

ATUALIZAÇÃO DO VALOR PARA PATAMAR ÚNICO DE CUSTO DE DÉFICIT - 2008



Empresa de Pesquisa Energética

Ministério de
Minas e Energia





GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

ATUALIZAÇÃO DO VALOR PARA PATAMAR ÚNICO DE CUSTO DE DÉFICIT – 2008

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Edison Lobão

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Altino Ventura Filho

Diretor do Departamento de Planejamento Energético

Iran de Oliveira Pinto



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

Mauricio Tiomno Tolmasquim

Diretor de Estudos Econômicos e Energéticos

Amílcar Guerreiro

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

José Carlos de Miranda Farias

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível

Gelson Baptista Serva (Interino)

Diretor de Gestão Corporativa

Ibanês César Cássel

Coordenação Geral

Mauricio Tiomno Tolmasquim
José Carlos de Miranda Farias

Coordenação Executiva

Talita de Oliveira Porto

Equipe Técnica

Angela Regina Livino de Carvalho
Danielle Bueno de Andrade
Leonardo Augusto da F. P. Sant'Anna
Thiago Correa César

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

EPE-DEE-RE-072 / 2008-r0

Data: 28 de maio de 2008

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os estudos para a definição do valor para 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 597, de 18 de dezembro de 2007. O valor do patamar único de custo de déficit será utilizado nos estudos de planejamento energético.

O método de determinação do valor do patamar único foi iterativo e baseado em varreduras, conforme descrito na Nota Técnica MME/EPE "Estimativa de valor para patamar único de Custo de Déficit" de julho de 2006. Foram utilizados os programas computacionais Newave e Nwlistop em suas versões 13a 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, referente ao mês de janeiro de 2008, 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\$ 2.430,00/MWh (dois mil e quatrocentos e trinta reais por megawatt-hora).

APRESENTAÇÃO	iii
1. Introdução	5
2. Metodologia	6
2.1. Caso de Referência.....	7
2.2. Varredura.....	8
3. Conclusão	10
4. Anexos	13
5. Referências	15

1. Introdução

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

A ferramenta computacional que tem sido utilizada para este fim é o Newave, produzido pelo Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – CEPEL/ELETROBRÁS. O Newave tem sido tradicionalmente utilizado e ajustado ao 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, contemplam um horizonte maior (10 anos) e usualmente trabalham com simplificações na representação da operação e neste horizonte, 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, adotou-se o CMO como balizador da equivalência entre a função de custo de déficit em quatro patamares e em 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 equivalha aos quatro patamares de custo de déficit utilizados pelo ONS no Programa Mensal de Operação (PMO).

A nota técnica intitulada “Estimativa de Valor para Patamar Único de Custo de Déficit” de julho de 2006 introduz esta metodologia para os estudos do planejamento da expansão do sistema e define o valor do patamar único de custo de déficit. A referida avaliação tomou como base a curva de custo de déficit válida para 2006 e estabelecida na Resolução Homologatória ANEEL nº 267/2005. O valor calculado foi de R\$ 2.286,00/MWh.

Ao final de 2007 houve modificação dos quatro patamares de custo de déficit e a Agência

Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, a partir da Resolução nº 597/2007, anexa a esta Nota Técnica, atualizou seus valores. 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

Patamar de Redução de Carga - RC	Custo de Déficit [R\$/MWh]
0% < RC ≤ 5%	944,51
5% < RC ≤ 10%	2.037,61
10% < RC ≤ 20%	4.257,97
RC > 20%	4.838,69

2. Metodologia

O valor de custo de déficit em patamar único foi obtido a partir do método de varreduras iterativas. Em outras palavras, foram realizadas diversas simulações e, destas, foi selecionado um determinado intervalo mais provável e selecionados alguns valores para refino da varredura em torno destes. Abaixo, no Quadro 1, são apresentados os procedimentos de que esta nota técnica trata.

Quadro 1 - Procedimentos para varredura

<p>Procedimento 1</p> <p>Dado o <i>deck</i> do PMO/ONS, de janeiro de 2008, e os programas Newave e Nwlistop, determine os CMO referentes a este <i>deck</i>. Posteriormente, adapte este mesmo <i>deck</i> para rodar os referidos programas em patamar único de custo de déficit.</p> <p>Procedimento 2:</p> <p>Dado o <i>deck</i> adaptado, realize diversas varreduras alterando o valor único de custo de déficit em cada rodada e obtendo os seus respectivos CMO.</p> <p>Procedimento 3:</p> <p>Compare os melhores resultados de CMO com os CMO da rodada com o <i>deck</i> original e refine as varreduras em torno dos melhores resultados. Este passo é realizado até encontrar um patamar único de Custo de Déficit, que gere CMO tão próximos quanto possível dos CMO obtidos com o <i>deck</i> original do PMO/ONS.</p>

A adaptação do conjunto de dados do PMO para trabalhar com apenas um patamar de custo de déficit é ilustrada na Nota Técnica MME/EPE “Estimativa de Valor para Patamar Único de Custo de Déficit” de julho de 2006. 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).

A seleção da melhor opção dentre as pesquisadas na varredura realizada foi feita utilizando 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 absoluto da expressão abaixo representa este critério.

$$\sum_{i=1}^{20} \left(\frac{\overline{CMO}_{CASOx} - \overline{CMO}_{CASOref}}{\overline{CMO}_{CASOref}} + i \left(\frac{\sigma(CMO_{CASOx}) - \sigma(CMO_{CASOref})}{\sigma(CMO_{CASOref})} \right) \right) \frac{1}{20}$$

Onde:

\overline{CMO} = média dos custos marginais de operação: 20 valores (5 anos x 4 submercados), sem considerar taxa de atualização ($i=0\%$ ao período)

$CASOx$ = caso da rodada x , em que se utilizou um determinado valor de custo de déficit a patamar único de carga.

$CASOref$ = caso da rodada de referência, em que se utilizou 4 patamares de custo de déficit e três patamares de carga.

σ = Desvio Padrão ou Variância.

A seguir apresenta-se o caso em que as varreduras serão comparadas, segundo a metodologia descrita acima.

2.1. Caso de Referência

O vetor de CMO utilizado como referência foi definido a partir do *deck* original do PMO de janeiro de 2008, preparado pelo ONS, com 4 patamares de custo de déficit e 3 patamares de carga. Na Tabela 2 são apresentados os CMO médios para os anos de 2008 a 2012 deste estudo. O Newave obteve a convergência do resultado em sua 10ª (décima) iteração.

Tabela 2 - CMO médios anuais por subsistema do caso de referência [R\$/MWh]

Subsistema	2008	2009	2010	2011	2012
SE/CO	408,86	300,73	232,05	294,46	292,06
S	391,77	290,73	221,33	274,7	279,51
NE	439,74	247,25	190,38	248,09	220,21
N	425,96	253,54	200,42	249,15	230,54

Os CMO do caso de referência estão apresentados a seguir em forma de gráfico de barras. Na Tabela 3 são apresentados alguns parâmetros para análise e comparação com os

demais estudos que serão apresentados nesta Nota Técnica.

Gráfico 1 - CMO médios anuais por subsistema do caso de referência

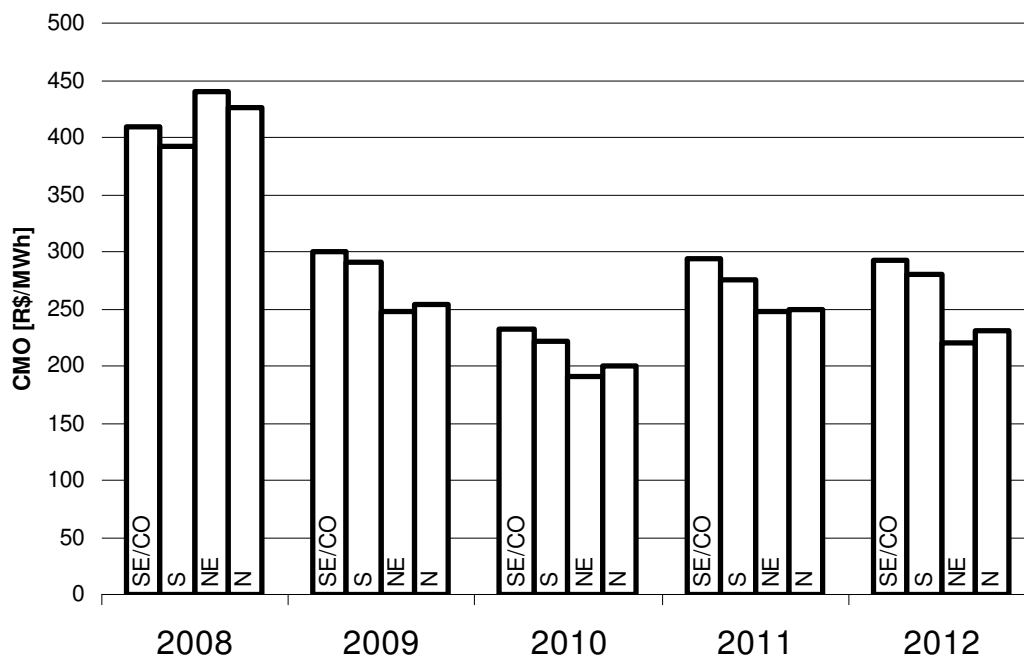


Tabela 3 - Parâmetros de análise do caso de referência

Custo Déficit	4 patamares
CMO médios anuais [R\$/MWh]	
2008 (SE/CO; S; NE; N)	416,58
2009 (SE/CO; S; NE; N)	273,06
2010 (SE/CO; S; NE; N)	211,05
2011 (SE/CO; S; NE; N)	266,60
2012 (SE/CO; S; NE; N)	255,58
Média geral (i=0% a.p.) [R\$/MWh]	284,57
Desvio Padrão [R\$/MWh]	74,80
Custo Operacional esperado [10 ⁶ R\$]	50.677,84

2.2. Varredura

A estimativa inicial de R\$2.437,00 foi obtida através da atualização do valor vigente de R\$2.286,00/MWh pela variação do IGP-DI de novembro de 2006 a novembro de 2007. Sendo esta a mesma metodologia aplicada na Resolução Homologatória nº 597 de 18 de dezembro de 2007 para atualização da Curva do Custo de Déficit.

Em torno deste valor, foram feitas diversas simulações. De acordo com o critério de mínima média de variações relativas levando em conta vinte termos, os casos foram classificados e foram determinados novos valores para o custo de déficit. A partir deste ponto, novas simulações foram realizadas.

Ao todo foram feitas 49 simulações com a versão 13a do Modelo Newave, conforme apresentado na Tabela 4. Em todos estes casos com um patamar de déficit, o modelo obteve a convergência na sétima iteração.

Tabela 4 – Valores Pesquisados na Varredura [R\$/MWh]

Rodada	C. Déficit	Rodada	C. Déficit	Rodada	C. Déficit
X001	2.437,00	X018	2.240,00	X034	2.315,00
X002	2.435,00	X019	2.250,00	X035	2.325,00
X003	2.430,00	X020	2.260,00	X036	2.294,00
X004	2.400,00	X021	2.270,00	X037	2.296,00
X005	2.110,00	X022	2.280,00	X038	2.298,00
X006	2.120,00	X023	2.290,00	X039	2.302,00
X007	2.130,00	X024	2.300,00	X040	2.304,00
X008	2.140,00	X025	2.310,00	X041	2.306,00
X009	2.150,00	X026	2.320,00	X042	2.308,00
X010	2.160,00	X027	2.330,00	X043	2.312,00
X011	2.170,00	X028	2.340,00	X044	2.314,00
X012	2.180,00	X029	2.350,00	X045	2.316,00
X013	2.190,00	X030	2.360,00	X046	2.318,00
X014	2.200,00	X031	2.370,00	X047	2.324,00
X015	2.210,00	X032	2.380,00	X048	2.326,00
X016	2.220,00	X033	2.390,00	X049	2.328,00
X017	2.230,00				

A **Erro! Auto-referência de indicador não válida.** apresenta os CMO médios, desvios-padrão e médias de variações relativas para todos os valores de patamar único de custo de déficit simulados e para o caso de referência. A tabela se apresenta ordenada pela média de variações relativas. O valor de custo de déficit que apresentou a menor média de variações relativas foi de R\$ 2.430,00/MWh.

Tabela 5 – Valores pesquisados e classificados

Class.	Caso	C. Déficit [R\$/MWh]	Média [R\$/MWh]	Desvio Padrão [R\$/MWh]	média de variações relativas
0		REF	284,57	74,80	0,000
1	X003	2.430,00	295,11	73,56	0,137
2	X035	2.325,00	285,81	73,29	0,207
3	X032	2.380,00	288,04	73,14	0,220
4	X033	2.390,00	290,82	73,06	0,222
5	X004	2.400,00	292,24	72,84	0,248
6	X039	2.302,00	284,06	72,67	0,300
7	X001	2.437,00	295,48	72,32	0,309
8	X041	2.306,00	285,46	72,53	0,315
9	X029	2.350,00	289,65	72,19	0,349
10	X046	2.318,00	293,47	71,92	0,372
11	X013	2.190,00	284,82	71,70	0,435
12	X038	2.298,00	286,07	71,51	0,456
13	X048	2.326,00	287,96	71,37	0,469
14	X028	2.340,00	289,98	71,10	0,500

15	X036	2.294,00	285,65	71,15	0,509
16	X043	2.312,00	285,85	71,00	0,528
17	X049	2.328,00	297,52	70,64	0,538
18	X027	2.330,00	289,13	70,82	0,542
19	X024	2.300,00	285,61	70,89	0,545
20	X017	2.230,00	281,59	70,96	0,550
21	X047	2.324,00	287,91	70,74	0,558
22	X044	2.314,00	287,61	70,72	0,561
23	X042	2.308,00	286,18	70,71	0,568
24	X034	2.315,00	286,46	70,68	0,572
25	X030	2.360,00	290,89	70,34	0,603
26	X040	2.304,00	286,52	70,38	0,614
27	X037	2.296,00	285,47	70,36	0,620
28	X021	2.270,00	284,74	70,33	0,626
29	X045	2.316,00	289,00	70,02	0,655
30	X014	2.200,00	282,85	70,15	0,658
31	X023	2.290,00	286,04	69,96	0,675
32	X010	2.160,00	275,57	70,14	0,686
33	X031	2.370,00	290,83	69,74	0,688
34	X018	2.240,00	289,84	69,67	0,701
35	X019	2.250,00	285,78	69,71	0,709
36	X020	2.260,00	284,79	69,72	0,712
37	X002	2.435,00	294,85	79,69	0,723
38	X015	2.210,00	280,64	69,68	0,733
39	X025	2.310,00	291,53	69,38	0,736
40	X008	2.140,00	275,32	69,76	0,739
41	X012	2.180,00	282,93	69,24	0,785
42	X026	2.320,00	288,88	68,91	0,812
43	X005	2.110,00	278,15	68,81	0,863
44	X016	2.220,00	281,89	68,50	0,893
45	X022	2.280,00	286,87	68,10	0,932
46	X011	2.170,00	278,54	68,28	0,936
47	X007	2.130,00	278,39	68,26	0,939
48	X006	2.120,00	276,13	67,79	1,013
49	X009	2.150,00	276,80	67,73	1,020

Ressalta-se que este valor se aproxima da expectativa de atualização do valor vigente em 2007 pela variação do IGP-DI de novembro de 2006 a novembro de 2007, mesmo critério utilizado na atualização da Curva de Custo de Déficit em quatro patamares. A Tabela 6 apresenta os parâmetros do estudo com Custo de Déficit igual a R\$2.430,00/MWh.

Tabela 6 – Parâmetros do Estudo com Custo de Déficit de R\$2.430/MWh

Custo Déficit	1 patamar
CMO médios anuais [R\$/MWh]	
2008 (SE/CO; S; NE; N)	424,11
2009 (SE/CO; S; NE; N)	279,41
2010 (SE/CO; S; NE; N)	216,07
2011 (SE/CO; S; NE; N)	285,54
2012 (SE/CO; S; NE; N)	267,70
Média geral (i=0% a.p.) [R\$/MWh]	295,11
Desvio Padrão [R\$/MWh]	73,56
Custo Operacional esperado [10 ⁶ R\$]	51.045,86

3. Conclusão

O objetivo desta nota técnica foi o de estimar o valor de custo de déficit a patamar único para uso em estudos de planejamento energético. Para isto, foi apresentada a metodologia utilizada na busca deste patamar único e todos os outros valores pesquisados da varredura realizada.

O valor de R\$2.430,00/MWh foi a melhor estimativa para o custo de déficit de acordo com o critério de menor média de variações relativas. Este também se aproxima do esperado, ao se aplicar o índice utilizado na atualização da Curva de Custo de Déficit no valor vigente em 2007, de R\$2.286,00/MWh. O Gráfico 2, a seguir, apresenta uma comparação entre os dados de CMO originais e os obtidos a partir do valor de patamar único de Custo de Déficit, de R\$2.430,00/MWh. Pode-se notar, a partir do Gráfico 2, que são pequenas as diferenças entre os valores de CMO obtidos a partir do valor resultante das análises da varredura e os valores de CMO obtidos a partir da rodada de referência.

Na Tabela 7 estão apresentados os valores de CMO tanto da rodada de referência, quanto da rodada com o valor de patamar único de R\$2.430,00/MWh, aqui denominado caso X003.

Gráfico 2 – Comparação entre CMO a patamar único de Custo de Déficit de R\$2.430,00/MWh e CMO do deck original do PMO/ONS de Jan/08 (Ref). [R\$/MWh]

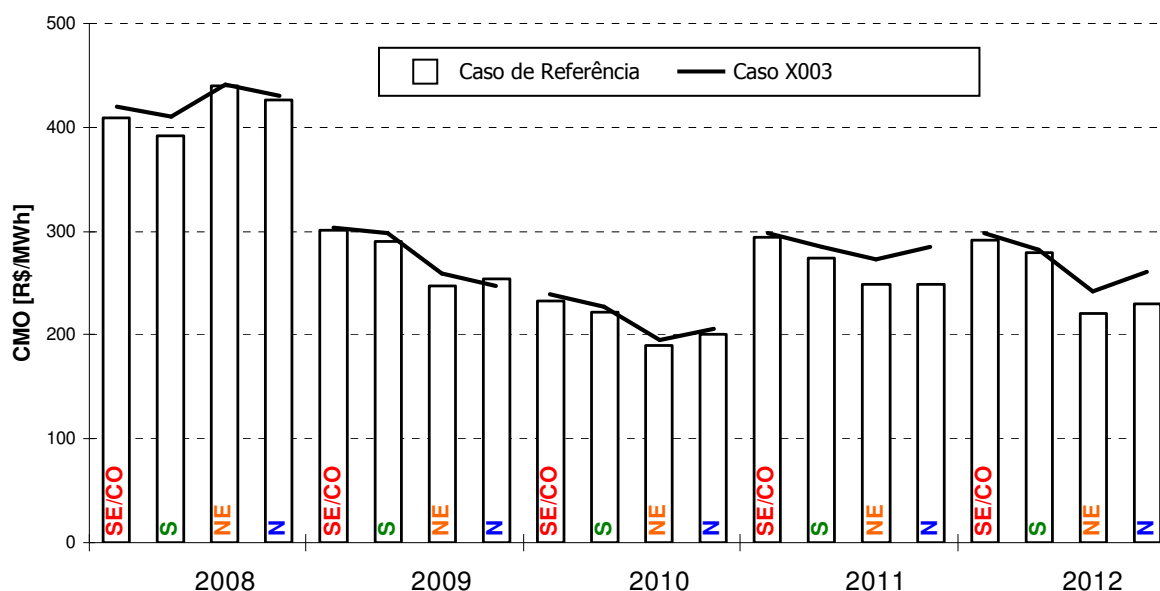


Tabela 7 – Comparação dos CMO de referência e do estudo [R\$/MWh]

		2008	2009	2010	2011	2012	2008
Caso X003	SE/CO	420,32	303,63	239,61	298,44	297,81	420,32
	S	409,82	297,74	227,17	285,04	282,32	409,82
	NE	441,08	259,8	195,24	272,42	241,88	441,08
	N	431,01	247,64	205,49	284,66	261	431,01
Caso Ref	SE/CO	408,86	300,73	232,05	294,46	292,06	408,86
	S	391,77	290,73	221,33	274,7	279,51	391,77
	NE	439,74	247,25	190,38	248,09	220,21	439,74
	N	425,96	253,54	200,42	249,15	230,54	425,96
Desvio	SE/CO	(11,46)	(2,90)	(7,56)	(3,98)	(5,75)	(11,46)
	S	(18,05)	(7,01)	(5,84)	(10,34)	(2,81)	(18,05)
	NE	(1,34)	(12,55)	(4,86)	(24,33)	(21,67)	(1,34)
	N	(5,05)	5,90	(5,07)	(35,51)	(30,46)	(5,05)

4. Anexos

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL

RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 597, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2007

Homologa os novos valores da Curva do Custo do Déficit de energia elétrica e os limites mínimo e máximo do preço de liquidação de diferenças.

[Relatório](#)

[Voto](#)

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto no art. 1º, § 4º, da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, no art. 13, inciso III, do Decreto nº 2.655, de 2 de julho de 1998, no art. 57 do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, nas Resoluções ANEEL nº 377, de 30 de julho de 2003, e nº 682, de 23 de dezembro de 2003, no art 6º da Resolução da Câmara de Gestão da Crise de Energia – GCE nº 109, de 24 de janeiro de 2002, na Convenção de Comercialização de Energia Elétrica, instituída pela Resolução Normativa ANEEL nº 109, de 26 de outubro de 2004, o que consta dos Processos nº 48500.002515/03-29, nº 48500.001913/03-46 e nº 48500.002757/99-18, e considerando que:

a Resolução nº 413, de 19 de dezembro de 2006, homologou a Curva do Custo do Déficit de energia elétrica e os limites mínimo e máximo do preço do mercado de curto prazo, PLD_min e PLD_max, respectivamente, com validade entre a primeira e a última semana operativa de preços de 2007; e

o Despacho nº 05, de 02 de janeiro de 2007, atualizou o PLD_min, com validade entre a primeira e a última semana operativa de preços de 2007, resolve:

Art. 1º 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 do Anexo desta Resolução.

§ 1º A curva do Custo do Déficit de energia elétrica, o PLD_min e o PLD_max, de que trata esta Resolução, terão validade entre a primeira e a última semana operativa de preços de 2008, para todos os submercados.

§ 2º O valor do PLD_min terá caráter provisório até a primeira semana de janeiro de 2008, quando será atualizado por meio de Despacho do Superintendente de Estudos do Mercado da ANEEL.

Art. 2º A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE e o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS deverão alterar, no que couber, e submeter à aprovação da ANEEL, até 31 de janeiro de 2008, respectivamente, as Regras e Procedimentos de Comercialização e os Procedimentos de Rede, de forma a adequá-los ao disposto nesta Resolução.

Art. 3º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JERSON KELMAN

Este texto não substitui o publicado no D.O. de 21.12.2007, seção 1, p. 155, v. 144, n. 245.

ANEXO À RESOLUÇÃO HOMOLOGATÓRIA Nº 597, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2007.

Curva do Custo do Déficit de energia elétrica

Patamares (% de Redução de Carga – RC)	Custo do Déficit (R\$/MWh)
$0% < RC \leq 5%$	944,51
$5% < RC \leq 10%$	2.037,61
$10% < RC \leq 20%$	4.257,97
$RC > 20%$	4.838,69

Limites mínimo e máximo do preço de liquidação de diferenças

	(R\$/MWh)
PLD_min	15,57
PLD_max	569,59

5. Referências

ANEEL, *Resolução Homologatória nº 597 de 18 dezembro de 2007*, publicado no D.O.U. de 21/12/2007, Seção 1, Volume 144, Número 245, Página 155.

MME-SPE/EPE – Ministério de Minas e Energia - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético / Empresa de Pesquisa Energética, *Estimativa de valor para patamar único de custo de déficit: nota técnica*, 13p. Julho de 2006.