



Empresa de Pesquisa Energética

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Garantia Física de Novos Empreendimentos Hidrelétricos com Despacho Centralizado

*Leilão de Energia Nova
A-4 de 2021*

Junho de 2021

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA





GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

Secretária Executiva

Marisete Fátima Dadald Pereira

**Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**

Paulo Cesar Magalhães Domingues

Secretário de Energia Elétrica

Rodrigo Limp Nascimento

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

José Mauro Ferreira Coelho

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

Alexandre Vidigal de Oliveira



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

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Garantia Física de Novos Empreendimentos Hidrelétricos com Despacho Centralizado

*Leilão de Energia Nova
A-4 de 2021*

Coordenação Geral e Executiva

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira
Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

Bernardo Folly de Aguiar
Thiago Ivanoski Teixeira

Equipe Técnica

André Makishi
Fernanda Gabriela B. dos Santos
Luis Paulo Scolaro Cordeiro
Rafaela Veiga Pilar
Thais Iguchi

Nº EPE-DEE-RE-066/2021-r0

Data: 11 de junho de 2021

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	11/06/2021	Publicação Original

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	7
2. INTRODUÇÃO.....	8
3. METODOLOGIA DE CÁLCULO DE GARANTIA FÍSICA DAS USINAS HIDRELÉTRICAS.....	9
4. PREMISSAS PARA O CÁLCULO DE GARANTIA FÍSICA DE USINAS HIDRELÉTRICAS.....	9
5. DESCRIÇÃO DOS NOVOS EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS.....	13
6. CÁLCULO DAS GARANTIAS FÍSICAS DOS NOVOS EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS.....	15
7. GARANTIAS FÍSICAS DURANTE O PERÍODO DE MOTORIZAÇÃO.....	18
8. RESUMO DOS RESULTADOS.....	18
ANEXO 1 – CONFIGURAÇÃO HIDROTÉRMICA DE REFERÊNCIA.....	19
ANEXO 2 – DADOS CONSIDERADOS NAS SIMULAÇÕES DOS EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS.....	23

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2026</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2026</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 3 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria nº 484/2014</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 4 – Potência Instalada dos novos aproveitamentos – Leilão A-4 de 2021</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 5 – Situação em 09/06/2021: Juruena</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 6 – Situação em 09/06/2021: Salto Grande</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 7 – Carga crítica e blocos térmico e hidráulico</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 8 – CVaR_{1%} da energia não suprida</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 9 – CMO médio</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 10 – CVaR_{10%}CMO do Caso Base</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 11 – CVaR_{10%}CMO do Caso de Cálculo</i>	<i>16</i>
<i>Tabela 12 – Energias Firmes e Garantias Físicas dos Empreendimentos Hidrelétricos conforme a Portaria MME 101/2016</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 13 – Garantias Físicas conforme a Portaria MME 463/2009</i>	<i>17</i>
<i>Tabela 14 – Energias Firmes no período de motorização</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 15 – Garantias Físicas no período de motorização</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 16 – Resumo dos Resultados</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 17 – Configuração Hidrelétrica</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 18 – Configuração Termelétrica</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 19 – Ficha de Dados – UHE Juruena</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 20 – Ficha de Dados – UHE Salto Grande</i>	<i>26</i>

1. Apresentação

A presente Nota Técnica registra os estudos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para o cálculo das garantias físicas dos empreendimentos hidrelétricos cadastrados e em processo de habilitação técnica para participar do leilão de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração – Leilão de Energia Nova A-4 de 2021, para início de suprimento de energia elétrica a partir 1º de janeiro de 2025, nos termos do inciso I do § 1º do Art. 19 do Decreto nº 5.163, de 2004.

O referido leilão será realizado no dia 08 de julho de 2021, por meio de plataforma eletrônica na rede mundial de computadores, conforme disposto na Portaria do Ministério de Minas e Energia – MME nº 1, de 07 de janeiro de 2021.

Ressalta-se que os cálculos das garantias físicas dos empreendimentos foram efetuados segundo a metodologia prevista na Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, considerando as alterações da Portaria MME nº 74/GM/2020¹. Este documento registra, também, a memória de cálculo do processo de determinação das garantias físicas dos empreendimentos hidrelétricos, explicitando ainda os resultados intermediários obtidos como auxílio à eventual reprodução dos resultados. Neste cálculo foram considerados os seguintes empreendimentos: Juruena e Salto Grande. O empreendimento Estrela² não foi considerado nesse cálculo por ter sido inabilitado tecnicamente por todas as Superintendências da EPE.

Os empreendimentos hidrelétricos em questão foram analisados com base nas características técnicas descritas nos Projetos Básicos e complementações entregues à EPE. Também foram consideradas as Declarações de Disponibilidade de Reserva Hídrica (ou Outorga de Uso dos Recursos Hídricos) e Licenças Ambientais emitidas até a presente data.

A validade dos cálculos e valores apresentados nesta nota técnica depende do conteúdo dos documentos que venham a ser publicados. Caso estes documentos apresentem alguma característica distinta das consideradas neste cálculo, os valores constantes nesta nota técnica perdem a validade.

¹ A Portaria MME nº 74/GM/2020, estabelece as premissas gerais que devem ser consideradas na metodologia de cálculo da garantia física de energia das usinas despachadas centralizadamente.

² UHE Estrela: CEG UHE.PH.GO.038340-6.01.

2. Introdução

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

Segundo as diretrizes vigentes para cálculo das garantias físicas de energia de novos empreendimentos, definidas pela Portaria MME nº 101/2016, o cálculo foi realizado utilizando o modelo NEWAVE, em sua versão 27, com processo de convergência da carga crítica conforme o 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. Neste cálculo, não são simuladas explicitamente as pequenas centrais hidrelétricas - PCH, com exceção daquelas despachadas centralizadamente. Também não são simuladas de forma explícita as usinas eólicas e termelétricas não despachadas centralizadamente.

Ressalta-se que segundo previsto na Portaria MME nº 101/2016 a garantia física é determinada na barra de saída do gerador, sem considerar o abatimento do consumo interno da usina e as perdas elétricas tanto na sua conexão quanto na rede básica.

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.

Os valores aqui calculados perderão a validade caso as licenças prévias ou as declarações de reserva de disponibilidade hídrica sejam retificadas e alterem características ou estabeleçam condicionantes distintos dos aqui considerados.

3. Metodologia de cálculo de Garantia Física das Usinas Hidrelétricas

A garantia física de energia do Sistema Interligado Nacional – SIN pode ser definida como aquela correspondente à máxima energia que este sistema pode suprir a um dado critério de garantia de suprimento. Esta energia pode, então, ser rateada entre todos os empreendimentos de geração que constituem o sistema. Este procedimento tem por objetivo garantir efetivamente o lastro físico daqueles empreendimentos, com vistas à comercialização de energia via contratos.

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, com os parâmetros que devem ser utilizados na aplicação das métricas do critério geral de garantia de suprimento para aferição da adequabilidade no atendimento à energia no Sistema, estabelecidas no art. 1º da Resolução CNPE nº 29, de 12 de dezembro de 2019 definidos pela Portaria MME nº 59, de 11 de fevereiro de 2020.

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, nem as perdas elétricas (na rede básica e até o centro de gravidade do submercado no qual a usina esteja localizada).

4. Premissas para o cálculo de Garantia Física de Usinas Hidrelétricas

A Portaria nº 74/GM/2020 estabelece as premissas gerais que devem ser consideradas na metodologia de cálculo da garantia física de energia das usinas despachadas centralizadamente definida na Portaria MME nº 101/2016. A seguir são apresentadas as premissas de simulação consideradas no caso base utilizado no cálculo das garantias físicas para o LEN A-4 de 2021.

- Modelos Utilizados:
 - NEWAVE - Versão 27
 - SUISHI - Versão 14 (Encad versão 5.6.26)
- 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 janeiro de 2021.

- Proporcionalidade da carga: prevista para o ano 2026, segundo Plano Decenal de Expansão de Energia 2030 (PDE 2030), conforme tabela a seguir:

Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2026

MERCADO DE REFERÊNCIA 2026 - PDE 2030			
SE	S	NE	N
47.474	13.645	13.431	7.492
57.8%	16.6%	16.6%	9.0%
BRASIL			
82.040			

- Sazonalidade da carga: prevista para o ano 2026, segundo PDE 2030, conforme tabela a seguir:

Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2026

Região	jan	fev	Mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sudeste	1.030554	1.046563	1.063688	1.001864	0.965339	0.950804	0.948782	0.971384	0.996303	1.016525	1.001948	1.006246
Sul	1.066290	1.047162	1.110631	0.974532	0.956649	0.960900	0.971380	0.971380	0.960460	0.976071	0.996372	1.008172
Nordeste	1.012918	1.013588	1.031905	1.016567	0.994081	0.968765	0.951565	0.962064	0.985518	1.012546	1.024534	1.025948
Norte	0.977742	0.987887	1.005506	1.007775	1.001769	0.967865	0.973738	1.020322	1.031535	1.018587	1.013248	0.994027
SIN	1.028788	1.035906	1.060979	1.000265	0.971925	0.956981	0.955275	0.974327	0.991794	1.009334	1.005750	1.008676

- Parâmetros do SUISHI:
 - Sazonalidade da carga de energia do SIN previsto para o ano de 2026, segundo PDE 2030.
 - Funcionalidades específicas ativas em usinas hidrelétricas:
 - Simulação da bacia do rio Paraíba do Sul com regras especiais, considerando a UHE Simplício como usina de acoplamento hidráulico. Foi considerado o arquivo *default* com os dados da bacia do rio Paraíba do Sul;
 - Em virtude de a simulação do modelo SUISHI empregar série de vazões naturais para a UHE Simplício, é necessário incluir a vazão remanescente (igual a 90 m³/s) como desvio d'água dessa usina e retorno na UHE Ilha dos Pombos. Na simulação com o modelo NEWAVE essa vazão remanescente já está descontada na série artificial utilizada na UHE Simplício;
 - Adicionalmente, é necessário alterar os usos consuntivos da UHE Simplício no modelo SUISHI devido ao acoplamento hidráulico com a bacia do Alto Paraíba do Sul, ou seja,

deve-se considerar o uso consuntivo incremental entre as UHEs Funil e Simplício para a UHE Simplício. No modelo NEWAVE, como não há acoplamento hidráulico entre as bacias do Alto e Baixo Paraíba do Sul, considera-se: (i) a UHE Funil apontando para a UHE Nilo Peçanha, e (ii) na UHE Simplício o uso consuntivo incremental entre as UHEs Funil e Simplício somado ao uso consuntivo acumulado da UHE Funil;

- Operação do reservatório de Lajes em paralelo com a bacia do rio Paraíba do Sul (não foi considerada curva de controle de cheias);
- Curva guia de operação do reservatório da UHE Jirau;
- Restrição de volume máximo operativo sazonal para a UHE Sinop, devido à preservação de lagoas;
- Uso do reservatório a fio d'água da UHE Belo Monte para atendimento à vazão mínima. Foi considerado o compartilhamento do reservatório com a UHE Belo Monte Complementar;
- Consideração de posto intermediário de vazões influenciando o nível do canal de fuga da UHE Belo Monte (posto 293);
- 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.
- Manutenção: Para as usinas hidrelétricas e termelétricas, não foi considerada manutenção explícita, e, sim, índices de indisponibilidade forçada - TEIF e indisponibilidade programada - IP.

Para as usinas hidrelétricas com mais de sessenta meses de operação comercial, após completa motorização³, foram considerados os valores de TEIF e IP apurados pelo ONS (referência: PMO janeiro/2021). Para as demais usinas hidrelétricas, foram considerados os seguintes índices, estabelecidos na Portaria MME nº 484, de 11 de setembro de 2014,

³ Data de referência: 31/12/2019.

conforme redação da Portaria MME nº 248, de 02 de junho de 2015:

Tabela 3 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria nº 484/2014⁴

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

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

Para as usinas termelétricas 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 janeiro de 2021 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. Foram considerados os valores extrapolados para o ano de 2026 conforme metodologia utilizada na Revisão Ordinária de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas e apresentada no relatório “Revisão Ordinária de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas – UHEs Despachadas Centralizadamente no Sistema Interligado Nacional – SIN”, de 25 de abril de 2017. Este relatório encontra-se disponível no site do MME.
- Histórico de vazões: foi definido conforme metodologia estabelecida, em conjunto com o ONS, na atualização das séries de vazões naturais para a Revisão Ordinária de Garantia Física de Energia das Usinas Hidrelétricas. Utilizou-se como base o Relatório ONS DOP-REL-0142/2020 – novembro/2020 - “Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2019”. Adicionalmente, foram consideradas as séries de vazões das usinas da bacia

⁴ Conforme redação da Portaria nº 248, de 2 de junho de 2015.

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

do rio Uruguai atualizadas conforme Nota Técnica nº 8/2018/SPR-ANA.

- Configuração de Referência Inicial: foi baseada na configuração adotada no Caso Base do Leilão de Energia Nova A-3 e A-4 de 2021⁶ e de Energia Existente A-4 e A-5/2021, com Configuração Hidrotérmica conforme Anexo 1.

5. Descrição dos Novos Empreendimentos Hidrelétricos

Os novos empreendimentos hidrelétricos com vistas à participação no LEN A-4 de 2021 são: Juruena e Salto Grande.

Tabela 4 – Potência Instalada dos novos aproveitamentos – Leilão A-4 de 2021

CEG	Empreendimento	Potência Instalada (MW)	Número de unidades geradoras
UHE.PH.MT.040733-0.01	Juruena	49,998	2
UHE.PH.PR.044759-5.01	Salto Grande	49,001 ⁷	3 ⁸

Observa-se que apesar dos empreendimentos em tela estarem abrangidos pela Resolução Normativa ANEEL nº 765/2017, e que a Nota Técnica pela ANEEL emitida junto ao DRS-UHE conter dados referentes aos parâmetros necessários ao cálculo de garantia física, as características consideradas no presente cálculo seguem as premissas do art. 5º da Portaria MME nº 1, de 07 de janeiro de 2021, a qual define que para o cálculo da garantia física de energia de Usina Hidrelétrica com potência instalada igual ou inferior a 50 MW serão utilizados os parâmetros do projeto a ser habilitado tecnicamente pela EPE, não se aplicando o disposto no art. 3º, parágrafo único, da Portaria MME nº 463, de 3 de dezembro de 2009 e no art. 4º, § 4º, inciso V, da Portaria MME nº 102, de 2016. Adicionalmente serão consideradas as características descritas nos Projetos Básicos e nas Declarações de Disponibilidade de Reserva Hídrica e Licenças Ambientais.

É importante ressaltar que nos despachos ANEEL de homologação de dados para fins de cálculo de garantia física são apresentados os valores nominais de rendimento da turbina, de rendimento do gerador e de perda hidráulica, assim como o nível normal de jusante dos empreendimentos. Entretanto, nos modelos de otimização e simulação utilizados no cálculo de garantia física, considera-se discretização mensal e, por simplificação, alguns parâmetros

⁶ Disponível no *site* da EPE.

⁷ Potência referente a casa de força principal + casa de força complementar.

⁸ A UHE Salto Grande possui 2 casas de força, com 2 unidades de 24 MW na casa de força principal e 1 unidade de 1 MW na casa de força complementar (não simulada e não despachada).

são considerados constantes em todo o período simulado. Dessa forma, é importante modelar de forma adequada o valor médio a ser considerado.

A nota técnica EPE-DEE-REE-037-r2 detalha a metodologia empregada para o cálculo dos valores médios de rendimento do conjunto turbina-gerador e da perda hidráulica no circuito de geração para utilização nos modelos energéticos. O canal de fuga médio é obtido por simulação com o modelo SUISHI, considerando a média de todo o histórico de vazões. Os valores de canal de fuga médio para todas as usinas encontram-se no arquivo de saída CANFUG.rel.

Rendimento médio do conjunto turbina-gerador

Na ausência das informações sobre a curva colina das turbinas, utilizou-se como rendimento médio do conjunto turbina-gerador o produto dos rendimentos nominais da turbina e do gerador.

Perda Hidráulica Média

Na ausência de equação de perdas de carga no formato utilizado na NT EPE-DEE-REE-037-r2, foram utilizadas as perdas hidráulicas nominais para ambas as usinas.

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

As tabelas abaixo apresentam a situação mais atualizada, para cada empreendimento, em relação a Despachos ANEEL, DRDH e Licenças Ambientais.

Tabela 5 – Situação em 09/06/2021: Juruena

UHE.PH.MT.040733-0.01	Juruena
Despacho ANEEL	DRS-UHE: Despacho ANEEL nº 344, de 09/02/2021 Nota Técnica nº 76/2021-SCG/ANEEL, de 11/02/2021
Outorga	Portaria SEMA/MT nº 865/2019-SRH, de 14/10/2019 Validade: 31/12/2054
Licença Ambiental	Licença Prévia nº 303930/2013 – SEMA/MT, de 10/09/2013 Validade: 09/09/2016 Ofício nº 163979/CLEIA/SUIMIS/2021, de 01/04/2021, emitido pela SEMA/MT atesta a continuidade da validade da Licença Prévia. Portanto, o trâmite de licenciamento ambiental está regular

Tabela 6 – Situação em 09/06/2021: Salto Grande

UHE.PH.PR.044759-5.01	Salto Grande
Despacho ANEEL	DRS-UHE: Despacho ANEEL nº 3.271, de 19/11/2020 Nota Técnica nº 839/2020-SCG/ANEEL, de 20/11/2020
DRDH	Portaria IAP nº 446/2017-DPCA, de 11/07/2017 Validade: 11/07/2022
Licença Ambiental	Solicitação da Licença Prévia protocolada no IAP em 03/02/2016 Processo em trâmite

A validade dos cálculos e valores apresentados nesta nota técnica depende do conteúdo dos documentos que venham a ser publicados. Caso estes documentos apresentem alguma característica distinta das consideradas neste cálculo ou restrições operativas que impactem a energia gerada, os valores constantes nesta nota técnica perdem a validade.

6. Cálculo das Garantias Físicas dos Novos Empreendimentos Hidrelétricos

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 90.600 MWmed para a carga crítica do SIN para o caso base de referência e 90.680 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 7 – Carga crítica e blocos térmico e hidráulico

	Blocos de energia - MWmed	
	Caso Base	Caso de Cálculo
Carga crítica	90 600	90 680
Bloco Térmico	17 163	17 243
Bloco Hidráulico	54 235	54 235
Usinas não despachadas centralizadamente	19 202	19 202

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 8 – CVaR_{1%} da energia não suprida

	CVaR _{1%} ENS (% demanda anual de energia)	
	Caso Base	Caso de Cálculo
SIN	0,190%	0,150%
SE/CO	0,190%	0,120%
S	0,420%	0,420%
NE	0,000%	0,000%
N	0,070%	0,070%

Tabela 9 – CMO médio

	CMO Médio (R\$/MWh)	
	Caso Base	Caso de Cálculo
SE/CO	186,45	187,38
S	186,45	187,38
NE	186,45	187,38
N	186,45	187,38

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

	Jan	Fev	Marc	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SE/CO	621,09	654,04	676,51	642,99	637,75	665,34	691,27	708,48	725,71	763,71	778,53	678,36
S	621,09	654,04	676,51	642,99	637,75	665,34	691,28	708,48	725,71	763,71	778,54	678,36
NE	621,08	654,04	676,51	642,98	637,74	665,33	691,27	708,47	725,70	763,70	778,53	678,35
N	621,08	654,03	676,50	642,98	637,74	665,33	691,27	708,48	725,70	763,71	778,53	678,35

Tabela 11 – CVaR_{10%} CMO do Caso de Cálculo

	Jan	Fev	Marc	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
SE/CO	633,45	667,26	689,51	653,03	650,88	666,87	683,73	719,81	722,71	742,00	752,66	669,47
S	633,45	667,27	689,51	653,03	650,88	666,87	683,73	719,81	722,72	742,00	752,67	669,48
NE	633,45	667,26	689,51	653,02	650,87	666,86	683,72	719,80	722,71	741,99	752,66	669,47
N	633,45	667,26	689,50	653,02	650,87	666,86	683,73	719,81	722,71	741,99	752,66	669,47

ENERGIAS FIRMES E GARANTIAS FÍSICAS SIMULADAS DE ACORDO COM A PORTARIA MME 101/2016

As energias firmes dos aproveitamentos com vistas à participação no LEN A-4 de 2021 foram obtidas por simulação com o modelo SUIISHI em sua versão 14. A energia firme total do sistema hidráulico resultou em 54.482,754 MWmed.

As garantias físicas dos aproveitamentos hidrelétricos foram obtidas pela repartição do bloco hidráulico, proporcionalmente à energia firme de cada aproveitamento hidrelétrico, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 12 – Energias Firmes e Garantias Físicas dos Empreendimentos Hidrelétricos conforme a Portaria MME 101/2016

CEG	Empreendimento	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MWmed)	Garantia Física (MWmed)
UHE.PH.MT.040733-0.01	Juruena	49,998	39,999	39,8
UHE.PH.PR.044759-5.01	Salto Grande	48,001 ⁹	24,143 ¹⁰	24,0 ¹¹

GARANTIA FÍSICA CALCULADA DE ACORDO COM A PORTARIA MME 463/2009

No caso da UHE Salto Grande, a potência instalada referente à parte despachada e presente na casa de força principal é de 48.001 kW dividida em 2 unidades geradoras, enquanto a casa de força complementar apresenta uma unidade de 1.000 kW que usará as vazões remanescentes do barramento para geração de energia.

Ao se considerar que a casa de força complementar estará sempre turbinando a vazão remanescente da usina, essa não deverá ser despachada centralizadamente, se aplicando a metodologia de cálculo disposta na Portaria MME 463/2009, considerando uma vazão fixa de 5,70 m³/s e os demais dados listados na Tabela 20 do Anexo 2. A garantia física obtida é apresentada na tabela a seguir:

Tabela 13 – Garantias Físicas conforme a Portaria MME 463/2009

CEG	Empreendimento	Potência Instalada (MW)	Garantia Física (MWmed)
UHE.PH.MT.040733-0.01	Juruena	-	-
UHE.PH.PR.044759-5.01	Salto Grande	1,000 ¹²	0,98 ¹³

⁹ Potência instalada referente à casa de força principal, sem inclusão da casa de força complementar.

¹⁰ Energia Firme referente à casa de força principal. A casa de força complementar tem seu cálculo de acordo com o disposto na Portaria MME 463/2009.

¹¹ Garantia Física referente a parcela da casa de força principal.

¹² Potência instalada referente à casa de força complementar.

¹³ Garantia Física referente a parcela da casa de força complementar.

7. Garantias Físicas Durante o Período de Motorização

Para efeito de discretização da garantia física ao longo do processo de motorização de uma usina hidrelétrica, calcula-se a garantia física, considerando a evolução da entrada das unidades geradoras. A garantia física de cada estágio de motorização é proporcional à razão entre a energia firme do conjunto de máquinas correspondente e a energia firme da usina completa, limitada pela respectiva potência disponível.

A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos durante o período de motorização:

Tabela 14 – Energias Firmes no período de motorização

CEG	Empreendimento	Energia Firme (MWmed)				
		Completa	Unid 1	Unid 2	Unid 3	Unid 4
UHE.PH.MT.040733-0.01	Juruena	39,999	23,341	39,999	-	-
UHE.PH.PR.044759-5.01	Salto Grande ¹⁴	24,143	17,370	24,143	-	-

Tabela 15 – Garantias Físicas no período de motorização

CEG	Empreendimento	Garantia Física (MWmed)				
		Completa	Unid 1	Unid 2	Unid 3	Unid 4
UHE.PH.MT.040733-0.01	Juruena	39,8	23,2	39,8	-	-
UHE.PH.PR.044759-5.01	Salto Grande ¹⁵	24,0	17,3	24,0	-	-

8. Resumo dos Resultados

A seguir, são apresentados os resultados obtidos no processo de cálculo das garantias físicas dos aproveitamentos hidrelétricos para o LEN A-4 de 2021.

Tabela 16 – Resumo dos Resultados

Aproveitamento	Rio	UF	Potência Instalada (MW)	Energia Firme (MWmed)	Garantia Física PRT 101 (MWmed)	Garantia Física PRT 463 (MWmed)	Garantia Física Total (MWmed)	Nº de Unidades
Juruena	Juruena	MT	49,998	39,999	39,8	-	39,8	2
Salto Grande	Chopim	PR	49,001	24,143	24,0	0,98	25,0	3

¹⁴ Valores de Energia Firme no período de motorização referentes a casa de força principal.

¹⁵ Valores de Garantia Física no período de motorização referentes a casa de força principal.

Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência

Tabela 17 – Configuração Hidrelétrica

Sudeste / Centro-Oeste / Acre / Rondônia			
A. VERMELHA	DARDANELOS	JURU	RETIRO BAIXO
A.A. LAYDNER	E. DA CUNHA	JIRAU	RONDON 2
A.S. LIMA	EMBORCACAO	JUPIA	ROSAL
A.S.OLIVEIRA	ESPORA	L.N. GARCEZ	ROSANA
AIMORES	ESTREITO	LAJEADO	SA CARVALHO
B. COQUEIROS	FONTES	LAJES	SALTO
BAGUARI	FOZ R. CLARO	M. DE MORAES	SALTO GRANDE
BARRA BONITA	FUNIL	MANSO	SAMUEL
BATALHA	FUNIL-GRANDE	MARIMBONDO	SANTA BRANCA
BILLINGS	FURNAS	MASCARENHAS	SAO DOMINGOS
CACH.DOURADA	GUAPORE	MIRANDA	SAO MANOEL
CACONDE	GUARAPIRANGA	NAVANHANDAVA	SAO SALVADOR
CACU	GUILMAN-AMOR	NILO PECANHA	SAO SIMAO
CAMARGOS	HENRY BORDEN	NOVA PONTE	SERRA FACAO
CANA BRAVA	I. SOLTEIRA	OURINHOS	SERRA MESA
CANDONGA	IBITINGA	P. COLOMBIA	SIMPLICIO
CANOAS I	IGARAPAVA	P. ESTRELA	SINOP
CANOAS II	ILHA POMBOS	P. PASSOS	SLT VERDINHO
CAPIM BRANC1	IRAPE	P. PRIMAVERA	SOBRAGI
CAPIM BRANC2	ITAIPU	PARAIBUNA	STA CLARA MG
CAPIVARA	ITIQUIRA I	PEIXE ANGIC	STO ANTONIO
CHAVANTES	ITIQUIRA II	PICADA	SUICA
COLIDER	ITUMBIARA	PIRAJU	TAQUARUCU
CORUMBA I	ITUTINGA	PONTE PEDRA	TELES PIRES
CORUMBA III	JAGUARA	PROMISSAO	TRES IRMAOS
CORUMBA IV	JAGUARI	QUEIMADO	TRES MARIAS
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	STA CLARA PR
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 18 – 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	1024,39
ANGRA 1	SE	NUCLEAR	640,0	100	1,83	12,75	548,18	509,8	31,17
ANGRA 2	SE	NUCLEAR	1350,0	100	1,46	7,56	1229,72	1080	20,12
ANGRA 3	SE	NUCLEAR	1405,0	100	2	6,84	1282,72	1282,7	25,58
APARECIDA	N	GAS	166,0	100	14,29	13,7	122,79	122,78	68,55
ARACATI	NE	DIESEL	11,5	0	93,15	24,53	0,00	0	1024,39
ARAUCARIA	S	GAS	484,2	0	3,68	10,92	0,00	0	0,00
BAHIA I	NE	OLEO	31,0	98	13,85	3,9	25,15	0	815,30
BAIXADA FLU	SE	GAS	530,0	100	13,07	9,26	418,07	0	98,82
BATURITE	NE	DIESEL	11,5	0	91,03	24,71	0,00	0	1024,39
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	1406,28
Camacari PI	NE	OLEO	150,0	100	44,61	1,7	81,67	0	1019,02
CAMBARA	S	BIOMASSA	50,0	100	2	2	48,02	20	164,84
CAMPINA GDE	NE	OLEO	169,1	100	45,03	24,12	70,53	0	667,17
CAMPO MAIOR	NE	DIESEL	13,1	0	91,91	25,17	0,00	0	1024,39
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350,0	100	25,69	25,62	193,45	193,44	87,06
CANOAS	S	DIESEL	248,6	100	2,08	7,05	226,27	0	698,14
CAUCAIA	NE	DIESEL	14,8	0	92,46	26,61	0,00	0	1024,39
Cisframa	S	BIOMASSA	4,0	90	3,5	6	3,27	0	311,70
CRATO	NE	DIESEL	13,1	0	91,15	23,25	0,00	0	1024,39
CUBATAO	SE	GAS	216,0	100	4,94	7,6	189,72	86,4	335,99
CUIABA G CC	SE	GAS	529,2	0	9,43	21,46	0,00	0	0,00
DAIA	SE	DIESEL	44,4	0	7,57	16,58	0,00	0	1178,85
DO ATLANTICO	SE	GAS PROCES	490,0	93	0,36	3,68	437,35	419,78	193,82
ENGUIA PECEM	NE	DIESEL	14,8	0	89,35	19,52	0,00	0	1024,39
ERB CANDEIAS	NE	BIOMASSA	16,8	100	3	5	15,48	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	31,74	17,54	10,13	10,12	330,64
FORTALEZA	NE	GAS	326,6	100	2,11	4,63	304,91	223	223,72
GERAMAR I	N	OLEO	165,9	96	0,8	3,44	152,56	0	667,14
GERAMAR II	N	OLEO	165,9	96	2,68	1,17	153,18	0	667,14
GLOBAL I	NE	OLEO	148,8	100	18,23	10,34	109,09	0	756,99
GLOBAL II	NE	OLEO	148,8	100	17,85	9,34	110,82	0	756,99
GNA I	SE	GAS	1338,0	100	2	2	1285,02	0	236,99
GNA P, ACU 3	SE	GAS	1673,0	100	2,5	2	1598,55	639,27	170,12
GOIANIA II	SE	DIESEL	140,3	96,8	28,73	34,47	63,43	0	1236,05
IBIRITE	SE	GAS	226,0	100	6,91	10,59	188,10	0	261,77
IGUATU	NE	DIESEL	14,8	0	89,93	24,69	0,00	0	1024,39
J,LACERDA A1	S	CARVAO	100,0	90	26,49	27,49	47,97	0	270,48
J,LACERDA A2	S	CARVAO	132,0	90,9	9,25	18,67	88,56	33	245,21
J,LACERDA B	S	CARVAO	262,0	91,6	9,66	21,33	170,56	120	244,14
J,LACERDA C	S	CARVAO	363,0	92,3	8,37	19,37	247,54	247,53	206,84
JARAQUI	N	GAS	75,5	87	4	0	63,06	62,98	0,00
JUAZEIRO N	NE	DIESEL	14,8	0	87,83	24,1	0,00	0	1024,39
JUIZ DE FORA	SE	GAS	87,1	100	5,87	3,89	78,80	0	283,74
LINHARES	SE	GAS	204,0	100	2,07	2,29	195,20	0	217,23
MANAUARA	N	GAS	66,8	99,4	2,5	0,39	64,49	64,48	0,00

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
MARACANAU I	NE	OLEO	168,0	98	47	15,65	73,60	0	644,68
MARAMBAIA	NE	DIESEL	13,1	0	91,52	24,95	0,00	0	1024,39
MARANHAO III	N	GAS	518,8	100	2,78	2,44	492,07	241,63	85,72
MARANHAO IV	N	GAS	337,6	100	2,79	5,37	310,56	0	135,35
MARANHAO V	N	GAS	337,6	100	2,2	4,83	314,23	0	135,35
Marlim Azul	SE	GAS	565,5	100	5	5	510,36	210,42	85,01
MAUA 3	N	GAS	590,8	98,7	4,04	11,75	493,81	264	68,55
Muricy	NE	OLEO	147,2	100	20,62	5,32	110,63	0	1019,02
N,PIRATINING	SE	GAS	572,1	65,5	10,39	13,91	289,08	0	548,04
N,VENECIA 2	N	GAS	270,5	100	3,52	5,89	245,61	40,44	232,27
NAZARIA	NE	DIESEL	13,1	0	91,32	23,43	0,00	0	1024,39
NORTEFLU-1	SE	GAS	400,0	100	0	0	400,00	399,99	83,80
NORTEFLU-2	SE	GAS	100,0	100	4,77	9,57	86,12	0	94,87
NORTEFLU-3	SE	GAS	200,0	100	4,77	9,57	172,23	0	181,36
NORTEFLU-4	SE	GAS	126,8	100	4,77	9,57	109,20	0	401,52
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	275,18
Onca Pintada	SE	BIOMASSA	50,0	95	3,19	5,48	43,46	6,86	92,21
P, PECEM I	NE	CARVAO	720,3	100	6,14	7,1	628,07	0	157,75
P, PECEM II	NE	CARVAO	365,0	100	3,39	6,36	330,20	0	169,40
P, SERGIPE I	NE	GAS	1516,0	100	1,1	2,05	1468,59	0	207,90
PALMEIRAS GO	SE	DIESEL	175,6	80	69,96	8,21	38,74	0	761,08
PAMPA SUL	S	CARVAO	345,0	100	3,81	3,92	318,85	170	53,92
PARNAIBA IV	N	GAS	56,3	100	7,82	21,38	40,80	0	151,69
PARNAIBA V	N	GAS	385,7	95	3	2	348,31	0	104,85
Pau Ferro I	NE	DIESEL	94,1	100	1,48	4,2	88,81	0	1133,07
PECEM II	NE	DIESEL	144,0	100	3	1	138,28	0	1420,76
PERNAMBU_III	NE	OLEO	200,8	100	71,86	15,47	47,76	0	568,31
PETROLINA	NE	OLEO	136,2	96,9	4,34	4,74	120,27	0	1118,01
PIRAT,12 G	SE	GAS	200,0	0	6,57	12,08	0,00	0	470,34
PONTA NEGRA	N	GAS	66,0	100	2,5	0,53	64,01	64	0,00
PORTO ITAQUI	N	CARVAO	360,1	100	8,86	3,27	317,46	0	163,74
Potiguar	NE	DIESEL	53,1	100	7,79	18,2	40,05	0	1000,83
Potiguar III	NE	DIESEL	66,4	82,5	3,91	20,79	41,69	0	1000,82
Predilecta	SE	BIOMASSA	5,0	100	0,37	5	4,73	1	129,44
PROSPERI III	NE	BIOMASSA	50,2	100	0,5	4,5	47,70	0	127,63
PROSPERID II	NE	GAS	37,4	100	2	4,21	35,11	0	131,87
PROSPERIDADE	NE	GAS	28,0	100	3,15	3,39	26,20	0	165,61
R,SILVEIRA	SE	DIESEL	25,0	0	16,56	21,83	0,00	0	978,10
SAO SEPE	S	BIOMASSA	8,0	90	3,25	3,52	6,72	0	76,11
SEROPEDICA	SE	GAS	385,9	100	25,84	6,86	266,55	0	343,77
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	6,75	6,89	434,13	0	145,36
STA VITORIA	SE	BIOMASSA	41,4	92	1	16,2	31,60	0	90,00
SUAPE II	NE	OLEO	381,3	100	14,96	8,24	297,54	0	671,86
SYKUE I	NE	BIOMASSA	30,0	100	1,5	3	28,66	0	510,12
T,NORTE 2	SE	OLEO	340,0	0	1,7	1,92	0,00	0	910,86
TAMBAQUI	N	GAS	93,0	70,5	4	0	62,94	62,94	0,00
TERMOBAHIA	NE	GAS	185,9	85,5	4,31	8,32	139,44	0	282,74
TERMOCABO	NE	OLEO	49,7	100	7,48	12,45	40,26	0	659,15

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
TERMOCAMACAR	NE	GAS	120,0	22,3	39,9	10,29	14,43	0	345,02
TERMOCEARA	NE	GAS	223,0	100	33,64	17,47	122,13	0	371,45
TERMOMACAE	SE	GAS	928,7	100	11,17	4,91	784,46	0	612,39
Termomanaus	NE	DIESEL	143,0	100	9,76	5,95	121,37	0	1133,07
TERMONE	NE	OLEO	170,9	95	4,76	1,24	152,71	0	664,53
TERMOPB	NE	OLEO	170,9	95	4,35	1,24	153,37	0	664,53
TERMOPE	NE	GAS	532,8	100	5,25	11,98	444,35	312,01	153,27
TERMORIO	SE	GAS	1036,0	100	12,67	5,29	856,88	100,5	267,93
TRES LAGOAS	SE	GAS	350,0	100	12,95	5,55	287,77	0	224,56
URUGUAIANA	S	GAS	639,9	0	3,42	31,43	0,00	0	486,20
VALE DO ACU	NE	GAS	367,9	84,3	1,4	17,58	252,04	0	283,60
VIANA	SE	OLEO	174,6	100	3,8	5,23	159,18	0	667,16
XAVANTES	SE	DIESEL	53,6	100	0,02	0	53,59	0	1695,49

Anexo 2 – Dados Considerados nas Simulações dos Empreendimentos Hidrelétricos

Tabela 19 – Ficha de Dados – UHE Jurueña¹⁶

Potência instalada (MW) ¹⁷	49,998
Número de unidades geradoras	2
Hidrelétrica a jusante	-
Tipo de turbina	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador (%) ¹⁸	89,7
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	2,068
Indisponibilidade programa - IP (%)	4,660
Interligação no Subsistema	Sudeste
Queda líquida de referência (m)	34,30
Perda Hidráulica média (m) ¹⁹	1,10
Canal de fuga médio (m) ²⁰	416,27
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S
Vazão efetiva (m ³ /s)	80
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	113
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	113

RESERVATÓRIO

Volume máximo (hm ³)	2,93
Volume mínimo (hm ³)	2,93
NA máximo normal (m)	452,00
NA mínimo normal (m)	452,00
Área máxima (km ²)	0,64
Área mínima (km ²)	0,64
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Diária
Volume de vertimento (hm ³)	2,93

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
17	10	19	13	21	21	16	24	43	9	4	6

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)²¹

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2026	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32	-2,32

¹⁶ Conforme Despacho nº 344, de 9 de fevereiro de 2021 e Nota Técnica nº 76/2021-SCG/ANEEL, de 11 de fevereiro de 2021.

¹⁷ A Nota Técnica nº 76/2021-SCG/ANEEL, de 11 de fevereiro de 2021 apresenta um valor de 49.998,60 kW para a potência instalada, enquanto no Sistema AEGE foi habilitado o montante de 49.998 kW.

¹⁸ Foi considerado o produto dos valores nominais de rendimento da turbina e do gerador.

¹⁹ Por não apresentar equação de perda de carga para aplicação da metodologia descrita na NT EPE-DEE-REE-037-r2, foi adotada a perda hidráulica nominal definida na Nota Técnica nº 76/2021-SCG/ANEEL, de 11 de fevereiro de 2021.

²⁰ Canal de fuga médio obtido por simulação com o modelo SUISHI, conforme arquivo de saída CANFUG.rel.

²¹ Valores para 2026 apresentados na Portaria SEMA/MT nº 865/2019-SRH, de 14/10/2019.

VAZÃO REMANESCENTE (m³/s)²²

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
46,5	46,5	46,5	46,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	46,5	46,5

POLINÔMIOS²³

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	4,430769E+02	6,604808E+00	-2,426451E+00	5,797879E-01	-5,653611E-02
PCA	2,9715447E+06	-2,6666165E+04	8,9736113E+01	-1,3421138E-01	7,5273379E-05
PVNJ	4,1524419E+02	7,9474028E-03	1,0671242E-05	-6,6807569E-08	8,0191658E-11

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAS²⁴

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	160	171	179	161	152	149	147	148	145	156	152	156
1932	157	164	178	150	150	144	146	146	142	145	143	142
1933	165	162	153	158	138	139	138	137	138	137	139	155
1934	153	165	168	158	139	140	140	140	146	141	144	155
1935	194	158	196	169	152	149	150	149	148	154	151	159
1936	155	191	158	156	146	145	144	143	142	139	139	137
1937	144	139	155	149	131	132	129	128	128	131	128	152
1938	173	152	149	140	137	133	133	132	131	143	139	145
1939	142	154	148	139	133	135	134	130	131	132	140	145
1940	165	182	210	183	154	147	150	150	150	152	161	155
1941	166	182	205	156	156	152	152	157	152	164	159	156
1942	172	178	180	196	158	155	155	154	157	163	167	156
1943	181	179	188	183	155	156	156	154	156	166	166	178
1944	160	178	179	159	152	153	151	149	148	149	154	150
1945	165	181	200	182	161	151	153	152	153	155	165	173
1946	163	203	192	161	180	156	160	157	156	157	166	168
1947	199	192	213	183	167	163	163	162	161	167	166	178
1948	173	187	182	167	158	156	158	154	157	155	161	216
1949	204	216	202	182	171	173	168	167	165	177	166	189
1950	212	197	222	179	169	171	169	167	165	169	171	193
1951	193	196	261	171	189	174	173	173	173	169	178	175
1952	183	184	184	181	160	160	159	157	155	153	154	160
1953	160	168	188	149	150	146	145	144	147	148	144	152
1954	158	175	195	147	147	146	145	144	145	144	154	146
1955	174	154	192	153	151	146	145	144	142	143	141	155
1956	149	161	150	160	149	144	138	139	143	140	165	165
1957	167	189	178	166	150	153	150	151	156	151	155	167
1958	174	166	176	173	153	150	152	149	148	150	155	169
1959	209	183	218	171	161	161	161	159	157	157	178	182
1960	196	204	188	184	164	164	163	162	159	163	163	173
1961	194	177	187	173	161	157	157	156	153	155	155	169
1962	183	187	155	171	152	152	150	150	151	150	149	167
1963	168	191	163	166	148	149	148	147	147	144	148	143
1964	157	151	154	137	139	134	133	131	129	135	144	140
1965	154	152	168	168	137	137	138	137	139	156	157	152
1966	161	188	154	144	148	143	143	141	140	146	136	139
1967	135	138	142	145	126	126	125	123	121	123	125	131
1968	124	181	137	134	123	124	124	127	126	128	127	140
1969	143	134	139	131	126	124	123	121	120	123	127	140
1970	149	143	136	135	128	125	125	124	123	128	125	120
1971	130	135	124	131	121	115	118	115	115	121	113	121

²² Valores médios mensais apresentados na Portaria SEMA/MT nº 865/2019-SRH, de 14/10/2019.

²³ Polinômios conforme apresentados na Nota Técnica nº 76/2021-SCG/ANEEL, de 11 de fevereiro de 2021, com exceção do Polinômio Volume-Cota, que no referido documento está no formato PCV, não sendo possível a sua aplicação. No caso foi adotado o PVC utilizado no cálculo de garantia física do LEN A-6 2019.

²⁴ Portaria SEMA/MT nº 865/2019-SRH, de 14/10/2019. A série foi estendida do ano 2010 até 2019 pelo empreendedor.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1972	127	142	125	117	119	114	115	114	120	116	125	133
1973	130	142	142	133	124	125	121	121	125	128	136	151
1974	156	145	176	168	147	137	139	141	141	143	141	158
1975	156	176	185	171	149	146	150	146	146	151	163	156
1976	157	164	176	161	154	146	146	145	146	150	159	161
1977	158	164	165	154	162	148	145	147	150	149	153	162
1978	169	184	157	184	162	150	152	151	152	157	161	179
1979	192	187	208	168	171	160	161	161	165	161	164	182
1980	189	211	198	172	173	167	165	163	171	165	169	179
1981	191	180	204	172	164	166	161	160	162	163	166	167
1982	173	186	189	172	161	157	156	158	160	163	158	162
1983	171	173	177	178	164	161	154	150	147	151	157	168
1984	173	169	177	175	168	158	152	150	151	155	161	157
1985	159	157	157	169	159	154	151	148	147	154	150	161
1986	161	168	166	169	171	161	156	161	159	154	154	157
1987	160	166	172	170	163	158	152	148	148	149	158	164
1988	171	176	181	179	169	163	158	154	153	153	159	166
1989	173	184	184	187	180	171	164	161	157	157	155	166
1990	169	184	175	172	163	157	153	152	153	153	152	155
1991	164	168	177	180	176	163	158	156	154	155	158	161
1992	163	172	172	172	163	157	153	151	155	155	157	165
1993	173	183	191	186	168	163	157	153	153	150	151	155
1994	172	183	174	173	163	166	161	157	157	153	152	161
1995	169	177	180	184	178	165	159	155	152	157	162	180
1996	172	169	182	175	165	157	152	153	149	152	163	157
1997	158	171	183	182	174	164	155	151	152	150	150	153
1998	157	171	180	174	159	154	148	147	143	150	157	156
1999	157	156	162	155	151	144	142	139	140	139	144	148
2000	145	152	168	162	151	144	140	139	138	140	145	143
2001	151	151	159	154	145	142	139	138	137	139	144	148
2002	146	157	154	148	143	138	135	133	133	133	134	139
2003	146	150	151	159	144	131	132	133	133	136	138	139
2004	145	151	150	145	141	136	133	129	129	132	135	134
2005	147	143	149	144	138	135	132	128	134	131	133	138
2006	145	148	150	154	142	137	135	131	131	140	135	145
2007	153	157	156	150	129	142	138	133	130	140	147	148
2008	142	149	149	150	142	136	133	131	129	132	136	142
2009	142	145	156	146	140	134	130	130	132	133	152	155
2010	177	200	149	138	133	152	152	151	150	148	151	157
2011	148	146	149	151	135	129	126	124	121	124	127	128
2012	135	143	148	140	129	129	127	119	123	129	125	133
2013	144	152	145	140	132	129	126	122	120	123	124	127
2014	131	147	164	162	171	151	135	129	129	131	137	138
2015	142	143	144	148	147	139	134	133	130	129	135	130
2016	137	148	150	150	139	130	124	123	125	123	124	136
2017	134	144	145	143	136	129	128	124	117	118	128	135
2018	141	149	150	154	145	136	131	130	128	134	139	145
2019	142	139	161	155	152	140	135	134	131	138	141	143

Tabela 20 – Ficha de Dados – UHE Salto Grande²⁵

	CF Principal	CF Complementar
Potência instalada (MW)	48,001 ²⁶	1,000
Número de unidades geradoras	2	1
Hidrelétrica a jusante	Salto Caxias	-
Tipo de turbina	Kaplan	Francis
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador (%) ²⁷	91,4	88,3
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	2,068	1,000
Indisponibilidade programa - IP (%)	4,660	1,000
Interligação no Subsistema	Sul	-
Queda líquida de referência (m)	38,34 ²⁸	20,47 ²⁹
Perda Hidráulica média (m) ³⁰	2,53	0,54
Canal de fuga médio (m) ³¹	461,00	-
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S	N
Vazão efetiva (m ³ /s)	70	5,70
Vazão remanescente (m ³ /s) ³²	5,70	0
Vazão mínima do histórico (m ³ /s)	6	-
Vazão mínima defluente (m ³ /s)	6	-

RESERVATÓRIO

Volume máximo (hm ³)	58,27
Volume mínimo (hm ³)	29,78
NA máximo normal (m)	502,00
NA mínimo normal (m)	497,00
Área máxima (km ²)	6,86
Área mínima (km ²)	4,17
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Diária
Volume de vertimento (hm ³)	58,27

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-66	-35	-4	57	101	114	108	92	61	5	-42	-80

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)³³

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2026	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,34	-0,35

²⁵ Conforme Despacho nº 3.271, de 19 de novembro de 2020 e Nota Técnica nº 839/2019-SCG/ANEEL, de 20 de novembro de 2020.

²⁶ Potência instalada referente ao somatório de potência disponível na casa de força principal.

²⁷ Foi considerado o produto dos valores nominais de rendimento da turbina e do gerador.

²⁸ Valor divergente do presente na Nota Técnica nº 839/2019-SCG/ANEEL, de 20 de novembro de 2020 e conforme solicitação no AEGE ao empreendedor.

²⁹ Queda bruta nominal de 21,01 m conforme Nota Técnica nº 839/2019-SCG/ANEEL, de 20 de novembro de 2020.

³⁰ Foi adotada a perda hidráulica nominal definida na Nota Técnica nº 839/2019-SCG/ANEEL, de 20 de novembro de 2020.

³¹ Canal de fuga médio obtido por simulação com o modelo SUISHI, conforme arquivo de saída CANFUG.rel.

³² Valor conforme parecer administrativo da Portaria IAP nº 446 - DPCA, de 11 de julho de 2017. Vazão a ser integralmente turbinada pela casa de força complementar.

³³ Valores com base na Resolução ANA nº 210/2004 e metodologia aplicada na Revisão Ordinária de Garantias Físicas de 2017.

POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	4,862629E+02	5,639883E-01	-9,563396E-03	1,065060E-04	-4,968150E-07
PCA	-1,624790E+04	0,000000E+00	4,084496E-01	-1,115837E-03	8,579330E-07
PVNJ	4,599260E+02	9,340000E-03	-9,770000E-06	6,640000E-09	-1,690000E-12

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS³⁴

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	97	42	47	44	260	238	129	53	109	71	57	61
1932	64	95	157	288	150	205	106	81	149	255	63	66
1933	38	36	47	29	33	18	19	14	34	51	43	32
1934	41	69	56	89	62	40	36	30	42	75	32	69
1935	37	26	52	51	30	109	110	175	218	427	97	94
1936	147	51	42	33	69	525	105	163	114	82	58	46
1937	78	60	65	63	61	41	32	48	49	105	187	80
1938	82	124	50	64	159	279	288	68	56	47	45	34
1939	46	58	86	56	108	73	96	43	92	57	211	252
1940	123	63	44	128	90	59	42	36	33	39	52	65
1941	58	159	85	96	101	130	85	198	89	90	132	179
1942	75	131	86	151	140	107	78	49	64	81	33	38
1943	29	43	35	22	69	156	84	76	67	94	75	37
1944	57	36	63	49	29	19	15	11	16	17	55	36
1945	29	43	44	35	21	40	82	50	35	49	56	69
1946	129	281	152	90	120	132	232	78	52	160	90	113
1947	80	104	79	89	80	151	75	124	232	144	67	71
1948	50	124	85	62	104	64	83	156	70	139	129	33
1949	57	23	69	127	94	126	42	60	65	62	35	40
1950	89	79	110	57	96	49	73	38	39	164	83	53
1951	76	111	161	51	35	26	28	14	18	107	111	67
1952	42	41	29	32	23	87	53	34	96	203	114	46
1953	50	63	43	39	38	47	45	39	120	187	174	67
1954	124	72	66	47	230	305	161	60	164	220	82	103
1955	65	36	48	112	160	286	246	136	97	46	25	18
1956	48	50	29	179	170	93	75	125	138	82	27	17
1957	37	112	36	26	28	86	254	467	338	98	72	49
1958	28	18	39	36	17	62	60	96	224	120	117	141
1959	59	85	51	69	68	97	60	78	70	59	36	31
1960	18	27	13	15	20	42	31	152	147	173	147	49
1961	41	42	227	82	74	45	26	20	178	231	134	78
1962	67	100	66	34	61	75	57	44	124	165	81	40
1963	40	74	92	53	83	45	25	21	27	154	271	105
1964	40	60	46	82	121	55	68	154	114	80	47	38
1965	28	39	31	35	136	106	234	134	164	318	195	248
1966	127	219	119	55	30	89	114	70	117	210	131	100
1967	84	97	166	55	26	54	51	83	98	62	65	67
1968	27	15	13	19	23	20	42	22	16	42	77	97
1969	195	74	80	178	132	244	124	69	96	193	130	43
1970	40	39	33	26	48	129	186	56	74	152	52	160
1971	212	80	68	123	197	269	207	96	63	78	33	22
1972	35	51	55	73	27	128	116	274	355	195	67	69
1973	184	164	99	56	191	188	151	218	220	183	132	49
1974	90	85	57	43	55	123	85	52	115	51	90	85
1975	132	108	56	38	29	61	81	92	191	257	150	150
1976	125	82	47	51	63	158	74	133	109	97	139	62
1977	74	47	73	49	24	59	64	121	78	103	136	94
1978	28	16	15	8	9	15	127	71	98	41	99	54
1979	25	17	28	66	376	93	85	139	137	295	275	113
1980	130	75	87	39	60	42	99	152	132	88	129	149

³⁴ Série de vazões médias mensais naturais afluentes ao empreendimento conforme Projeto Básico e solicitação no Sistema AEGE.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1981	106	123	53	81	79	82	41	27	35	67	134	222
1982	67	69	41	17	18	174	338	104	62	205	534	199
1983	87	120	331	161	517	262	830	158	178	152	178	80
1984	51	69	50	95	97	202	89	230	118	88	139	64
1985	22	53	34	68	43	35	48	38	37	55	84	19
1986	31	129	80	100	150	126	43	69	121	127	73	44
1987	40	99	34	82	407	194	103	67	42	96	93	54
1988	35	30	21	47	305	213	78	29	20	47	36	26
1989	129	203	91	79	135	46	92	114	364	153	77	43
1990	193	90	38	166	163	449	155	227	242	215	143	119
1991	45	32	17	31	21	194	107	77	35	108	95	101
1992	69	58	100	97	312	249	235	179	142	126	130	92
1993	95	103	55	53	194	185	131	108	102	243	76	78
1994	31	139	70	40	169	231	238	69	61	118	227	97
1995	294	74	53	82	41	65	82	42	85	157	65	32
1996	105	228	147	122	33	121	187	65	120	425	145	138
1997	83	223	84	34	101	250	143	242	90	402	378	174
1998	193	255	212	519	235	86	120	345	277	300	84	70
1999	69	85	50	80	44	152	196	40	37	143	45	39
2000	55	53	71	52	95	61	138	81	307	312	84	46
2001	81	240	129	127	105	153	139	73	53	306	80	75
2002	120	99	34	15	217	77	41	66	155	289	246	194
2003	66	140	97	46	33	94	65	25	26	87	139	215
2004	84	29	15	18	165	110	187	45	52	207	255	54
2005	43	12	6	18	146	264	92	49	240	425	122	27
2006	50	39	45	52	26	22	20	40	75	71	54	87
2007	101	54	64	177	313	84	54	24	15	41	148	66
2008	61	27	30	82	104	121	78	99	82	211	259	42
2009	39	30	34	17	55	103	151	212	244	339	129	107
2010	110	83	118	296	264	121	95	92	32	45	43	257
2011	113	211	154	122	41	97	243	271	263	121	103	45
2012	40	32	41	72	77	133	72	75	26	67	66	51
2013	144	85	268	105	117	401	179	129	158	153	79	136
2014	116	38	148	92	167	400	209	63	152	235	111	57
2015	202	73	62	39	96	190	308	77	83	226	179	303
2016	143	142	192	88	140	140	105	135	107	95	73	96
2017	130	108	81	46	116	223	42	48	21	166	219	92
2018	191	103	96	85	31	40	43	27	84	217	112	45
2019	92	90	114	85	170	184	45	23	18	18	78	70