\$/MWh)												
	Jan	Fev	Marc	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SE/CO	350,32	368,81	369,58	347,16	340,70	356,43	362,12	368,12	375,37	372,34	403,82	356,03
S	350,33	368,81	369,59	347,16	340,70	356,43	362,12	368,13	375,37	372,35	403,82	356,03
NE	350,32	368,80	369,58	347,15	340,69	356,42	362,11	368,12	375,37	372,34	403,82	356,02
N	350,32	368,80	369,58	347,15	340,69	356,42	362,11	368,12	375,37	372,34	403,82	356,03

Tabela 13 – CVaR_{10%}CMO do Caso de Cálculo

CVaR _{10%} CMO (R\$/MWh)												
	Jan	Fev	Marc	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SE/CO	354,87	371,34	375,79	347,85	343,09	362,35	365,86	369,90	376,76	389,29	403,26	360,99
S	354,88	371,34	375,79	347,86	343,10	362,35	365,86	369,90	376,76	389,29	403,27	360,99
NE	354,87	371,33	375,78	347,85	343,09	362,34	365,85	369,90	376,75	389,28	403,26	360,99
N	354,87	371,33	375,78	347,85	343,09	362,34	365,85	369,90	376,76	389,29	403,26	360,99

ENERGIA FIRME E GARANTIA FÍSICA

A energia firme da usina hidrelétrica foi obtida por simulação com o modelo SUISHI em sua versão 16. A energia firme total do sistema hidráulico resultou em 54.056,711 MWmed.

A garantia física da UHE Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia) foi obtida pela repartição do bloco hidráulico, proporcionalmente a sua energia firme, conforme tabela a seguir:

Tabela 14 – Energia Firme e Garantia Física de Energia – UHE G. B. Munhoz

Usina	Energia Firme (MWmed)	Garantia Física (MWmed)
G. B. Munhoz	603,152	571,7

5. Resumo dos Resultados

A seguir é apresentado um resumo dos resultados obtidos nos cálculos da garantia física de energia para a UHE Governador Bento Munhoz da Costa Netto (Foz do Areia):

Tabela 15 – Resumo dos Resultados – UHE G. B. Munhoz

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	G. B. Munhoz	Iguaçu	PR	1.676,0	603,152	571,7	-	571,7

Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência

Tabela 16 – Configuração Hidrelétrica

Sudeste / Centro-Oeste / Acre / Rondônia			
A. VERMELHA	E. DA CUNHA	JUPIA	ROSAL
A.A. LAYDNER	EMBORCACAO	JURUENA	ROSANA
A.S. LIMA	ESPORA	L.N. GARCEZ	SA CARVALHO
A.S.OLIVEIRA	ESTREITO	LAJEADO	SALTO
AIMORES	FONTES	LAJES	SALTO GRANDE
B. COQUEIROS	FOZ R. CLARO	M. DE MORAES	SAMUEL
BAGUARI	FUNIL	MANSO	SANTA BRANCA
BARRA BONITA	FUNIL-GRANDE	MARIMBONDO	SAO DOMINGOS
BATALHA	FURNAS	MASCARENHAS	SAO MANOEL
BILLINGS	GUAPORE	MIRANDA	SAO SALVADOR
CACH.DOURADA	GUARAPIRANGA	NAVANHANDAVA	SAO SIMAO
CACONDE	GUILMAN-AMOR	NILO PECANHA	SERRA FACAO
CACU	HENRY BORDEN	NOVA PONTE	SERRA MESA
CAMARGOS	I. SOLTEIRA	OURINHOS	SIMPLICIO
CANA BRAVA	IBITINGA	P. COLOMBIA	SINOP
CANDONGA	IGARAPAVA	P. ESTRELA	SLT VERDINHO
CANOAS I	ILHA POMBOS	P. PASSOS	SOBRAGI
CANOAS II	IRAPE	P. PRIMAVERA	STA CLARA MG
CAPIM BRANC1	ITAIPU	PARAIBUNA	STO ANTONIO
CAPIM BRANC2	ITIQUEIRA I	PEIXE ANGIC	SUICA
CAPIVARA	ITIQUEIRA II	PICADA	TAQUARUCU
CHAVANTES	ITUMBIARA	PIRAJU	TELES PIRES
COLIDER	ITUTINGA	PONTE PEDRA	TRES IRMAOS
CORUMBA I	JAGUARA	PROMISSAO	TRES MARIAS
CORUMBA III	JAGUARI	QUEIMADO	VOLTA GRANDE
CORUMBA IV	JAURU	RETIRO BAIXO	
DARDANELOS	JIRAU	RONDON 2	
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)
ALTOS	NE	DIESEL	13,1	0	91,77	20,5	0,00	0	0,00
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	71,20
ARACATI	NE	DIESEL	11,5	0	93,15	24,53	0,00	0	0,00
ARAUCARIA	S	GAS	484,2	0	3,69	13,22	0,00	0	0,00
AREMBEPE	NE	OLEO	150,0	0	41,29	1,63	0,00	0	1837,58
Azulao	N	GAS	295,4	100	3	3,07	277,74	0	555,75
B, BONITA I	S	GAS	9,4	100	3	4	8,75	3,7	650,00
BAHIA I	NE	OLEO	31,0	0	17,4	2,93	0,00	0	1492,19
BAIXADA FLU	SE	GAS	530,0	100	11,66	8,99	426,11	0	99,90
BATURITE	NE	DIESEL	11,5	0	91,03	24,71	0,00	0	0,00
C, ROCHA	N	GAS	85,4	0	1	20,72	0,00	0	0,00
CAMACARI MII	NE	DIESEL	144,0	100	3	1	138,28	0	2357,80
CAMBARA	S	BIOMASSA	50,0	100	2	2	48,02	20	166,34
CAMPINA GDE	NE	OLEO	169,1	0	41,88	19	0,00	0	1020,34
CAMPO MAIOR	NE	DIESEL	13,1	0	91,91	25,17	0,00	0	0,00
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350,0	100	23,42	17,86	220,16	210	97,20
CANOAS	S	DIESEL	248,6	100	4,42	17,04	197,12	0	698,14
CAUCAIA	NE	DIESEL	14,8	0	92,46	26,61	0,00	0	0,00
CIDADE LIVRO	SE	BIOMASSA	80,0	100	2,5	5	74,10	0	210,00
Cisframa	S	BIOMASSA	4,0	90	46,62	7,39	1,78	0	350,47
CRATO	NE	DIESEL	13,1	0	91,15	23,25	0,00	0	0,00
CUBATAO	SE	GAS	249,9	100	8,65	11,35	202,37	0	178,27
CUIABA G CC	SE	GAS	529,2	0	7,62	3,86	0,00	0	0,00
DAIA	SE	DIESEL	44,4	0	2,99	12,95	0,00	0	1828,50
DO ATLANTICO	SE	GAS PROCES	490,0	93	0,66	3,83	435,35	419,78	217,58
EDLUX X	SE	GAS	56,0	100	2	3	53,23	53,23	616,03
ENGUIA PECÉM	NE	DIESEL	14,8	0	89,35	19,52	0,00	0	0,00
EPP II	SE	GAS	112,9	100	3	2,4	106,88	106,88	749,99
EPP IV	SE	GAS	62,0	100	3	2,4	58,70	58,7	749,99
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	0	28,77	36,92	0,00	0	475,68
FORTALEZA	NE	GAS	326,6	100	1,82	1,07	317,22	223	254,96
GERAMAR I	N	OLEO	165,9	96	0,48	1,22	156,57	0	1020,30
GERAMAR II	N	OLEO	165,9	96	0,65	0,5	157,44	0	1020,30
GLOBAL I	NE	OLEO	148,8	0	13,42	3,42	0,00	0	1156,09
GLOBAL II	NE	OLEO	148,8	0	15,83	2,51	0,00	0	1156,09
GNA I	SE	GAS	1338,0	100	4,1	2,05	1256,84	0	237,71
GNA P, ACU 3	SE	GAS	1673,0	100	2,5	2	1598,55	639,27	171,52
GOIANIA II	SE	DIESEL	140,3	0	23,25	26,01	0,00	0	1928,84
IBIRITE	SE	GAS	226,0	100	4,7	5,8	202,89	0	600,00
IGUATU	NE	DIESEL	14,8	0	89,93	24,69	0,00	0	0,00
J,LACERDA A1	S	CARVAO	100,0	80	25,37	25,74	44,34	0	304,61
J,LACERDA A2	S	CARVAO	132,0	83,3	13,05	18,12	78,28	33	278,38
J,LACERDA B	S	CARVAO	262,0	84	9,13	18,81	162,37	120	271,21
J,LACERDA C	S	CARVAO	363,0	90,9	7,8	20,64	241,44	241,44	229,27
JARAQUI	N	GAS	75,5	0	4	0	0,00	0	0,00

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
JUAZEIRO N	NE	DIESEL	14,8	0	87,83	24,1	0,00	0	0,00
JUIZ DE FORA	SE	GAS	87,1	99,9	6,57	2,75	79,06	0	522,96
KARKEY 013	SE	GAS	258,6	100	1	3	248,33	48,98	527,52
KARKEY 019	SE	GAS	115,9	100	1	3	111,30	52,45	527,52
LINHARES	SE	GAS	204,0	100	2,19	1,84	195,86	0	600,00
LINHARES PCS	SE	GAS	36,0	100	2,5	1,5	34,57	34,57	750,00
MANAUARA	N	GAS	73,4	100	2,5	0,39	71,29	64,87	0,00
MARACANAU I	NE	OLEO	168,0	97,6	43,49	15,9	77,93	0	992,28
MARAMBAIA	NE	DIESEL	13,1	0	91,52	24,95	0,00	0	0,00
MARANHAO III	N	GAS	518,8	100	4,59	2,86	480,83	241,63	94,86
MARANHAO IV	N	GAS	337,6	100	1,98	5,11	314,01	0	263,14
MARANHAO V	N	GAS	337,6	100	1,87	5,53	312,97	0	263,14
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	71,20
MP PAULINIA	SE	GAS	16,0	100	0,5	0,82	15,79	15,74	750,00
Muricy	NE	OLEO	147,2	0	19,48	5,33	0,00	0	1837,58
N,PIRATINING	SE	GAS	572,1	65,5	12,68	19,4	263,73	0	593,41
N,VENECIA 2	N	GAS	270,5	100	6,05	6,44	237,77	40,44	252,00
NAZARIA	NE	DIESEL	13,1	0	91,32	23,43	0,00	0	0,00
NORTEFLU-1	SE	GAS	400,0	100	0	0	400,00	399,99	91,82
NORTEFLU-2	SE	GAS	100,0	100	3,9	7,22	89,16	0	106,87
NORTEFLU-3	SE	GAS	200,0	100	3,9	7,22	178,32	0	203,41
NORTEFLU-4	SE	GAS	126,8	100	3,9	7,22	113,06	0	907,97
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	281,07
Onca Pintada	SE	BIOMASSA	50,0	95	3,24	4,73	43,79	6,86	93,54
P, PECEM I	NE	CARVAO	720,3	100	4,23	7,4	638,78	0	463,92
P, PECEM II	NE	CARVAO	365,0	100	2,52	6,76	331,75	0	461,38
P, SERGIPE I	NE	GAS	1593,0	100	11,58	1,85	1382,47	0	211,64
PALMEIRAS GO	SE	DIESEL	175,6	0	62,98	16,86	0,00	0	1493,88
PAMPA SUL	S	CARVAO	345,0	100	15,24	10,5	261,72	170	55,40
PARNAIBA IV	N	GAS	56,3	96	5,5	4,3	48,88	0	544,00
PARNAIBA V	N	GAS	385,7	95	3	2	348,31	0	104,85
Pau Ferro I	NE	DIESEL	94,1	100	5,01	9,12	81,23	0	2277,09
PECEM II	NE	DIESEL	144,0	100	3	1	138,28	0	2382,49
PERNAMBUCO III	NE	OLEO	200,8	100	70,54	21,35	46,53	0	879,43
PETROLINA	NE	OLEO	136,2	96,9	5,45	21,15	98,39	0	2016,07
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
PORSUD I	SE	GAS	115,9	100	1	3	111,30	25,29	632,43
PORSUD II	SE	GAS	78,3	100	1	3	75,19	16,72	634,94
PORTO ITAQUI	N	CARVAO	360,1	100	3,61	4,94	329,95	0	453,75
PORTOCEM I	NE	GAS	1572,0	100	1,5	2,18	1514,66	0	490,37
Potiguar	NE	DIESEL	53,1	0	7,18	21,98	0,00	0	2032,73
Potiguar III	NE	DIESEL	66,4	0	5,42	25,47	0,00	0	2032,71
POVOACAO 1	SE	GAS	75,0	100	2,5	1,5	72,03	71,98	750,00
Predilecta	SE	BIOMASSA	5,0	100	0,87	5,31	4,69	1	131,03
PROSPERI III	NE	GAS	56,0	100	0,5	4,5	53,21	0	128,72
PROSPERID II	NE	GAS	37,4	100	2	4,21	35,11	0	135,81
PROSPERIDADE	NE	GAS	28,0	100	4,29	2,62	26,10	0	183,28
R, JANEIRO I	SE	GAS	112,9	100	3	2,4	106,88	106,88	749,99
R,SILVEIRA	SE	DIESEL	25,0	0	16,56	21,83	0,00	0	978,10

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
RE TG1000201	S	GAS	100,2	90	4	0	86,57	65	749,99
SAO SEPE	S	BIOMASSA	8,0	90	13,3	2,73	6,07	0	80,68
SEROPEDICA	SE	GAS	360,0	100	19,89	7,65	266,33	0	466,08
ST,CRUZ 34	SE	OLEO	436,0	0	24,25	18,01	0,00	0	310,41
ST,CRUZ NOVA	SE	GAS	500,0	100	7,61	8,12	424,44	0	286,53
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	1042,82
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	1007,81
TERMOCEARA	NE	GAS	223,0	98,7	26,96	9,22	145,94	0	475,79
TERMOMACAE	SE	GAS	922,6	100	9,3	3,4	808,35	0	600,00
Termomanaus	NE	DIESEL	143,0	100	11,68	9,4	114,43	0	2277,09
TERMONE	NE	OLEO	170,9	95	2,7	0,78	156,74	0	1011,69
TERMOPB	NE	OLEO	170,9	95	2,24	0,9	157,29	0	1011,69
TERMOPE	NE	GAS	550,0	96,9	1,37	6,08	493,69	0	599,12
TERMORIO	SE	GAS	1058,0	93,5	6	5,2	881,52	0	600,00
TRES LAGOAS	SE	GAS	350,0	100	17,42	6,47	270,33	0	317,11
TROMBUDO	S	GAS	28,0	100	3	6	25,53	0	596,90
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	1020,32
VIANA 1	SE	GAS	37,5	100	2,5	1,5	36,01	35,99	750,00
W, ARJONA	SE	GAS	177,1	90	2,5	3,49	149,98	0	599,83
XAVANTES	SE	DIESEL	53,6	100	0,31	0,16	53,35	0	2633,27

Anexo 2 – Dados Energéticos da UHE G. B. Munhoz

Tabela 18 – Dados Energéticos – UHE G. B. Munhoz

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 (%)	92,6
Produtibilidade Específica (MW/m ³ /s/m)	0,009037¹⁴
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	0,581
Indisponibilidade programa - IP (%)	5,099
Interligação no Subsistema	Sul
Queda líquida de referência (m)	135,00
Perda Hidráulica média (m)	2,12
Canal de fuga médio (m) ¹⁵	607,19
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S
Vazão efetiva (m ³ /s) ¹⁶	343
Vazão remanescente (m ³ /s)	0
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	78
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	78

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
Área máxima (km ²)	141,91
Área mínima (km ²)	55,89
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)

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2027	-3,66	-3,44	-3,46	-3,53	-3,35	-3,34	-3,34	-3,40	-3,37	-3,39	-3,90	-4,09

¹⁴ Considerando massa específica da água de 997,06 kg/m³ e aceleração da gravidade de 9,788 m/s² conforme Ciclo 1 do GTDP.

¹⁵ Canal de fuga médio obtido por simulação com o modelo SUISHI, conforme arquivo de saída CANFUG.rel.

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	0,0	2.391,7	6,036212E+02	-1,315962E-17	4,083553E-07	0,000000E+00	0,000000E+00
	2.391,7	5.216,5	6,018860E+02	1,105825E-03	4,208870E-07	-8,311505E-11	4,761140E-15
604,5000	0,0	2.500,0	6,045000E+02	2,866042E-04	9,041424E-07	-7,456762E-10	1,779766E-13
	2.500,0	5.216,5	6,018860E+02	1,105825E-03	4,208870E-07	-8,311505E-11	4,761140E-15
605,3000	0,0	3.319,1	6,053000E+02	-3,200668E-17	8,733053E-07	-4,280718E-10	6,973660E-14
	3.319,1	5.216,5	6,018860E+02	1,105825E-03	4,208870E-07	-8,311505E-11	4,761140E-15
606,2000	0,0	4.000,0	6,062000E+02	-4,591579E-17	5,458862E-07	-2,078972E-10	2,857120E-14
	4.000,0	5.216,5	6,018860E+02	1,105825E-03	4,208870E-07	-8,311505E-11	4,761140E-15
607,0000	0,0	5.050,0	6,070000E+02	-2,430597E-17	3,855875E-07	-9,788575E-11	9,793493E-15
	5.050,0	5.216,5	6,018860E+02	1,105825E-03	4,208870E-07	-8,311505E-11	4,761140E-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