

CUSTO MARGINAL DE EXPANSÃO

CME

Metodologia e Cálculo
2015



Empresa de Pesquisa Energética

**Ministério de
Minas e Energia**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA



CUSTO MARGINAL DE EXPANSÃO CME

GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Carlos Eduardo de Souza Braga

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
2015*



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
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-043/2015-r0

Data: 9 de março de 2015

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	09/03/2014	Publicação Original

SUMÁRIO

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

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), nos cálculos de garantia física de energia de novos empreendimentos e na valoração das perdas elétricas na rede básica, dentre outros usos.

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.

Em junho do mesmo ano, foi publicada a revisão 1 da referida Nota Técnica [3], que introduziu novos aprimoramentos na metodologia do cálculo do CME. A principal alteração nessa revisão foi na estimativa dos custos dos empreendimentos hidrelétricos, que passou a se basear nos custos estimados dos empreendimentos previstos e não mais nos resultados dos leilões anteriores.

Conforme previsto em [2], todo mês de março o valor de CME será recalculado. Por isso, esta revisão atualiza o valor de CME, considerando os resultados dos leilões de energia ocorridos em 2014 e a expansão esperada para o segundo quinquênio do horizonte do PDE.

2. Objetivo

Este documento tem como objetivo a atualização do valor do CME para o ano de 2015.

3. Histórico

O PDE 1999/2008, elaborado pelo GCPS (Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos), considerou o CME do horizonte decenal igual a 35 US\$/MWh. Esse valor equivalia, aproximadamente, ao custo de usinas termelétricas a gás natural [4]. Já o CME dos próximos quinquênios tinham valores maiores: 40 US\$/MWh de 2011 a 2020 e 45 US\$ de 2021 a 2025.

Trazendo a valores atuais, 35 US\$/MWh de 1998 equivalem a 50,83 US\$/MWh, ou 119,69 R\$/MWh, de 2014¹.

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 termelétricas e outras fontes. 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 valores² 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 realizados pela EPE/MME

ESTUDO	CME (R\$/MWh)	CRITÉRIO
PDE 2006-2015	118	Preço médio (ponderado pelos lotes vendidos) do produto 2010 do LEN A-5 de 2005. O preço máximo (130 R\$/MWh) foi utilizado como tolerância no ajuste.
PDE 2007-2016	138	Preço máximo do LEN A-5 de 2006. O estudo foi ajustado a 138 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 R\$/MWh) para ajuste do estudo.
PDE 2019	113	Preço médio dos LEN de 2008 + Leilão de Projetos Estruturantes (UHE Jirau e Santo Antônio). Não considera os resultados do LER.

¹ Considerando taxa da câmbio média de 2014 de 2,3547 R\$/US\$ e a inflação do dólar de 1998 a 2014, segundo o sítio www.usinflationcalculator.com.

² Os valores apresentados são nominais e não estão corrigidos monetariamente.

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 os resultados do 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.
PDE 2024	139	Conforme metodologia apresentada na NT N° EPE-DEE-RE-052/2014-r1.

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 é calculado no mês de março de cada ano.

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 2005³, 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

Os dados de previsão de oferta de energia foram obtidos a partir dos estudos do Plano Decenal de Expansão – PDE 2024 [5], e consideram cada tipo de fonte de forma independente. Assim, para o período 2020-2024, que corresponde ao segundo quinquênio do ciclo do Plano Decenal – PDE 2024 foi calculada a expectativa de garantia física adicionada ao sistema, por fonte e por

³ 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.

ano. Para isso, é considerado o período de entrada em operação (motorização) das usinas, cuja duração pode ser superior a um ano.

Assim, a previsão anual de expansão da oferta de energia elétrica no período em análise, separada por categoria, é apresentada na Tabela 2. A Figura 1 mostra o percentual relativo de cada fonte expansão prevista.

Tabela 2 – Oferta de energia

Garantia Física adicionada (MWmed)						
Fonte	2020	2021	2022	2023	2024	TOTAL
Hidrelétrica	1095	1387	1326	1580	1184	6.572
PCH	98	98	111	128	128	564
Biomassa	356	356	356	356	416	1.839
Eólica	430	430	430	430	430	2.150
Gás natural	476	476	476	476	476	2.378
UFV	144	144	144	144	144	720

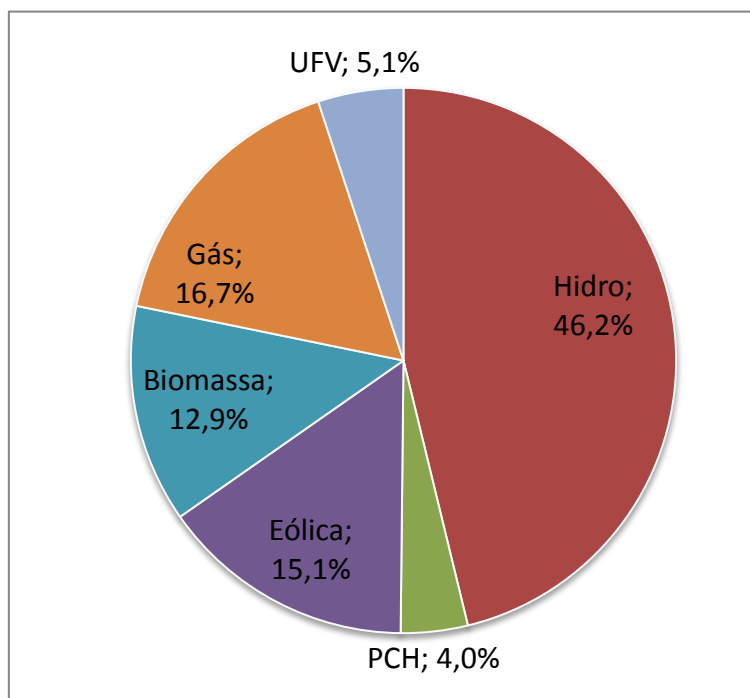


Figura 1 – Participação relativa de cada fonte na expansão prevista.

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 2015. 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. Uma exceção é feita para as usinas hidrelétricas, pois o custo desse tipo de usina é muito específico, e é 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.

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	2014
Peso	1,25 ⁰	1,25 ¹	1,25 ²	1,25 ³	1,25 ⁴	1,25 ⁵	1,25 ⁶	1,25 ⁷	1,25 ⁸	1,25 ⁹
	1,00	1,25	1,56	1,95	2,44	3,05	3,81	4,77	5,96	7,45
Participação na média	3,0%	3,8%	4,7%	5,9%	7,3%	9,2%	11,5%	14,3%	17,9%	22,4%

Assim, o ano mais recente tem uma participação de 22,4 % 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 fonte⁴ 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].

⁴ Exceções são feitas no caso de usinas hidrelétricas, pois, para essa fonte, será feita uma estimativa de custo dos empreendimentos planejados.

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

P_a – Peso para o ano **a**, conforme Tabela 3.

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 134,71 R\$/MWh.

A Figura 2 apresenta os custos de energia calculados por categoria, a partir da fórmula acima e das estimativas para usinas hidrelétricas.

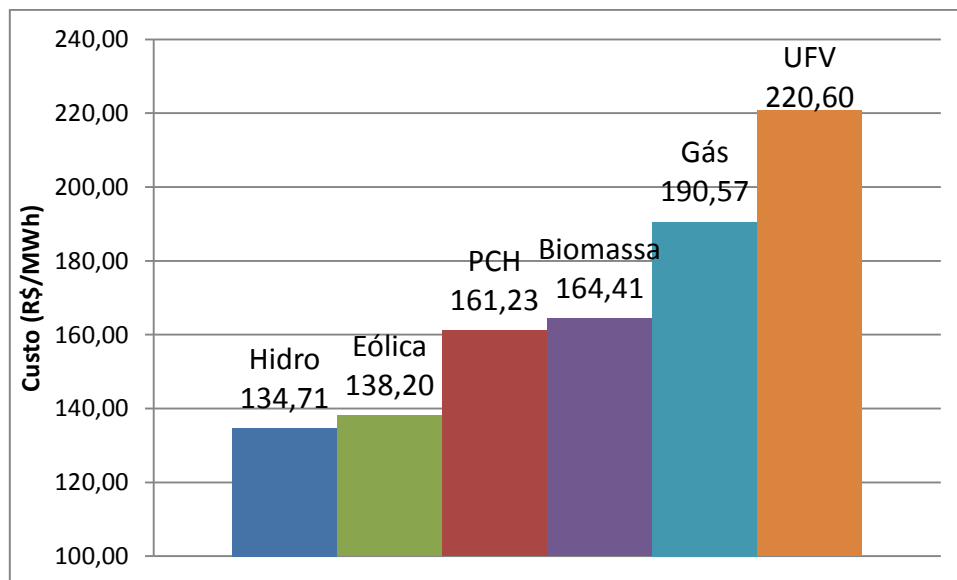


Figura 2 – Custo das fontes

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:

$$CME = \frac{\sum_i Egf_i \times C_i}{\sum_i Egf_i}$$

Onde:

Egf_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:

$$\mathbf{CME = 154 \text{ R\$/MWh}}$$

5. Conclusão

No presente trabalho, os cálculos para obtenção do valor do CME foram atualizados, considerando a nova previsão de expansão e os resultados dos leilões realizados no ano de 2014. Conforme [2], o valor do CME é revisto a cada ano no mês de março, com publicação do resultado pela EPE. Em decorrência disso, o valor do CME para aplicações a partir da data de publicação dessa Nota é de 154 R\$/MWh.

6. Referências

- [1] Empresa de Pesquisa Energética, “Custo marginal de expansão - Metodologia de cálculo,” EPE-DEE-RE-091/2011-r0, Rio de Janeiro, 2011.
- [2] Empresa de Pesquisa Energética, “Custo marginal de expansão - Metodologia de cálculo,” EPE-DEE-RE-052/2014-r0, Rio de Janeiro, 2014.
- [3] Empresa de Pesquisa Energética, “Custo marginal de expansão - Metodologia de cálculo - revisão 1,” EPE-DEE-RE-052/2014-r1, Rio de Janeiro, 2014.
- [4] Eletrobrás, “PROGRAMA DECENAL DE GERAÇÃO 1999/2008. SISTEMAS INTERLIGADOS NORTE/NORDESTE e SUL/SUDESTE/CENTRO-OESTE. RELATÓRIO FINAL. CICLO DE PLANEJAMENTO 1998 DO GCPS.,” Rio de Janeiro, abril de 1999.
- [5] Empresa de Pesquisa Energética, “Plano Decenal de Expansão de Energia 2024 - preliminar,” 2015.