

# CUSTO MARGINAL DE EXPANSÃO CME

*Metodologia e Cálculo  
2014*



Empresa de Pesquisa Energética

**Ministério de  
Minas e Energia**







# CUSTO MARGINAL DE EXPANSÃO CME

GOVERNO FEDERAL  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
MME/SPE

**Ministério de Minas e Energia**

**Ministro**  
Edison Lobão

**Secretário-Executivo**

Márcio Pereira Zimmermann

**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

*Metodologia e Cálculo  
2014*



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**

Amílcar Gonçalves Guerreiro

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**

José Carlos de Miranda Farias

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

**Diretor de Gestão Corporativa**

Alvaro Henrique Matias Pereira

**Coordenação Geral**

Maurício Tiomno Tolmasquim  
José Carlos de Miranda Farias

**Coordenação Executiva**

Oduvaldo Barroso da Silva

**Equipe Técnica**

Angela Regina Livino de Carvalho  
Gabriel Malta Castro  
Renata Nogueira Francisco de Carvalho  
Renato Haddad Simões Machado

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

**Escritório Central**

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

**Nº EPE-DEE-RE-052/2014-r1**

Data: 24 de junho de 2014

## Histórico de Revisões

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
0	27/03/2014	Publicação Original
1	24/06/2014	Nova metodologia de determinação dos custos das UHE e atualização da expansão planejada.

## SUMÁRIO

<b>1. Apresentação</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Objetivo</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Histórico</b> .....	<b>1</b>
<b>4. Metodologia</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1 Premissas</b> .....	<b>3</b>
<b>4.2 Estimativa da expansão da oferta de energia</b> .....	<b>4</b>
<b>4.3 Estimativa do custo médio das fontes</b> .....	<b>5</b>
<b>4.4 Cálculo do CME</b> .....	<b>7</b>
<b>5. Conclusão</b> .....	<b>7</b>
<b>6. Referências</b> .....	<b>8</b>

## 1. Apresentação

Em outubro de 2011, a EPE publicou a Nota Técnica N° EPE-DEE-RE-091/2011-r0 [1] em que estabelece metodologia de cálculo do valor do Custo Marginal de Expansão – CME a ser usado nos estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), do cálculo de garantia física de novos empreendimentos e da valoração das perdas elétricas na rede básica, dentre outros.

Posteriormente, em março de 2014 foi publicada a Nota Técnica N° EPE-DEE-RE-052/2014-r0 [2] na qual melhorias foram adotadas na metodologia e atualizando o valor de CME para utilização nos estudos a partir de então.

Nesta Nota, novos aprimoramentos na metodologia do cálculo do CME são adotados, consequência da evidente tendência de aumento do custo dos aproveitamentos hidrelétricos planejados e da alteração na composição da matriz de oferta futura.

## 2. Objetivo

Este documento tem como objetivos apresentar o processo de cálculo do CME a ser usado a partir do segundo semestre de 2014, com base na metodologia usada na NT N° EPE-DEE-RE-052/2014-r0 [2], os aprimoramentos a essa metodologia e o valor atualizado desse parâmetro.

## 3. Histórico

Desde a publicação do PDE 2006-2015 pela EPE/MME, estuda-se a melhor forma de definição do valor do CME, considerando as bases de dados dos projetos candidatos à expansão, a evolução tecnológica, os novos paradigmas e custos socioambientais e as reduções de custo na oferta de energia elétrica revelada pela competição nos leilões públicos de compra de energia de novos empreendimentos de geração.

Em 2006, decidiu-se não se considerar no cálculo do CME os dados disponíveis dos projetos inventariados, no caso de usinas hidrelétricas, e dos projetos típicos, no caso de usinas térmicas e fontes alternativas. Isso porque a base de dados de custos, na época, não era robusta e atualizada o suficiente. Porém, a partir de então a EPE vem aprimorando o conhecimento dos custos das usinas que compõem a expansão do sistema, principalmente das hidrelétricas, tornando-se possível, assim, melhor estimar os custos das usinas planejadas.

A Tabela 1 mostra os critérios e valores<sup>1</sup> de CME considerados nos estudos dos planos decenais realizados pela EPE/MME desde o PDE acima mencionado.

**Tabela 1 - Histórico dos critérios e valores nominais de CME considerados nos Planos Decenais**

<b>ESTUDO</b>	<b>CME (R\$/MWh)</b>	<b>CRITÉRIO</b>
PDE 2006-2015	118	Preço médio (ponderado pelos lotes vendidos) do produto 2010 do LEN A-5 de 2005. O preço máximo (130,00 R\$/MWh) foi utilizado como tolerância no ajuste.
PDE 2007-2016	138	Preço máximo do LEN A-5 de 2006. O estudo foi convergido a 138,00 R\$/MWh (sem tolerância).
PDE 2008-2017	146	Preço máximo nos leilões realizados ao longo do ano de 2008. Foi utilizada tolerância de 3% (~4,00 R\$/MWh) para convergência do estudo.
PDE 2019	113	Preço médio dos LEN de 2008 + Leilão de Projetos Estruturantes (UHE Jirau e Santo Antônio). Não considera o LER.
PDE 2020	113	Mantido o CME do PDE 2019, ou seja, obtido pelo preço médio dos LEN de 2008 + Leilão de Projetos Estruturantes (UHE Jirau e Santo Antônio). Não considera o LER.
PDE 2021	102	Conforme metodologia apresentada na NT N° EPE-DEE-RE-091/2011-r0.
PDE 2022	108	Conforme metodologia apresentada na NT N° EPE-DEE-RE-091/2011-r0.
PDE 2023	112	Conforme metodologia apresentada na NT N° EPE-DEE-RE-052/2014-r0.

Como já citado, além do PDE, há outros estudos que usam o CME calculado como premissa. Assim, é importante que o cálculo seja atualizado sempre que necessário e no mínimo anualmente. Portanto, o valor de CME deverá ser calculado no mês de março de cada ano. A presente revisão caracteriza uma excepcionalidade, justificada pela alteração do cenário tendencial de oferta de geração e pela atualização dos custos das hidrelétricas futuras.

<sup>1</sup> Os valores apresentados são nominais e não estão corrigidos monetariamente.

## 4. Metodologia

A metodologia de cálculo para a inferência do CME tem por objetivo estimar o custo futuro de expansão da geração, levando em consideração não somente os preços de energia previstos, mas também quais fontes de energia devem ser instaladas no futuro. Para isso, o processo de cálculo é dividido em três etapas: estimativa da expansão da oferta de energia, estimativa do custo médio de expansão e, a partir das duas primeiras etapas, a consolidação do cálculo.

A primeira etapa consiste em estimar a quantidade de energia nova que será ofertada no futuro, discriminada por ano de entrada e por tipo de fonte. Este trabalho já é realizado detalhadamente no Plano Decenal de Expansão de Energia, cuja publicação mais recente serve como fonte de dados para esta etapa.

Desta forma, o ciclo de planejamento vigente serve de insumo para a projeção do CME do ciclo futuro, e este último poderá conter ajustes na oferta que serão percebidos no CME do ciclo adiante. Portanto, a estimativa do CME faz parte de um processo cíclico, dinâmico e adaptativo, tal como todo o restante do PDE.

Em seguida são estimados os custos médios de expansão de cada fonte, conforme o histórico de preços praticados nos leilões de energia, à exceção das usinas hidrelétricas, pois seu custo é muito específico de acordo com as características do projeto. Por fim, as informações das duas etapas iniciais são consolidadas e obtém-se um valor único como referência para representar o custo de expansão do sistema, que será utilizado como o valor do CME.

### 4.1 Premissas

Os estudos de planejamento elaborados pela EPE, em particular o PDE, têm como objetivo apresentar configurações para a expansão da geração e das principais interligações dos sistemas regionais, que atendam aos critérios econômicos e de garantia de suprimento, prevendo também a sustentabilidade socioambiental.

O PDE avalia as condições de atendimento do sistema de energia elétrica para os próximos dez anos, planejando sua expansão. Nesse horizonte, a oferta do primeiro quinquênio já é praticamente definida, posto que a maioria dos seus contratos de oferta, que garantem o

abastecimento do mercado de energia elétrica, foram firmados em leilões de energia já realizados. Além disso, o tempo de construção de novos empreendimentos, sobretudo os projetos hidrelétricos de grande porte, limita os recursos e o potencial de investimentos que ainda podem ser feitos para enquadramento nesse horizonte. Deste modo, considerando que as decisões do planejador para a indicação da expansão da oferta de geração serão tomadas majoritariamente no segundo quinquênio do plano decenal, somente este período é considerado no cálculo para estimativa do CME.

Os preços de energia considerados neste documento são obtidos dos resultados de todos os leilões de energia proveniente de novos empreendimentos realizados desde 2005<sup>2</sup>, corrigidos pela variação do IPCA até janeiro do ano corrente e separados por tipo de fonte e combustível. Uma exceção é feita para a fonte hidrelétrica, devido as suas características particulares.

## 4.2 Estimativa da expansão da oferta de energia

Embora o PDE 2023 ainda não esteja oficialmente emitido, os estudos realizados indicam que a matriz eletro energética neste ciclo do PDE será significativamente diferente da indicada no ciclo anterior, contando com uma participação mais expressiva de usinas termelétricas, menor participação de hidrelétricas e participação de usinas fotovoltaicas. Por conta desta alteração significativa, essa nova expansão será usada nesta atualização do cálculo do valor do CME.

Assim, os dados de previsão de oferta de energia foram obtidos a partir dos estudos ora em andamento para o Plano Decenal de Expansão – PDE 2023 [3], e consideram cada tipo de fonte de forma independente. Assim, para o período 2019-2023, que corresponde ao segundo quinquênio do ciclo do Plano Decenal – PDE 2023 foram calculadas as expectativas de garantia física adicionadas ao sistema, por fonte e por ano. Para isso, é considerado o período de entrada em operação (motorização) das usinas, cuja duração pode ser superior a um ano.

Um aprimoramento na metodologia, em relação ao mostrado em [2], é a extinção da categoria fonte “estruturante”. Isto se deve ao fato de os custos das usinas hidrelétricas, a partir desta revisão, estarem sendo estimados individualmente, devido às características particulares dos projetos. Dessa forma, não há necessidade de separar as hidrelétricas em diferentes categorias.

Assim, a previsão anual de expansão da oferta de energia elétrica no período em análise, separada por categoria, é apresentada na Tabela 2.

---

<sup>2</sup> Consideraram-se todos os leilões de energia nova (LEN – A-3 e A-5), reserva (LER) e fontes alternativas (LFA) do período. São excluídas as usinas já existentes que venderam nos LEN de 2005, 2006 e 2007.

Tabela 2 – Oferta de energia

Garantia Física adicionada (MWmed)						
Fonte	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL
<b>Hidrelétrica</b>	192	1.193	2.476	2.294	1.528	<b>7.683</b>
<b>PCH</b>	86	104	104	69	221	<b>584</b>
<b>Biomassa</b>	438	408	233	158	152	<b>1.388</b>
<b>Eólica</b>	433	433	432	432	432	<b>2.161</b>
<b>Gás natural</b>	193	578	577	578	962	<b>2.888</b>
<b>Solar</b>	100	100	100	100	100	<b>500</b>

### 4.3 Estimativa do custo médio das fontes

O cálculo dos custos de energia adicionada ao sistema foi realizado com base nos preços dos leilões de energia, corrigidos pelo IPCA até janeiro de 2014. Ressalta-se que neste cálculo são considerados apenas os contratos realizados no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), onde são comercializados os maiores montantes da energia para suprir o mercado.

Os custos são definidos por tipo de fonte e são calculados como média dos preços ponderados pela energia contratada por cada empreendimento vencedor. A partir da edição desta Nota, uma exceção é feita para as usinas hidrelétricas, pois o custo desse tipo de usina é muito específico, e será utilizado o custo mais atual estimado para cada projeto. Buscando aprimorar a estimativa de custo e nivelar os critérios para todas as fontes, é adotada a metodologia a seguir descrita (adotada pela primeira vez na revisão anterior do valor do CME [2]).

Considera-se todo o histórico de leilões de novos empreendimentos desde 2005, sendo que os custos referentes aos leilões realizados há mais tempo devem ter pesos menores no valor do CME. Para alcançar esse objetivo, definiu-se que o primeiro ano do histórico (2005) possui peso 1. O segundo ano possui um peso 25 % maior do que o primeiro. Da mesma forma, o peso do terceiro ano é 25 % maior do que o do segundo, e assim sucessivamente, como apresentado na tabela a seguir.

Tabela 3 - Pesos considerados

Ano	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Peso	1,25 <sup>0</sup>	1,25 <sup>1</sup>	1,25 <sup>2</sup>	1,25 <sup>3</sup>	1,25 <sup>4</sup>	1,25 <sup>5</sup>	1,25 <sup>6</sup>	1,25 <sup>7</sup>	1,25 <sup>8</sup>
	1,00	1,25	1,56	1,95	2,44	3,05	3,81	4,77	5,96
Participação na média	3,9%	4,8%	6,1%	7,6%	9,5%	11,8%	14,8%	18,5%	23,1%

Assim, o ano mais recente tem uma participação de 23,1 % na média. À medida que o número de anos do histórico aumentar, a participação do último ano, na média, tenderá a 20 %.

Assim, o custo de cada fonte<sup>3</sup> é dado por:

$$C_i = \frac{\sum_a Ec_{ia} \times Pr_{ia} \times P_a}{\sum_a Ec_{ia} \times P_a}$$

Onde:

$C_i$  – Custo estimado para a fonte  $i$  [R\$/MWh].

$Ec_{ia}$  – Quantidade de energia contratada no o ano  $a$ , advinda da fonte  $i$  [MWmed].

$Pr_{ia}$  – Preço médio da fonte  $i$  no ano  $a$ .

$P_a$  – Peso para o ano  $a$ .

Para as usinas hidrelétricas, foram estimados custos, em R\$/MWh, a partir da base de dados de custos de investimentos da EPE. Para as usinas não contratadas e previstas a entrarem em operação no horizonte do decenal, o custo médio estimado da fonte hidrelétrica (atualizado pelo IPCA para janeiro de 2014) é 128,35 R\$/MWh.

No caso de usinas fotovoltaicas, ainda não há informações de preços praticados, pois essa fonte ainda não foi contratada nos leilões de energia do ambiente regulado. Assim, utilizou-se como referência de custos, a NT “Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira” [5], que indica o valor da ordem de 300,00 R\$/MWh. Como há um leilão de energia proveniente de fonte fotovoltaica planejado para o ano de 2014, espera-se que, na próxima revisão desta NT<sup>4</sup>, o custo de energia solar já seja obtido a partir do resultado do leilão. Ressalta-se que o valor considerado neste documento **não tem qualquer relação** com o preço teto a ser estabelecido para o referido leilão.

<sup>3</sup> Exceções são feitas no caso de usinas hidrelétricas e fotovoltaicas. No primeiro caso, a razão é que, para essa fonte, será feita uma estimativa de custo dos empreendimentos planejados. No segundo caso, por ainda não ter sido contratada essa fonte em nenhum leilão (LEN ou LER).

<sup>4</sup> A ser publicada em março de 2015.

A Tabela 4 apresenta os custos de energia calculados por categoria, a partir da fórmula acima e das estimativas para usinas hidrelétricas e solares.

**Tabela 4 – Custo das fontes**

Fonte	Custo (R\$/MWh)
Hidrelétrica	128,4
PCH	150,1
Eólica	128,3
Biomassa	134,9
Gás natural	146,2
Solar	300,0

#### 4.4 Cálculo do CME

O Custo Marginal de Expansão – CME é obtido por meio do cálculo da média dos custos das fontes (apresentado no item 4.3), ponderados pela previsão de expansão de garantia física (apresentado no item 4.2), conforme a equação:

$$CME = \frac{\sum_i E_{gf_i} \times C_i}{\sum_i E_{gf_i}}$$

Onde:

$E_{gf_i}$  – Expansão de Garantia Física prevista para a fonte  $i$ , para o segundo quinquênio [MWmed]

Utilizando os dados calculados previamente neste documento e aplicando-se a equação acima, arredondando o resultado para o número inteiro mais próximo, obtém-se:

$$\mathbf{CME = 139 R\$/MWh}$$

## 5. Conclusão

No presente trabalho, os cálculos para obtenção do valor do CME foram atualizados, considerando a nova previsão de expansão e a nova forma de estimar os custos dos empreendimentos hidrelétricos. Conforme [2], o valor do CME é revisto a cada ano no mês de

março, com publicação do resultado pela EPE. Esta revisão foi feita em caráter excepcional devido à significativa mudança na matriz de oferta de energia observada nos estudos do PDE 2023 e a nova forma de estimativa de custos médios de geração para as usinas hidrelétricas consideradas na oferta futura.

Em decorrência disso, o valor do CME para aplicações a partir da data de publicação dessa Nota é de 139 R\$/MWh.

## 6. Referências

- [1] Empresa de Pesquisa Energética, “Custo marginal de expansão - Metodologia de cálculo”, EPE-DEE-RE-091/2011-r0, 2011.
- [2] Empresa de Pesquisa Energética, “Custo marginal de expansão - Metodologia de cálculo”, EPE-DEE-RE-052/2014-r0, 2014.
- [3] Empresa de Pesquisa Energética, “Plano Decenal de Expansão de Energia 2023”, maio de 2014.
- [4] Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, *Resolução n° 3*, 2011.
- [5] Empresa de Pesquisa Energética, “Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira”, 2012.