

# Atualização do Valor do Patamar Único de Custo de Déficit - 2016



Empresa de Pesquisa Energética

Ministério de  
Minas e Energia







**GOVERNO FEDERAL**  
**MINAMINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Ministério de Minas e Energia**

**Ministro**

Carlos Eduardo de Souza Braga

**Secretário Executivo**

Luiz Eduardo Barata

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento**

**Energético**

Altino Ventura Filho

**Secretário de Energia Elétrica**

Ildo Wilson Grüdtner

**Secretário Petróleo, Gás Natural e Combustíveis**

**Renováveis**

Marco Antônio Martins de Almeida

**Secretário de Geologia, Mineração e**

**Transformação Mineral**

Carlos Nogueira da Costa Júnior

# Atualização do Valor do Patamar Único do Custo de Déficit

2016



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 Econômicos e Energéticos**

Ricardo Gorini de Oliveira

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**

Amilcar Gonçalves Guerreiro

**Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e**

**Biocombustíveis**

Gelson Baptista Serva

**Diretor de Gestão Corporativa**

Alvaro Henrique Matias Pereira

**Coordenação Geral e Executiva**

Maurício Tiomno Tolmasquim

Amilcar Gonçalves Guerreiro

**Equipe Técnica**

Angela Livino de Carvalho

Caio Monteiro Leocadio

Hermes Trigo Dias da Silva

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

**Nº EPE-DEE-RE-014/2016-r0**

Data: 12 de fevereiro de 2016

## Histórico de Revisões

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
0	12/02/2016	Publicação Original

## APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os estudos efetuados para a definição do valor para um patamar único de custo de déficit, considerando a Curva do Custo do Déficit de Energia Elétrica homologada pela ANEEL por meio da Resolução Homologatória nº 2.002, de 15 de dezembro de 2015. O valor do patamar único de custo de déficit será utilizado nos estudos de planejamento energético do ano de 2016.

A determinação do valor do patamar único de custo de déficit obedece a um método iterativo e é baseado em varreduras. Para a execução deste processo, foram utilizados os programas computacionais Newave e Nwlistop em suas versões 22 para sistema operacional Linux.

O critério para a escolha do valor do patamar único de custo de déficit foi o de comparação do vetor de custos marginais de operação médios anuais. Utilizou-se como referência o vetor de custos marginais de operação obtidos do conjunto de dados do Programa Mensal de Operação do ONS, referente ao mês de janeiro de 2016, que utiliza quatro patamares de custo de déficit e três patamares de carga.

**O valor do patamar único de custo de déficit, que nesta nota técnica conclui-se ser o mais apropriado para uso nos estudos de planejamento energético, é de R\$ 4.000,00/MWh (quatro mil reais por megawatt-hora).**

## **SUMÁRIO**

<b>1. Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Metodologia.....</b>	<b>8</b>
2.1. Considerações Iniciais .....	8
2.2. Caracterização dos Casos.....	9
2.3. Caso de Referência (Caso Base).....	9
2.4. Mínima Média de Variações Relativas.....	11
2.5. Seleção Iterativa dos Casos .....	11
2.6. Memorial de Cálculo.....	13
<b>3. Conclusão.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Anexos.....</b>	<b>16</b>
<b>Anexo 1 – Resolução Homologatória Nº 2.002/2015 .....</b>	<b>16</b>
<b>Anexo 2 – Procedimentos para ajuste do deck do PMO.....</b>	<b>18</b>
<b>Anexo 3 – Resultados dos Cálculos .....</b>	<b>20</b>

## 1. Introdução

O processo de planejamento da expansão do sistema elétrico brasileiro é composto, dentre outras atividades, por simulações computacionais de configurações futuras do sistema de energia elétrica. O objetivo destas simulações é localizar e mensurar necessidades elétricas e energéticas futuras, bem como eventuais ajustes de cronogramas de entrada em operação de empreendimentos de geração, entre outros. Tais ajustes são realizados seguindo critérios que visam, principalmente, a segurança do suprimento e a minimização de custos de investimento e operação.

A ferramenta computacional que tem sido utilizada para este fim é o Newave, produzido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – CEPEL. O Newave tem sido tradicionalmente utilizado no planejamento da operação do sistema elétrico, realizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, considerando três patamares de carga, quatro patamares para a função custo de déficit e um horizonte de estudo de cinco anos.

As simulações para o Planejamento da Expansão do Sistema, realizadas pela EPE no Plano Decenal de Expansão de Energia, contemplam um horizonte mais longo, onde a representação da função custo de déficit é feita em um único patamar.

O Custo Marginal de Operação – CMO é um dos principais parâmetros de saída do programa Newave. Ambos os processos de planejamento da operação e da expansão fazem uso deste parâmetro em suas análises e ajustes. Desta forma, considerando que a função objetivo do modelo prevê a minimização de custos de operação globais, adotou-se o CMO como balizador da equivalência entre a função de custo de déficit em quatro patamares e em um patamar único. É neste contexto que esta nota técnica se insere. Esta equivalência será obtida ao estimar um único patamar de custo de déficit que seja equivalente aos quatro patamares de custo de déficit utilizados pelo ONS no Programa Mensal de Operação – PMO.

Ao final de 2015, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL – atualizou os valores dos quatro patamares de custo de déficit a partir da Resolução Homologatória nº 2.002, de 15 de dezembro de 2015, reproduzida no ANEXO 1. Isto levou à necessidade de atualizar o valor de patamar único em substituição ao valor antigo, que é objeto desta nota técnica. A Tabela 1 apresenta a curva de custo de déficit estabelecida nesta resolução.

**Tabela 1 – Patamares atualizados de custo de déficit da Resolução ANEEL 2.002/2015**

Patamar de Redução de Carga - RC	Custo de Déficit [R\$/MWh]
0% < RC ≤5%	1.571,42
5% < RC ≤10%	3.390,08
10% < RC ≤20%	7.084,98
RC>20%	8.050,39

## 2. Metodologia

O objetivo desta metodologia é estabelecer um valor que cause menos impactos nas médias e desvios-padrão dos valores de CMO obtidos a partir de simulações do modelo computacional vigente, utilizado no planejamento da operação e da expansão do Sistema Interligado Nacional, ao se modificar a consideração de 4 patamares para o patamar único da função de custo de déficit de energia.

Para isso, são realizadas diversas simulações utilizando diferentes hipóteses de valor do custo de déficit em patamar único, conforme descrito mais adiante na seção 2.5, comparando-se os resultados com os obtidos do caso de referência.

Ressalta-se que as hipóteses de valor de custo do patamar único de déficit consideram uma faixa de R\$1.000,00/MWh, abrangendo valores inferiores, iguais e superiores ao valor do custo do patamar único de déficit do ano anterior atualizado pelo IGP-DI, podendo inclusive ser menor do que o próprio custo do patamar único de déficit do ano anterior, sem a atualização do IGP-DI.

O valor final selecionado para o custo do patamar único de déficit será aquele que apresentar a mínima média de variações relativas, conforme os critérios estabelecidos na seção 2.4.

### 2.1. Considerações Iniciais

Para a simulação dos casos com custo de déficit em um patamar, o deck foi ajustado conforme o ANEXO 2.

O custo de déficit em um patamar único, vigente durante o ano de 2015, foi de R\$ 3.250,00/MWh.

Ressalta-se aqui que, em todas as simulações, a curva de carga foi representada em três patamares, de forma a manter as características do deck original (caso de referência).

## 2.2. Caracterização dos Casos

A partir dos dados de CMO de cada caso, foram calculados a média e o desvio-padrão para caracterizá-los. Um caso de PMO possui 480.000 valores de CMO (4 subsistemas x 5 anos x 12 meses x 2.000 séries). Para que fosse obtida uma maior sensibilidade decorrente da sazonalidade hídrica anual e regional, foram calculados, para todos os casos analisados, a média e o desvio-padrão anual dos CMO para cada subsistema.

## 2.3. Caso de Referência (Caso Base)

O Caso de Referência é resultado da simulação do deck original com quatro patamares de custo de déficit. O custo de déficit final considerando um único patamar será o valor do caso que, comparado ao caso de referência, apresentar o menor desvio.

Os vetores de CMO e desvio-padrão utilizados como referência foram definidos a partir do deck do PMO de janeiro de 2016, preparado pelo ONS, com 4 patamares de custo de déficit e 3 patamares de carga. Na Tabela 2, são apresentados os 20 valores de CMO médio e desvio-padrão para os anos de 2016 a 2020, para os quatro subsistemas, deste estudo de referência.

**Tabela 2– CMO médio e desvios-padrão do caso de referência [R\$/MWh]**

Caso de Referência								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão
2016	32.71	108.42	32.67	107.76	74.54	66.10	28.73	60.31
2017	34.64	138.74	39.82	143.12	24.90	78.88	16.72	61.94
2018	28.27	156.17	30.68	158.53	19.90	84.79	20.06	95.70
2019	24.26	69.24	23.65	68.50	20.32	45.57	19.29	44.72
2020	32.22	43.30	31.50	42.77	30.70	39.86	30.88	41.18

Os CMO e desvios-padrão do caso de referência estão também apresentados, respectivamente, no Gráfico 1 e Gráfico 2, em forma de gráfico de barras.

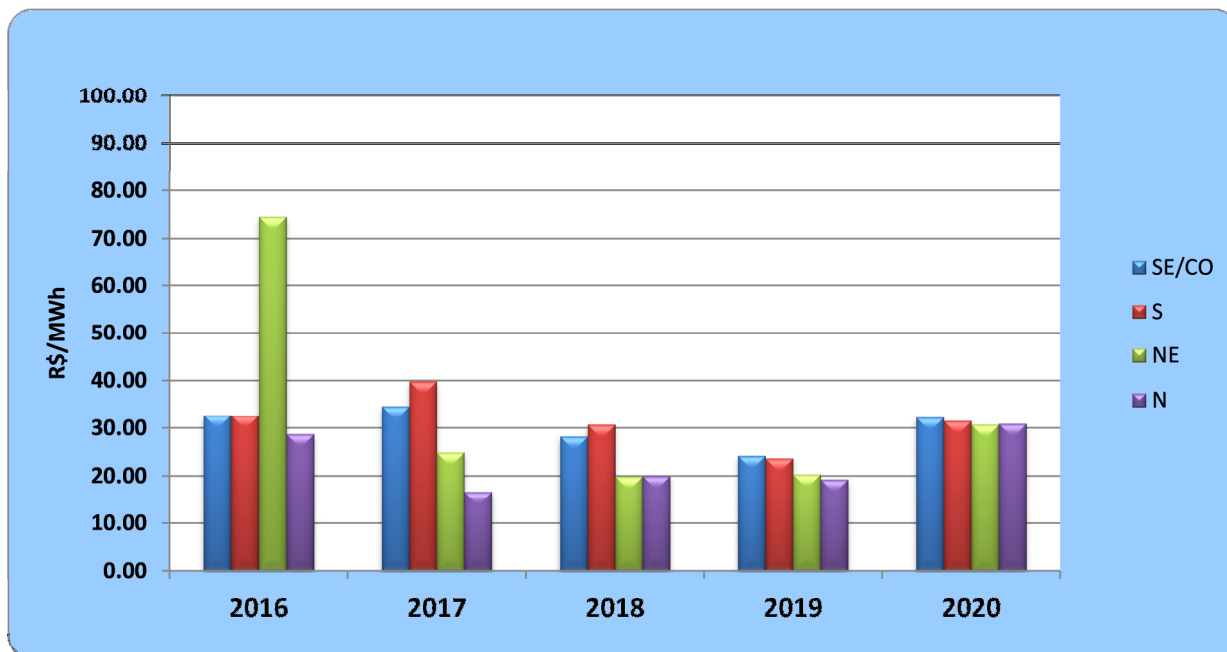


Gráfico 1 – Média dos CMO, do caso de referência, por subsistema. [R\$/MWh]

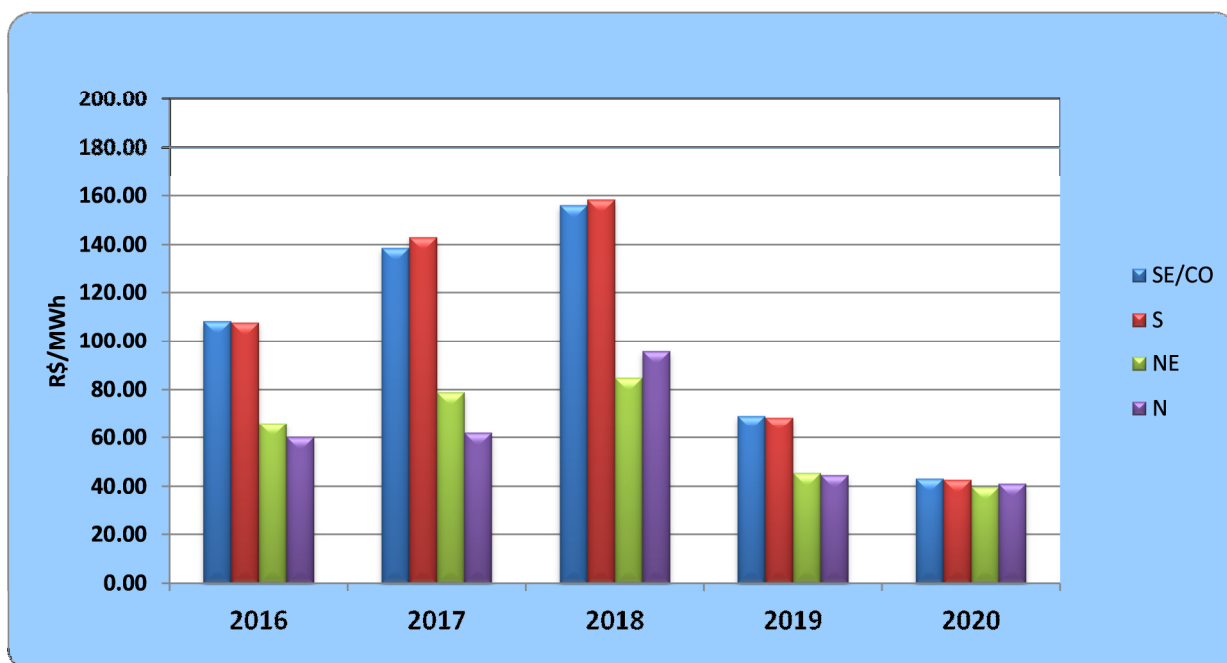


Gráfico 2 – Desvios-padrão, do caso de referência, por subsistema. [R\$/MWh]

## 2.4. Mínima Média de Variações Relativas

A seleção da melhor opção dentre as pesquisadas, em comparação com o caso de referência, utiliza como critério um método de mínima média de variações relativas, levando em conta 20 termos em função da média e desvio-padrão dos CMO. O valor resultante da expressão abaixo, denominado de fator do caso, representa a aplicação deste critério:

$$Fator_x = \sum_{i=1}^{20} \left( \left| \frac{\overline{CMO}_{i,x} - \overline{CMO}_{i,base}}{\overline{CMO}_{i,base}} \right| + \left| \frac{\sigma_{i,x} - \sigma_{i,base}}{\sigma_{i,base}} \right| \right) \times \frac{1}{20}$$

Onde:  $x \rightarrow$  Número do caso;

$i \rightarrow$  Número do termo (Total de 20: 4 subsistemas x 5 anos);

$\overline{CMO}_{i,x} \rightarrow$  Termo  $i$  do CMO médio referente ao caso  $x$ ;

$\overline{CMO}_{i,base} \rightarrow$  Termo  $i$  do CMO médio referente ao caso  $base$ ;

$\sigma_{i,x} \rightarrow$  Termo  $i$  do desvio-padrão referente ao caso  $x$ ;

$\sigma_{i,base} \rightarrow$  Termo  $i$  do desvio-padrão referente ao caso  $base$ .

Quanto menor o fator do caso, conforme o critério de comparação de CMO, mais semelhante ao caso de referência ele será.

## 2.5. Seleção Iterativa dos Casos

Passo 1

Uma estimativa inicial de custo de déficit ( $Valor_0$ ) é obtida através da atualização do valor vigente do custo de déficit para um patamar único pela variação do IGP-DI de dezembro de 2014 a novembro de 2015. A partir desta estimativa inicial, são obtidos outros dois valores a serem simulados,  $Valor_A$  e  $Valor_B$ , da seguinte forma:

$$Valor_A = Valor_0 + R\$500,00 / MWh$$

$$Valor_B = Valor_0 - R\$500,00 / MWh$$

Devem ser processados o caso de referência e os dois casos alterados com os valores de um patamar único calculados neste procedimento, obtendo-se, para cada caso, o Fator<sub>x</sub> na forma descrita pelo item .

## Passo 2

Dos casos simulados, apenas os dois que possuírem os menores Fatores<sub>x</sub> serão considerados, descartando-se os demais. Caso a diferença entre os custos de déficit dos dois casos considerados seja igual a 50, é executado o Passo 3. Caso contrário, a partir desses dois casos, obtém-se um novo valor de custo do patamar único de déficit (Valor<sub>C</sub>) a ser simulado. Este novo caso terá como valor de custo de déficit a média dos custos de déficit desses dois casos (Valor<sub>1</sub> e Valor<sub>2</sub>) com menores Fatores<sub>x</sub>:

$$Valor_C = \frac{Valor_1 + Valor_2}{2}$$

Os custos de déficit dos casos simulados devem ser múltiplos de 50. Caso o Valor<sub>C</sub> obtido seja múltiplo de 50, então um caso com este valor de custo do patamar único de déficit será simulado e terá o Fator<sub>x</sub> correspondente calculado, reiniciando-se o Passo 2. Caso o Valor<sub>C</sub> não seja múltiplo de 50, serão considerados dois novos valores (Valor<sub>D</sub> e Valor<sub>E</sub>) para simulação e obtenção dos respectivos Fatores<sub>x</sub>.

$$Valor_D = Valor_C - 25$$

$$Valor_E = Valor_C + 25$$

Reinicia-se o Passo 2 e, nesse caso, serão comparados os Fatores<sub>x</sub> de 4 casos com os valores de custo de déficit correspondentes a Valor<sub>1</sub>, Valor<sub>2</sub>, Valor<sub>D</sub> e Valor<sub>E</sub>.

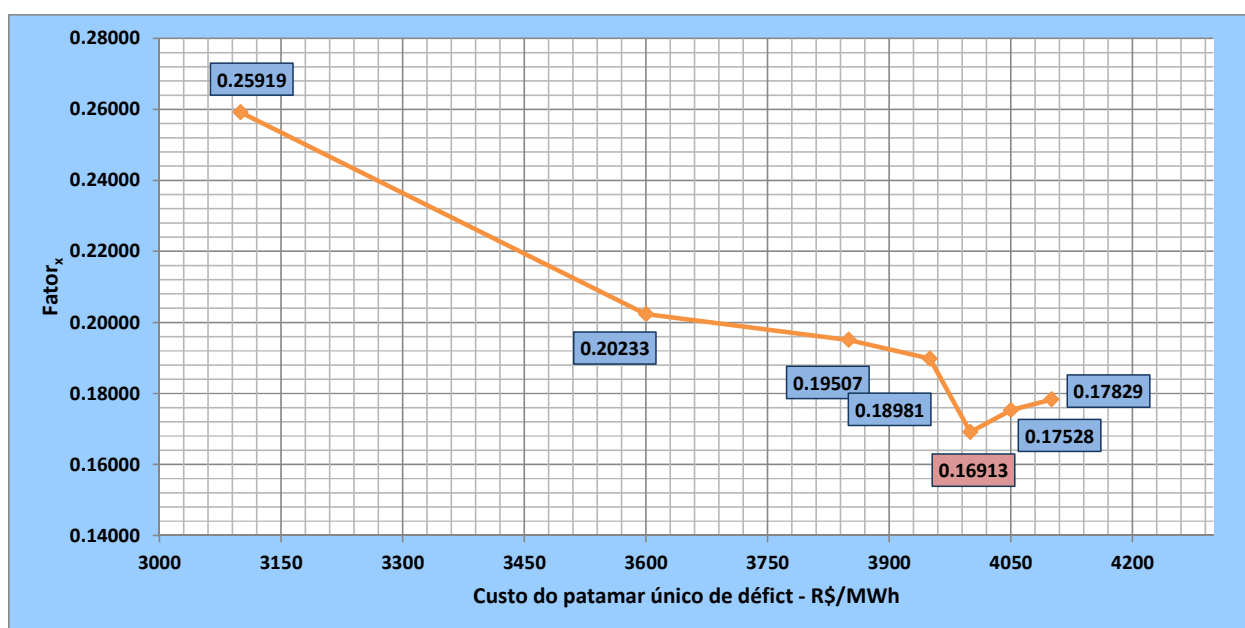
## Passo 3

O valor final de custo de déficit do patamar único será o valor de custo de déficit do caso que apresentar o menor Fator<sub>x</sub> correspondente.

## 2.6. Memorial de Cálculo

A estimativa inicial de R\$ 3.600,00/MWh foi obtida através da atualização do valor vigente de R\$ 3.250,00/MWh pela aplicação da variação do IGP-DI de dezembro de 2014 a novembro de 2015, que foi de 10,61%, arredondando-se para o múltiplo de 50 mais próximo.

O processo de busca do custo de déficit em patamar único, detalhado no ANEXO 3, pode ser visualizado no Gráfico 3.



**Gráfico 3 – Processo Iterativo para Determinação em Patamar Único**

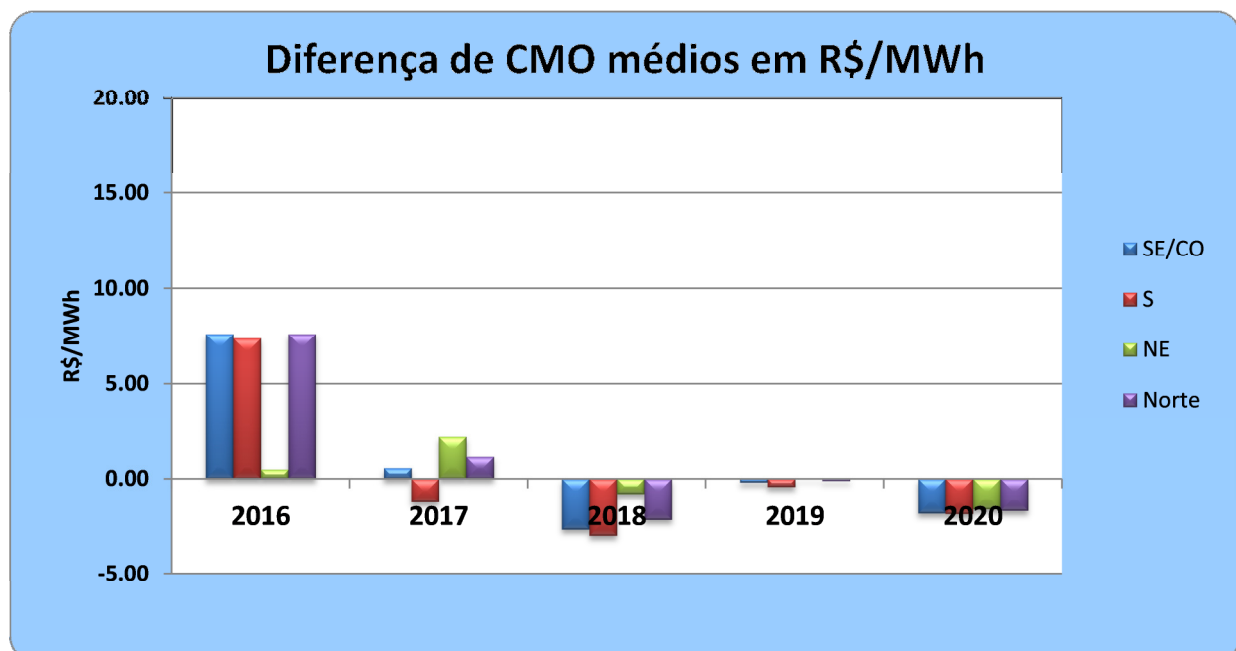
### 3. Conclusão

Esta nota técnica teve como objetivo apresentar a metodologia e os resultados ao se estimar o valor do custo de déficit para patamar único a partir da curva de custo de déficit em quatro patamares, estabelecida pela ANEEL.

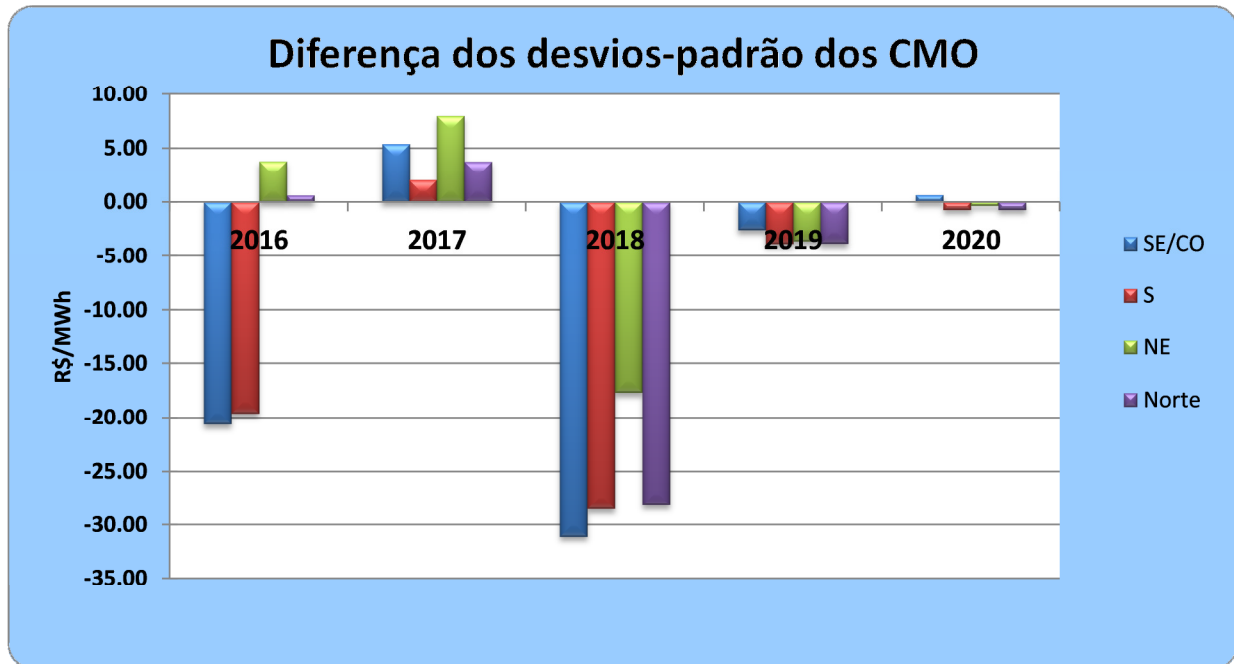
O valor de R\$ 4.000,00/MWh foi a melhor estimativa para o custo de déficit de acordo com a metodologia aplicada, que utiliza critério de menor média de variações relativas. A Tabela 3, o Gráfico 4 e o Gráfico 5, apresentam uma comparação entre os dados de CMO originais e os obtidos a partir do valor de patamar único de custo de déficit resultante da aplicação da metodologia descrita neste documento.

**Tabela 3 – Diferença entre os CMO médios do Caso com custo de déficit de R\$ 4.000,00/MWh (Patamar de Déficit Único) e do Caso de Referência (4 Patamares de Déficit)**

[ CD=4.000 ] - [ Caso de Referência ] (R\$/MWh)				
ANO	SE/CO	S	NE	N
2016	7.61	7.38	0.48	7.62
2017	0.55	-1.23	2.17	1.15
2018	-2.68	-3.01	-0.78	-2.17
2019	-0.19	-0.42	0.04	-0.10
2020	-1.83	-1.87	-1.62	-1.70



**Gráfico 4 – Diferença dos CMO entre o caso com o valor de custo de déficit de R\$4.000,00/MWh e o caso de referência.**



**Gráfico 5 – Diferença, em R\$/MWh, dos desvios-padrão entre o caso com o valor de custo de déficit de R\$ 4.000,00/MWh e o caso de referência.**

Nota-se que a diferença média anual entre os CMO das configurações de referência (4 patamares de déficit) e de patamar único de déficit, chegou ao valor positivo máximo de, aproximadamente, R\$7,60/MWh no ano de 2016 para os subsistema Sudeste/Centro-Oeste e Norte. Para os demais anos, a variação teve uma amplitude menor, alcançando uma diferença máxima de R\$3,01/MWh, para o subsistema Sul, no ano de 2018.

Com relação ao desvio-padrão das amostras de CMO, observa-se que os valores de maiores diferenças correspondem a, aproximadamente, R\$ 30,00/MWh para os subsistemas Sudeste/Centro-Oeste, Sul e Norte, para o terceiro ano de simulação.

Destaca-se que, considerando estas duas análises, é possível observar que o caso para patamar único de déficit escolhido, de R\$ 4.000,00/MWh, tem maior aproximação do caso de referência pelos valores de CMO médio, sendo esta a variável que contribui para a redução do Fator<sub>x</sub> do caso final.

## 4. Anexos

### Anexo 1 – Resolução Homologatória Nº 2.002/2015

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL

RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.002, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2015

Estabelece o valor da Tarifa de Energia de Otimização – TEO e da TEO Itaipu e homologa os valores da curva do Custo do Déficit de energia elétrica e os limites mínimo e máximo do Preço de Liquidação de Diferenças – PLD, para 2016.

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com a deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto no inciso X do art. 4º do Anexo I do Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, no art. 22 do Decreto nº 2.655, de 2 de julho de 1998, na Resolução Normativa nº 392, de 15 de dezembro de 2009, e o que consta no Processo nº 48500.005226/2015-87, resolve:

Art. 1º Estabelecer o valor da Tarifa de Energia de Otimização – TEO em R\$ 12,32/MWh (doze reais e trinta e dois centavos por megawatt-hora), com vigência a partir de 1º de janeiro de 2016, para valorar a energia elétrica transferida entre as usinas participantes do Mecanismo de Realocação de Energia – MRE, no âmbito da Câmara de Comercialização de Energia – CCEE.

Art. 2º Estabelecer o valor da Tarifa de Energia de Otimização da Usina Hidrelétrica de Itaipu – TEO Itaipu em R\$ 22,41/MWh (vinte e dois reais e quarenta e um centavos por megawatt-hora), com vigência a partir de 1º de janeiro de 2016, para valorar a energia elétrica gerada pela Usina Hidrelétrica de Itaipu comercializada no âmbito do Mecanismo de Realocação de Energia – MRE.

Art. 3º Homologar a curva do Custo do Déficit de energia elétrica e os limites mínimo (PLD\_min) e máximo (PLD\_max) do Preço de Liquidação de Diferenças - PLD, conforme os valores constantes da Tabela 1 e 2, respectivamente, do Anexo desta Resolução.

Parágrafo único. A curva do Custo do Déficit de energia elétrica, o PLD\_min e o PLD\_max terão validade entre a primeira e a última semana operativa de preços de 2016, para todos os submercados.

Art. 4º A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE e o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS deverão adequar as Regras e Procedimentos de Comercialização e os Procedimentos de Rede, respectivamente, ao disposto nesta Resolução, submetendo-os à aprovação da ANEEL até 31 de janeiro de 2016.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

ROMEU DONIZETE RUFINO

ANEXO À RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 2.002 DE 15 DE DEZEMBRO DE 2015.

Curva do Custo do Déficit de energia elétrica

Tabela 1 - Curva do Custo do Déficit de energia elétrica

<b>Patamares (% de Redução de Carga – RC)</b>	<b>Custo do Déficit (R\$/MWh)</b>
$0\% < RC \leq 5\%$	1.571,42
$5\% < RC \leq 10\%$	3.390,08
$10\% < RC \leq 20\%$	7.084,98
$RC > 20\%$	8.050,39

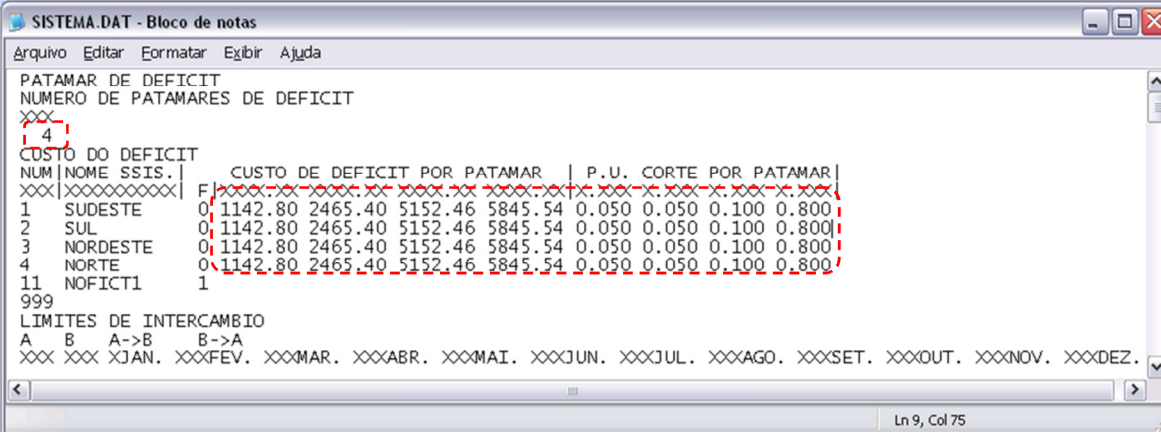
Tabela 2 - Limites mínimo e máximo do Preço de Liquidação de Diferenças

<b>Preço</b>	<b>(R\$/MWh)</b>
PLD_min	30,25
PLD_max	422,56

## Anexo 2 – Procedimentos para ajuste do deck do PMO

O ajuste do deck original contempla alterações nos arquivos de entrada do Newave SISTEMA.DAT e PENALID.DAT, conforme indicado abaixo. A Figura1 reproduz o arquivo SISTEMA.DAT do estudo de referência.

Conforme mostrado nas Figuras 1 e 2, deve-se alterar no arquivo SISTEMA.DAT o número de patamares de déficit para "1", no quarto registro. Além disso, é preciso informar o valor do déficit do caso a ser simulado ("####.##") e inserir a profundidade do corte de carga (em p.u.) nos registros 8 a 11 ("1.000"), como indicado.

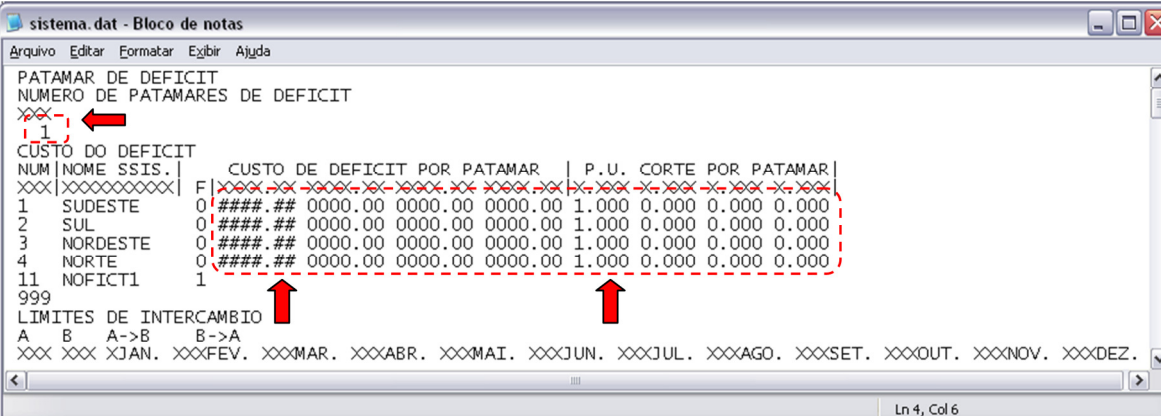


```

SISTEMA.DAT - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
PATAMAR DE DEFICIT
NUMERO DE PATAMARES DE DEFICIT
XXX
4
CUSTO DO DEFICIT
NUM|NOME SSIS.|
XXX|XXXXXXXXXXXX| F|
1 SUDESTE 0|1142.80 2465.40 5152.46 5845.54 0.050 0.050 0.100 0.800|
2 SUL 0|1142.80 2465.40 5152.46 5845.54 0.050 0.050 0.100 0.800|
3 NORDESTE 0|1142.80 2465.40 5152.46 5845.54 0.050 0.050 0.100 0.800|
4 NORTE 0|1142.80 2465.40 5152.46 5845.54 0.050 0.050 0.100 0.800|
11 NOFICT1 1
999
LIMITES DE INTERCAMBIO
A B A->B B->A
XXX XXX XJAN. XXXFEV. XXXMAR. XXXABR. XXXMAI. XXXJUN. XXXJUL. XXXAGO. XXXSET. XXXOUT. XXXNOV. XXXDEZ.
Ln 9, Col 75

```

Figura1 – Campos a serem alterados no arquivo original



```

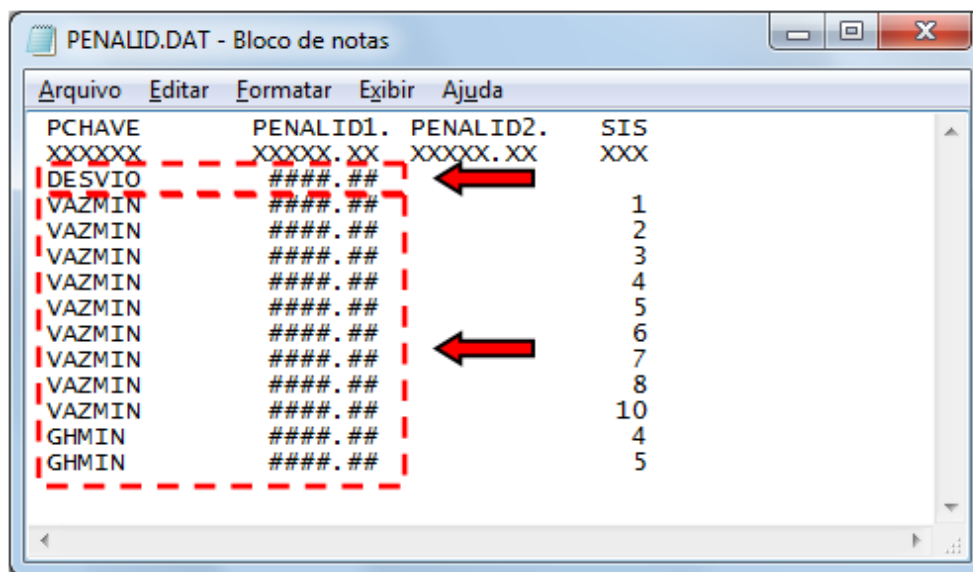
sistema.dat - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
PATAMAR DE DEFICIT
NUMERO DE PATAMARES DE DEFICIT
XXX
1
CUSTO DO DEFICIT
NUM|NOME SSIS.|
XXX|XXXXXXXXXXXX| F|
1 SUDESTE 0|####.## 0000.00 0000.00 0000.00 1.000 0.000 0.000 0.000|
2 SUL 0|####.## 0000.00 0000.00 0000.00 1.000 0.000 0.000 0.000|
3 NORDESTE 0|####.## 0000.00 0000.00 0000.00 1.000 0.000 0.000 0.000|
4 NORTE 0|####.## 0000.00 0000.00 0000.00 1.000 0.000 0.000 0.000|
11 NOFICT1 1
999
LIMITES DE INTERCAMBIO
A B A->B B->A
XXX XXX XJAN. XXXFEV. XXXMAR. XXXABR. XXXMAI. XXXJUN. XXXJUL. XXXAGO. XXXSET. XXXOUT. XXXNOV. XXXDEZ.
Ln 4, Col 6

```

Figura2 – Campos alterados no SISTEMA.DAT

Conforme a Figura 3, no arquivo PENALID.DAT, deve-se substituir "####.##" da penalidade correspondente ao DESVIO pelo valor do custo de déficit do próximo caso a ser simulado acrescido de 0,1% de seu valor mais R\$0,10.

A penalidade ####.## correspondente à violação da vazão mínima VAZMIN e da geração hidráulica mínima GHMIN deve ser substituída pelo próprio valor do custo de déficit do caso a ser simulado.



PCHAVE	PENALID1.	PENALID2.	SIS
PCHAVE	XXXXX.XX	XXXXX.XX	XXX
DESVIO	####.##	XXXXX.XX	
VAZMIN	####.##		1
VAZMIN	####.##		2
VAZMIN	####.##		3
VAZMIN	####.##		4
VAZMIN	####.##		5
VAZMIN	####.##		6
VAZMIN	####.##		7
VAZMIN	####.##		8
VAZMIN	####.##		10
GHMIN	####.##		4
GHMIN	####.##		5

Figura3 – Campos alterados no PENALID.DAT

### Anexo 3 – Resultados dos Cálculos

A partir da estimativa inicial, conforme procedimento descrito no item 2.5, foram definidos os valores de custo de déficit em um patamar único dos três casos iniciais a serem simulados: CD = 3.100,00, CD = 3.600,00 e CD = 4.100,00 R\$/MWh.

A Tabela 4, Tabela 5 e Tabela 6 apresentam os valores de CMO, desvio-padrão e o fator resultante destas três simulações:

**Tabela 4 – CMO, desvios-padrão e fator do caso CD = R\$ 3.100,00/MWh**

CD=3100								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO
2016	38.52	75.46	38.00	75.48	72.06	62.05	35.36	54.03
2017	31.98	120.56	36.21	127.01	25.21	73.10	16.79	56.26
2018	23.18	104.43	24.19	108.02	17.79	60.41	16.81	59.35
2019	22.44	57.37	21.75	56.28	19.89	42.61	18.85	41.83
2020	29.95	40.75	29.23	39.71	28.55	36.27	28.87	38.56

$$Fator_{3100} = 0,25919$$

**Tabela 5– CMO, desvios-padrão e fator do caso CD = R\$ 3.600,00/MWh**

CD=3600								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO
2016	38.92	79.65	38.83	79.44	73.99	67.73	36.54	61.09
2017	35.02	134.90	43.26	147.64	26.67	80.69	18.20	62.53
2018	25.23	118.68	27.39	123.04	19.34	68.91	18.21	68.10
2019	23.67	57.28	22.82	54.78	20.42	41.22	19.28	40.06
2020	30.13	40.37	29.39	39.65	28.96	36.45	29.09	37.49

$$Fator_{3600} = 0,20233$$

Tabela 6– CMO, desvios-padrão e fator do caso CD = R\$ 4.100,00/MWh

CD=4100								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO
2016	39.52	88.44	41.65	93.43	75.23	71.65	36.83	66.04
2017	36.39	152.76	43.15	160.16	27.23	86.01	18.13	67.94
2018	25.44	128.20	30.92	139.96	19.54	73.17	18.83	74.82
2019	23.64	67.15	22.92	65.95	20.06	40.83	18.98	39.79
2020	30.87	47.02	29.94	45.88	29.57	40.75	29.70	42.12

$$Fator_{4100} = 0,17829$$

Comparando os três fatores resultantes após a aplicação do procedimento descrito no item 2.5, eliminou-se o caso CD = R\$ 3.100,00/MWh ( $Fator_{3100}$ , maior fator entre os três). Para a obtenção do novo custo de déficit do caso a ser simulado e seu fator comparado aos dois remanescentes, utilizou-se o procedimento descrito no item 2.5, resultando na escolha do CD= 3.850,00. A Tabela 7 apresenta os valores de CMO, desvio-padrão e o fator para o caso:

Tabela 7– CMO, desvios-padrão e fator do caso CD = R\$ 3.850,00/MWh

CD=3850								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO
2016	38.49	82.81	39.71	86.80	74.46	70.82	36.15	64.90
2017	34.42	142.94	43.85	159.22	26.65	88.13	18.26	69.48
2018	24.23	118.24	24.73	119.03	18.89	68.20	18.03	69.27
2019	23.71	65.37	22.88	63.81	20.26	42.40	19.17	41.69
2020	31.08	44.64	30.28	43.46	29.31	39.57	29.45	40.31

$$Fator_{3850} = 0,19507$$

Após nova comparação entre os três fatores, eliminou-se o maior ( $Fator_{3600}$ ) e obteve-se para a próxima iteração o valor de custo de déficit CD = R\$ 3.975,00/MWh. Para tratar de um resultado não múltiplo inteiro de 50, foram comparados os fatores dos casos com custo de déficit múltiplos inteiros de 50 imediatamente abaixo e acima, ou seja, CD = R\$ 3.950,00/MWh e CD = R\$ 4.000,00/MWh. Os valores de CMO, desvio-padrão e o fator para os casos estão representados pelas Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 8- CMO, desvios-padrão e fator do caso CD = R\$ 3.950,00/MWh

CD=3950								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO
2016	37.34	85.82	39.47	90.51	73.75	71.67	34.86	64.28
2017	36.01	152.58	49.28	169.56	27.11	89.10	18.58	68.62
2018	24.47	125.77	26.68	130.26	18.08	67.75	17.07	69.98
2019	24.00	74.29	23.20	70.40	20.24	48.02	19.13	47.02
2020	31.57	43.41	30.83	42.47	30.49	39.58	30.53	39.83

$$Fator_{3950} = 0,18981$$

Tabela 9- CMO, desvios-padrão e fator do caso CD = R\$ 4.000,00/MWh

CD=4000								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO
2016	40.32	87.78	40.05	88.16	75.02	69.90	36.35	60.93
2017	35.19	144.14	38.59	145.16	27.07	86.87	17.87	65.72
2018	25.59	125.06	27.67	130.02	19.12	67.11	17.89	67.56
2019	24.07	66.66	23.23	64.65	20.36	41.97	19.19	40.89
2020	30.39	43.95	29.63	42.06	29.08	39.53	29.18	40.46

$$Fator_{4000} = 0,16913$$

Dos valores de custo de déficit, eliminam-se o CD = R\$ 3.850,00/MWh e CD = R\$ 3.950,00/MWh, restando CD = R\$ 4.000,00/MWh e CD = R\$ 4.100,00/MWh. O valor para a próxima iteração de custo é de CD = R\$ 4.050,00/MWh. Para este valor de custo de déficit, os resultados de CMO, desvio-padrão e do fator estão representados na Tabela 10.

Tabela 10- CMO, desvios-padrão e fator do caso CD = R\$ 4.050,00/MWh

CD=4050								
ANO	SE/CO		S		NE		N	
	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO	MÉDIA	D.PADRÃO
2016	40.15	86.08	39.73	86.85	74.52	64.66	36.25	55.61
2017	35.84	148.60	39.95	150.17	27.06	85.94	18.44	68.72
2018	25.19	125.33	29.22	134.77	19.02	67.71	18.35	70.77
2019	23.98	63.23	23.28	62.22	20.68	43.40	19.43	42.30
2020	31.25	44.13	30.37	42.53	29.60	36.07	29.87	38.24

$$Fator_{4050} = 0,17528$$

Pode-se observar que o  $Fator_{4050}$  e o  $Fator_{4100}$  são maiores que o  $Fator_{4000}$ . Desta forma, de acordo com a metodologia descrita no item 2.4, o valor final considerado para a atualização do custo do patamar único de déficit é o que apresenta o menor fator, no caso o CD = R\$ 4.000,00/MWh.

A tabela a seguir mostra o resumo dos Fatores<sub>x</sub> para cada valor de Custo de Déficit utilizado no processo iterativo.

Tabela 11 – Resumo dos Fatores<sub>x</sub> referentes aos Custos de Déficit utilizados.

CD	Fator <sub>x</sub>
3100	0.25919
3600	0.20233
3850	0.19507
3950	0.18981
<b>4000</b>	<b>0.16913</b>
4050	0.17528
4100	0.17829

## Referências

ANEEL, Resolução Homologatória nº 2.002, de 15 de dezembro de 2015.

Empresa de Pesquisa Energética, ATUALIZAÇÃO DO VALOR PARA PATAMAR ÚNICO DE CUSTO DE DÉFICIT – 2015, EPE-DEE-NT-023/2015-r0, de 19 de fevereiro de 2015.