

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

***Avaliação da Revisão Extraordinária de
Garantia Física de Energia da
UHE Baixo Iguaçu***



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

Fabio Lopes Alves

Secretário-Adjunto de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis

João José de Nora Souto

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Carlos Nogueira da Costa Júnior



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

Maurício Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Ricardo Gorini de Oliveira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Gelson Baptista Serva

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

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

Sede

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A
70041-903 – Brasília - DF

Escritório Central

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

ESTUDOS PARA A LICITAÇÃO DA EXPANSÃO DA GERAÇÃO

Avaliação da Revisão Extraordinária de Garantia Física de Energia da UHE Baixo Iguaçu

Coordenação Geral e Executiva

Maurício Tiomno Tolmasquim
Amílcar Gonçalves Guerreiro

Coordenação Executiva

Jorge Trinkenreich

Equipe Técnica

Angela Regina Livino de Carvalho
Fernanda Gabriela Batista dos Santos
Luis Paulo Scolari Cordeiro
Rafaela Veiga Pillar
Thais Iguchi
Thiago Correa César

Nº EPE-DEE-RE-066/2016

Data: 13 de julho de 2016

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	13/07/2016	Publicação Original

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
1. Análise do pleito do Grupo Neoenergia.....	8
2. Introdução	15
3. Critérios e Premissas para a Revisão Extraordinária de Garantia Física de Energia.....	15
4. Configuração de Referência.....	17
5. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE Baixo Iguaçu	21
5.1. Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas	21
5.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência	24
6. Resultados Obtidos.....	25
7. Resumo dos Resultados.....	27
Apêndice – Resultados obtidos no cálculo dos parâmetros médios.....	28
I. UHE Baixo Iguaçu	28
I.1. Ajuste da Curva Colina da Turbina	28
I.2. Cálculo do Rendimento Médio da Turbina	28
I.3. Cálculo das Perdas Hidráulicas Médias	29
Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência	31
Anexo 2 – Ficha de dados - UHE Baixo Iguaçu	35

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Energias Firmes - UHE Baixo Iguaçu – deck MSUI LEN A-5/2008</i>	<i>12</i>
<i>Tabela 2 – Vazão X N.A. Jusante da UHE Baixo Iguaçu – EVTE/2004 X EVTE/2008</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 3 – Polinômios vazão-nível de jusante: EVTE/2004, LEN A-5/2008 e EVTE/2008.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 4 – Tabela 1 da Carta SREG 142/2015.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabela 5 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2021</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 6 – Sazonalidade do mercado de energia – ano 2021 do PDE 2024.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 7 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria nº 484/2014</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 8 – UHE Baixo Iguaçu - Garantia Física original – Portaria nº 24/2008.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 9 – UHE Baixo Iguaçu - Garantia Física vigente – Portaria SPE/MME nº 390/2014.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 10 – UHE Baixo Iguaçu - Fatos Relevantes</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 11 – UHE Baixo Iguaçu – Ponto nominal de operação da turbina</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 12 – UHE Baixo Iguaçu – Características Técnicas associadas aos Fatos Relevantes</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 13 – UHE Baixo Iguaçu – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 14 – Carga crítica e média dos CMO e riscos anuais de déficit.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 15 – Energias Firmes e Garantias Físicas – UHE Baixo Iguaçu</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 16 – Energia Firme e Garantia Física por unidade geradora.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 17 – Resumo dos Resultados</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 18 – UHE Baixo Iguaçu – Coeficientes do polinômio ajustado para a Curva Colina da Turbina.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 19 – UHE Baixo Iguaçu – Limites Operativos da Turbina.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 20 – Configuração Hidrelétrica.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 21 – Configuração Termelétrica.....</i>	<i>32</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Figura 6.20 extraída do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2 – Polinômios de vazão-nível de jusante – LEN A-5/2008 X EVTE de 2004.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 3 – Polinômios de vazão-nível de jusante – EVTE/2004 X EVTE/2008.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 4 – Curvas-chave de jusante – EVTE/2004 X EVTE/2008.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5 – Tabela 3.1 extraída do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6 – Gráfico de pontos de operação previstos para UHE Baixo Iguaçu- Vazão Unitária (m³/s) X Queda Líquida (m) X Rendimento da Turbina (%)</i>	<i>29</i>

APRESENTAÇÃO

Nesta Nota Técnica, a Empresa de Pesquisa Energética - EPE apresenta uma avaliação, em conformidade com a regulamentação vigente, da revisão extraordinária do montante de garantia física de energia da usina hidrelétrica Baixo Iguaçu, detalhada na Nota Técnica nº EPE-DEE-RE-183/2014, de 12 de dezembro de 2014, cujos valores foram publicados na Portaria SPE/MME nº 390, de 22 de dezembro de 2014.

A solicitação desta avaliação foi encaminhada à EPE por meio do Ofício nº 078/2015-DPE/SPE-MME, de 08 de dezembro de 2015, em atenção ao pleito do Grupo Neoenergia, discriminado na Carta SREG-142/2015, de 19 de novembro de 2015.

A EPE analisou a documentação fornecida e concluiu que o pleito do grupo Neoenergia não pode ser atendido em sua totalidade, uma vez que o ganho de garantia física referente à revisão extraordinária deve refletir a alteração dos fatos relevantes, tais como definidos na Portaria MME nº 861/2010.

Entretanto, a EPE reconhece que a revisão extraordinária de 2014 deve ser corrigida, no que se refere aos usos consuntivos considerados na CRA0, apenas no modelo de simulação a usinas individualizadas.

Em observância ao artigo 11 da Portaria MME nº 861/2010, esta Nota Técnica apresenta um novo cálculo de revisão extraordinária de garantia física para a UHE Baixo Iguaçu nos termos do artigo 8º da Portaria MME 861/2010.

No Anexo 2 é apresentada a ficha de dados da UHE Baixo Iguaçu, com destaque em vermelho para os parâmetros considerados de forma distinta em cada configuração de referência.

1. Análise do pleito do Grupo Neoenergia

O Grupo Neoenergia apresenta na Carta SREG 142/2015, de 19 de novembro de 2015, algumas inconsistências identificadas nos processos de cálculo de garantia física da UHE Baixo Iguaçu para fins de participação no Leilão A-5/2008, assim como na revisão extraordinária de 2014. Argumenta que diversos eventos fora do controle do empreendedor prejudicaram a definição do correto valor de garantia física da UHE Baixo Iguaçu e espera que a reanálise do processo de revisão extraordinária corrija as inconsistências identificadas.

As inconsistências, apontadas na Carta SREG 142/2015, referentes ao cálculo da garantia física para o LEN A-5/2018, que resultariam na redução da energia firme da usina, foram as seguintes:

- i. O regime operativo da usina foi considerado como fio d'água ao invés de operação com deplecionamento;
- ii. O polinômio vazão-nível de jusante – PVNJ não representava satisfatoriamente os dados informados no EVTE aprovado pelo Despacho ANEEL nº 2.866/2008, o que resultaria em diferenças na queda bruta da usina.

Em relação ao tipo de regularização do reservatório considerado no cálculo das garantias físicas para o LEN A-5/2008, cabe transcrever o entendimento da ANEEL, constante na Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL, de 11 de março de 2014:

"Apesar de todas as indicações de que a UHE Baixo Iguaçu foi prevista para operar com deplecionamento, não foi equívoca sua modelagem como usina a fio d'água na ocasião do cálculo de garantia física. Isto porque à época, como pode ser observado na Nota Técnica ANA nº 329/2005, de 22/08/2005, que avaliou a emissão de DRDH. Conforme o documento, respaldado pelo EVTE, apesar de previsto um pequeno deplecionamento de 1 metro, "o AHE Baixo Iguaçu operará a fio d'água, recebendo as vazões regularizadas de alguns aproveitamentos de montante, mas terá flexibilidade para operar em horários de ponta, alterando vazões horárias e diárias"."

Diante disso, não resta dúvida de que estava correto considerar a UHE Baixo Iguaçu como fio d'água no cálculo de garantias físicas para o LEN A-5/2008.

Entretanto, ao analisar minuciosamente a Nota Técnica EPE-DEE-RE-105/2008-r0 e os *decks* MSUI e Newave utilizados no cálculo da garantia física da UHE Baixo Iguaçu, identificam-se algumas inconsistências, conforme descritas a seguir.

i. Apontamento da UHE Baixo Iguaçu no MSUI

Quando da análise para revisão extraordinária da UHE Baixo Iguaçu, observou-se no conjunto de arquivos MSUI utilizado no cálculo das garantias físicas para o LEN A-5/2008 que a UHE Baixo Iguaçu não se beneficiou da regularização das usinas a montante no rio Iguaçu, por ter sido simulada de forma isolada. Cabe ressaltar que o apontamento estava correto no *deck* Newave.

A EPE recomendou, então, a inclusão pelo MME de fato relevante excepcional¹ na UHE Baixo Iguaçu, referente à correção do apontamento de jusante. Desse modo, na CRA0 a UHE Baixo Iguaçu foi considerada isolada da cascata do rio Iguaçu (apenas no modelo MSUI) e na CRA1, como jusante da UHE Salto Caxias.

Na presente avaliação da revisão extraordinária, observou-se que, na CRA0 daquela revisão extraordinária, os usos consuntivos adotados no modelo MSUI para a UHE Baixo Iguaçu foram os incrementais entre esta e a UHE Salto Caxias. Isso difere do que foi considerado no cálculo das garantias físicas para o LEN A-5/2008, no qual a UHE Baixo Iguaçu foi simulada de forma isolada e com usos consuntivos acumulados (apenas no modelo MSUI).

Desta forma, entendemos que na CRA0, além da correção de apontamento, os usos consuntivos devem ser considerados conforme adotados no cálculo das garantias físicas para o LEN A-5/2008, ou seja, devem ser utilizados os valores acumulados no modelo SUISHI (CRA0).

ii. Polinômio vazão-nível de jusante - PVNJ considerado no MSUI

O Estudo de Viabilidade – EVTE da UHE Baixo Iguaçu foi, inicialmente, aprovado pelo Despacho ANEEL nº 2.163/2006. Entretanto, verificou-se, posteriormente, que a construção do canal de fuga da UHE Baixo Iguaçu avançaria sobre os limites do Parque Nacional do Iguaçu, fato que inviabilizou a obtenção da Licença Prévia do empreendimento. Desse modo, considerando as modificações necessárias no arranjo, foi aprovado por meio do Despacho nº 2.866/2008 um novo EVTE. Os parâmetros constantes neste EVTE de 2008 deveriam ter sido utilizados no cálculo da garantia física da UHE Baixo Iguaçu para o LEN A-5/2008.

Uma das alterações do EVTE aprovado em 2006, doravante denominado EVTE de 2004, para o EVTE aprovado em 2008, doravante denominado EVTE de 2008, consiste na curva-chave de jusante. No EVTE de 2004 a curva-chave de jusante foi estabelecida considerando a régua R1, enquanto que no EVTE de 2008, foi considerada uma composição entre as régua

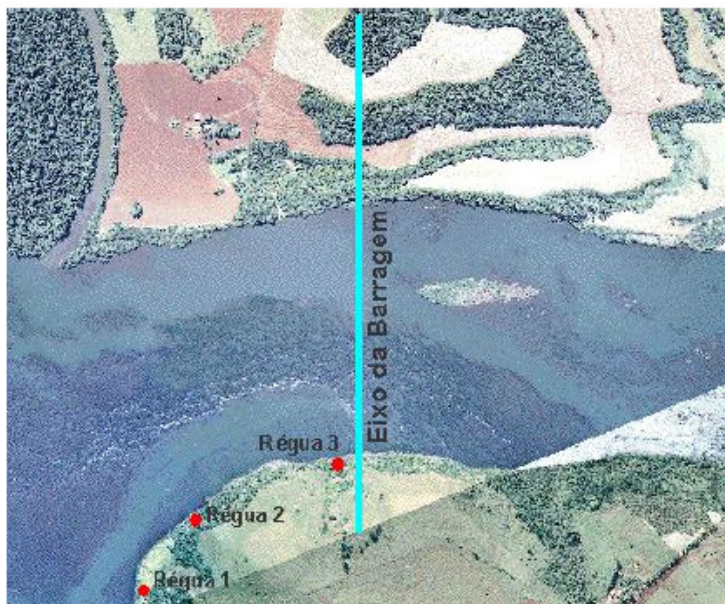
¹ O §2º do artigo 4º da Portaria 861/2010 estabelece que, excepcionalmente, o MME poderá determinar se os casos não contemplados nos incisos I a VI representam fatos relevantes para a revisão extraordinária de garantia física de energia.

R2 e R3.

A figura abaixo, extraída do relatório do Projeto Básico² da UHE Baixo Iguaçu, apresenta a disposição das réguas em relação ao eixo do barramento.

Figura 1 – Figura 6.20 extraída do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu

Figura 6.20 – Réguas Instaladas a Jusante do Barramento



Conforme identificado pela ANEEL na Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL, de 11/03/2014, o ajuste do PVNJ utilizado no *deck* MSUI para o LEN A-5/2008 não representava adequadamente os pontos apresentados no EVTE de 2008. De fato, é um ajuste referente aos pontos do EVTE de 2004, e não aos pontos apresentados no EVTE de 2008, conforme pode ser observado nos gráficos a seguir.

² Relatório nº 1235-BI-5-WD-F01-G00-00-G-00-A4-0001 0.

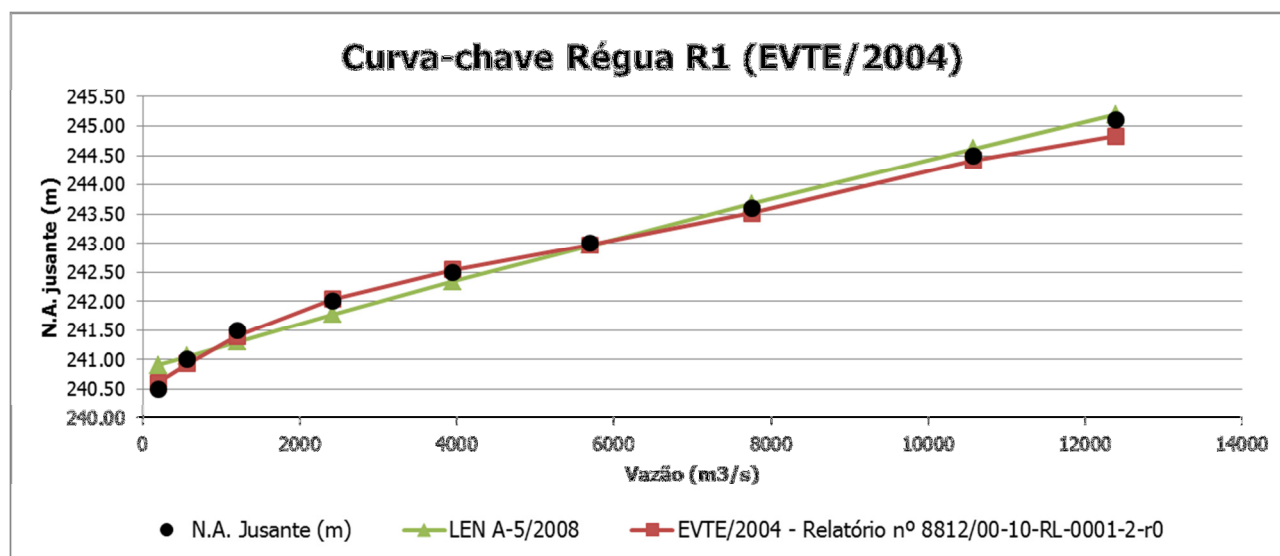
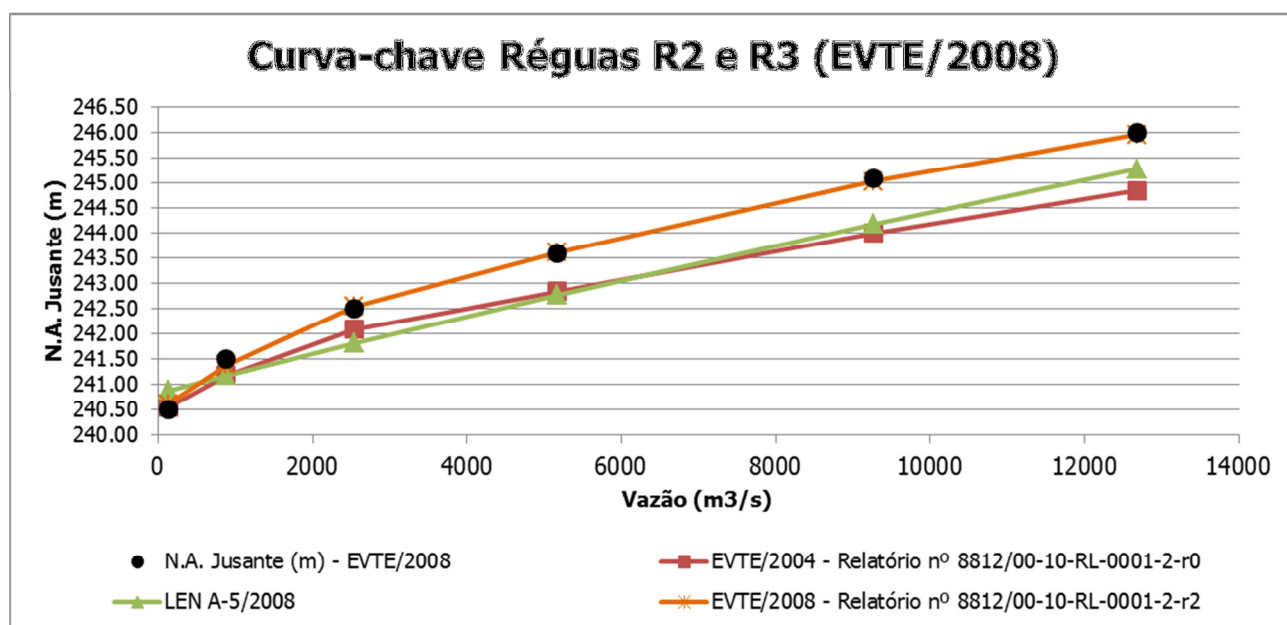
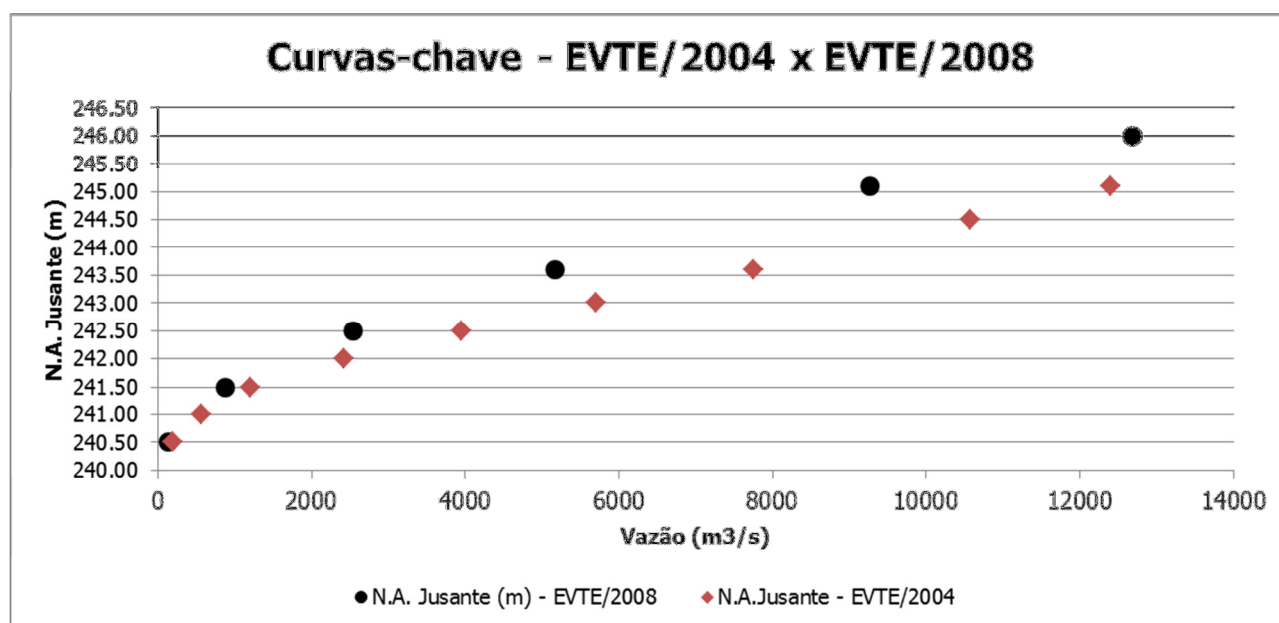
Figura 2 – Polinômios de vazão-nível de jusante – LEN A-5/2008 X EVTE de 2004

Figura 3 – Polinômios de vazão-nível de jusante – EVTE/2004 X EVTE/2008


Figura 4 – Curvas-chave de jusante – EVTE/2004 X EVTE/2008



Observa-se que os níveis de jusante definidos no EVTE de 2008 são superiores aos definidos no EVTE de 2004. Por consequência, o montante de energia firme obtido para os parâmetros do EVTE de 2008 é inferior ao obtido com os parâmetros do EVTE de 2004. Conforme pode ser observado na tabela a seguir, ao se isolar o efeito da alteração das curvas-chave no *deck* MSUI utilizado no LEN A-5/2008.

Tabela 1 – Energias Firmes - UHE Baixo Iguaçu – *deck* MSUI LEN A-5/2008

Coefficientes do PVNJ	Energia Firme (MW médios)
Deck MSUI LEN A-5/2008	168,62
EVTE/2004 - Relatório nº 8812/00-10-RL-0001-2-r0	167,90
EVTE/2008 - Relatório nº 8812/00-10-RL-0001-2-r2	165,74

As tabelas a seguir apresentam os pares de pontos de vazão defluente e nível de jusante da UHE Baixo Iguaçu constantes nos EVTE de 2004 e 2008, assim como os ajustes polinomiais, incluindo o utilizado no LEN A-5/2008.

Tabela 2 – Vazão X N.A. Jusante da UHE Baixo Iguaçu – EVTE/2004 X EVTE/2008

EVTE/2004 Curva-chave referente à régua R1		EVTE/2008 Curva-chave referente à composição das régua R2 e R3	
N.A.Jusante (m)	Vazão (m ³ /s)	N.A.Jusante (m)	Vazão (m ³ /s)
240,5	196,8	240,5	136,0
241,0	569,0	241,5	882,5
241,5	1.200,0	242,5	2.535,0
242,0	2.415,3	243,6	5.164,0
242,5	3.950,0	245,1	9.266,5
243,0	5.700,0	246,0	12.688,5
243,6	7.753,8		
244,5	10.578,9		
245,1	12.400,0		

Tabela 3 – Polinômios vazão-nível de jusante: EVTE/2004, LEN A-5/2008 e EVTE/2008

Coeficientes do PVNJ	EVTE/2004	LEN A-5/2008	EVTE/2008
A0	2,4041153E+02	2,4083000E+02	2,4046547E+02
A1	1,0181558E-03	4,0000000E-04	1,1919618E-03
A2	-1,8341591E-07	-5,0000000E-09	-1,8907340E-07
A3	1,8223150E-11	1,0000000E-13	1,7857228E-11
A4	-6,2384041E-16	-8,0000000E-19	-6,0413768E-16

Cabe ressaltar que no *deck* Newave foi utilizado como valor de canal de fuga a cota de 242,55 m, referente à curva-chave obtida com a composição das régua R2 e R3, conforme apresentado na tabela 1 da Carta SREG 142/2015:

Tabela 4 – Tabela 1 da Carta SREG 142/2015

Parâmetros	EVTE/2004	EVTE/2008
Perda de carga média (m)	0,34	0,11
Curva-chave	R1	R2 R3
Rendimento (%)	90	92
Potência (MW)	350,0	350,0
Queda de referência (m)	16,6	15,5
N.A. normal de jusante (m)	242,0	242,6

Em relação à Revisão Extraordinária de 2014, o concessionário critica o fato de a queda líquida nominal ter sido considerada como fato relevante e, por conta disso, as configurações CRA0 e CRA1 apresentarem PVNJ distintos, com consequentes valores distintos de canal de

fuga médio.

A argumentação se baseia no fato de que a alteração da curva-chave deveria ter sido identificada e considerada na ocasião do LEN A-5/2008 e, por conta disso, a redução de garantia física da UHE Baixo Iguaçu na Revisão Extraordinária não poderia ser imputada ao empreendedor, dado que ele não poderia identificar este equívoco na ocasião do lance no Leilão de Energia Nova.

Entretanto, conforme consta na Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL, houve um refinamento da curva-chave a jusante do canal de fuga no Projeto Básico e esta é resultado de uma composição das curvas-chave das 3 réguas, R1, R2 e R3. Além disso, está explícita na tabela 3.1 do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu a alteração no N.A. normal de Jusante do EVTE de 2008 para o Projeto Básico, conforme figura abaixo:

Figura 5 – Tabela 3.1 extraída do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu

Tabela 3.1 – Comparativo de Alternativas – Estudo de Viabilidade Revisado x Projeto Básico

ITEM	ESTUDO DE VIABILIDADE REVISADO (2008) (aprovado pela ANEEL)	PROJETO BÁSICO
Coordenadas do Barramento	25°30'12"S 53°40'18"W	N/A
Coordenadas da Casa de Força	25°30'29"S 53°40'43"W	N /A
Potência mínima instalada (MW)	350	350,2
Número de unidades	3	N/A
Geração média de energia (MW médios)	173,51	168,60
N.A. máximo normal de montante (m)	259,00	N/A
N.A. normal de jusante (m)	242,55	243,21

Desta forma, está configurada uma situação na qual deveriam ser considerados PVNJ distintos na CRA0 e na CRA1, pois há claramente alteração de queda líquida nominal e, portanto, esta alteração deveria ser considerada como fato relevante.

Como o objetivo da revisão extraordinária é avaliar o impacto das alterações consideradas como fatos relevantes e, na CRA0 devem ser considerados os parâmetros utilizados no cálculo da garantia física a ser revisada, o PVNJ que será considerado nesta avaliação da revisão extraordinária é o PVNJ considerado no LEN A-5/2008.

Portanto, assim como será mantido na CRA0 o equívoco de apontamento considerado no MSUI por ocasião do cálculo das garantias físicas para o LEN A-5/2008, também será mantido o equívoco do PVNJ, este referente à régua R1. A intenção é que na CRA0 os fatos relevantes e parâmetros associados reflitam o cálculo da garantia física a ser revisada. Refletindo assim, a alteração da queda líquida nominal da usina, em razão do canal de fuga

da usina, conforme apontado no parágrafo 67 da Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL, que já apontava uma redução de energia firme de 6,6 MWmed (sendo 4,95 MWmed devido apenas à correção da referência do canal de fuga).

Será apresentada, nesta Nota Técnica, uma nova revisão extraordinária de garantia física para a UHE Baixo Iguaçu, nos termos do artigo 11 da Portaria 861/2010, que substituirá a anteriormente publicada na Portaria nº 390/2014. Em relação à anterior, na CRA0, e apenas no modelo SUIISHI, serão considerados os usos consuntivos acumulados na UHE Baixo Iguaçu, uma vez que ela já estava isolada da cascata do rio Iguaçu.

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 revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia de usina hidrelétrica despachada centralizadamente no Sistema Interligado Nacional – SIN, com capacidade instalada superior a 30 MW, definidas pela Portaria MME 861/2010, o cálculo foi realizado segundo metodologia estabelecida na Portaria nº 101, de 22 de março de 2016, considerando as premissas apresentadas na Portaria nº 103, de 22 de março de 2016.

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

A Portaria MME nº 861, de 18 de outubro de 2010 estabeleceu os fatos relevantes e a metodologia para revisão extraordinária dos montantes de garantia física de energia de Usinas Hidrelétricas despachadas centralizadamente no Sistema Interligado Nacional - SIN, com capacidade instalada superior a 30 MW.

O Ministério de Minas e Energia - MME poderá determinar, para a revisão extraordinária dos

montantes de garantia física de energia, novos fatos relevantes não considerados nos incisos I a VI do art. 4º da citada Portaria.

As características técnicas referidas no art. 4º da Portaria 861/2010 deverão ser aprovadas ou homologadas por meio de atos próprios a serem publicados pela ANEEL.

Embora a perda hidráulica e os rendimentos de turbina e gerador, analisados pela ANEEL, sejam os nominais, nas simulações energéticas, os parâmetros adotados serão os médios, pois refletem de maneira mais apropriada as condições da usina ao longo de uma simulação dinâmica da sua operação, sujeita a variadas condições de queda e vazão. Os parâmetros médios serão obtidos segundo metodologia apresentada na Nota Técnica EPE-DEE-RE-037/2011-r2.

Uma vez definidas pelo MME/ANEEL as características técnicas que constituem fatos relevantes, eventualmente outros parâmetros podem ser impactados. Por exemplo, no caso de alteração de potência instalada ou número de unidades geradoras, poderão ser impactados: rendimento médio do conjunto turbina-gerador, vazão efetiva³, perdas de carga no circuito hidráulico de geração, perdas hidráulicas médias, queda de referência⁴, taxas de indisponibilidades das unidades geradoras. Portanto, se faz necessária uma avaliação global do empreendimento que está pleiteando revisão de garantia física.

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

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

Os dados comuns às duas configurações de referência atual, CRA0 e CRA1, serão os mais atualizados possíveis. Desta forma, a nova garantia física da usina constante nesta revisão extraordinária será composta pela soma da garantia física vigente mais a diferença entre as garantias físicas obtidas nas duas configurações de referência pela aplicação da Portaria

³ 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.

⁴ 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.

MME nº 861/2010.

4. Configuração de Referência

Nesta revisão extraordinária, a EPE adotou uma configuração de referência baseada no *deck* utilizado no LEN A-5/2016⁵ com atualizações referentes aos PMO de maio e junho de 2016, incluindo as usinas vencedoras no referido leilão, para estabelecer as configurações de referência atual CRA0 e CRA1. A Portaria MME nº 103, de 22 de março de 2016, 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 20
 - SUISHI - Versão 10 (Encad versão 3.26.45)
- Parâmetros do SUISHI:
 - Funcionalidades específicas ativas em usinas hidrelétricas:
 - Simulação da bacia do rio Paraíba do Sul com regras especiais, considerando a UHE Simplício como usina de acoplamento hidráulico. Foi considerado o arquivo *default* com os dados da bacia do rio Paraíba do Sul;
 - Em virtude de a simulação do modelo SUISHI empregar série de vazões naturais para a UHE Simplício, é necessário incluir a vazão remanescente (igual a 90 m³/s) como desvio d'água dessa usina e retorno na UHE Ilha dos Pombos. Na simulação com o modelo NEWAVE essa vazão remanescente já está descontada na série artificial utilizada na UHE Simplício;
 - Adicionalmente, é necessário alterar os usos consuntivos da UHE Simplício no modelo SUISHI devido ao acoplamento hidráulico com a bacia do alto Paraíba do Sul, ou seja, deve-se considerar o uso consuntivo incremental entre as UHEs Funil e Simplício para a UHE Simplício. No modelo NEWAVE, como não há acoplamento hidráulico entre as bacias do alto e baixo Paraíba do Sul, considera-se: (i) a UHE Funil apontando para a UHE Nilo Peçanha, e (ii) na UHE Simplício o uso consuntivo

⁵ Disponível no *site* da EPE.

incremental entre as UHEs Funil e Simplício somado ao uso consuntivo acumulado da UHE Funil;

- Operação do reservatório de Lajes em paralelo com a bacia do rio Paraíba do Sul (não foi considerada curva de controle de cheias);
- Curva Guia da UHE Jirau;
- Restrição de volume máximo operativo sazonal para a UHE Sinop, devido à preservação de lagoas;
- Uso do reservatório a fio d'água da UHE Belo Monte para atendimento à vazão mínima. Foi considerado o compartilhamento do reservatório com a UHE Belo Monte Complementar;
- Consideração de posto intermediário de vazões influenciando o nível do canal de fuga da UHE Belo Monte (posto 293);
- Em virtude de o hidrograma ecológico bianual ainda não estar implementado no modelo SUISHI, são necessárias as seguintes alterações:
 - Série de vazões: série de vazões artificiais (posto 292), 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.
- Proporcionalidade da carga: adotada a proporcionalidade do ano 2021 do Plano Decenal de Expansão de Energia 2024. A proporcionalidade entre os mercados é apresentada a seguir:

Tabela 5 – Proporcionalidade da Carga de Energia – Ano 2021

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

- Usinas não despachadas centralizadamente não são simuladas individualmente nos modelos computacionais utilizados no cálculo de garantia física. Representa-se, apenas no modelo NEWAVE, uma expectativa de geração agregada por subsistema e por mês. Esse

montante é descontado do mercado a ser atendido. Para esta configuração, a referência utilizada é o PMO de junho de 2016.

- Sazonalidade do Mercado de Energia: em virtude da representação da expectativa de geração das usinas não despachadas centralizadamente, e consequentemente, da sazonalidade dessa expectativa de geração, foi também considerada a sazonalidade do mercado referente ao ano de 2021 do PDE 2024 para cada subsistema no modelo NEWAVE e para o SIN no modelo SUISHI.

Tabela 6 – Sazonalidade do mercado de energia – ano 2021 do PDE 2024

Região	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	Set	out	nov	dez
Sudeste	1,007796	1,045268	1,044764	1,007192	0,972360	0,959003	0,962428	0,988497	0,998328	1,011161	1,004170	0,999033
Sul	1,043778	1,082944	1,054730	0,991774	0,962907	0,966751	0,971538	0,975527	0,959353	0,980967	1,003524	1,006207
Nordeste	1,017560	1,014332	1,023093	1,002882	0,980134	0,954697	0,951162	0,970682	1,002651	1,026398	1,033237	1,023170
Norte	0,990155	0,993630	1,004826	1,003410	1,004182	0,984621	0,984107	1,012033	1,019754	1,008687	1,002252	0,992343
SIN	1,014	1,042	1,039	1,004	0,975	0,962	0,964	0,986	0,995	1,008	1,008	1,003

- Manutenção: Para as usinas hidrelétricas e termelétricas, não foi considerada manutenção explícita, e, sim, índices de indisponibilidade forçada - TEIF e indisponibilidade programada – IP.

Para as usinas hidrelétricas com mais de sessenta meses de operação comercial, após completa motorização⁶, foram considerados os valores de TEIF e IP apurados pelo ONS (referência: PMO maio/2016). Para as demais usinas hidrelétricas, foram considerados os seguintes índices, estabelecidos na Portaria MME nº 484, de 11 de setembro de 2014, conforme redação da Portaria MME nº 248, de 02 de junho de 2015:

Tabela 7 – Valores de TEIF e IP estabelecidos na Portaria nº 484/2014⁷

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

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

Para as usinas termelétricas, foram consideradas as indisponibilidades apuradas pelo ONS⁸,

⁶ Data de referência: 31/12/2014.

⁷ Conforme redação da Portaria nº 248, de 2 de junho de 2015.

referentes ao período de janeiro de 2011 a dezembro de 2015 (referência: PMO maio/16). Para as usinas que não dispõem de 60 meses de apuração das indisponibilidades, os valores faltantes foram complementados com os índices de referência utilizados nos respectivos cálculos das garantias físicas dos empreendimentos.

- Restrições Operativas Hidráulicas: para as usinas em operação, foram consideradas as restrições operativas de caráter estrutural recomendadas pelo ONS, segundo o Relatório DPP-REL-0046/2016 “Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos – Revisão 1 de 2016”.
- Histórico de vazões: Os históricos de vazões das usinas constantes na configuração foram estendidos até o ano de 2014 tendo como base o Relatório ONS RE ONS/0205/2015 – Dezembro / 2015 - “Atualização de séries históricas de vazões - Período 1931 a 2014”.
- Usos Consuntivos e vazões remanescentes: o uso consuntivo é modelado como retirada de água sem devolução, enquanto a vazão remanescente retorna a água desviada para a usina de jusante. Ambas estão sujeitas à penalização por não atendimento. Foram considerados os valores extrapolados para o ano de 2021 a partir dos dados apresentados nas Declarações/Outorgas de Reserva de Disponibilidade Hídrica e Notas Técnicas da ANA.
- Configuração de Referência Inicial: composta pelo conjunto de usinas hidrelétricas e termelétricas em operação e todas as usinas que já possuem contrato de concessão ou ato de autorização. A seguir, algumas observações sobre a Configuração Hidrotérmica, apresentada no Anexo 1:
 - Configuração de Referência Termelétrica: é baseada na configuração adotada no caso base do leilão A-5/2016, com a inclusão das usinas vencedoras deste leilão. Foi restaurada a operação comercial da UG1 da UTE P. Médici A, conforme Despacho ANEEL nº 943/2016. Foi retirada da configuração de referência para simulação no NEWAVE a UTE Sol, devido à mudança no tipo de modalidade de Despacho desta usina, Foram consideradas as atualizações dos custos variáveis das usinas conforme PMO de maio de 2016.

Configuração de Referência Hidrelétrica: é baseada na configuração adotada no caso base do leilão A-5/2016, com a inclusão das usinas vencedoras deste leilão e das atualizações referentes à Revisão Extraordinária de Garantia Física de Energia para as usinas São Roque e Garibaldi.

⁸ De acordo com a Resolução ANEEL nº 614, de 03 de junho de 2014.

5. Revisão Extraordinária da Garantia Física da UHE Baixo Iguaçu

A garantia física original da UHE Baixo Iguaçu foi calculada para o Leilão nº 03/2008 e publicada na Portaria SPE/MME nº 24, de 28 de julho de 2008. O valor consta no Contrato de Concessão nº 02/2012, conforme tabela abaixo:

Tabela 8 – UHE Baixo Iguaçu - Garantia Física original – Portaria nº 24/2008

Usina	Rio	UF	Número de Unidades	Potência Total (MW)	Garantia Física (MWmed)
Baixo Iguaçu	Iguaçu	PR	3	350 ⁹	172,8

A Portaria MME nº 390, de 22 de dezembro de 2014, revisou a garantia física da UHE Baixo Iguaçu, em razão da aprovação do Projeto Básico, conforme Despacho ANEEL nº 565, de 11 de março de 2014.

Tabela 9 – UHE Baixo Iguaçu - Garantia Física vigente – Portaria SPE/MME nº 390/2014

Usina	Rio	UF	Nº de Unidades	Potência Instalada (MW)	Garantia Física Vigente (MWmed)	Δ Garantia Física (MWmed)	Garantia Física Nova (MWmed)
Baixo Iguaçu	Iguaçu	PR	3	350,2	172,8	-1,7	171,1

Embora a garantia física vigente da UHE Baixo Iguaçu seja aquela publicada na Portaria nº 390/2014, conforme mencionado anteriormente, o presente cálculo substituirá a revisão extraordinária de 2014, e, portanto, doravante, o termo “garantia física vigente” referir-se-á à garantia física original da UHE Baixo Iguaçu, ou seja, aquela publicada na Portaria nº 24/2008.

5.1. Fatos Relevantes e Características Técnicas Associadas

Os fatos relevantes são os mesmos da revisão extraordinária de 2014, cujos valores foram estabelecidos na nota técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL, conforme tabela abaixo:

⁹ No Contrato de Concessão nº 02/2012, a potência da UHE Baixo Iguaçu é igual a 350,2 MW. Entretanto, na Portaria SPE/MME nº 24/2008 consta como 350 MW.

Tabela 10 – UHE Baixo Iguaçu - Fatos Relevantes

Fatos Relevantes	EVTE	Projeto Básico	Origem dos dados
Queda líquida nominal ¹⁰	16,07 ¹¹ m	15,42 m	Complementação do EVTE
Perda hidráulica nominal	0,38 ¹² m	0,45 m	Complementação do EVTE
Rendimento nominal da Turbina	91,4 %	92,47 %	Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL

A alteração de queda líquida nominal se justifica pela alteração das perdas hidráulicas nominais e do N.A. normal de jusante (de 242,55 m para 243,21 m), em virtude da alteração do polinômio vazão-nível de jusante (PVNJ).

A alteração de perda hidráulica nominal foi justificada com a apresentação de nova equação de perdas, referente às perdas no canal de adução, no canal de fuga e no circuito hidráulico.

Equação 1 – UHE Baixo Iguaçu – Equação de perdas de carga

$$\text{Perda de carga} = 8,453 * 10^{-9} Q_{Total}^2 + 5,97025 * 10^{-7} Q_{Unitário}^2$$

Onde Q_{Total} e $Q_{Unitário}$ se referem, respectivamente, às vazões turbinada total e unitária, em m³/s.

As características técnicas associadas aos fatos relevantes que serão consideradas de forma distinta nas duas configurações de referência (CRA0 e CRA1) são: polinômio de vazão em função do nível de jusante, rendimento médio do conjunto turbina-gerador, queda líquida de referência, perda hidráulica média, vazão efetiva¹³ e canal de fuga médio¹⁴.

A CRA0 procura refletir as condições do cálculo da garantia física vigente, desse modo, os valores considerados para as características técnicas associadas aos fatos relevantes serão os constantes no conjunto de arquivos MSUI¹⁵ utilizados no cálculo das garantias físicas para o LEN A-5/2008. Cabe ressaltar, entretanto, que os valores de vazão efetiva e canal de fuga médio serão os mais atualizados possíveis.

¹⁰ A queda líquida nominal (m), em termos da portaria 861/2010, é definida como a diferença entre a Queda Bruta Nominal (Nível Máximo Normal Montante subtraído do Nível Máximo Normal Jusante) e as Perdas Hidráulicas Nominais calculadas ao longo do Circuito Adutor.

¹¹ Obtida a partir das informações da complementação do EVTE, de julho de 2008 (8812/00-10-RL-0001): N.A. Máximo Normal de Montante igual a 259 m, N A. Normal de Jusante de 242,55 m e perda hidráulica de 0,38 m.

¹² A complementação do EVTE apresenta na página 124 a equação: Perda de carga = $5,953191269.10^{-8} \times Q^2$. Ao substituir a vazão nominal total de 2541,3 m³/s obtém-se a perda de 0,38 m.

¹³ 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 será calculada a partir dos valores cadastrados.

¹⁴ 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.

¹⁵ O conjunto de arquivos MSUI utilizados no cálculo das garantias físicas pra o LEN A-5/2008 está disponível no *site* da EPE.

No Projeto Básico houve um refinamento da curva-chave a jusante do canal de fuga. A nova curva é resultado de uma composição das curvas-chave de 3 réguas, descontadas as perdas de carga existente no canal de fuga da usina. Na CRA1 será considerado o polinômio ajustado para essa nova curva-chave, apresentado na Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL.

A carta SREG¹⁶ 190/2013 apresenta, em seu anexo IV¹⁷, a curva colina da turbina, em formato gráfico e tabelado¹⁸. Do gráfico foi extraída a região operativa da turbina e da tabela, além dos pontos da curva colina, o rendimento médio do gerador e as perdas nos mancais, respectivamente, 98,65% e 0,24%, obtidos como média ponderada. De posse dessas informações, foi obtido, segundo metodologia descrita na nota técnica EPE-DEE-RE-037/2011-r2, o valor de rendimento médio do conjunto turbina-gerador a ser considerado na CRA1.

A partir da curva colina tabelada também foi obtido o valor da queda líquida de referência¹⁹ associada ao novo valor de rendimento nominal da turbina, 92,47%. Tal valor será considerado na CRA1. O novo ponto nominal de operação da turbina da UHE Baixo Iguaçu é apresentado na tabela abaixo.

Tabela 11 – UHE Baixo Iguaçu – Ponto nominal de operação da turbina

Fatos Relevantes	Projeto Básico	Fonte dos valores
Potência unitária nominal ²⁰	119,30 MW	Curva colina tabelada (tabela 4,1 do Anexo IV à Carta SREG 190/2013)
Vazão nominal	866,23 m³/s	
Queda líquida de referência	15,29 m	
Rendimento nominal	92,47 %	

No que se refere à perda hidráulica média, a partir da curva colina da turbina, da nova equação de perdas de carga e utilizando-se a metodologia apresentada na nota técnica EPE-DEE-037/2011-r2, obteve-se um novo valor que será considerado na CRA1.

Ressalta-se que embora conste na Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL que a perda hidráulica média utilizada no cálculo da garantia física vigente foi de 0,11 m, verifica-se, junto ao conjunto de arquivos MSUI utilizado no cálculo das garantias físicas para o Leilão A-5 de 2008, que o cálculo foi, de fato, realizado com 0,10 m. Desse modo, na CRA0 será considerado 0,10 m.

¹⁶ A carta SREG 190/2013, de 26 de novembro de 2013, é parte integrante do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu.

¹⁷ Anexo IV: documento nº 1235-BI-5-GE-G00-00-C-13-MC-001 rev. A – UHE Baixo Iguaçu – Parâmetros para cálculo energético – Memória de cálculo.

¹⁸ Tabela 4.1 do anexo IV.

¹⁹ Queda líquida de referência é aquela para qual a turbina, com abertura total do distribuidor fornece a potência nominal do gerador.

²⁰ Potência no eixo da turbina já descontadas as perdas nos mancais.

Tabela 12 – UHE Baixo Iguaçu – Características Técnicas associadas aos Fatos Relevantes

Características Técnicas associadas aos Fatos Relevantes	CRA0	CRA1	Fonte dos valores
PVNI	A0: 2,4083000E+02 A1: 4,0000000E-04 A2: -5,0000000E-09 A3: 1,0000000E-13 A4: -8,0000000E-19	A0: 2,4032767E+02 A1: 1,7508910E-03 A2: -3,3197764E-07 A3: 3,0981749E-11 A4: -1,0133045E-15	CRA0: Deck MSUI – LEN A-5/2008 CRA1: NT nº 125/2014-SGH/ANEEL
Perda hidráulica média	0,1 m	0,29 m	CRA0: Deck MSUI – LEN A-5/2008 CRA1: Metodologia NT EPE-DEE-037/2011-r2
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador	92%	92,7 %	CRA0: Deck MSUI – LEN A-5/2008 CRA1: Metodologia NT EPE-DEE-037/2011-r2
Queda líquida de referência	15,5 m	15,29 m	CRA0: Deck MSUI – LEN A-5/2008 CRA1: Curva colina tabelada
Vazão efetiva	834 m³/s	840 m³/s	Compatível com os demais dados
Canal de fuga médio	241,58 m	242,52 m	Simulação com MSUI

5.2. Parâmetros comuns às duas configurações de referência

Os parâmetros comuns às duas configurações de referência são os mais atualizados possíveis e, nesse caso, são os utilizados no PMO, exceto no que se refere à vazão mínima defluente e aos polinômios representativos do reservatório (e consequentemente, novos valores mínimos de volume e área, assim como, de volume de vertimento) e às taxas de indisponibilidades forçada e programada.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos referente à UHE Baixo Iguaçu, Resolução ANA nº 142, de 17 de fevereiro de 2014, estabelece no parágrafo 3º do artigo 6º que, em períodos de estiagem, deverá ser atendida uma vazão mínima defluente de 350 m³/s a jusante da UHE Baixo Iguaçu nos períodos de visitação do Parque Nacional do Iguaçu, levando-se em consideração os tempos de trânsito entre a barragem e as Cataratas do Iguaçu. Desse modo, o valor de vazão mínima foi atualizado de 200m³/s²¹ para 350 m³/s.

Por solicitação da ANEEL, foram apresentados na carta SREG²² 190/2013 novos ajustes para os polinômios de cota-volume e cota-área. Consequentemente, a partir dos polinômios foram obtidos novos valores mínimos de volume e área. Adicionalmente, por ser cadastrado com o mesmo valor do volume mínimo, foi atualizado o volume de vertimento.

As taxas de indisponibilidades forçada e programada foram atualizadas conforme estabelece o artigo 5º da Portaria 484/2014. No caso da UHE Baixo Iguaçu, por se tratar de uma usina que ainda não entrou em operação comercial, foram utilizados os valores constantes no Anexo da referida Portaria.

²¹ O valor de vazão mínima defluente de 200 m³/s havia sido estabelecido na DRDH de Baixo Iguaçu, resolução ANA nº 362, de 24 de agosto de 2005.

²² A carta SREG 190/2013, de 26 de novembro de 2013, é parte integrante do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu.

Tabela 13 – UHE Baixo Iguaçu – Parâmetros comuns às configurações de referência: atualizações em relação ao PMO

Parâmetros	PMO	CRA0 e CRA1	Fonte dos valores
Vazão mínima defluente	200 m³/s	350 m³/s	PMO: Resolução ANA nº 362/2005 CRA0 e CRA1: Resolução ANA nº 142/2014
PVC	A0: 2,590000E+02 A1: 0,000000E+00 A2: 0,000000E+00 A3: 0,000000E+00 A4: 0,000000E+00	A0: 2,467161E+02 A1: 1,084496E-01 A2: -3,359268E-04 A3: 4,610282E-07 A4: 0,000000E+00	PMO: EVTE CRA0 e CRA1: PB - Carta SREG ²³ 190/2013
Volume mínimo	183,00 hm³	178,70 hm³	PMO: EVTE CRA0 e CRA1: Obtido a partir do novo PVC
Volume de vertimento	183,00 hm³	178,70 hm³	Igual ao volume mínimo
PCA	A0: 3,163000E+01 A1: 0,000000E+00 A2: 0,000000E+00 A3: 0,000000E+00 A4: 0,000000E+00	A0: 1,595224E+05 A1: -1,873853E+03 A2: 7,327579E+00 A3: -9,537500E-03 A4: 0,000000E+00	PMO: EVTE CRA0 e CRA1: PB - Carta SREG190/2013
Área mínima	-	29,10 km²	CRA0 e CRA1: Obtido a partir do novo PCA
TEIF	2,533	1,638	PMO: Tabela do Bracier CRA0 e CRA1: Portaria nº 484/2014
IP	8,091	6,141	PMO: Tabela do Bracier CRA0 e CRA1: Portaria nº 484/2014

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 20.

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

A carga crítica, os CMO e a média dos riscos anuais de déficit para cada subsistema e em cada configuração são detalhados a seguir.

²³ A carta SREG 190/2013, de 26 de novembro de 2013, é parte integrante do Projeto Básico da UHE Baixo Iguaçu.

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

Média dos Custos Marginais de Operação (R\$/MWh)				
	SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
CRA0	192,60	192,60	192,60	192,60
CRA1	192,79	192,79	192,78	192,79
Média dos Riscos Anuais de Déficit (%)				
	SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
CRA0	0,46	0,32	0,00	0,24
CRA1	0,48	0,33	0,00	0,24
Carga Crítica (MWmed)				
	SE/CO/Acre/Rondônia	S	NE	N
CRA0	52182	14494	13680	8169
CRA1	52174	14492	13677	8167
	CRA0	CRA1		
Carga Brasil	74049	74034	MWmed	
Usinas não despachadas centralizadamente	14476	14476	MWmed	
Fator Hidráulico	77,17%	77,17%		
Bloco Hidráulico	57140,1	57130,4	MWmed	
Bloco Térmico	16908,7	16903,7	MWmed	

O bloco hidráulico obtido a partir da ponderação pelo custo marginal de operação das gerações hidráulica e térmica encontradas durante a simulação final do NEWAVE, que definiu a carga crítica para a CRA0, corresponde a 57.140 MWmed (77,17% da carga crítica de 74.049 MWmed), e para a CRA1, corresponde a 57.130 MWmed (77,17% da carga crítica de 74.034 MWmed).

ENERGIAS FIRMES E GARANTIAS FÍSICAS EM CADA CONFIGURAÇÃO

As energias firmes da UHE Baixo Iguaçu foram obtidas em cada uma das configurações através de simulação com o modelo SUISHI em sua versão 10.0.

A energia firme total do sistema hidráulico na CRA0 resultou em 54.827,07 MWmed e na CRA1, 54.816,15 MWmed.

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

O valor de garantia física definido nesta revisão extraordinária para a UHE Baixo Iguaçu é discriminado a seguir:

Tabela 15 – Energias Firmes e Garantias Físicas – UHE Baixo Iguaçu

Usina	Energia Firme (MWmed)		Garantia Física (MWmed)		Δ Garantia Física	Garantia Física Vigente (MWmed)	Garantia Física Nova (MWmed)
	CRA0	CRA1	CRA0	CRA1			
Baixo Iguaçu	169,75	168,33	176,9	175,4	-1,5	172,8	171,3

Destaca-se que a nova garantia física da UHE Baixo Iguaçu é inferior ao valor obtido na Configuração de Referência CRA1.

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.

A tabela abaixo apresenta os resultados obtidos de garantia física por unidade geradora para as usinas em motorização ou em construção. Cabe destacar que a UHE Baixo Iguaçu ainda está em construção.

Tabela 16 – Energia Firme e Garantia Física por unidade geradora

Usina	Energia Firme (MWmed)				Garantia Física (MWmed)			
	Total	Unid1	Unid2	Unid3	Total	Unid1	Unid2	Unid3
Baixo Iguaçu	168,33	99,67	148,28	168,33	171,3	101,4	150,9	171,3

7. Resumo dos Resultados

A seguir são apresentados os resultados obtidos no processo de revisão extraordinária de garantia física da usina hidrelétrica Baixo Iguaçu.

Tabela 17 – Resumo dos Resultados

Usina	Rio	UF	Nº de Unidades	Potência Instalada (MW)	TEIF (%)	IP (%)	Garantia Física Vigente (MWmed)	Δ Garantia Física	Garantia Física Nova (MWmed)	Nº de Unidades de Base ²⁴
Baixo Iguaçu	Iguaçu	PR	3	350,2	1,638	6,141	172,8	-1,5	171,3	2

²⁴ 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.

Anexo 1 – Configuração Hidrotérmica de Referência

Tabela 20 – 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 IGUAÇU	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 21 – Configuração Termelétrica

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
ACRE	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	164	100	10	4	141,70	35	90
ALTOS	NE	DIESEL	13,1	100	32	11,31	7,90	0	678,26
ANGRA 1	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	640	100	4,69	11,78	538,13	509,8	25,38
ANGRA 2	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1350	100	1,42	7,44	1.231,82	1080	20,12
ANGRA 3	SE/CO/AC/RO	NUCLEAR	1405	100	2	6,84	1.282,72	1.282,7	25,58
ARACATI	NE	DIESEL	11,5	100	34,86	12,07	6,59	0	678,26
BAHIA 1	NE	OLEO	31	98	6,91	4,2	27,09	0	558,05
BAIXADA FLU	SE/CO/AC/RO	GAS	530	100	4,39	3,66	488,19	0	87,43
BATURITE	NE	DIESEL	11,5	100	31,52	11,83	6,94	0	678,26
BOLTBAH	NE	BIOMASSA	50	100	0,5	4,5	47,51	0	125
CAMACARI D/G	NE	DIESEL	69,1	91	25,29	16,63	39,17	0	943,88
Camacari PI	NE	OLEO	150	100	12,02	0,27	131,61	0	606,64
CAMPINAGRANDE	NE	OLEO	169,1	100	5,27	1,07	158,47	0	376,42
CAMPO GRANDE	NE	BIOMASSA	150	100	1,5	3,5	142,58	23,76	85,42
CAMPO MAIOR	NE	DIESEL	13,1	100	34,75	11,74	7,54	0	678,26
CANDIOTA 3	S	CARVAO	350	100	20,44	13,45	241,01	210	72,41
CANOAS	S	DIESEL	248,6	100	1,99	3,49	235,15	0	698,14
CAUCAIA	NE	DIESEL	14,8	100	31,85	12,72	8,80	0	678,26
CCBS	SE/CO/AC/RO	GAS	216	100	4,82	3,64	198,11	86,4	279,45
CHARQUEADAS	S	CARVAO	36	100	18,42	29,65	20,66	12	205,48
Cisframa	S	BIOMASSA	4	90	3,5	6	3,27	0	260,16
COSTA RICA I	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	164	100	10	4	141,70	35	90
CRATO	NE	DIESEL	13,1	100	35,8	11,84	7,41	0	678,26
DAIA	SE/CO/AC/RO	DIESEL	44,4	85	12,55	1,7	32,44	0	792,54
DO ATLANTICO	SE/CO/AC/RO	GAS PROCES	490	93	1,07	5,16	427,56	419,78	160,4
ELETROBOLT	SE/CO/AC/RO	GAS	385,9	100	10,88	2,26	336,14	0	307,7
ENGUIA PECEM	NE	DIESEL	14,8	100	32,94	11,32	8,80	0	678,26
ERB CANDEIAS	NE	BIOMASSA	16,8	100	3	5	15,48	0	60
FAFEN	NE	GAS	138	99,6	21,86	6,58	100,33	0	300,74
Fict_N	N/MAN	GAS	10	0	0	0	0,00	0	0
Fict_S	S	GAS	10	0	0	0	0,00	0	0
FIGUEIRA	S	CARVAO	20	87	39,23	20,03	8,46	5	459,92
FORTALEZA	NE	GAS	326,6	100	2,36	4,18	305,56	223	139,88
GERAMAR I	N/MAN	OLEO	165,9	96	0,6	0,7	157,20	0	376,41
GERAMAR II	N/MAN	OLEO	165,9	96	2,26	0,93	154,22	0	376,41
GLOBAL I	NE	OLEO	148,8	100	6,16	7,29	129,45	0	428,04
GLOBAL II	NE	OLEO	148,8	100	5,1	6,99	131,34	0	428,04
Goiania 2 BR	SE/CO/AC/RO	DIESEL	140	97	31,81	0,54	92,10	0	818,28
IBIRITERMO	SE/CO/AC/RO	GAS	226	100	3,66	6,65	203,25	0	301,79
IGARAPE	SE/CO/AC/RO	OLEO	131	100	31,53	16,38	75,00	0	653,43
IGUATU	NE	DIESEL	14,8	100	36,05	11,36	8,39	0	678,26
J.LACERDA A1	S	CARVAO	100	100	21,5	20,97	62,04	0	258,42
J.LACERDA A2	S	CARVAO	132	100	9,85	11,95	104,78	33	195,49
J.LACERDA B	S	CARVAO	262	100	10,63	12,24	205,49	120	186,33
J.LACERDA C	S	CARVAO	363	100	4,89	15,02	293,39	293,38	155,85
JUAZEIRO	NE	DIESEL	14,8	100	28,73	11,68	9,32	0	678,26
JUIZ DE FORA	SE/CO/AC/RO	GAS	87,1	100	4,77	2,77	80,65	0	213,84
LINHARES	SE/CO/AC/RO	GAS	204	100	2,76	0,74	196,90	0	170,53
MACAE MER	SE/CO/AC/RO	GAS	928,7	100	5,19	2,18	861,31	0	530,54

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
MARACANAU I	NE	OLEO	168	97	11,93	1,82	140,91	0	360,05
MARAMBAIA	NE	DIESEL	13,1	100	40,42	11,69	6,89	0	678,26
MARANHAO III	N/MAN	GAS	518,8	100	1,85	1,62	500,95	241,63	69,45
MARANHAO IV	N/MAN	GAS	337,6	100	1,93	1,97	324,56	0	106,58
MARANHAO V	N/MAN	GAS	337,6	100	1,56	1,57	327,12	0	106,58
MAUA 3	N/MAN	GAS	590,8	98	3,7	6,3	522,44	264	61,5
MAUA B4	N/MAN	OLEO	150	90	20,02	9,51	97,70	0	575
MC2 N VENECI	N/MAN	GAS	178,2	100	4,5	3,22	164,70	0	188,18
Muricy	NE	OLEO	147,2	100	8,05	1,2	133,73	0	606,64
NAZARIA	NE	DIESEL	13,1	100	37,81	11,6	7,20	0	678,26
NORTEFLU-1	SE/CO/AC/RO	GAS	400	100	0	0	400,00	399,99	37,8
NORTEFLU-2	SE/CO/AC/RO	GAS	100	100	12,5	5,99	82,26	0	58,89
NORTEFLU-3	SE/CO/AC/RO	GAS	200	100	12,5	5,99	164,52	0	102,84
NORTEFLU-4	SE/CO/AC/RO	GAS	126,8	100	12,5	5,99	104,30	0	232,56
NOVAPIRAT	SE/CO/AC/RO	GAS	572,1	97	7,57	4,1	491,90	0	399,02
NOVO TEMPO	NE	GAS	1238	100	2	2	1188,98	0	235,05
OE CANOAS 1	N/MAN	GAS	5,5	90	2	6,5	4,54	2,25	264,01
Onca Pintada	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	50	95	3,19	5,48	43,46	6,86	89,7
P. PECEM 1	NE	CARVAO	720,3	100	12,68	6,55	587,77	0	117,16
P. PECEM 2	NE	CARVAO	365	100	2,8	3,92	340,87	0	127,17
P. SERGIPE I	NE	GAS	1516	100	1,1	2,05	1.468,59	0	198,8
P.MEDICI A	S	CARVAO	66	87	72,2	30,68	11,07	11,06	115,9
P.MEDICI B	S	CARVAO	320	90	72,2	30,68	55,50	52,85	115,9
PALMEIRA GOI	SE/CO/AC/RO	DIESEL	175,6	80	15,16	1,34	117,59	0	702,98
PAMPA SUL	S	CARVAO	340	100	3,44	1,37	323,81	170	50
PARNAIBA IV	N/MAN	GAS	56,3	100	5,91	1,26	52,31	0	69
Pau Ferro I	NE	DIESEL	94,1	100	1,96	0,49	91,80	0	997,1
PERNAMBUCO 3	NE	OLEO	200,8	100	12,77	1,61	172,34	0	314,65
PETROLINA	NE	OLEO	136,2	100	1,16	2,01	131,91	0	665,57
PIE C ROCHA	N/MAN	GAS	85,4	100	1	20,72	67,03	67	0
PIE JARAQUI	N/MAN	GAS	75,5	86,9	4	0	62,99	62,98	0
PIE MANAUARA	N/MAN	GAS	66,8	100	2,5	0,39	64,88	64,87	0
PIE P NEGRA	N/MAN	GAS	66	100	2,5	0,53	64,01	64	0
PIE TAMBQUI	N/MAN	GAS	93	70,6	4	0	63,03	63	0
PORTO ITAQUI	N/MAN	CARVAO	360,1	100	8,38	5,21	312,73	0	121,26
Potiguar	NE	DIESEL	53,1	100	5,31	1,03	49,76	0	899,37
Potiguar III	NE	DIESEL	66,4	82,5	2,49	0,43	53,19	0	899,36
Predilecta	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	5	100	0,37	5	4,73	1	126,77
PROSPERIDADE	NE	GAS	28	100	3	4	26,07	0	122,68
R.SILVEIRA	SE/CO/AC/RO	DIESEL	25	100	39,48	24,76	11,38	0	421,52
RIO GRANDE	S	GAS	1.238	100	2	2	1.188,98	0	239,05
SAO SEPE	S	BIOMASSA	8	90	2	3	6,84	0	65
ST.CRUZ NOVA	SE/CO/AC/RO	GAS	500	100	9,09	9,08	413,28	0	114,34
STA VITORIA	SE/CO/AC/RO	BIOMASSA	41,4	93	1	16,2	31,94	0	90
SUAPE II	NE	OLEO	381,3	100	9,83	1,74	337,84	0	370,17
SUZANO MA	N/MAN	BIOMASSA	254,8	100	0	0	254,80	254,79	0
SYKUE I	NE	BIOMASSA	30	100	1,5	3	28,66	0	510,12
T.NORTE 2	SE/CO/AC/RO	OLEO	340	100	4,72	5,76	305,29	0	678,04
TERMOBAHIA	NE	GAS	185,9	85,5	1,8	4,85	148,51	0	349,99
TERMOCABO	NE	OLEO	49,7	98	3,01	1,84	46,37	0	372,06

Usina	Subsistema	Combustível	Potência Efetiva (MW)	Fcmax (%)	TEIF (%)	IP (%)	Disponibilidade máxima (Mwmed)	Inflexibilidade (Mwmed)	CVU (R\$/MWh)
TERMOCEARA	NE	GAS	223	100	17,2	9,23	167,60	0	297,52
Termomanaus	NE	DIESEL	143	100	2,37	0,82	138,47	0	997,1
TERMONORDEST	NE	OLEO	170,9	95	11,3	1,46	141,91	0	377,61
TERMOPARAIBA	NE	OLEO	170,9	95	13,64	1,45	138,18	0	377,61
TERMOPE	NE	GAS	532,8	100	10,64	8,98	433,36	312,01	70,16
TERMORIO	SE/CO/AC/RO	GAS	1036	100	6,94	3,79	927,56	100,5	233,76
TRES LAGOAS	SE/CO/AC/RO	GAS	350	100	10,25	3,85	302,03	0	194,6
VALE DO ACU	NE	GAS	367,9	84,3	5,05	4,68	280,70	0	314,63
VIANA	SE/CO/AC/RO	OLEO	174,6	100	3,02	4,95	160,95	0	376,41
W.ARJONA G	SE/CO/AC/RO	GAS	206,4	100	9,77	12,21	163,50	0	297,27
XAVANTE	SE/CO/AC/RO	DIESEL	53,7	100	2,68	0,04	52,24	0	1.070,8

Anexo 2 – Ficha de dados - UHE Baixo Iguaçu

	CRA0	CRA1
Potência instalada (MW)	350,200	350,200
Número de unidades geradoras	3	3
Hidrelétrica a jusante	Não tem	Não tem
Tipo de turbina	Kaplan	Kaplan
Rendimento médio do conjunto turbina-gerador(%)	92,00	92,70
Taxa de indisponibilidade forçada - TEIF (%)	1,638	1,638
Indisponibilidade programa - IP (%)	6,141	6,141
Interligação no Subsistema	Sul	Sul
Queda líquida de referência (m)	15,50	15,29
Perda Hidráulica média (m)	0,10	0,29
Canal de fuga médio (m)	241,60	242,52
Influência do vertimento no canal de fuga? (S/N)	S	S
Vazão efetiva (m³/s)	834	840
Vazão remanescente (m³/s)	-	-
Vazão mínima do histórico (m³/s)	160	160
Vazão mínima defluente (m³/s) ²⁷	350	350

RESERVATÓRIO	CRA0	CRA1
Volume máximo (hm³)	211,92	211,92
Volume mínimo (hm³)	178,70	178,70
Volume de vertimento (hm³)	178,70	178,70
NA máximo normal (m)	259,00	259,00
NA mínimo normal (m)	258,00	258,00
Área máxima (km²)	31,63	31,63
Área mínima (km²)	29,10	29,10
Regulação (Diária/ Semanal/ Mensal)	Diária	Diária

EVAPORAÇÃO LÍQUIDA MÉDIA MENSAL (mm)²⁸

Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
-38	-10	25	57	79	81	72	61	37	-11	-38	-50

VAZÕES DE USOS CONSUNTIVOS – HORIZONTE: 2021 (m³/s)²⁹

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Incremental	-0,87	-0,87	-0,84	-0,9	-0,82	-0,87	-0,86	-0,83	-0,79	-0,77	-0,74	-0,73
Acumulado	-8,69	-8,82	-8,65	-9,17	-8,71	-9,15	-9,19	-9,03	-8,84	-8,78	-8,65	-8,65

POLINÔMIOS

	A0	A1	A2	A3	A4
PVC	2,4671611E+02	1,0844957E-01	-3,3592684E-04	4,6102819E-07	0,0000000E+00
PCA	1,5952243E+05	-1,8738525E+03	7,3275792E+00	-9,5375000E-03	0,0000000E+00
PVNJ-CRA0	2,4083000E+02	4,0000000E-04	-5,0000000E-09	1,0000000E-13	-8,0000000E-19
PVNJ-CRA1	2,4032767E+02	1,7508910E-03	-3,3197764E-07	3,0981749E-11	-1,0133045E-15

²⁷ Conforme Resolução ANA nº 142, de 17 de fevereiro de 2014.

²⁸ Conforme Nota Técnica nº 125/2014-SGH/ANEEL.

²⁹ Obtidos por interpolação linear dos valores apresentados na Resolução ANA nº 142, de 17 de fevereiro de 2014.

SÉRIE DE VAZÕES MÉDIAS MENSAIS³⁰

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1931	1462	758	707	469	3167	3236	1957	844	1937	1484	835	1073
1932	1044	1454	1888	3583	2152	2358	1323	1032	1644	2647	1055	1396
1933	573	637	630	377	411	268	306	213	455	936	667	382
1934	544	1144	920	1168	856	498	419	374	475	1004	444	1030
1935	564	444	854	559	342	1022	1132	2110	2689	6836	1960	1232
1936	2275	812	537	379	670	5068	1159	2141	1913	1552	1282	848
1937	1056	817	1306	1193	815	614	435	642	634	2059	2563	1136
1938	1021	2105	772	850	2095	3611	4482	1159	936	852	789	585
1939	676	834	1395	900	1312	989	1208	534	1069	723	2463	3746
1940	1482	925	573	1211	1163	677	503	531	511	505	576	787
1941	1080	2349	1169	957	1220	1525	1025	2471	1272	1300	1631	1806
1942	962	1860	1389	1905	1511	1632	1575	1132	931	1040	519	426
1943	422	672	549	352	439	1505	989	1405	1181	1440	1081	561
1944	880	549	1268	650	326	246	216	160	373	284	865	766
1945	306	512	796	408	273	450	1533	594	470	716	655	691
1946	1339	4075	2943	1350	1186	1548	2904	1134	989	2126	1450	1670
1947	1240	1688	1386	934	735	1672	1142	1664	3156	2645	1099	1177
1948	918	1416	1221	935	1292	1015	801	2113	940	1392	1696	508
1949	548	298	623	1368	1084	1372	575	552	636	682	436	390
1950	1244	1171	1815	768	957	650	789	449	573	2595	1229	861
1951	1018	1859	2378	784	417	363	437	229	221	1650	1856	1313
1952	638	579	410	438	232	1042	708	442	1513	2991	1949	841
1953	803	923	710	677	558	696	497	376	1422	2178	2659	1118
1954	1849	1069	1154	765	3568	3348	1895	915	1551	2647	1176	884
1955	681	470	664	1123	1886	4252	4143	1890	1590	627	457	509
1956	785	1072	594	2055	2383	1461	1174	1782	1431	922	451	288
1957	578	1550	690	537	560	1372	4034	6413	6273	2318	1796	1005
1958	641	417	932	636	324	757	659	1214	2679	1498	1262	1439
1959	936	1409	719	733	864	1098	701	842	1092	774	477	418
1960	390	643	492	640	600	882	640	1935	1932	2072	2168	852
1961	722	636	2443	1300	1200	1048	624	343	1773	2473	2709	1338
1962	858	1404	1569	701	563	747	545	411	1351	2699	1302	636
1963	706	1407	1307	1065	685	444	271	237	266	2261	3738	1564
1964	614	865	650	1307	1370	1142	1327	1997	1922	1310	713	754
1965	618	962	941	616	3021	1285	3001	1559	1614	3574	2456	2826
1966	1608	2851	1901	830	548	924	1393	695	1550	2306	2058	1360
1967	1340	1463	2125	994	437	977	831	908	1054	746	866	1195
1968	727	642	386	478	453	326	446	301	285	588	1004	831
1969	1975	1104	1120	2340	1454	2986	1918	765	749	2082	1770	954
1970	890	766	651	591	918	1958	2791	729	966	1929	765	1561
1971	4007	1509	1398	1575	2693	3371	2490	1180	976	1288	578	491
1972	820	1668	1594	1188	443	1241	1458	2669	4529	3596	1453	1406
1973	2010	1949	1225	968	2002	2293	2381	2408	3562	3048	1784	884
1974	1474	1497	1350	780	578	1194	1270	946	1511	687	994	932
1975	1205	1101	977	628	475	719	752	1352	1897	3767	1811	3172
1976	1924	1434	1137	1206	908	2833	1191	2228	1758	1265	1917	1373
1977	1481	1541	1209	1115	476	798	709	915	854	1691	1415	1287
1978	503	361	506	285	211	316	1416	1193	1249	634	1035	864
1979	533	353	471	597	3649	974	812	1323	1735	3950	3764	2081
1980	1508	1173	1659	779	1048	758	1769	1870	2947	1795	1495	2139
1981	2511	1681	766	872	860	714	470	378	437	1131	1553	2841
1982	986	975	763	349	357	1998	4786	1559	806	2744	5883	3416
1983	1658	1605	3472	2000	6266	4811	11670	3254	3018	3165	2144	1354
1984	1053	791	952	1226	1398	2954	1289	3460	1717	1390	2271	1716
1985	622	1340	813	1871	846	527	524	435	418	404	651	225
1986	385	1174	1053	1181	1653	1445	486	928	1450	1273	1093	1602
1987	1414	1939	658	910	5444	3267	1765	921	596	1184	1230	681
1988	598	737	731	622	3477	2721	986	378	356	658	561	352
1989	1815	2798	1422	1260	2046	631	1060	2185	4316	2139	1021	538
1990	2948	1816	833	1858	2137	4970	2605	3441	3743	3394	2471	1310
1991	506	544	406	619	428	2102	1347	958	375	1215	1159	1540
1992	891	820	1285	1320	3977	5790	3365	2526	1796	1561	1435	926
1993	955	1497	1366	912	2617	2006	1733	1131	1832	4792	1045	1414
1994	640	1770	1037	767	1905	3014	2912	1174	712	1297	2304	1338
1995	5300	2402	1445	1092	544	802	2208	609	1066	2418	1075	593
1996	1916	3253	2608	2255	537	1296	2599	1057	1622	4412	2270	1975

³⁰ Para o período de 1931 a 2001, adotou-se a série constante nas DRDH (RESOLUÇÃO Nº 362, DE 24 DE AGOSTO DE 2005) e Outorga (RESOLUÇÃO Nº 142, DE 17 DE FEVEREIRO DE 2014). De 2002 em diante, aplicou-se a metodologia definida no estudo de viabilidade desta usina, por correlação entre áreas de drenagem com a usina de Salto Caxias.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1997	1948	3709	1726	592	1043	2576	1997	2944	1389	5245	4732	2278
1998	2259	2902	2773	6568	3930	1098	1952	3700	4388	6051	1616	1270
1999	1123	1834	1299	1527	878	2244	3413	677	904	1807	808	684
2000	961	1494	1460	690	815	788	1521	939	4389	3791	1229	801
2001	1867	4043	2039	1305	1280	1781	2008	1450	1146	3971	1225	1337
2002	1547	1339	785	446	2052	905	536	1140	2050	2872	2906	2610
2003	1143	1640	1421	630	422	1300	1061	477	423	909	1546	2670
2004	1579	681	520	484	1814	1750	2202	765	757	2537	2936	998
2005	899	459	312	503	1649	2825	1377	933	4070	5245	2217	664
2006	704	640	655	620	233	206	220	344	841	965	744	1207
2007	1406	1138	1391	2060	3983	1517	855	544	384	804	2159	1375
2008	1350	779	637	941	1727	1771	1206	1913	1067	2785	3207	703
2009	659	650	576	260	586	899	1992	2413	3554	4950	2057	2060
2010	2434	2171	1881	3609	4029	1563	1449	1239	439	971	835	3386
2011	2115	3560	1833	1621	572	713	2992	5069	3870	2175	1628	701
2012	1012	758	738	994	1512	3591	1654	1462	485	820	871	757
2013	1817	1355	3049	1608	1286	5147	3691	1690	2172	2320	1055	1332
2014	1787	682	2072	1370	1810	7507	2566	800	1793	3067	1179	935