

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

***Revisão Extraordinária dos Montantes
de Garantia Física de Energia
das UHEs Sinop e Tibagi Montante***



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Fernando Coelho Filho

Secretário Executivo do MME

Paulo Jerônimo Bandeira de Mello Pedrosa

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Eduardo Azevedo Rodrigues

Secretário de Energia Elétrica

Fábio Lopes Alves

Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

Márcio Félix Carvalho Bezerra

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vicente Humberto Lôbo Cruz



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

Luiz Augusto Nóbrega Barroso

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Luiz Augusto Nóbrega Barroso

(Interino)

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

Coordenação Geral

Luiz Augusto Nóbrega Barroso

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva

Jorge Trinkenreich

Equipe Técnica

Fernanda Gabriela Batista dos Santos

Luís Paulo Scolari Cordeiro

Rafaela Veiga Pillar

Thais Iguchi

Thiago Correa César

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

Sede

Esplanada dos Ministérios Bloco "U" Sala 744 – Brasília – DF BRASIL
CEP: 70.065-900

Escritório Central

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

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Revisão Extraordinária dos Montantes de Garantia Física de Energia das UHEs Sinop e Tibagi Montante

Nº EPE-DEE-RE-099/2017

Data: 22 de dezembro de 2017

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	22/12/2017	Publicação Original

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
1. Introdução	8
2. Critérios e Premissas para a Revisão Extraordinária de Garantia Física de Energia.....	8
3. Configuração de Referência.....	10
4.1. Fato Relevante e Características Técnicas Associadas	14
4.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência	16
5. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE Tibagi Montante.....	17
5.1. Fato Relevante e Características Técnicas Associadas	18
5.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência	20
6. Resultados Obtidos.....	21
7. Resumo dos Resultados.....	23
Apêndice 1 – Resultados obtidos no cálculo dos parâmetros médios.....	25
I. UHE Sinop	25
I.1. Ajuste da Curva Colina da Turbina	25
I.2. Análise da curva colina.....	25
I.3. Cálculo do Rendimento Médio do Conjunto Turbina-Gerador	26
I.4. Análise comparativa entre os resultados obtidos e o rendimento médio esperado pelo concessionário	27
I.5. Cálculo da Perda Hidráulica Média	30
II. UHE Tibagi Montante	31
II.1. Ajuste da Curva Colina da Turbina	31
II.2. Cálculo do Rendimento Médio do Conjunto Turbina-Gerador	31
II.3. Cálculo das Perdas Hidráulicas Médias	32
Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência	33
Anexo 2 – Ficha de dados - UHE Sinop.....	37
Anexo 3 – Ficha de dados - UHE Tibagi Montante	40

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2022	11
Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2022	11
Tabela 3 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria nº 484/2014	13
Tabela 4 – UHE Sinop - Garantia Física vigente – Portaria SPDE/MME nº 65/2013	14
Tabela 5 – UHE Sinop - Fatos Relevantes.....	14
Tabela 6 – UHE Sinop – Ponto nominal de operação da turbina	15
Tabela 7 – UHE Sinop – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas	16
Tabela 8 – UHE Sinop – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO de referência	17
Tabela 9 – UHE Tibagi Montante - Garantia Física vigente – Portaria MME nº 136/2015	17
Tabela 10 – UHE Tibagi Montante - Fatos Relevantes	18
Tabela 11 – UHE Tibagi Montante – Ponto nominal de operação da turbina	19
Tabela 12 – UHE Tibagi Montante – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas	20
Tabela 13 – UHE Tibagi Montante – Parâmetros comuns às configurações de referência	20
Tabela 14 – Carga crítica e média dos CMO e riscos anuais de déficit.....	21
Tabela 15 – Energias Firmes – UHEs Sinop e Tibagi Montante.....	22
Tabela 16 – Garantias Físicas – UHEs Sinop e Tibagi Montante	22
Tabela 17 – Energia Firme e Garantia Física por unidade geradora	23
Tabela 18 – Evolução da Garantia Física – UHE Sinop.....	23
Tabela 19 – Evolução da Garantia Física – UHE Tibagi Montante	23
Tabela 20 – Resumo dos Resultados	24
Tabela 21 – Garantias Físicas – Período de motorização.....	24
Tabela 22 – UHE Sinop - Coeficientes do polinômio ajustado para a Curva Colina das Turbinas.....	25
Tabela 23 – UHE Sinop – Pontos adicionados para definição dos limites operativos da turbina	26
Tabela 24 – UHE Sinop – Comparação entre os rendimentos da tabela fornecida pelo concessionário e o ajuste polinomial	28
Tabela 25 – UHE Tibagi Montante - Coeficientes do polinômio ajustado para a Curva Colina da Turbina	31
Tabela 26 – Configuração Hidrelétrica	33
Tabela 27 – Configuração Termelétrica	34

APRESENTAÇÃO

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

A solicitação de revisão dos montantes de garantia física das usinas hidrelétricas Jirau, Santo Antônio, Tibagi Montante e Sinop foi encaminhada à EPE por meio do Ofício nº 21/2017/DPE/SPE-MME, de 30 de março de 2017. O referido ofício caracteriza os fatos relevantes para as usinas em conformidade com o artigo 4º da Portaria MME 861, de 18 de outubro de 2010.

Em 20 de abril de 2017, o MME solicitou, por meio do Ofício nº 114/2017/SPE-MME, o desmembramento da solicitação em dois blocos de usinas. O primeiro bloco, com as UHEs Santo Antônio e Jirau, que já se encontram em operação, foi objeto de outra Nota Técnica. A presente Nota Técnica trata do segundo bloco, com as UHEs Tibagi Montante e Sinop, que ainda se encontram em construção.

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

Após análise e troca de informações entre os concessionários, a ANEEL e a EPE, foram realizados os cálculos das novas garantias físicas de energia de acordo com o artigo 9º da Portaria MME nº 406, de 16 de outubro de 2017, que revogou a Portaria MME nº 861/2010.

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

1. Introdução

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

Segundo as diretrizes vigentes para revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia de usina hidrelétrica despachada centralizadamente no Sistema Interligado Nacional - SIN, definidas pela Portaria MME 406/2017, o cálculo foi realizado conforme metodologia estabelecida na Portaria nº 101, de 22 de março de 2016, considerando as premissas apresentadas na Portaria nº 361, de 08 de setembro de 2017.

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

A Portaria MME nº 406, de 16 de outubro de 2017, estabelece os fatos relevantes e a metodologia para revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia de Usina Hidrelétrica despachada centralizadamente no Sistema Interligado Nacional - SIN. Esta portaria revogou a PRT MME nº 861/2010.

Os benefícios indiretos poderão ser revisados, nos termos da PRT MME nº 406/2017.

O Ministério de Minas e Energia - MME poderá determinar, para a revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia, novos fatos relevantes não considerados nos incisos I a VI do art. 4º da citada Portaria.

As características técnicas referidas nos art. 4º e 5º da Portaria MME nº 406/2017 deverão ser aprovadas ou homologadas por meio de atos próprios a serem publicados pela ANEEL.

Embora a perda hidráulica e os rendimentos de turbina e gerador, analisados pela ANEEL, sejam os nominais, nas simulações energéticas, os parâmetros adotados serão os médios, pois refletem de maneira mais apropriada as condições da usina ao longo de uma simulação

dinâmica da sua operação, sujeita a variadas condições de queda e vazão. Os parâmetros médios serão obtidos segundo metodologia apresentada na Nota Técnica EPE-DEE-RE-037/2011-r2.

Uma vez definidas pelo MME/ANEEL as características técnicas que constituem fatos relevantes, eventualmente outros parâmetros podem ser impactados. Por exemplo, no caso de alteração de potência instalada ou número de unidades geradoras, poderão ser impactados: rendimento médio do conjunto turbina-gerador, vazão efetiva¹, perdas de carga no circuito hidráulico de geração, perdas hidráulicas médias, queda de referência², taxas de indisponibilidades das unidades geradoras. Portanto, se faz necessária uma avaliação global do empreendimento que está pleiteando revisão de garantia física.

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

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

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

Para as usinas que terão suas garantias físicas revistas contemplando as alterações nas características técnicas listadas apenas no artigo 4º, a nova garantia física será composta pela soma da garantia física vigente mais a diferença entre as garantias físicas obtidas nas configurações de referência CRA1 e CRA0.

Para as usinas que terão suas garantias físicas revistas contemplando as alterações nas características técnicas listadas no artigo 5º ou nos artigos 4º e 5º, a nova garantia física será obtida pela soma da garantia física local vigente com duas parcelas obtidas pela aplicação da Portaria MM nº 406/2017: o benefício indireto novo e a diferença entre as garantias físicas obtidas nas configurações de referência CRA1* e CRA0.

¹ No modelo Newave utiliza-se um parâmetro denominado vazão efetiva, que não se confunde com a vazão nominal unitária da turbina. A vazão efetiva é definida como a razão entre a potência unitária do gerador e o produto entre o rendimento médio do conjunto turbina-gerador, a queda de referência, a massa específica da água e a aceleração da gravidade. Portanto, em cada uma das configurações de referência ela vai ser calculada a partir dos valores cadastrados.

² A queda de referência é definida como sendo aquela para a qual a turbina, com abertura total do distribuidor fornece a potência nominal do gerador, conforme Manual de Estudos de Viabilidade da Eletrobrás, edição 1997. Nas análises subsequentes esta definição será adotada onde for necessária a avaliação da queda de referência da turbina.

3. Configuração de Referência

As configurações de referência CRA0 e CRA1 são baseadas na configuração adotada no caso base do leilão de energia nova A-5/2016³, no qual foram incluídas as usinas vencedoras deste leilão e incorporadas as atualizações listadas a seguir. A Configuração Hidrotérmica é apresentada no Anexo 1.

- Configuração de Referência Hidrelétrica: foram incorporadas as atualizações referentes às Revisões Extraordinárias de Garantia Física de Energia das usinas: Colíder, Porto Primavera, Baixo Iguaçu, Salto Santiago, São Manoel, Santo Antônio, Jirau, Capivara (modernização da UG4) e Santo Antônio do Jari.
- Configuração de Referência Termelétrica: As usinas com operação comercial suspensa, em processo de revogação e sem previsão de entrada em operação comercial passaram a ser consideradas no *deck* do NEWAVE, onde suas indisponibilidades foram modeladas por meio de um Fator de Capacidade Máxima (FC_{máx}) nulo. Atualizações de potência: UTE R.Silveira e UTE MC2 Nova Venécia 2, conforme despacho ANEEL nº 484/2016 e Resolução Autorizativa (REA) ANEEL nº 5724/2016, respectivamente. Retiradas da configuração de referência: UTE Sol, devido à mudança no tipo de modalidade de despacho desta usina; UTE Charqueadas e UTE Rio Grande, em virtude de revogação de autorização, conforme REA ANEEL nº 5.922/2016 e REA ANEEL nº 6.668/2017, respectivamente. Atualizações dos Custos Variáveis Unitários (CVU), conforme PMO de outubro de 2017.

A Portaria MME nº 361, de 08 de setembro de 2017, apresenta as premissas que devem ser empregadas no cálculo da garantia física de energia de UHE e UTE despachadas centralizadamente pelo ONS. Algumas informações são detalhadas a seguir.

- Modelos Utilizados, conforme definição do MME:
 - NEWAVE - Versão 23
 - SUISHI - Versão 13 (Encad versão 5.4.22)
- Usinas não despachadas centralizadamente não são simuladas individualmente nos modelos computacionais utilizados no cálculo de garantia física. Representa-se, apenas no modelo NEWAVE, uma expectativa de geração agregada por subsistema e por mês. Esse montante é descontado do mercado a ser atendido. Para esta configuração, a referência utilizada é o PMO de outubro de 2017.

³ Disponível no *site* da EPE.

- Proporcionalidade da carga: prevista para o ano 2022, segundo Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE 2026), conforme tabela a seguir:

Tabela 1 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2022

MERCADO DE REFERÊNCIA 2022 - PDE 2026			
SE	S	NE	N
46.757	13.242	13.013	7.609
58,0%	16,4%	16,1%	9,4%
BRASIL			
80.621			

- Sazonalidade da carga: prevista para o ano 2022, segundo PDE 2026, conforme tabela a seguir:

Tabela 2 – Sazonalidade da Carga de Energia – Ano 2022

Região	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Sudeste	1,031147	1,06594	1,0379482	1,004199045	0,968889	0,9544521	0,955928	0,980352	0,997013	1,014337	0,996756	0,993035
Sul	1,065755	1,09959	1,0433272	0,977552908	0,951651	0,9560309	0,974532	0,973702	0,959203	0,984123	1,002473	1,012064
Nordeste	1,017791	1,01341	1,0289337	1,01740634	0,987435	0,9644573	0,954774	0,963228	0,992277	1,012488	1,02317	1,02463
Norte	0,983025	0,98749	1,0094404	1,009440368	0,998927	0,9609462	0,979345	1,023371	1,036644	1,014697	1,003921	0,99275
SIN	1,030	1,056	1,035	1,002	0,972	0,957	0,961	0,981	0,994	1,009	1,003	1,001

- Parâmetros do SUISHI:
 - Sazonalidade da carga de energia do SIN previsto para o ano de 2022, segundo PDE 2026.
 - 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);
- Curvas de operação de reservatório para as UHEs Jirau e Santo Antônio;
- Restrição de volume máximo operativo sazonal para a UHE Sinop, devido à preservação de lagoas;
- Uso do reservatório a fio d'água da UHE Belo Monte para atendimento à vazão mínima. Foi considerado o compartilhamento do reservatório com a UHE Belo Monte Complementar;
- Consideração de posto intermediário de vazões influenciando o nível do canal de fuga da UHE Belo Monte (posto 293);
- Em virtude de o hidrograma ecológico bianual ainda não estar implementado no modelo SUISHI, são necessárias as seguintes alterações:
 - Série de vazões: série de vazões artificiais (posto 292), 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.
- 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/2017). Para as demais usinas hidrelétricas, foram considerados os seguintes índices, estabelecidos na Portaria MME nº 484, de 11 de setembro de 2014, conforme redação da Portaria MME nº 248, de 02 de junho de 2015:

⁴ Data de referência: 31/12/2016.

Tabela 3 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria nº 484/2014⁵

Limites (MW)	TEIF (%)	IP (%)
Potência Unitária $\leq$ 29 MW	2,068	4,660
29 < Potência Unitária $\leq$ 59 MW	1,982	5,292
59 < Potência Unitária $\leq$ 199 MW	1,638	6,141
199 < Potência Unitária $\leq$ 699 MW	2,133	3,688
699 < Potência Unitária $\leq$ 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 ONS⁶, 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, segundo o Relatório DPP-REL-0046/2016 “Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos – Revisão 2 de 2016”.
- 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 2022 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: Os históricos de vazões das usinas constantes na configuração foram definidos 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 RE ONS/0181/2016 – Novembro / 2016 - “Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2015”.

⁵ Conforme redação da Portaria nº 248, de 2 de junho de 2015.

⁶ De acordo com a Resolução ANEEL nº 614, de 03 de junho de 2014.

4. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE Sinop

A garantia física vigente da UHE Sinop foi calculada por ocasião do 1º Leilão A-5 de 2013, publicada na Portaria MME nº 65, de 25 de julho de 2013, e consta no Contrato de Concessão nº 01/2014, conforme tabela abaixo:

Tabela 4 – UHE Sinop - Garantia Física vigente – Portaria SPDE/MME nº 65/2013

Usina	Rio	UF	Número de Unidades	Potência Total (MW)	Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Garantia Física Total (MWmed)
Sinop	Teles Pires	MT	3	400,0	213,5	26,3	239,8

As alterações em características técnicas motivadoras desta revisão extraordinária de garantia física são decorrentes da aprovação do Projeto Básico, conforme Despacho ANEEL nº 828, de 23 de março de 2017.

4.1. Fato Relevante e Características Técnicas Associadas

Os fatos relevantes estabelecidos no Ofício nº 021/2017/DPE/SPE-MME foram: alteração da potência instalada, das perdas hidráulicas nominais no circuito adutor, do rendimento nominal da turbina, da queda líquida nominal e do número de unidades geradoras. Os fatos relevantes considerados são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 5 – UHE Sinop - Fatos Relevantes

Fatos Relevantes	Fonte dos valores		
Potência instalada	De	400,000 MW	Despacho nº 3.164/2012 ⁷
	Para	401,880 MW	Despacho nº 828/2017 ⁸
Perdas hidráulicas nominais no circuito adutor	De	0,6 m	Despacho nº 3.164/2012
	Para	0,51 m	Despacho nº 828/2017
Rendimento nominal da turbina	De	93,80%	Despacho nº 3.164/2012
	Para	93,53%	Despacho nº 828/2017
Queda líquida nominal	De	27,43 m	Despacho nº 3.164/2012
	Para	27,57 m ⁹	Conforme art. 4º, V, PRT MME nº 406/2017 Despacho nº 828/2017
Número de unidades geradoras	De	3	Despacho nº 3.164/2012
	Para	2	Despacho nº 828/2017

⁷ Despacho de aprovação do EVTE.

⁸ Despacho de aprovação do projeto básico.

⁹ O valor que consta no Despacho nº 828/2017 (27,63m) deve ser retificado em função da retificação da perda hidráulica nominal, de 0,45m para 0,51m.

Em virtude da redução do número de unidades geradoras, as perdas hidráulicas foram recalculadas. A equação da perda de carga total é apresentada abaixo.

Equação 1 – UHE Sinop – Equação de perda de carga¹⁰

$$PH = 7,76483237 \times 10^{-7} Q_{unitária}^2$$

Onde PH se refere à perda de carga total, em metros, em função da vazão turbinada unitária, $Q_{unitária}$, em m^3/s .

As perdas no circuito hidráulico foram divididas: a parcela referente ao trecho desde a adução até o tubo de sucção fica representada na equação de perdas e a parcela do canal de fuga, adicionada à equação do PVNJ.

A alteração de queda líquida nominal é justificada, então, pelas mudanças nas perdas hidráulicas nominais e no N.A. normal de jusante, valor calculado pela aplicação da vazão turbinada nominal total do empreendimento no polinômio PVNJ.

O ponto nominal de operação da turbina da UHE Sinop é apresentado na tabela abaixo.

Tabela 6 – UHE Sinop – Ponto nominal de operação da turbina

Parâmetros	Projeto Básico	Fonte dos valores
Potência unitária nominal ¹¹	204,00 MW	Despacho nº 828/2017
Vazão nominal	810,0 m^3/s	
Queda líquida de referência	27,60 m	
Rendimento nominal	93,53%	

As características técnicas associadas aos fatos relevantes que serão consideradas de forma distinta nas duas configurações de referência (CRA0 e CRA1) são: número de unidades geradoras, potência instalada, TEIF, IP, perda hidráulica média, rendimento médio do conjunto turbina-gerador, queda líquida de referência, vazão efetiva, polinômio vazão nível de jusante, canal de fuga médio¹².

A CRA0 procura refletir as condições do cálculo da garantia física vigente, desse modo, os valores considerados para os fatos relevantes e para as características técnicas associadas serão os constantes no conjunto de arquivos NW e MSUI utilizados no cálculo da garantia física para a UHE Sinop, conforme NT EPE-DEE-RE-068/2013.

¹⁰ Conforme Nota Técnica nº 622/2015-SCG/ANEEL, de 21 de agosto de 2015.

¹¹ Potência no eixo da turbina já descontadas as perdas nos mancais.

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

Os valores de TEIF e IP, tanto na CRA0 quanto na CRA1, serão atualizados conforme estabelece o artigo 5º-A da Portaria MME nº 484/2014¹³. Por se tratar de uma usina que ainda não entrou em operação comercial, serão considerados os valores constantes no anexo da referida portaria.

Tabela 7 – UHE Sinop – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas

Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas	CRA0	CRA1	Fonte dos valores
Número de unidades geradoras	3	2	CRA0: NT EPE-DEE-RE-068-2013 CRA1: Despacho nº 828/2017
Potência instalada	400,00 MW	401,88 MW	CRA0: NT EPE-DEE-RE-068-2013 CRA1: Despacho nº 828/2017
TEIF	1,638%	2,133%	Anexo da Portaria MME nº 484/2014
IP	6,141%	3,688%	Anexo da Portaria MME nº 484/2014
Perda hidráulica média	0,60 m	0,31 m	CRA0: NT EPE-DEE-RE-068-2013 CRA1: Apêndice 1
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador	92,5%	92,8%	CRA0: NT EPE-DEE-RE-068-2013 CRA1: Apêndice 1
Queda líquida de referência	24,50 m	27,60 m	CRA0: NT EPE-DEE-RE-068-2013 CRA1: Despacho nº 828/2017
Vazão efetiva	600	800	Compatível com os demais dados
PVNJ	A0: 2,7196675E+02	A0: 2,7195984E+02	CRA0: NT EPE-DEE-RE-068-2013 CRA1: Despacho nº 828/2017
	A1: 9,2084693E-04	A1: 9,5866491E-04	
	A2: 2,3795484E-07	A2: 2,6893626E-07	
	A3: -7,1196339E-11	A3: -8,0327870E-11	
	A4: 5,3060022E-15	A4: 6,3037918E-15	
Canal de fuga médio	273,33	273,39	Simulação do modelo SUISHI

4.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência

Os parâmetros comuns às duas configurações de referência são os mais atualizados possíveis e, portanto, em decorrência da aprovação do Projeto Básico, alguns parâmetros foram atualizados em relação ao PMO, tais como polinômio cota-volume (PVC), série de vazões e vazão remanescente.

O polinômio cota-volume foi atualizado de forma a representar mais fidedignamente os valores mínimos de volume, 1.012,4 hm³, e cota, 292 m.

¹³ Conforme redação da Portaria MME nº 248, de 2 de junho de 2015.

A série de vazões foi atualizada no período de 2010 a 2015, conforme carta CE-CES-DEC-0148/2016 da Companhia Energética Sinop S.A, de 07 de outubro de 2016, em resposta ao ofício 855/2016-SCG/ANEEL, de 26 de julho de 2016.

O valor referente à vazão remanescente foi alterado em função da alteração do sistema de transposição de peixes (vide Anexo 19 do PB), quando da transformação da DRDH (Resolução ANA nº 772, de 24 de outubro de 2011) na Outorga de Uso (Resolução ANA nº 476, de 16 de maio de 2016).

Tabela 8 – UHE Sinop – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO de referência

Parâmetros	PMO	CRA0 e CRA1	Fonte dos valores
PVC	A0: 2,8180755E+02	A0: 2,8182755E+02	PMO: NT EPE-DEE-RE-068-2013 CRA0 e CRA1: Despacho nº 828/2017
	A1: 1,2946698E-02	A1: 1,2946698E-02	
	A2: -3,3665774E-06	A2: -3,3665774E-06	
	A3: 5,3235843E-10	A3: 5,3235843E-10	
	A4: -3,6591819E-14	A4: -3,6591819E-14	
Vazão remanescente	4,10 m³/s	0,00 m³/s	PMO: Resolução ANA nº 772/2011 CRA0 e CRA1: Resolução ANA nº 476/2016

5. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE Tibagi Montante

A garantia física vigente da UHE Tibagi Montante foi calculada por ocasião do 1º Leilão A-5 de 2015, com base no Projeto Básico aprovado pelo despacho ANEEL nº 147, de 23 de janeiro de 2015, publicada na Portaria MME nº 136, de 14 de abril de 2015, e consta na Portaria de Autorização MME nº 486, de 20 de outubro de 2015, conforme tabela abaixo.

Tabela 9 – UHE Tibagi Montante - Garantia Física vigente – Portaria MME nº 136/2015

Usina	Rio	UF	Nº de Unid.	Potência Total (MW)	Garantia Física (MWmed)	Metodologia
Tibagi Montante	Tibagi	PR	2	32,0	20,26	PRT MME nº 463/2009

A garantia física vigente da UHE Tibagi Montante foi obtida segundo metodologia estabelecida na Portaria MME nº 463, de 03 de dezembro de 2009, que estabelece o cálculo de garantia física de usinas hidrelétricas não despachadas centralizadamente pelo ONS. Entretanto, a revisão da garantia física será realizada em conformidade com a Portaria MME nº 406/2017, em virtude da inclusão do Submódulo 26.2 nos Procedimentos de Rede do ONS, o qual estabelece que UHEs com potência instalada superior a 30 MW serão

despachadas centralizadamente. A Resolução ANEEL nº 756, de 16 de dezembro de 2016, aprovou tal revisão.

As alterações em características técnicas motivadoras desta revisão extraordinária de garantia física são decorrentes da aprovação do Projeto Básico Revisado, conforme Despacho ANEEL nº 2.935, de 08 de novembro de 2016. Adicionalmente, alguns parâmetros necessários ao cálculo da garantia física da UHE Tibagi Montante foram homologados no despacho nº 3.662, de 30 de outubro de 2017.

5.1. Fato Relevante e Características Técnicas Associadas

Os fatos relevantes estabelecidos no Ofício nº 021/2017/DPE/SPE-MME foram: alteração da potência instalada, das perdas hidráulicas nominais, do rendimento nominal da turbina e do gerador, da queda líquida nominal e do número de unidades geradoras. Os fatos relevantes considerados são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 10 – UHE Tibagi Montante - Fatos Relevantes

Fatos Relevantes		Fonte dos valores
Potência instalada	De 32,0 MW	Despacho nº 147/2015 ¹⁴
	Para 36,0 MW	Despacho nº 2.935/2016 ¹⁵
Perdas hidráulicas nominais	De 0,265 m	Despacho nº 147/2015
	Para 0,69 m	Despacho nº 2.935/2016
Rendimento nominal da turbina	De 93,0%	Despacho nº 147/2015
	Para 94,3%	Despacho nº 3.662/2017
Rendimento nominal do gerador	De 97,0%	Despacho nº 147/2015
	Para 97,2%	Despacho nº 2.935/2016
Queda líquida nominal	De 18,935 m	Conforme art. 4º, V, PRT MME nº 406/2017 Despacho nº 147/2015
	Para 18,41 m	Conforme art. 4º, V, PRT MME nº 406/2017 Despacho nº 2.935/2016
Número de unidades geradoras	De 2	Despacho nº 147/2015
	Para 3	Despacho nº 2.935/2016

Em virtude do aumento do número de unidades geradoras, as perdas hidráulicas foram recalculadas. A equação da perda de carga total é apresentada abaixo.

¹⁴ Despacho de aprovação do Projeto Básico.

¹⁵ Despacho de aprovação do Projeto Básico revisado.

Equação 2 – UHE Tibagi Montante – Equação de perda de carga¹⁶

$$PH = 1,06368642 \times 10^{-4} Q_{unitária}^2 + 1,85813418 \times 10^{-6} Q_{total}^2$$

Onde PH se refere à perda de carga total, em metros, em função da vazão turbinada unitária $Q_{unitária}$, e vazão turbinada total Q_{total} em m^3/s .

A alteração de queda líquida nominal é justificada, então, pelas mudanças nas perdas hidráulicas nominais e no N.A. normal de jusante, valor calculado pela aplicação da vazão turbinada nominal total do empreendimento no polinômio PVNJ.

O ponto nominal de operação da turbina da UHE Tibagi Montante é apresentado na tabela abaixo.

Tabela 11 – UHE Tibagi Montante – Ponto nominal de operação da turbina

Parâmetros	Projeto Básico Revisado	Fonte dos valores
Potência unitária nominal ¹⁷	12,35 MW	
Vazão nominal	74,8 m ³ /s	Despacho nº 2.935/2016
Queda líquida de referência	18,00 m	Despacho nº 3.662/2017
Rendimento nominal	94,3%	GE-ALSTOM MES-20045181-010-CRD-E-07

As características técnicas associadas aos fatos relevantes que serão consideradas de forma distinta nas duas configurações de referência (CRA0 e CRA1) são: número de unidades geradoras, potência instalada, perda hidráulica média, rendimento médio do conjunto turbina-gerador, queda líquida de referência, vazão efetiva, canal de fuga médio¹⁸.

A CRA0 procura refletir as condições do cálculo da garantia física vigente, desse modo, os valores considerados para os fatos relevantes e para as características técnicas associadas serão os constantes no Despacho aprovação do Projeto Básico utilizados no cálculo da garantia física da UHE Tibagi Montante.

Os valores de TEIF e IP, tanto na CRA0 quanto na CRA1, serão atualizados conforme estabelece o artigo 5º-A da Portaria MME nº 484/2014¹⁹. Por se tratar de uma usina que ainda não entrou em operação comercial, serão considerados os valores constantes no anexo da referida portaria.

¹⁶ Conforme documento UHE Tibagi Montante_Adendo ao PB-R0B .

¹⁷ Potência no eixo da turbina já descontadas as perdas nos mancais.

¹⁸ O canal de fuga médio a ser considerado em cada uma das configurações é a média de todo o histórico de vazões, obtido na simulação com o modelo SUISHI.

¹⁹ Conforme redação da Portaria MME nº 248, de 2 de junho de 2015.

Tabela 12 – UHE Tibagi Montante – Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas

Fatos Relevantes e Características Técnicas associadas	CRA0	CRA1	Fonte dos valores
Número de unidades geradoras	2	3	CRA0: Despacho nº 147/2015 CRA1: Despacho nº 2.935/2016
Potência instalada	32,00 MW	36,00 MW	CRA0: Despacho nº 147/2015 CRA1: Despacho nº 2.935/2016
Perda hidráulica média	0,265 m	0,49 m	CRA0: Despacho nº 147/2015 CRA1: Apêndice 1
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador	90,21%	91,4%	CRA0: Despacho nº 147/2015 CRA1: Apêndice 1
Queda líquida de referência	18,16 m	18,00 m	CRA0: Ficha Técnica PB 32MW CRA1: Tabela GE-ALSTOM MES-20045181-010-CRD-E-07
Vazão efetiva	100	74	Compatível com os demais dados
Canal de fuga médio	701,77	701,81	Simulação do modelo SUISHI

5.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência

Os parâmetros comuns às duas configurações de referência são os mais atualizados possíveis e, portanto, em decorrência da aprovação do Projeto Básico Revisado e da homologação dos parâmetros para cálculo da garantia física da UHE Tibagi, conforme despacho nº 3.662/2017, alguns parâmetros foram atualizados em relação ao Projeto Básico, tais como polinômio cota-volume e taxas de indisponibilidade forçada e programada.

Tabela 13 – UHE Tibagi Montante – Parâmetros comuns às configurações de referência

Parâmetros	Projeto Básico	CRA0 e CRA1	Fonte dos valores
TEIF	1,26%	2,068%	Projeto Básico: Despacho nº 147/2015 CRA0 e CRA1: Despacho nº 3.662/2017
IP	1,74%	4,660%	Projeto Básico: Despacho nº 147/2015 CRA0 e CRA1: Despacho nº 3.662/2017
PVC	A0: 7,022515076E+02	A0: 7,0739560E+02	Projeto Básico: Ficha resumo CRA0 e CRA1: Despacho nº 3.662/2017
	A1: 1,310732954E+00	A1: 5,4226540E-01	
	A2: -4,304794324E-02	A2: -9,9017130E-03	
	A3: 6,504286667E-04	A3: 1,1714160E-04	
	A4: -3,371260850E-06	A4: -5,7699000E-07	

6. Resultados Obtidos

CARGA CRÍTICA E BLOCO HIDRÁULICO

A carga crítica é a máxima oferta global de energia que pode ser atendida ao critério de otimização da expansão do sistema elétrico, assegurada pela igualdade entre os Custos Marginais de Operação – CMO e o Custo Marginal de Expansão – CME, limitados a um risco de déficit de 5%. Esta carga crítica é obtida por simulação estática da operação do sistema hidrotérmico, empregando-se o modelo NEWAVE, em sua versão 23.

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

A carga crítica, os valores médios de Custo Marginal de Operação (CMO) e de riscos anuais de déficit para cada subsistema e em cada configuração são detalhados a seguir.

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

Média dos Custos Marginais de Operação (R\$/MWh)				
	SE	S	NE	N
CRA0	216,58	216,58	216,58	216,58
CRA1	217,25	217,25	217,25	217,25
Média dos Riscos Anuais de Déficit (%)				
	SE	S	NE	N
CRA0	0,46	0,31	0,01	0,19
CRA1	0,46	0,34	0,02	0,21
Carga Crítica (MWmed)				
	SE	S	NE	N
CRA0	48.325	13.686	13.449	7.864
CRA1	48.328	13.687	13.450	7.865
	CRA0		CRA1	
Carga Brasil (MWmed)	83.325		83.330	
Fator Hidráulico	77,43%		77,46%	
Bloco Hidráulico (MWmed)	54.211		54.229	
Bloco Térmico (MWmed)	15.797		15.783	

O montante de usinas não despachadas centralizadamente considerado em todas as configurações equivale a 13.317 MWmed.

ENERGIAS FIRMES EM CADA CONFIGURAÇÃO

As energias firmes das UHEs Sinop e Tibagi Montante foram obtidas em cada uma das configurações através de simulação com o modelo SUISHI em sua versão 13. Os valores de cada configuração são apresentados a seguir.

Tabela 15 – Energias Firmes – UHEs Sinop e Tibagi Montante

Usina	Energia Firme (MWmed)	
	CRA0	CRA1
Sinop	207,594	210,626
Tibagi Montante	17,846	18,536
Total do Sistema Hidráulico	54.637,379	54.641,977

GARANTIAS FÍSICAS EM CADA CONFIGURAÇÃO

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

Os valores de garantia física definidos nesta revisão extraordinária para as UHEs Sinop e Tibagi Montante são discriminados a seguir:

Tabela 16 – Garantias Físicas – UHEs Sinop e Tibagi Montante

Usina	Garantia Física (MWmed)		Δ Garantia Física	Garantia Física Vigente (MWmed)	Garantia Física Nova (MWmed)	Nº de Unidades de Base ²⁰
	CRA0	CRA1				
Sinop	206,0	209,0	3,0	239,8*	242,8	2
Tibagi Montante	17,7	18,4	0,7	20,26	21,0	2

*Do total de garantia física vigente de Sinop (239,8 MWmed), 23,6 MWmed se referem ao benefício indireto, conforme Portaria SPDE/MME nº 65/2013.

GARANTIAS FÍSICAS POR UNIDADE GERADORA

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

²⁰ O número de unidades de base em questão é aquele número a partir do qual o modelo Newave considera a usina como motorizada e é definido como a razão entre a garantia física local da usina e a potência disponível unitária, conforme Despacho ANEEL nº 414, de 06 de fevereiro de 2012.

A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos de garantia física por unidade geradora para as usinas em motorização ou em construção.

Tabela 17 – Energia Firme e Garantia Física por unidade geradora

Usina	Energia Firme (MWmed)				Garantia Física (MWmed)			
	Total	Unid1	Unid2	Unid3	Total	Unid1	Unid2	Unid3
Sinop	210,626	157,983	210,626	-	242,8	162,4	242,8	-
Tibagi Montante	18,536	10,216	15,843	18,536	21,0	11,2	17,9	21,0

*A garantia física da UHE Sinop, após completa motorização, é de 242,8 MWmed, sendo que, neste total, estão incluídos 26,3 MWmed relativos ao benefício indireto, que foi considerado na última unidade.

7. Resumo dos Resultados

Para a UHE Sinop, houve um acréscimo de 3,0 MWmédios de garantia física referente à parcela de garantia física local, em virtude das alterações decorrentes da aprovação do Projeto Básico, conforme despacho ANEEL nº 828/2017. A evolução da garantia física da UHE Sinop é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 18 – Evolução da Garantia Física – UHE Sinop

UHE Sinop	Nº Unid	Potência Instalada (MW)	Garantia Física Local (MWmed)	Δ Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Garantia Física Total (MWmed)
LEN A-5/2013 PRT nº 65/2013 EPE-DEE-RE-068-2013	3	400,000	213,5	-	26,3	239,8
Revisão Extraordinária	2	401,880	213,5	3,0	26,3	242,8

Para a UHE Tibagi Montante, houve um acréscimo de 0,7 MWmédios de garantia física referente à parcela de garantia física local, em virtude das alterações decorrentes da aprovação da revisão do Projeto Básico, conforme Despacho ANEEL nº 2.935/2016. A evolução da garantia física da UHE Tibagi Montante é apresentada na tabela a seguir.

Tabela 19 – Evolução da Garantia Física – UHE Tibagi Montante

UHE Tibagi Montante	Metodologia	Nº Unid	Potência Instalada (MW)	Garantia Física Local (MWmed)	Δ Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Garantia Física Total (MWmed)
LEN A-5/2015 PRT nº 136/2015	PRT 463/2009	2	32,0	20,26	-	-	20,26
Revisão Extraordinária	PRT 406/2017	3	36,0	20,26	0,7	-	21,0

A seguir são apresentados os resultados obtidos no processo de revisão extraordinária de garantia física das usinas hidrelétricas Sinop e Tibagi Montante.

Tabela 20 – Resumo dos Resultados

CEG	Usina	Nº Unid .	Potência Instalada (MW)	Garantia Física Local (MWmed)	Δ Garantia Física Local (MWmed)	Benefício Indireto (MWmed)	Garantia Física Total (MWmed)
UHE.PH.MT.031428-5.01	Sinop	2	401,88	213,5*	3,0	26,3*	242,8
UHE.PH.PR.032923-1.01	Tibagi Montante	3	36,00	20,26**	0,7	-	21,0

*Conforme Portaria SPDE/MME nº 65/2013.

**Conforme Portaria MME nº 136/2015.

Tabela 21 – Garantias Físicas – Período de motorização

CEG	Usina	Nº Unid .	Potência Instalada (MW)	Garantia Física Total (MWmed)	UG1 (MWmed)	UG2 (MWmed)	UG3 (MWmed)
UHE.PH.MT.031428-5.01	Sinop	2	401,88	242,8	162,4	242,8*	-
UHE.PH.PR.032923-1.01	Tibagi Montante	3	36,00	21,0	11,2	17,9	21,0

*A garantia física da UHE Sinop, após completa motorização, é de 242,8 MWmed, sendo que, neste total, estão incluídos 26,3 MWmed relativos ao benefício indireto, que foi considerado na última unidade.

Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência

Tabela 26 – Configuração Hidrelétrica

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

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
ACRE	SE	BIOMASSA	164,00	0	10	4	-	0	92,85
ALTOS	NE	DIESEL	13,10	100	45,14	20,7	5,7	0	646,26
ANGRA 1	SE	NUCLEAR	640,00	100	4,28	11,81	540,3	509,8	29,13
ANGRA 2	SE	NUCLEAR	1 350,00	100	1,32	9,38	1 207,2	1080	20,12
ANGRA 3	SE	NUCLEAR	1 405,00	100	2	6,84	1 282,7	1282,7	25,58
APARECIDA	N	GAS	166,00	0	5,66	8,46	-	0	302,19
ARACATI	NE	DIESEL	11,50	100	48,74	23,31	4,5	0	646,26
ARAUCARIA	S	GAS	485,00	0	4,19	8,26	-	0	710,65
BAHIA 1	NE	OLEO	31,00	98	7,19	4,53	26,9	0	513,78
BAIXADA FLU	SE	GAS	530,00	100	6,19	5,88	468,0	0	88,08
BATURITE	NE	DIESEL	11,50	100	43,83	22,86	5,0	0	646,26
CAMACARI D/G	NE	DIESEL	346,80	0	25,29	16,63	-	0	943,88
Camacari PI	NE	OLEO	150,00	100	17,29	0,95	122,9	0	599,87
CAMPINAGRANDE	NE	OLEO	169,10	100	16,98	5,29	133,0	0	401,61
CAMPO GRANDE	NE	BIOMASSA	150,00	0	1,5	3,5	-	0	85,42
CAMPO MAIOR	NE	DIESEL	13,10	100	48,56	22,56	5,2	0	646,26
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350,00	91,4	24,16	16,07	203,6	203,62	78,54
CANOAS	S	DIESEL	248,60	100	1,76	3,16	236,5	0	698,14
CARIOBA	SE	OLEO	36,00	0	0	0	-	0	937,00
CAUCAIA	NE	DIESEL	14,80	100	45,31	24,11	6,1	0	646,26
CCBS	SE	GAS	216,00	100	4,77	3,48	198,5	86,4	303,11
Cisframa	S	BIOMASSA	4,00	90	3,5	6	3,3	0	281,16
COSTA RICA I	SE	BIOMASSA	164,00	0	10	4	-	0	92,85
CRATO	NE	DIESEL	13,10	100	49,64	22,15	5,1	0	646,26
CUIABA G CC	SE	GAS	529,00	0	7,68	23,22	-	0	511,77
DAIA	SE	DIESEL	44,40	85	18,07	1,76	30,4	0	751,93
DO ATLANTICO	SE	GAS PROCES	490,00	93	1,04	5,58	425,8	419,78	174,83
ELETROBOLT	SE	GAS	385,90	100	17,06	2,76	311,2	0	282,90
ENGUIA PECHEM	NE	DIESEL	14,80	100	46,44	19,72	6,4	0	646,26
ERB CANDEIAS	NE	BIOMASSA	16,80	100	3	5	15,5	0	60,00
FAFEN	NE	GAS	138,00	99,6	28,24	8,11	90,6	0	301,36
Fict_N	N	GAS	10,00	0	0	0	-	0	-
Fict_S	S	GAS	10,00	0	0	0	-	0	-
FIGUEIRA	S	CARVAO	20,00	93,3	42,46	17,97	8,8	5	486,49
FLORES LT1	N	DIESEL	40,00	0	0	0	-	0	794,72
FLORES LT2	N	DIESEL	40,00	0	0	0	-	0	808,99
FORTALEZA	NE	GAS	326,60	100	2,4	4,23	305,3	223	139,88
GERAMAR I	N	OLEO	165,90	96	0,82	2,7	153,7	0	401,60
GERAMAR II	N	OLEO	165,90	96	2,64	1,39	152,9	0	401,60
GLOBAL I	NE	OLEO	148,80	100	12,03	7,88	120,6	0	456,73
GLOBAL II	NE	OLEO	148,80	100	10,11	7,75	123,4	0	456,73
Goiania 2 BR	SE	DIESEL	140,00	100	32,9	13,31	81,4	0	779,43
IBIRITERMO	SE	GAS	226,00	100	5,7	8,23	195,6	0	303,29
IGARAPE	SE	OLEO	131,00	100	35,64	26,06	62,3	0	653,43
IGUATU	NE	DIESEL	14,80	100	49,79	21,4	5,8	0	646,26
IRANDUBA	N	OLEO	25,00	0	0	0	-	0	784,21
J,LACERDA A1	S	CARVAO	100,00	70	24,7	21,82	41,2	0	238,56
J,LACERDA A2	S	CARVAO	132,00	90,9	10,22	12,21	94,6	33	217,89
J,LACERDA B	S	CARVAO	262,00	91,6	11,84	15,8	178,1	120	209,48

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
J,LACERDA C	S	CARVAO	363,00	92,3	7,77	15,05	262,5	262,5	178,91
JUAZEIRO	NE	DIESEL	14,80	100	41,22	22,05	6,8	0	646,26
JUIZ DE FORA	SE	GAS	87,10	100	5,91	2,8	79,7	0	213,84
LINHARES	SE	GAS	204,00	100	3,4	1,32	194,5	0	189,79
MACAE MER	SE	GAS	928,70	100	7,79	2,15	837,9	0	505,07
MARACANAU I	NE	OLEO	168,00	98	23,07	2,8	123,1	0	384,01
MARAMBAIA	NE	DIESEL	13,10	100	55,32	22,55	4,5	0	646,26
MARANHAO III	N	GAS	518,80	100	2,23	1,46	499,8	241,63	74,91
MARANHAO IV	N	GAS	337,60	100	2,41	2,62	320,8	0	118,27
MARANHAO V	N	GAS	337,60	100	1,77	2,24	324,2	0	118,27
MAUA 3	N	GAS	590,80	87,4	3,7	6,3	465,9	264	65,41
MAUA B3	N	GAS	110,00	0	4,9	4,01	-	0	411,92
MAUA B4	N	OLEO	150,00	0	37,26	8,99	-	0	575,00
MC2 N VENECI	N	GAS	178,20	100	5,68	4,14	161,1	0	203,00
Muricy	NE	OLEO	147,20	100	11,54	1,85	127,8	0	599,87
NAZARIA	NE	DIESEL	13,10	100	51,9	22,4	4,9	0	646,26
NORTEFLU-1	SE	GAS	400,00	100	0	0	400,0	399,99	50,24
NORTEFLU-2	SE	GAS	100,00	100	10,37	5,43	84,8	0	59,24
NORTEFLU-3	SE	GAS	200,00	100	10,37	5,43	169,5	0	112,24
NORTEFLU-4	SE	GAS	126,80	100	10,37	5,43	107,5	0	232,56
NOVAPIRAT	SE	GAS	572,10	65,5	9,06	6,31	319,3	0	399,02
NOVO TEMPO	NE	GAS	1 238,00	0	2	2	-	0	235,05
NUTEPA	S	OLEO	24,00	0	2,42	0,85	-	0	780,00
OE CANOAS 1	N	GAS	5,50	90	2	6,5	4,5	2,25	268,23
Onca Pintada	SE	BIOMASSA	50,00	95	3,19	5,48	43,5	6,86	90,65
P, PECEM 1	NE	CARVAO	720,30	100	13,88	5,94	583,5	0	147,84
P, PECEM 2	NE	CARVAO	365,00	100	2,84	3,41	342,5	0	157,50
P, SERGIPE I	NE	GAS	1 516,00	100	1,1	2,05	1 468,6	0	203,48
P,MEDICI A	S	CARVAO	126,00	0	69,86	26,47	-	0	115,90
P,MEDICI B	S	CARVAO	320,00	0	69,86	26,47	-	0	115,90
PALMEIRA GOI	SE	DIESEL	175,60	80	34	0,92	91,9	0	592,92
PAMPA SUL	S	CARVAO	340,00	100	3,44	1,37	323,8	170	52,18
PARNAIBA IV	N	GAS	56,30	100	8,22	8,54	47,3	0	88,97
Pau Ferro I	NE	DIESEL	94,10	100	1,91	0,06	92,2	0	864,07
PERNAMBUCO 3	NE	OLEO	200,80	100	30,71	1,55	137,0	0	335,48
PETROLINA	NE	OLEO	136,20	96,9	1,87	2,01	126,9	0	658,15
PIE C ROCHA	N	GAS	85,40	100	1	20,72	67,0	67	-
PIE JARAQUI	N	GAS	75,50	87	4	0	63,1	62,98	-
PIE MANAUARA	N	GAS	66,80	99,4	2,5	0,39	64,5	64,48	-
PIE P NEGRA	N	GAS	66,00	100	2,5	0,53	64,0	64	-
PIE TAMBAQUI	N	GAS	93,00	70,5	4	0	62,9	62,94	0
PIRAT,12 G	SE	GAS	200,00	0	6,57	12,08	-	0	470,34
PORTO ITAQUI	N	CARVAO	360,10	100	13,28	5,43	295,3	0	152,5
Potiguar	NE	DIESEL	53,10	100	5,97	1,03	49,4	0	757,92
Potiguar III	NE	DIESEL	66,40	82,5	2,63	0,44	53,1	0	757,92
Predilecta	SE	BIOMASSA	5,00	100	0,37	5	4,7	1	127,82
PROSPERIDADE	NE	GAS	28,00	100	3	4	26,1	0	144,74
R,SILVEIRA	SE	DIESEL	25,00	100	26,29	26,27	13,6	0	650,75
S,JERONIMO	S	CARVAO	20,00	0	34,88	34,56	-	0	248,31
SANTANA 1 W	N	DIESEL	58,00	0	1,62	7,49	-	0	640,96

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
SANTANA 2 GE	N	DIESEL	50,00	0	22,67	6,3	-	0	898,56
SAO JOSE	N	DIESEL	50,00	0	0	0	-	0	833,53
SAO SEPE	S	BIOMASSA	8,00	90	2	3	6,8	0	70,71
ST,CRUZ 34	SE	OLEO	436,00	0	24,25	18,01	-	0	310,41
ST,CRUZ NOVA	SE	GAS	500,00	100	9,34	8,86	413,1	0	127,00
STA VITORIA	SE	BIOMASSA	41,40	93	1	16,2	31,9	0	90,00
SUAPE II	NE	OLEO	381,30	100	11,8	2,28	328,6	0	394,61
SUZANO MA	N	BIOMASSA	254,80	100	7,78	0,68	233,4	233,38	-
SYKUE I	NE	BIOMASSA	30,00	100	1,5	3	28,7	0	510,12
T,NORTE 2	SE	OLEO	340,00	94,2	4,2	4,88	291,9	0	678,04
TERMOBAHIA	NE	GAS	185,90	85,5	2,2	4,71	148,1	0	279,04
TERMOCABO	NE	OLEO	49,70	100	5,96	3,13	45,3	0	396,97
TERMOCEARA	NE	GAS	223,00	100	23,32	16,43	142,9	0	319,03
TERMOIRAPE I	NE	BIOMASSA	50,00	100	0,5	4,5	47,5	0	126,35
Termomanaus	NE	DIESEL	143,00	100	2,35	0,07	139,5	0	864,07
TERMONORDEST	NE	OLEO	170,90	95	11,91	1,7	140,6	0	403,00
TERMOPARAIBA	NE	OLEO	170,90	95	14,21	1,58	137,1	0	403,00
TERMOPE	NE	GAS	532,80	100	10,18	10,39	428,8	312,01	102,95
TERMORIO	SE	GAS	1 036,00	100	9,05	4,11	903,5	100,5	216,73
TRES LAGOAS	SE	GAS	350,00	100	10,4	4,99	298,0	0	182,76
URUGUAIANA	S	GAS	640,00	0	4,61	22,71	-	0	486,20
UTE BRASILIA	SE	DIESEL	10,00	0	0	26,33	-	0	1 047,38
VALE DO ACU	NE	GAS	367,90	84,3	5,06	3,96	282,8	0	314,63
VIANA	SE	OLEO	174,60	100	4,75	5,42	157,3	0	401,61
W,ARJONA G	SE	GAS	206,40	0	9,14	11,84	-	0	297,27
XAVANTE	SE	DIESEL	53,60	100	2,68	0,02	52,2	0	1 077,95

Anexo 2 – Ficha de dados - UHE Sinop

	CRA0	CRA1
Potência instalada (MW)	400,000	401,880
Número de unidades geradoras	3	2
Hidrelétrica a jusante	Colíder	Colíder
Tipo de turbina	Kaplan	Kaplan
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador(%)	92,50	92,80
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	1,638	2,133
Indisponibilidade programa - IP (%)	6,141	3,688
Interligação no Subsistema	Sudeste	Sudeste
Queda líquida de referência (m)	24,50	27,60
Perda Hidráulica média (m)	0,60	0,31
Canal de fuga médio (m)	273,33	273,39
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S	S
Vazão efetiva (m³/s)	600	800
Vazão remanescente (m³/s)	-	-
Vazão mínima do histórico (m³/s)	267	267
Vazão mínima defluente (m³/s)	267	267

RESERVATÓRIO

	CRA0	CRA1
Volume máximo (hm³)	3.071,2	3.071,2
Volume mínimo (hm³)	1.012,4	1.012,4
Volume de vertimento (hm³)	1.012,4	1.012,4
NA máximo normal (m)	302,00	302,00
NA mínimo normal (m)	292,00	292,00
Área máxima (km²)	329,60	329,60
Área mínima (km²)	132,10	132,10
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Mensal	Mensal

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
21	25	2	4	25	32	45	56	23	22	41	21

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)²¹

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2022	3,78	3,78	3,78	6,54	15,97	20,11	24,89	22,93	19,8	7,67	3,82	3,78

POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	2,8182755E+02	1,2946698E-02	-3,3665774E-06	5,3235843E-10	-3,6591819E-14
PCA	-3,9365578E+08	5,2724387E+06	-2,6477074E+04	5,9084885E+01	-4,9435901E-02
PVNJ- CRA0	2,7196675E+02	9,2084693E-04	2,3795484E-07	-7,1196339E-11	5,3060022E-15
PVNJ- CRA1	2,7195984E+02	9,5866491E-04	2,6893626E-07	-8,0327870E-11	6,3037918E-15

²¹ Valores da DRDH (Resolução ANA nº 772/2011), conforme Parecer Técnico nº 74/2017/COREG/SRE. Os valores da Outorga (Resolução ANA nº 476/2016) serão retificados.

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	1425	1640	1822	1393	1019	791	651	566	513	691	925	1216
1932	1308	1475	1715	1217	909	720	605	535	491	465	541	680
1933	1528	1670	1459	1382	1006	777	636	551	498	466	662	1417
1934	1558	1779	1787	1524	1090	825	663	564	512	471	641	1151
1935	2037	1700	1998	1633	1154	861	682	573	506	608	698	1125
1936	1171	1913	1502	1169	868	684	571	502	460	434	453	567
1937	1099	1116	1560	1476	1052	794	635	539	480	517	530	1482
1938	2052	1813	1534	1115	830	655	548	483	443	888	977	1230
1939	1241	1465	1354	1031	776	620	524	466	430	408	867	1262
1940	1777	2088	2378	2039	1388	990	748	600	509	454	882	944
1941	1271	1672	2057	1397	993	747	597	505	449	797	879	890
1942	1297	1536	1588	1743	1202	872	671	548	473	661	990	852
1943	1425	1547	1668	1536	1074	792	619	514	450	857	1059	1429
1944	1174	1394	1433	1009	750	592	495	436	400	437	846	946
1945	1448	1828	2110	1837	1253	896	679	546	465	434	915	1315
1946	1259	1892	1844	1255	1129	819	629	514	443	400	846	1149
1947	1852	1878	2049	1603	1106	802	617	504	435	550	741	1238
1948	1275	1548	1486	1110	803	616	501	432	389	383	781	2484
1949	2386	2340	2015	1467	1019	746	579	477	414	746	647	1371
1950	1956	1836	1993	1367	956	705	552	459	401	497	758	1579
1951	1743	1767	2602	1707	1251	884	659	522	438	387	713	893
1952	1234	1363	1361	1227	867	647	513	431	381	350	515	1052
1953	1249	1485	1832	1234	870	647	511	428	378	496	522	913
1954	1245	1653	1984	1325	923	678	528	437	381	347	854	877
1955	1569	1360	1840	1299	906	666	519	430	375	342	321	1113
1956	1196	1476	1279	1306	970	703	541	441	380	343	1198	1461
1957	1522	1806	1652	1296	901	659	512	422	367	334	535	1096
1958	1413	1350	1408	1305	905	660	511	420	364	330	729	1337
1959	2311	2015	2200	1533	1042	743	560	448	380	339	1161	1515
1960	1805	1931	1638	1340	923	669	513	419	361	423	644	1132
1961	1628	1554	1784	1208	841	617	481	397	346	315	507	1232
1962	1761	1875	1248	1204	837	614	477	394	343	317	332	1550
1963	1347	1731	1557	1170	815	599	467	386	337	306	694	768
1964	1349	1098	1186	824	603	468	386	335	304	601	1122	1204
1965	1367	1561	1737	1353	924	663	503	406	346	842	1174	1180
1966	1391	1796	1534	1074	753	557	437	364	320	658	554	683
1967	876	1026	1134	1073	751	555	435	362	317	459	646	1085
1968	993	1206	831	603	463	378	326	294	275	335	442	1017
1969	1279	1113	1098	830	601	461	375	323	291	295	689	1318
1970	1627	1516	1232	978	690	514	407	341	301	471	514	469
1971	873	1178	906	685	510	403	338	298	274	323	500	618
1972	812	1261	979	688	511	403	337	296	272	267	815	1147
1973	1232	1280	1210	828	595	453	366	313	281	321	882	1378
1974	1872	1555	1529	1241	846	605	458	368	314	280	340	1010
1975	1086	1324	1234	1044	725	530	412	339	295	268	512	660
1976	952	1254	1512	1169	777	579	444	371	363	470	653	1264
1977	1349	1653	1099	1080	928	736	489	389	388	503	746	1113
1978	1960	1481	2502	1262	1059	791	631	547	482	613	754	1163
1979	2022	1902	1307	1134	750	445	436	405	499	499	691	780
1980	1398	2340	2396	1364	918	749	601	511	510	509	567	1054
1981	1554	1543	1449	1548	1075	719	579	488	419	509	1088	1158
1982	1905	1990	1530	1612	1025	770	619	523	514	586	689	1048
1983	1407	1830	1332	1149	744	610	479	412	385	524	681	1017
1984	1082	1038	1194	1094	804	557	457	407	417	466	618	1115
1985	1663	1645	1458	1338	925	632	514	428	406	525	627	666
1986	1370	1686	1469	1032	757	587	473	450	442	534	539	769
1987	1484	1400	1351	1092	736	532	429	381	357	369	673	1408
1988	1525	1454	1699	1366	887	621	489	410	368	400	681	1135

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1989	1464	1852	1837	1477	942	642	539	470	438	417	540	1246
1990	1810	1582	1524	1207	843	602	517	525	533	665	743	898
1991	1303	1650	1757	1343	754	604	548	519	518	554	726	880
1992	1079	1643	1497	1360	839	684	548	477	539	579	811	1477
1993	1233	1628	1114	912	710	571	458	411	391	430	518	860
1994	1577	1321	1938	1317	911	744	573	455	405	468	566	766
1995	2328	2132	2056	1784	1394	887	638	533	486	504	649	1014
1996	1423	1264	1480	1239	836	625	480	440	413	439	801	733
1997	1384	1954	1893	1285	891	692	525	440	401	424	532	946
1998	948	1234	1348	836	584	452	383	351	338	398	699	1199
1999	1710	1191	1584	901	654	494	420	362	362	362	545	888
2000	1239	1488	1851	1243	746	542	468	405	407	401	713	894
2001	901	904	1225	1028	701	558	452	393	398	515	642	1331
2002	1596	1488	1619	1175	767	589	495	429	425	432	586	756
2003	1464	1618	1677	1900	966	722	579	483	455	557	707	972
2004	1392	2998	1635	1391	1014	754	665	559	501	580	771	842
2005	1314	1423	1433	1160	762	594	516	442	430	516	656	1341
2006	2245	1577	1790	1936	988	754	619	509	495	713	875	1434
2007	1482	2226	1877	1077	870	681	585	503	460	506	666	1088
2008	1227	2347	2107	1647	1013	754	613	506	457	512	755	1040
2009	1064	1273	1246	1416	861	676	551	473	513	571	764	1334
2010	1676	1729	1780	1611	876	684	591	511	457	470	700	730
2011	1353	1636	1934	1636	884	703	588	497	461	590	796	1162
2012	1620	1714	1606	1238	896	770	617	515	478	540	693	806
2013	1148	2092	1478	1478	857	777	564	474	450	515	726	1287
2014	1407	1879	2801	1533	985	777	615	522	504	478	617	1237
2015	1061	1302	1644	1578	1143	729	604	497	459	445	493	506

Anexo 3 – Ficha de dados - UHE Tibagi Montante

	CRA0	CRA1
Potência instalada (MW)	32,000	36,000
Número de unidades geradoras	2	3
Hidrelétrica a jusante	Mauá	Mauá
Tipo de turbina	Kaplan	Kaplan
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador(%)	90,21	91,40
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	2,068	2,068
Indisponibilidade programa - IP (%)	4,660	4,660
Interligação no Subsistema	Sul	Sul
Queda líquida de referência (m)	18,16	18,00
Perda Hidráulica média (m)	0,27	0,49
Canal de fuga médio (m)	701,77	701,81
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S	S
Vazão efetiva (m³/s)	100	74
Vazão remanescente (m³/s)	0	0
Vazão mínima do histórico (m³/s)	11	11
Vazão mínima defluente (m³/s)	11	11

RESERVATÓRIO

	CRA0	CRA1
Volume máximo (hm³)	51,48	51,48
Volume mínimo (hm³)	51,48	51,48
Volume de vertimento (hm³)	51,48	51,48
NA máximo normal (m)	721,00	721,00
NA mínimo normal (m)	721,00	721,00
Área máxima (km²)	7,26	7,26
Área mínima (km²)	7,26	7,26
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Diária	Diária

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-2	14	27	53	66	61	46	34	32	0	-8	1

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS (m³/s)

Horizonte	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2022	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	7,0739560E+02	5,4226540E-01	-9,9017130E-03	1,1714160E-04	-5,7699000E-07
PCA	2,8951490E+05	-2,1125946E+03	5,4931935E+00	-6,1373561E-03	2,5104103E-06
PVNJ	7,0048661E+02	9,5462914E-03	-1,8619031E-05	2,1479645E-08	-9,2143861E-12

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	249	156	167	85	213	229	138	79	177	138	148	230
1932	221	202	183	262	233	212	144	238	191	257	278	459
1933	103	163	88	58	47	48	34	29	53	40	32	23
1934	99	171	110	50	38	46	21	41	61	73	45	134
1935	69	56	70	40	26	57	84	240	356	970	302	152
1936	347	152	72	46	44	42	30	92	213	188	118	137
1937	361	142	154	149	100	90	65	78	68	262	550	168
1938	100	188	81	62	171	261	413	216	158	155	110	74
1939	104	140	143	69	136	115	105	59	73	58	223	368
1940	142	106	61	76	101	51	39	43	49	36	38	52
1941	112	347	123	89	98	90	86	293	226	271	216	251
1942	116	373	158	163	147	187	258	124	119	126	57	48
1943	58	100	88	45	41	83	58	58	117	204	107	99
1944	154	116	317	129	65	45	36	27	35	25	68	60
1945	32	114	172	75	47	107	284	96	66	86	65	47
1946	144	534	487	114	104	125	357	171	85	241	139	89
1947	129	134	116	68	53	77	72	132	261	394	138	156
1948	156	231	136	76	56	50	55	313	68	97	245	91
1949	53	34	62	58	41	118	37	35	38	43	44	39
1950	93	153	272	103	87	63	75	36	58	225	136	144
1951	154	267	185	72	53	57	66	42	33	108	186	154
1952	63	50	42	20	11	95	54	40	136	198	218	99
1953	157	109	78	76	93	111	72	52	102	144	217	123
1954	198	151	193	80	437	364	243	131	99	188	104	58
1955	71	51	107	84	129	453	568	197	222	94	97	102
1956	73	79	51	65	181	190	162	229	108	72	48	38
1957	92	166	84	67	55	83	514	710	980	475	429	183
1958	118	86	137	67	62	80	66	71	219	130	172	157
1959	136	185	101	71	77	70	52	53	62	69	52	26
1960	76	82	66	84	142	157	134	252	147	163	209	103
1961	86	90	188	293	227	190	102	60	129	132	326	172
1962	79	80	192	106	63	64	51	52	110	313	189	113
1963	246	193	205	173	66	48	34	30	24	142	311	238
1964	77	152	74	103	84	222	214	158	159	107	90	147
1965	166	324	208	168	592	231	364	202	118	325	153	312
1966	226	408	228	138	104	77	84	66	146	240	265	201
1967	236	202	364	121	67	145	136	81	77	57	60	93
1968	213	131	94	83	52	38	26	20	16	43	40	34
1969	50	60	51	89	62	260	192	84	68	306	418	240
1970	185	110	187	89	231	375	398	114	181	206	121	300
1971	779	254	187	168	305	373	349	129	127	123	61	93
1972	246	533	341	214	75	73	138	196	337	585	207	195
1973	211	223	136	124	156	226	369	240	389	294	170	99
1974	286	196	202	109	75	165	132	100	183	143	145	93
1975	92	108	152	80	61	83	112	169	117	387	257	383
1976	281	265	180	143	144	432	176	327	271	166	226	210
1977	219	356	173	228	90	80	82	70	58	112	111	167
1978	70	49	64	39	48	61	190	194	274	89	107	92
1979	70	43	45	25	230	89	67	73	273	315	344	218
1980	158	147	163	132	86	84	231	199	339	254	122	240
1981	320	165	83	57	72	51	38	28	21	81	100	170
1982	76	112	76	43	32	265	651	196	92	308	543	526
1983	258	180	369	233	707	991	844	215	390	402	190	125
1984	104	104	95	124	211	203	157	190	205	192	293	263
1985	143	103	92	173	110	82	62	38	53	39	55	24
1986	45	111	106	74	197	133	64	108	82	103	110	297

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1987	221	274	95	83	551	395	198	123	109	126	96	73
1988	57	83	78	65	301	312	127	69	56	57	41	31
1989	221	285	153	103	265	99	144	258	315	153	89	92
1990	772	277	122	105	134	201	377	388	481	372	365	139
1991	74	105	100	70	69	132	152	95	53	151	134	131
1992	88	73	204	220	378	571	248	289	213	194	135	100
1993	104	243	272	136	219	312	236	156	259	670	152	243
1994	171	256	143	101	106	239	325	147	74	73	124	119
1995	769	346	165	113	72	83	255	92	121	346	186	99
1996	225	355	506	381	114	98	136	117	193	335	331	262
1997	459	520	180	82	60	132	230	123	164	437	495	349
1998	302	242	477	662	436	220	290	338	466	855	211	130
1999	148	213	190	141	125	152	325	96	86	65	56	47
2000	70	257	157	70	40	59	111	120	457	297	191	178
2001	251	410	233	112	166	193	223	194	162	539	190	176
2002	203	185	99	63	164	96	70	104	203	188	191	325
2003	220	291	231	133	81	94	165	87	78	154	153	266
2004	226	145	124	100	258	390	301	136	95	240	276	187
2005	253	120	61	76	122	161	136	102	477	559	333	112
2006	100	99	72	50	31	27	36	29	123	138	118	136
2007	151	230	184	99	215	150	135	94	51	40	115	168
2008	168	86	92	148	257	212	126	357	119	259	208	72
2009	132	186	114	48	43	52	305	382	533	510	291	279
2010	339	327	246	372	362	163	160	131	68	120	102	229
2011	248	399	158	129	77	85	213	722	273	274	197	107
2012	134	95	82	122	192	550	209	100	74	84	130	81
2013	150	192	246	201	119	523	555	180	138	217	107	117
2014	150	79	120	120	117	498	147	92	152	228	134	202
2015	242	162	203	162	197	225	569	228	182	255	351	412