

<b>INFORME TÉCNICO</b>	No. <b>EPE-DEE-IT-084/2018-r1</b>
	Data: 11/10/2018
<b>Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB</b>	

## 1. OBJETIVO

Este Informe Técnico visa atender à solicitação do Ministério de Minas e Energia (MME) para avaliação da competitividade de empreendimentos termelétricos considerando a métrica do Índice Custo Benefício (ICB) utilizada para classificação de empreendimentos participantes nos leilões de compra de energia elétrica do ambiente regulado com contratação na modalidade por disponibilidade.

Esta revisão substitui o documento EPE-DEE-IT-084/2018, de 24/09/2018, incorporando solicitações realizadas pelo MME.

## 2. PREMISSAS PARA O CÁLCULO DOS ÍNDICES DE COMPETITIVIDADE

Conforme solicitação do MME, foram avaliadas as condições de competitividade para empreendimentos localizados no subsistema Nordeste, sem despacho antecipado e totalmente flexíveis.

Em atendimento à solicitação do MME, foi considerada a metodologia de cálculo do ICB<sup>1</sup>, conforme Nota Técnica nº EPE-DEE-RE-038/2018-r0, de 16 de maio de 2018.

De acordo com a referida nota técnica, o ICB é definido por:

$$ICB = \frac{RF}{8760 \cdot QL \cdot l} + k$$

onde

**RF** é a Receita Fixa requerida pelo empreendedor, relativa à quantidade de lotes (QL) ofertada para o ACR, em R\$/ano (igual a x.CF);

**QL** é a quantidade de lotes ofertados;

**l** é o lote mínimo definido para o leilão;

---

<sup>1</sup> Dentre os métodos tradicionais da Engenharia Econômica para priorização de projetos de investimento, destaca-se o método da Razão Incremental Custo/Benefício, também conhecido como método do Índice de Custo Benefício (ICB). Uma vez calculados os valores dos índices ICB para cada projeto, o critério de decisão consiste em se investir nos projetos por ordem de mérito decrescente, ou seja, do menor para o maior valor de ICB. Cabe destacar que o ICB avalia a competitividade dos projetos considerando apenas a grandeza de energia, não sendo avaliadas, explicitamente, questões como potência e flexibilidade, por exemplo.

<b>INFORME TÉCNICO</b>	No. <b>EPE-DEE-IT-084/2018-r1</b>
	Data: 11/10/2018
<b>Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB</b>	

**K** é a parcela invariante do índice, em R\$/MWh, destinada à cobertura dos custos variáveis de operação e custos econômicos no mercado de curto prazo.

Para efeito desta avaliação, foi considerado que toda a garantia física estimada seria ofertada, de forma que o produto da quantidade de lotes ofertados pelo lote mínimo seja equivalente à garantia física de energia.

Dessa forma, o ICB foi calculado de acordo com a equação abaixo:

$$ICB = \frac{RF}{8760.GF} + k$$

Onde

$$k = \frac{COP + CEC}{8760.GF}$$

Para cálculo das estimativas de garantias físicas de energia e da parcela k do ICB foi utilizada a metodologia constante na ferramenta "GFek" desenvolvida pela EPE e disponibilizada no site<sup>2</sup>, com a consideração dos seguintes parâmetros:

- Potência (MW): 1.000
- Fator de Capacidade Máxima (%): 100
- Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada – TEIF (%): 1,50
- Indisponibilidade Programada – IP (%): 2,50
- Inflexibilidade (MW médio): 0
- Despacho antecipado: Não
- Custo Variável Unitário - CVU (R\$/MWh): Faixa de 50,00 a 1.000,00

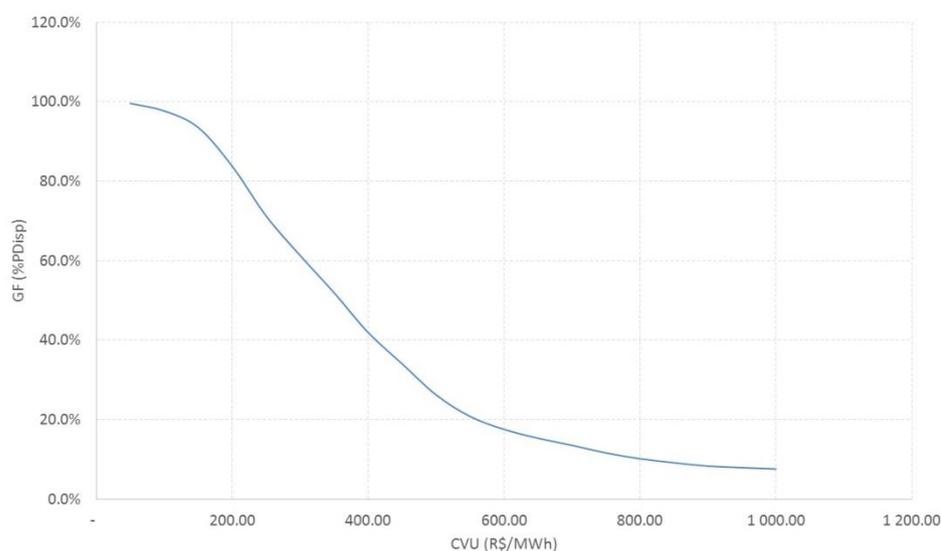
Foi utilizada a mesma Matriz dos Custos Marginais de Operação (CMO) adotada no cálculo dos valores esperados do Custo de Operação (COP) e do Custo Econômico de Curto Prazo (CEC) dos empreendimentos termelétricos participantes do Leilão A-6/2018.

<sup>2</sup> <http://www.epe.gov.br/pt/imprensa/noticias/nova-versao-aplicativo-de-estimativa-de-garantia-fisica-e-parcela-k-do-icb>

<b>INFORME TÉCNICO</b>	No. <b>EPE-DEE-IT-084/2018-r1</b>
	Data: 11/10/2018
<b>Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB</b>	

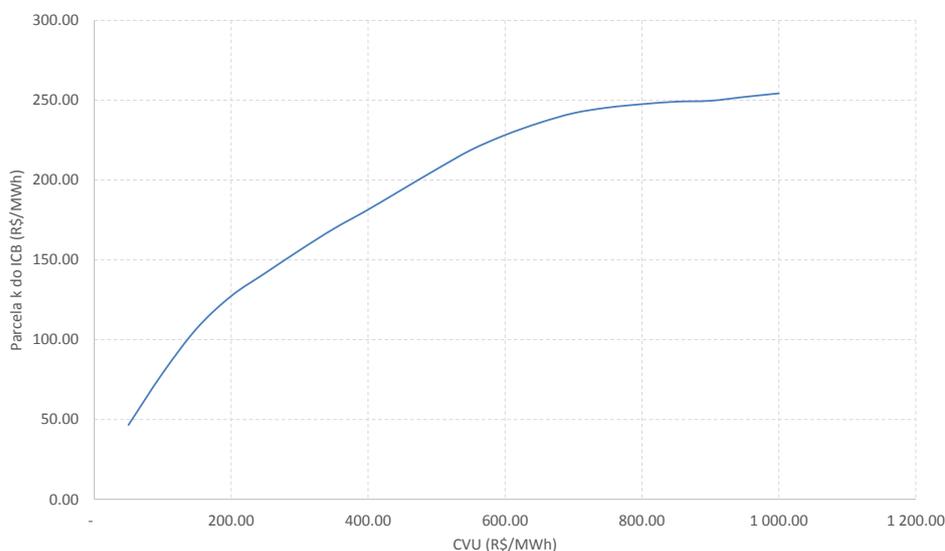
Além desses parâmetros, foram utilizados os limites dos Preços de Liquidação das Diferenças – PLDmín de 40,16 R\$/MWh e PLDmáx de 505,18 R\$/MWh, conforme Resolução Homologatória ANEEL nº 2.364, de 21 de dezembro de 2017, para se estimar a parcela k do ICB.

Os valores de garantia física estimada em relação ao CVU podem ser observados na Figura 1, abaixo.



**Figura 1 – Curva de garantia física de energia estimada em relação ao CVU considerado**

Os valores obtidos para a parcela k são apresentados na Figura 2 a seguir.



**Figura 2 – Parcela k do ICB em relação ao CVU considerado**

<b>INFORME TÉCNICO</b>	No. <b>EPE-DEE-IT-084/2018-r1</b>
	Data: 11/10/2018
<b>Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB</b>	

Para estimar a Receita Fixa (RF) utilizou-se modelo econômico-financeiro de cálculo de Tarifa de Equilíbrio – TEQ. A TEQ resultante do modelo é o valor que, em termos reais, ao compor a receita de venda de energia elétrica ao longo do horizonte de análise, iguala o valor presente do investimento ao valor presente do fluxo do resultado líquido do empreendimento.

A análise econômico-financeira efetuada para o cálculo da tarifa de referência de cada empreendimento considera a modelagem do Demonstrativo de Fluxo de Caixa (FC), do Demonstrativo do Resultado do Exercício (DRE) e do Valor Presente Líquido (VPL).

A Receita Fixa, em termos de R\$/kW.ano, foi obtida a partir da receita de venda anual de energia e da potência do empreendimento em referência.

Para realizar os cálculos, tomou-se como referência uma estruturação financeira semelhante a um Project Finance<sup>3</sup>. Considerou-se as mesmas premissas publicadas no PDE 2026: (i) uma empresa com estrutura de capital de 40% de capital próprio e 60% de capital de terceiros; e (ii) Custo de capital próprio de 13% e o custo de capital de terceiros de 7%, em termos reais (45% financiamento “tipo BNDES” e 15% financiamento mercado).

Os custos de investimento e de O&M, de cada fonte/cenário, foram definidos pela EPE a partir das informações declaradas pelos empreendedores nos leilões de compra de energia provenientes de novos empreendimentos de geração e de sistemas isolados, referências nacionais e internacionais, informações prestadas por fabricantes contatados pela EPE e estimativas a partir de conversas com o mercado, devidamente criticados e avaliados.

Os valores de CAPEX englobam todos os custos diretos (obras civis, equipamentos, conexão e meio ambiente) e indiretos do empreendimento, sem juros durante a construção – JDC.

Os valores de O&M apresentados refletem a soma dos valores fixos e variáveis, exceto para as fontes despacháveis (onde o O&M variável, conforme metodologia vigente, está contemplado no Custo Variável Unitário - CVU).

Os prazos contratuais foram definidos em acordo com o MME (5, 10 e 15 anos), considerando todo o retorno do investimento no período de análise (não foi considerado eventuais valores residuais dos

---

<sup>3</sup> De acordo com Roberto Vellutini (Estruturas de Project Finance em Projetos Privados, 2007, Ed. Elsevier), na modalidade project finance as garantias oferecidas aos financiadores são limitadas aquelas vinculadas exclusivamente ao projeto em si (receitas, ações, ativos, contratos).

<b>INFORME TÉCNICO</b>	No. <b>EPE-DEE-IT-084/2018-r1</b>
	Data: 11/10/2018
<b>Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB</b>	

ativos).

Foram considerados os impostos e encargos vigentes, tais como: PIS/COFINS, IR, CSLL, TUST e P&D ANEEL.

Para a definição dos cenários possíveis tomou-se como referência empreendimentos termelétricos com os seguintes combustíveis: óleo diesel, óleo combustível e gás natural. Para cada, elaborou-se cenários considerados factíveis, considerando a variedade de situação operacional das usinas atualmente existentes e de novos empreendimentos, incluindo os diferentes tipos de modelos de negócio possíveis. Os valores de CVU são referenciais<sup>4</sup> para cada combustível/tecnologia, a depender do modelo de negócio de cada cenário. Os valores de ICB foram calculados considerando os resultados obtidos de Garantia Física e parcela k, mostrados no item anterior.

**Tabela 1 – Cenários avaliados**

Cenários possíveis	Prazo Cont / Vida Útil (anos)	CAPEX novo (R\$/kW)	CVU ref (R\$/MWh)	Rec. Fixa (R\$/kW.ano)	Garantia Física (MWmed)	ICB (R\$/MWh)
UTE Diesel nova - Capex Baixo	15	2.000	900	519	79,7	993
UTE Diesel nova - Capex Baixo	10	2.000	900	624	79,7	1143
UTE Diesel nova - Capex Baixo	5	2.000	900	970	79,7	1639
UTE Diesel nova - Capex Alto	15	2.500	750	607	111,5	867
UTE Diesel nova - Capex Alto	10	2.500	750	738	111,5	1001
UTE Diesel nova - Capex Alto	5	2.500	750	1171	111,5	1444
UTE Oleo Comb. Nova	15	2.500	650	618	147,0	716
UTE Oleo Comb. Nova	10	2.500	650	749	147,0	817
UTE Oleo Comb. Nova	5	2.500	650	1182	147,0	1154
UTE Oleo Comb. Retrofit (20% capex)	15	500	650	265	147,0	442
UTE Oleo Comb. Retrofit (20% capex)	10	500	650	292	147,0	463
UTE Oleo Comb. Retrofit (20% capex)	5	500	650	378	147,0	529
UTE Oleo Comb. Retrofit (40% capex)	15	1.000	650	354	147,0	511
UTE Oleo Comb. Retrofit (40% capex)	10	1.000	650	406	147,0	551

<sup>4</sup> O valor efetivo de CVU de cada empreendimento será definido pelo empreendedor participante do processo de competição.

## INFORME TÉCNICO

No. **EPE-DEE-IT-084/2018-r1**

Data: 11/10/2018

### Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB

Cenários possíveis	Prazo Cont / Vida Útil (anos)	CAPEX novo (R\$/kW)	CVU ref (R\$/MWh)	Rec. Fixa (R\$/kW.ano)	Garantia Física (MWmed)	ICB (R\$/MWh)
UTE Oleo Comb. Retrofit (40% capex)	5	1.000	650	579	147,0	685
UTE Oleo Comb. s/ Retrofit (0% capex)	15	0	650	178	147,0	374
UTE Oleo Comb. s/ Retrofit (0% capex)	10	0	650	178	147,0	374
UTE Oleo Comb. s/ Retrofit (0% capex)	5	0	650	178	147,0	374
UTE Diesel retrofit (20% capex)	15	400	900	237	79,7	589
UTE Diesel retrofit (20% capex)	10	400	900	258	79,7	619
UTE Diesel retrofit (20% capex)	5	400	900	327	79,7	718
UTE Diesel retrofit (40% capex)	15	800	900	307	79,7	689
UTE Diesel retrofit (40% capex)	10	800	900	349	79,7	750
UTE Diesel retrofit (40% capex)	5	800	900	488	79,7	949
UTE Diesel s/retrofit (0% capex)	15	0	900	167	79,7	489
UTE Diesel s/retrofit (0% capex)	10	0	900	167	79,7	489
UTE Diesel s/retrofit (0% capex)	5	0	900	167	79,7	489
UTE Gás C. Simples nova	15	2.500	250	840	683,8	282
UTE Gás C. Simples nova	10	2.500	250	972	683,8	304
UTE Gás C. Simples nova	5	2.500	250	1405	683,8	376
UTE Gás C. Simples nova	15	2.500	300	840	588,4	319
UTE Gás C. Simples nova	10	2.500	300	972	588,4	345
UTE Gás C. Simples nova	5	2.500	300	1405	588,4	429
UTE Gás C. Simples nova	15	2.500	400	840	402,5	420
UTE Gás C. Simples nova	10	2.500	400	972	402,5	457
UTE Gás C. Simples nova	5	2.500	400	1405	402,5	580
UTE Gás C. Comb. nova	15	3.400	200	888	804,1	253
UTE Gás C. Comb. nova	10	3.400	200	1067	804,1	279
UTE Gás C. Comb. nova	5	3.400	200	1655	804,1	362
UTE Gás C. Comb. nova	15	3.400	300	888	588,4	328
UTE Gás C. Comb. nova	10	3.400	300	1067	588,4	363
UTE Gás C. Comb. nova	5	3.400	300	1655	588,4	477
UTE Diesel/Óleo - Conversão para GN	15	1.000	400	576	402,5	345
UTE Diesel/Óleo - Conversão para	10	1.000	400	629	402,5	360

<b>INFORME TÉCNICO</b>	No. <b>EPE-DEE-IT-084/2018-r1</b>
	Data: 11/10/2018
<b>Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB</b>	

Cenários possíveis	Prazo Cont / Vida Útil (anos)	CAPEX novo (R\$/kW)	CVU ref (R\$/MWh)	Rec. Fixa (R\$/kW.ano)	Garantia Física (MWmed)	ICB (R\$/MWh)
GN						
UTE Diesel/Óleo - Conversão para GN	5	1.000	400	802	402,5	409
UTE Diesel/Óleo - Conversão para GN	15	1.000	500	576	251,8	468
UTE Diesel/Óleo - Conversão para GN	10	1.000	500	629	251,8	492
UTE Diesel/Óleo - Conversão para GN	5	1.000	500	802	251,8	570

### 3. RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos valores de Receita Fixa, Garantia Física e parcela k (que inclui COP e CEC), foram calculadas as curvas de nível para o ICB, apresentadas a partir da relação entre as variáveis de receita fixa e de CVU, conforme Figura 3, a seguir.

# INFORME TÉCNICO

No.  
Data:

EPE-DEE-IT-084/2018-r1

11/10/2018

## Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste considerando o ICB

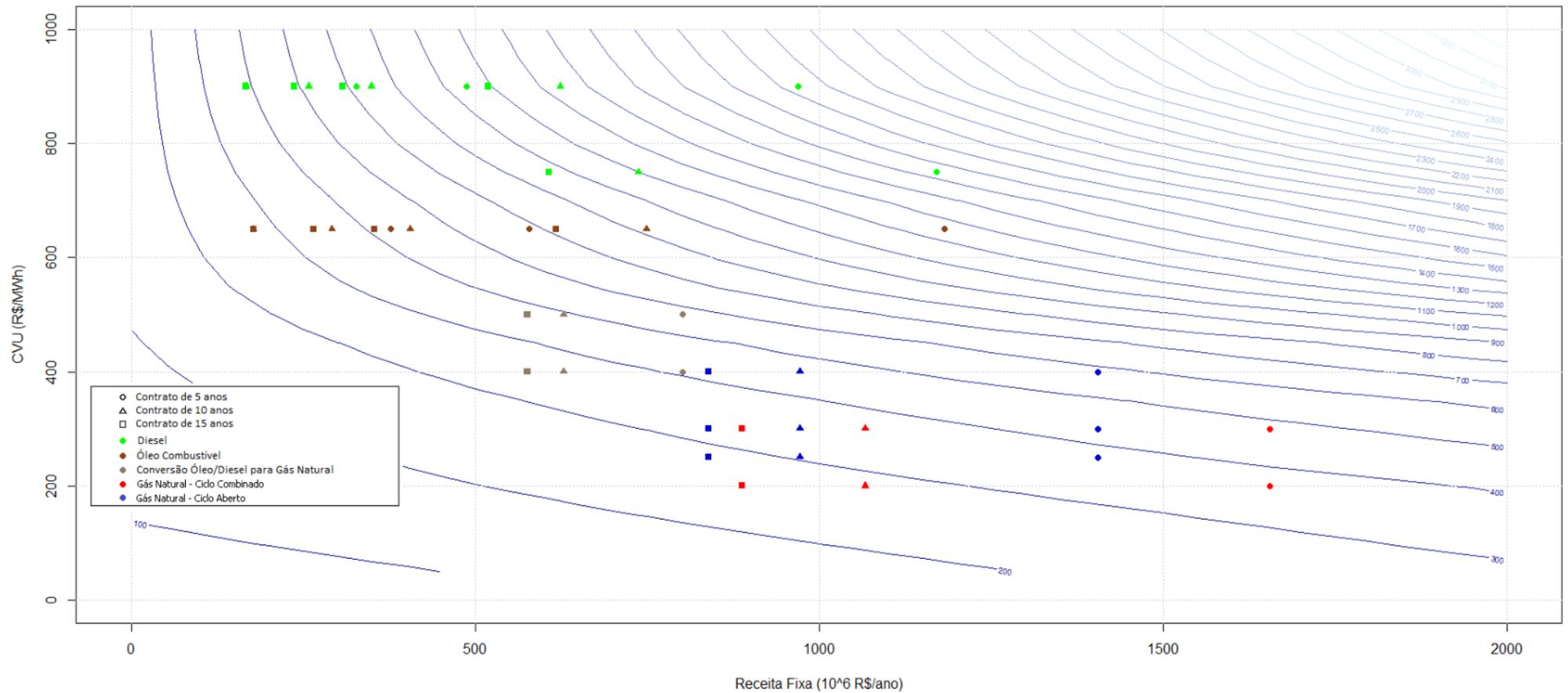


Figura 3 – Comparação de ICB para os diferentes cenários avaliados

## **INFORME TÉCNICO**

No. **EPE-DEE-IT-084/2018-r1**

Data: 11/10/2018

### **Avaliação sobre Competitividade de Empreendimentos Termelétricos no Subsistema Nordeste**

Observa-se que, a partir das premissas consideradas no presente estudo, as usinas a gás natural com menores CVU, mais eficientes, apresentam mais competitividade considerando a métrica do ICB, para qualquer das três hipóteses de duração do prazo contratual.

Também pode-se concluir que a alternativa de conversão de óleo/diesel para gás natural, quando factível tecnicamente, resulta em um índice de competitividade semelhante à alternativa de um novo empreendimento a gás natural em ciclo aberto.

Na maioria dos casos analisados as usinas a óleo diesel e combustível, especialmente as que tenham necessidade de algum nível de investimento em retrofit, são menos competitivas que as usinas de gás natural, inclusive em ciclo aberto (exceções para cenários com prazo contratual de 5 anos, com nenhum retrofit).

É importante destacar que os valores resultantes de ICB neste estudo resultam das premissas e simulações realizadas. Há que se considerar a assimetria de informações, sobretudo acerca dos custos e critérios de assunção de riscos de cada empreendedor. Assim, a competitividade efetiva dos projetos deverá ser revelada na competição do leilão, para o qual os empreendedores poderão desenvolver soluções mais adequadas.

Ressalta-se que a ferramenta utilizada para cálculo da estimativa da garantia física considera uma aproximação da metodologia estabelecida na Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016 e, por este mesmo motivo, os valores aqui considerados podem resultar em valores distintos daqueles que seriam obtidos com o efetivo procedimento de cálculo de garantia física que, por sua vez, demandaria diversas simulações computacionais com o modelo NEWAVE requerendo um prazo maior para avaliação.