

## **GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO TÉRMICA - GGT**

### **PROPOSTA DE APRIMORAMENTOS NA COMPETIÇÃO DE TERMELÉTRICAS A GÁS NATURAL NOS LEILÕES DE ENERGIA**

**JORGE GONÇALVES BEZERRA JÚNIOR(1); MARCELO FERREIRA ALFRADIQUE(1); GABRIEL DE  
FIGUEIREDO DA COSTA(1); THIAGO IVANOSKI TEIXEIRA  
EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA - EPE(1)**

#### **RESUMO**

Os preços de referência dos combustíveis são adotados nos leilões de energia e de capacidade com a finalidade de refletir na competitividade das termelétricas as perspectivas de custos com combustíveis a serem alocadas aos consumidores de eletricidade. O método de cálculo dos preços de referência vigente entre 2009 e 2021 considerava apenas as médias de preços futuros. Na revisão recente deste método, objeto do presente trabalho, considera-se, adicionalmente, a volatilidade de diferentes mercados de combustíveis, com o objetivo de contribuir para precificação dos riscos financeiros alocados aos consumidores de eletricidade e para maiores oportunidades ao gás natural nacional.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Preços de Referência dos Combustíveis; Termelétricas; Gás Natural, Leilões de Energia; Alocação de Riscos.

#### **1.0 INTRODUÇÃO**

Os contratos de geração de eletricidade aplicáveis a termelétricas a gás natural no Ambiente de Contratação Regulada (CCEAR) preveem repasse dos custos com combustível aos consumidores cativos de energia nos períodos em que houver compromisso de operação das usinas com o Operador Nacional do Sistema. Parte significativa dos custos de geração, está associada ao combustível, cujos contratos podem ter a precificação atrelada a diferentes marcadores de preços internacionais ou ao dólar americano, gerando elevada variabilidade de despesas percebidas em moeda nacional ao longo do tempo.

Nas cláusulas econômicas de custos com combustível dos CCEARs quatro marcadores internacionais, um marcador de custos atrelado ao dólar americano e um marcador atrelado à moeda nacional são contemplados, de modo a permitir aos agentes geradores a compatibilização de reajustes percebidos entre suas despesas e receitas. Esta medida visa a mitigar riscos de preços do gás natural aos geradores de energia, ao mesmo tempo que abre espaço para a competição relativa entre diferentes soluções de suprimento, com potenciais fornecedores nacionais ou internacionais de gás natural ou GNL.

Como consequência aos consumidores, observa-se a tendência de valorização das soluções de geração termelétrica mais competitivas, podendo-se citar entre as vencedoras a geração próxima à costa, a partir de suprimento de GNL; a geração do tipo *reservoir-to-wire*, com aproveitamento de gás nacional não associado de produção terrestre; e um caso de geração a partir de gás nacional associado do pré-sal. Por outro lado, a competitividade pode carregar consigo o custo de possível exposição dos consumidores à volatilidade dos preços internacionais de combustível e ao risco cambial. Esta exposição é agravada ao se considerar que os CCEARs de novos empreendimentos de geração celebrados recentemente têm sido de longo prazo, entre 15 e 25 anos, sendo os reajustes dos custos com os combustíveis definidos uma única vez, antes da assinatura dos contratos, sem previsão de repactuação de cláusulas econômicas.

Com o objetivo de atenuar o risco aos consumidores, adota-se na etapa dos leilões de energia preços de referência para os combustíveis, calculados a partir de método estabelecida pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE (que

permaneceu vigente desde 2009 até julho de 2021) (1), de modo a quantificar tendências de preços no médio prazo dos marcadores disponíveis nos CCEARs (2). Como resultado, os preços de referência possibilitam uma estimativa do valor médio esperado dos custos variáveis futuros de geração de cada usina candidata. Este valor é utilizado unicamente para estabelecer critérios de competitividade econômica entre os agentes apenas na etapa do leilão. Caso se sagrem vencedores, as fórmulas de reajustes adotadas no leilão são carregadas para o CCEAR, conforme estabelecido na Portaria MME nº 42, de 1º de março de 2007 (3).

Os quatro marcadores de preços internacionais disponíveis nos CCEARs são o *Henry Hub*; o *Brent*; o *National Balancing Point* (NBP) e o *Japan-Korea Marker* (JKM). As tendências de preços, por sua vez, são obtidas a partir de visões de futuro, considerando um horizonte de 10 anos, das seguintes instituições: *Energy Information Administration*, do governo dos EUA; *Department for Business, Energy & Industrial Strategy*, do governo do Reino Unido; e Banco Mundial.

Verifica-se nos últimos cinco anos que a dinâmica de aumento gradual da competitividade do GNL precificado no mercado asiático (JKM) frente ao GNL norte americano (indexado ao *Henry Hub*) tem sido capturada no método dos preços de referência dos leilões, resultando em alteração da competitividade relativa entre diferentes fornecedores de GNL.

Apesar das alterações naturais na dinâmica de preços relativos entre os mercados, estima-se que os preços de referência dos combustíveis têm apontado para expectativas otimistas para o JKM em comparação aos demais marcadores, impactando a tomada de decisão dos agentes geradores, cujas preferências têm se revelado pela escolha majoritária de vinculação dos custos com combustíveis ao JKM e ao dólar americano (4). Tal diagnóstico dá indícios de um desequilíbrio na competição entre os preços internacionais e de falta de valorização da indexação de custos com combustível à moeda nacional, que poderia favorecer, tanto os consumidores de eletricidade, pela previsibilidade de preços ao longo do tempo, quanto aos produtores de gás de origem nacional, por terem sua estrutura de custos correlacionada à moeda brasileira.

Adicionalmente, a tendência de um Novo Mercado de Gás no Brasil, com possibilidade de grande oferta doméstica, especialmente do pré-sal, pode trazer oportunidades à geração termelétrica, com benefícios ao consumidor de energia, que ainda não são plenamente capturados no método, tais como a possível redução da exposição a preços e moeda internacionais.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta a proposta de revisão do método dos preços de referência, que culminou na Nota Técnica Nº EPE-DEE/DPG-RE-001/2021-r2 (4) de modo a se considerar, além da tendência de preços médios, a volatilidade de diferentes mercados de gás natural. Como resultado, espera-se incluir o atributo de volatilidade, de modo a se refletir na competição, não somente a preferência do consumidor pelos menores preços, mas também pelos preços com maior previsibilidade.

## 2.0 FÓRMULAS DE REAJUSTES DOS CUSTOS COM COMBUSTÍVEL PARA TERMELÉTRICAS A GÁS NATURAL

O valor da Garantia Física (GF), o valor esperado do Custo de Operação (COP) e do Custo Econômico de Curto Prazo (CEC) da geração termelétrica são parâmetros fundamentais de avaliação do valor energético e da competitividade (relação custo – benefício) de uma termelétrica para sua inserção no plano de expansão da geração do Sistema Interligado Nacional e contratação. Todos estes valores (GF, COP e CEC) dependem da frequência do despacho da geração termelétrica, que, por sua vez, decorre da relação entre o Custo Variável Unitário (CVU) de geração da termelétrica e do Custo Marginal de Operação do sistema (CMO):

- Se  $CVU \leq CMO \rightarrow$  A termelétrica é despachada por mérito econômico;
- Se  $CVU > CMO \rightarrow$  A termelétrica não é despachada acima da sua inflexibilidade operativa<sup>1</sup>.

Assim, o cálculo dos parâmetros energéticos (GF) e econômicos (COP e CEC) da geração termelétrica requer a projeção dos valores futuros do respectivo CVU. O CVU é composto pela soma de duas parcelas: a do Custo do

<sup>1</sup> Existe a possibilidade de ocorrência de despachos fora da ordem de mérito, além da inflexibilidade operativa, a exemplo dos despachos por restrições elétricas ou por segurança energética.

Combustível ( $C_{comb}$ ) destinado à geração de energia flexível, e a que apropria os demais custos incorridos na geração flexível ( $C_{O\&M}$ ).

O custo do combustível para empreendimentos que utilizem fonte energética atrelada a reajustes distintos do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) é expresso pela seguinte relação, descrita no art. 5º, §1º da Portaria MME nº 46/2007:

$$C_{comb} = i \cdot P_C \cdot e_0 \quad (1)$$

Sendo:

$i$ : fator de Conversão, informado pelo agente, que constará no CCEAR, permanecendo invariável por toda a vigência do contrato. Tem a função de converter o preço do combustível – dimensionado em unidade monetária por unidade de energia – em custo de geração elétrica associado ao combustível – dimensionado em unidade monetária por unidade de energia elétrica. A unidade dimensional do fator  $i$  é definida pela razão entre unidade de energia térmica do combustível por unidade de energia elétrica de geração;

$P_C$ : expectativa de preço futuro dos combustíveis, expressa em unidade monetária do dólar americano por unidade energética;

$e_0$ : taxa média de câmbio do dólar americano, em R\$/US\$.

Atualmente, o termo  $P_C$  é estabelecido pela Portaria MME nº 42/2007. Especificamente para o gás natural, este termo assume a seguinte forma:

$$P_C = a \cdot HH + b \cdot Brent + c \cdot NBP + d \cdot JKM + e + \frac{f}{e_0} \quad (2)$$

Os parâmetros  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  possibilitam a indexação dos custos com combustível à cesta de preços internacionais disponível. No caso das termelétricas a gás natural, esta cesta de preços é a seguinte: *Henry Hub* (HH), *Brent*, NBP e JKM. Os reajustes dos preços internacionais ocorrem em base mensal. Os parâmetros  $e$  e  $f$  correspondem a indexações à moeda norte americana e à moeda nacional, respectivamente. Estes reajustes ocorrem em base anual, pelos índices de inflação oficiais aos consumidores urbanos em cada um dos países.

A expectativa dos preços futuros também é considerada na composição da receita fixa associada aos custos com combustível ( $RF_{comb}$ ), no ato do leilão, com abordagem semelhante à das equações (1) e (2), mas com impacto distinto na competitividade, estando associada à inflexibilidade do empreendimento, e não à expectativa de despacho.

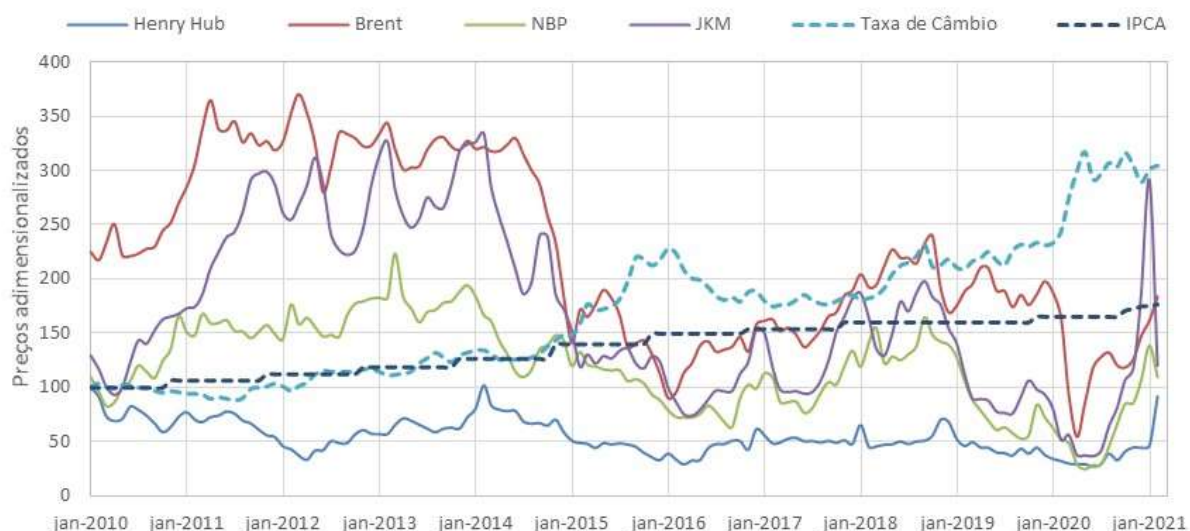
Atualmente, os CCEARs de geração termelétrica alocam os riscos de preços dos combustíveis aos consumidores de eletricidade. A percepção de risco deve considerar que os CCEARs para novos empreendimentos são de longo prazo e não há previsão de repactuação de cláusulas econômicas durante a vigência dos contratos. Daí a importância dos preços de referência, à medida em que visam a trazer para a etapa de competição nos leilões a expectativa futura de preços médios de cada um dos marcadores internacionais acima apresentados e incentivar economicamente a indexação aos combustíveis com tendências mais econômicas para o futuro.

### 3.0 VARIABILIDADE DOS PREÇOS INTERNACIONAIS DE GÁS NATURAL E IMPACTO NO CVU

Pelo desenho atual dos CCEARs de geração termelétrica, a volatilidade dos preços internacionais de gás natural e da taxa de câmbio do dólar americano são riscos alocados diretamente aos consumidores de energia. No caso da geração flexível, este risco tende a ser gerenciável pela dinâmica da ordem de mérito econômico de despacho. Caso os reajustes de preços impliquem em aumento relativamente elevado do CVU de algumas termelétricas, é possível que elas se tornem menos propensas ao despacho por ordem de mérito em relação a usinas mais econômicas, e vice-versa. Entretanto, no caso da geração inflexível, a produção elétrica é compulsória e os custos com combustível

devem ser necessariamente pagos pelos consumidores, independentemente dos preços internacionais e da taxa de câmbio.

A volatilidade dos preços de combustíveis aplicáveis aos reajustes das termelétricas a gás natural pode ser avaliada segundo a análise histórica dos preços médios mensais do *Henry Hub*, *Brent*, *NBP*, *JKM*, taxa de câmbio do dólar americano e *IPCA*, desde janeiro de 2010 até fevereiro de 2021, em base nominal, conforme Figura 1. Os valores dos combustíveis são proporcionais ao preço médio do *Henry Hub* em janeiro de 2010, que foi assumido como o valor-base para a comparação, sendo igual a 100. De maneira similar, consideram-se os valores do *IPCA* e da taxa de câmbio na base 100 para a mesma data. Adotou-se a base de dados da *Platts* para os preços históricos, a mesma base que é utilizada para fins de reajustes dos CCEARs.



**Figura 1 – Histórico dos preços de combustíveis, taxa de câmbio do dólar americano e IPCA, de janeiro de 2010 a fevereiro de 2021. (Valores proporcionais ao preço médio do *Henry Hub* igual a 100 em janeiro de 2010).**

Com base no histórico dos parâmetros de reajustes, avaliou-se como teria sido o comportamento dos CVUs de seis usinas termelétricas a gás natural vencedoras dos leilões de energia nova entre 2015 e 2019, considerando as fórmulas de reajuste presentes nos contratos celebrados e os preços dos combustíveis realizados desde janeiro de 2010 a fevereiro de 2021. Os resultados<sup>2</sup> são apresentados na Figura 2.



<sup>2</sup> Cabe esclarecer que este exercício é hipotético e visa a trazer uma percepção de possível exposição do setor elétrico (no que diz respeito à geração a gás natural) aos preços internacionais.

**Figura 2 – Variação hipotética dos CVUs das termelétricas a gás natural vencedoras dos leilões de energia nova desde 2015 até 2019 no horizonte temporal de janeiro de 2010 a fevereiro de 2021.**

Pela



Figura 2 é possível verificar níveis de variação de CVU bastante distintos entre as usinas. A Termelétrica VI, com CVU indexado a IPCA, apresenta maior previsibilidade de custos variáveis entre as usinas analisadas. As Termelétricas I e II, ambas com CVUs atrelados ao *Brent*, apresentam oscilações em torno de uma média similar à obtida pelo IPCA. A termelétrica III, com forte indexação ao dólar, apresenta CVU crescente com o tempo, com valoração de quase 400% ao final do horizonte. Por fim, as Termelétricas IV e V, indexadas ao JKM, apresentam os maiores níveis de volatilidade: em janeiro de 2021 os CVUs destas duas usinas teriam tido um valor maior que 650% em relação a janeiro de 2010.

Estes resultados apontam para o fato de que, além do preço médio futuro dos combustíveis ser um critério importante para a seleção das usinas nos leilões de energia, conforme tem ocorrido com o método de preços de referência vigente até julho de 2021 (1), a volatilidade dos preços também deve ser levada em consideração, pois insere riscos financeiros elevados aos consumidores, a depender da indexação dos custos com combustível nos CCEARs.

#### (4) MÉTODO DE CÁLCULO DOS PREÇOS DE REFERÊNCIA DOS COMBUSTÍVEIS

O método de cálculo dos preços de referência dos combustíveis proposto no presente trabalho considera a seguinte formulação (4):

$$P_{ref} = P_F \cdot e^{(Z_{\alpha_1} \sqrt{60,5} \cdot \hat{\sigma}_{P_F})} \cdot (\beta + Z_{\alpha_2} \cdot \hat{\sigma}_{\beta}) \quad (3)$$

Onde:

$P_{ref}$ : é valor do preço de referência de cada um dos marcadores de preços internacionais;

$P_F$ : é o valor representativo do horizonte de preços futuros do marcador, incluindo o ano de realização do leilão;

$\beta$ : é a correlação linear histórica entre a base *Platts* (adotada para fins de reajustes nos CCEARs) e a base pública correspondente;

$\hat{\sigma}_{P_F}$ : é o parâmetro de volatilidade associada aos preços futuros dos combustíveis;

$\hat{\sigma}_{\beta}$ : é o desvio padrão amostral de  $\beta$ , obtido com base em estimador robusto à heterocedasticidade, de White.

$Z$ : é a variável aleatória normal padronizada;

$\alpha_1$ : representa o nível de aversão ao risco em relação à volatilidade dos preços futuros;

$\alpha_2$ : representa o nível de aversão ao risco em relação à correlação  $\beta$ .

O parâmetro  $\beta$  da equação (3) é adotado com o objetivo de trazer para a base *Platts* as expectativas dos preços futuros dos combustíveis, obtidas pelas bases públicas supracitadas. O valor de  $\beta$  é obtido pela correlação linear (com coeficiente linear nulo) de preços históricos médios mensais de cada um dos marcadores na base *Platts* em relação às bases públicas mencionadas acima, assumindo-se um histórico de 120 meses, que se encerra no mês de dezembro do ano anterior ao da realização do leilão<sup>3</sup>. O parâmetro  $\beta$  é obtido por meio de regressão linear dos dados históricos da base pública e da base *Platts*, pelo método dos mínimos quadrados.

O cálculo do preço futuro do combustível é realizado da seguinte forma:

$$P_F = e^{\left[ \frac{\sum_{i=1}^N \ln(P_F(i))}{N} \right]} \quad (4)$$

Onde  $P_F(i)$  é o preço médio futuro anual estabelecido pela instituição com base pública para cada ano  $i$ , considerando um horizonte de  $N$  anos à frente, sendo  $N = 5$  para CCEARs de com prazos de até 10 anos ou  $N = 10$  para CCEARs com prazos acima de 10 anos.

As estimativas de preços futuros dos combustíveis, a serem contempladas no parâmetro  $P_F$ , nas Equações (3) e (4), são obtidas a partir das seguintes referências para o gás natural: *Henry Hub – Annual Energy Outlook*, do EIA; *Brent – Annual Energy Outlook*, do EIA; NBP – *Fossil Fuel Price Assumptions*, do Governo do Reino Unido; JKM – *Commodity Markets Outlook*, do Banco Mundial.

A estimativa da volatilidade dos preços futuros é obtida com base no desvio padrão de 120 dados de preços históricos médios mensais,  $P(j)$ , de cada um dos marcadores internacionais, que se encerra no mês de dezembro do ano anterior ao da realização do leilão, conforme relação a seguir:

$$\hat{\sigma}_{P_F} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{119} \left[ \ln \left( \frac{P(j+1)}{P(j)} \right) - \frac{1}{119} \cdot \sum_{j=1}^{119} \left( \ln \left( \frac{P(j+1)}{P(j)} \right) \right) \right]^2}{118}} \quad (5)$$

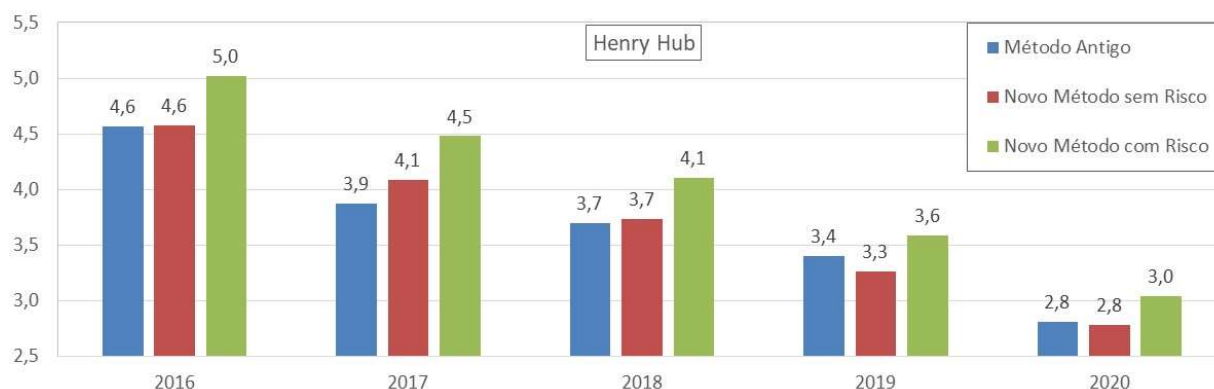
A aversão ao risco de volatilidade é estabelecida por meio da variável aleatória normal padronizada, da seguinte forma  $Z = Z_{\alpha}$ , sendo  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  o grau de aversão ao risco, em termos percentuais. Os níveis de aversão ao risco adotados para cálculo dos preços de referência dos combustíveis são:  $\alpha_1 = 54,0\%$  e  $\alpha_2 = 97,7\%$ , o que resulta nos seguintes valores:  $Z_{\alpha_1} = 0,10$  e  $Z_{\alpha_2} = 2,00$ .

## (5) RESULTADOS

Embora haja nuances distintas nas formulações matemáticas entre os métodos de cálculo dos preços de referência dos combustíveis, antigo e o aqui proposto, (1) e (4), do ponto de vista prático, a diferença fundamental reside nos valores de  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ . Com aversão ao risco nula, os preços de referência da Equação (3) convergem para resultados muito próximos aos verificados no método antigo. Porém, à medida em que se aumenta a aversão ao risco, maiores os preços de referência dos combustíveis. Esta constatação pode ser verificada na Figura 3, que apresenta os preços

<sup>3</sup> A base de dados da *Platts* é utilizada nos reajustes dos custos com combustíveis para termelétricas nos CCEARs, conforme Portaria MME nº 42/2007. Por este motivo, adota-se esta base como referência no desenvolvimento deste método.

de referência para o *Henry Hub* em Leilões de Energia entre os anos de 2016 e 2020<sup>4</sup>. Os valores de  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  são de 54,0% e 97,7%, respectivamente.



**Figura 3 – Comparativo de preços de referência para o *Henry Hub*.**

Outra análise é realizada com base no Leilão de Energia Existente A-2/2021, comparando-se os preços dos combustíveis pelo método antigo com o método novo, incluindo aversão ao risco. Os resultados são apresentados na Tabela 1, a seguir.

**Tabela 1 – Comparativo de preços de referência para o Leilão de Energia Existente A-2/2021.**

Marcador	Henry Hub	Brent	NBP	JKM	Dólar
Método Antigo	3,05	55,80	7,30	5,14	5,3999
Método Novo com Aversão ao Risco (5)	3,27	59,13	7,37	7,50	5,3999
Variação	7%	6%	1%	46%	0%

Um aspecto importante a ser observado nos resultados da Tabela 1, assumindo-se mesmo nível de aversão ao risco, é que os aumentos de preços são distintos entre si. Chama à atenção a variação entre preços para o JKM, fruto da elevada volatilidade deste marcador, de modo a reduzir a atratividade desta indexação para fins de competitividade no leilão.

Os preços de referência permitem a avaliação do impacto no CVU de usinas termelétricas com diferentes condições de suprimento. São admitidos quatro contratos de suprimento: um indexado a *Henry Hub*, um a *Brent*, um ao JKM e um ao IPCA. As fórmulas dos contratos seguem as melhores informações obtidas do mercado. Os preços do gás natural entregue na usina termelétrica são obtidos com base nas fórmulas disponíveis e com os preços de referência apresentados na Tabela 1. Os valores de CVU são obtidos com base na Equação (1) e com as seguintes informações: fator  $i = 8,52$  e  $C_{O\&M} = \text{US\$7/MWh}$  (6). As fórmulas dos contratos de suprimento de gás natural, os preços do gás e a variação esperada de CVU em função dos métodos dos preços de referência são apresentados na Tabela 2. Especificamente para o contrato de gás indexado a IPCA, admite-se valor equivalente ao contrato *Brent*, no método antigo de preços de referência, trazido à moeda nacional.

**Tabela 2 – Variação em CVUs de usinas em função do método dos preços de referência dos combustíveis.**

Marcador	Fórmula do Contrato de Suprimento de Gás Natural (US\$/MMBTU)	Preço do gás natural. Método antigo ( $P_C$ )	Preço do gás natural. Método novo ( $P_C$ )	Variação do CVU em relação aos métodos PRef
<i>Henry Hub</i>	$1,15 \cdot \text{HH} + 4,9$	US\$8,41/MMBTU	US\$8,66/MMBTU	3%
<i>Brent</i>	$0,14 \cdot \text{Brent} + 0,5$	US\$8,31/MMBTU	US\$8,78/MMBTU	5%

<sup>4</sup> Os preços de referência foram obtidos dos Informes Técnicos correspondentes aos Leilões A-5/2016; A-6/2017; A-6/2018; A-6/2019 e ao Leilão de Sistemas Isolados 2021 (com preços calculados ainda no ano de 2020).

JKM	JKM + 0,5	US\$6,14/MMBTU	US\$8,50/MMBTU	35% - 45%
IPCA	-	R\$44,87/MMBTU	R\$44,87/MMBTU	0%

Verifica-se pela Tabela 2 que a variação no CVU tende a acompanhar as variações dos preços dos combustíveis (Tabela 1). No caso do contrato indexado a IPCA, não há variação de CVU, o que torna esta indexação relativamente mais competitiva pelo novo método.

Adicionalmente, é realizada uma análise de competitividade dos CVUs em leilão de energia, admitindo-se as seguintes considerações: uma termelétrica a gás natural de 100 MW de capacidade, indisponibilidades forçada e programada de 2% cada, inflexibilidade nula, entrega de energia no subsistema do Sudeste/Centro-Oeste. Adota-se para os cálculos de garantia física (GF), dos custos de operação (COP) e dos custos econômicos de curto prazo (CEC), a ferramenta da EPE GFeK, versão 1.1 (7). Adotam-se ainda cenários de custos marginais de operação disponíveis para o Leilão de Energia Nova A-5/2021 (8), por ser a versão mais recente disponível. A competitividade é avaliada em termos de Índice Custo-Benefício (ICB) (9), considerando-se um valor de receita fixa igual para todos os casos no valor de R\$35 milhões por ano. Os resultados são apresentados na Tabela 3

**Tabela 3 – Impacto dos preços de referência na competitividade de termelétricas em leilão de energia.**

Marcador	Método Pref	CVU (R\$/MWh)	GF (MW médios)	COP (R\$/ano)	CEC (R\$/ano)	K (R\$/MWh)	ICB (R\$/MWh)
<i>Henry Hub</i>	Antigo	424,86	29,90	27.890.046	13.134.493	156,63	290,25
<i>Brent</i>	Antigo	420,19	30,30	28.292.343	13.064.892	155,81	287,68
JKM	Antigo	320,14	43,50	40.625.555	12.669.428	139,86	231,71
IPCA	Antigo	420,19	30,30	28.292.343	13.064.892	155,81	287,68
<i>Henry Hub</i>	Novo	436,24	28,70	26.632.291	13.183.842	158,37	297,58
<i>Brent</i>	Novo	441,66	28,10	25.964.616	13.211.186	159,15	301,34
JKM	Novo	428,86	29,50	27.472.238	13.168.547	157,27	292,70
IPCA	Novo	420,19	30,30	28.292.343	13.064.892	155,81	287,68

Pelos resultados apresentados na Tabela 3, verifica-se que no método antigo, a competitividade da termelétrica com indexação ao JKM é substancialmente maior do que das termelétricas indexadas a *Henry Hub*, *Brent* e IPCA. Esta visão parcial da competitividade dos marcadores, que não considera a aversão ao risco de volatilidade, tem influenciado a preferência dos agentes geradores participantes dos leilões para indexações majoritariamente atreladas ao JKM (4). Com a precificação da volatilidade, todas as termelétricas tendem a apresentar valores de ICB mais próximos, o que acirra a competição.

Espera-se que a nova formulação dos preços de referência dos combustíveis promova a preferência dos agentes participantes dos leilões a indexações a preços internacionais com expectativas mais econômicas para o futuro, em termos médios, e com maior previsibilidade. Além disso, espera-se que os agentes sejam incentivados a indexação à moeda nacional. Deste modo os sinais econômicos fornecidos pelo novo método de cálculo dos preços de referência dos combustíveis poderão favorecer de forma concomitante os consumidores de eletricidade e soluções de suprimento que considerem gás natural de origem nacional, em benefício de maior integração entre os setores de gás e eletricidade.

## (6) CONCLUSÕES

O novo método de cálculo dos preços de referência dos combustíveis tem por objetivo incluir o atributo de aversão ao risco de volatilidade, de modo a se refletir na competição nos leilões de energia, não somente a preferência do consumidor pelos menores preços, mas também pelos preços com maior previsibilidade.

De acordo com os resultados comparativos entre os preços de referência calculados pelos métodos antigo e novo, verifica-se que a adoção de parâmetro de volatilidade conferiu competitividade mais ampla entre os marcadores de preços, uma vez que os atributos “menor preço” e “maior previsibilidade” são levados em consideração na composição dos preços de referência.



O fato de os parâmetros de aversão ao risco resultarem em preços mais conservadores para todos os marcadores internacionais faz com que a opção de indexação dos custos com combustível à moeda nacional ganhe mais competitividade, podendo favorecer tanto o consumidor de eletricidade, à medida em que haja maior previsibilidade de preços ao longo do CCEAR, quanto os potenciais produtores de gás de origem nacional, que naturalmente possuem uma parcela considerável de seus custos atrelados à moeda nacional.

#### (7) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Projeção dos preços dos combustíveis para determinação do CVU das termelétricas para cálculo da garantia física e dos custos variáveis da geração termelétrica (COP e CEC). Nota Técnica Nº EPE-DEE/DPG-RE-001/2009-r2.

(2) BRASIL – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Portaria nº46, de 9 de março de 2007. Publicado no DOU em 12 março 2007.

(3) BRASIL – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Portaria nº42, de 1º de março de 2007. Publicado no DOU em 2 março 2007.

(4) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Método de cálculo dos preços de referência dos combustíveis para leilões de energia. Nota Técnica: Nº EPE-DEE/DPG-RE-001/2021-r2.

(5) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Leilão de Energia Existente A-2 de 2021. Preços de Referência dos Combustíveis para as Usinas Termelétricas. Informe Técnico: Nº EPE-DEE-IT-106/2021-r0.

(6) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Caderno de Parâmetros de Custos de Geração e Transmissão. Caderno de Estudos do PDE 2030.

(7) <https://www.epe.gov.br/pt/leiloes-de-energia/leiloes/ferramenta-gfek> Consulta realizada em 30/09/2021.

(8) <https://www.epe.gov.br/pt/leiloes-de-energia/leiloes/leilao-de-energia-nova-a-5-2021> Consulta realizada em 30/09/2021.

(9) EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Índice Custo-Benefício (ICB) de Empreendimentos de Geração Termelétrica. Metodologia de Cálculo. Nota Técnica Nº EPE-DEE-RE-038/2018-r0.

## DADOS BIOGRÁFICOS



Desde 2015, tenho apoiado tecnicamente o planejamento energético brasileiro e a modernização do setor elétrico, no âmbito do Governo Federal, focado em geração termelétrica, através de:- Estudos de planejamento, num contexto de transição energética;  
 - Propostas de aprimoramentos normativos para a promoção da concorrência no setor elétrico e a integração entre este setor e o de gás natural;  
 - Desenhos de mecanismos de classificação em leilões de energia e de critérios para habilitação técnica de empreendimentos.  
 Minha motivação é buscar o desenvolvimento do setor elétrico brasileiro pela promoção da concorrência, desenvolvimento de cadeias energéticas, valorização da participação da sociedade, respeito à natureza.

### (2) THIAGO IVANOSKI TEIXEIRA

Graduado em Engenharia Elétrica pela UFBA, pós-graduado em Engenharia Econômica pela UERJ e MBA em Finanças pelo IBMEC. Atualmente é superintendente na área de Projetos de Geração da EPE, onde ingressou em 2008. Já atuou como Superintendente-Adjunto, Consultor Técnico e Analista de Pesquisa Energética na área. Dentre outras atividades, trabalha na avaliação de projetos de geração provenientes de todas as fontes energética, na habilitação técnica dos leilões de energia elétrica (inclusive nos sistemas isolados), no desenvolvimento de estudos de hidrelétricas, na elaboração do PDE e na elaboração de estudos técnicos que visam subsidiar o planejamento do setor energético do Brasil.

### (3) MARCELO FERREIRA ALFRADIQUE

Marcelo Alfradique é o Superintendente Adjunto de Petróleo e Gás Natural da Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Engenheiro Químico, Mestre e Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela UFRJ e especialista em Engenharia de Processos pela PUC-RJ. Possui mais de 15 anos de experiência profissional no setor de gás natural, tendo expertise em análise de oferta e demanda, GNL, simulação de infraestrutura de gasodutos, EVTE de projetos, gas to power, bem como desenho de mercado e assuntos regulatórios.

### (4) GABRIEL DE FIGUEIREDO DA COSTA

Gabriel de Figueiredo Costa é Consultor Técnico da área de Gás Natural na Superintendência de Petróleo e Gás Natural da Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Engenheiro Químico formado pela EQ-UFRJ, possui mestrado em Planejamento Energético na COPPE-UFRJ.