



## Ministério de Minas e Energia Consultoria Jurídica

### PORTARIA Nº 101, DE 22 DE MARÇO DE 2016.

**O MINISTRO DE ESTADO DE MINAS E ENERGIA**, no uso das atribuições que lhe confere o art. 87, parágrafo único, incisos II e IV, da Constituição, tendo em vista o disposto no art. 2º, § 2º, e no art. 4º, § 1º, do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004, e o que consta no Processo nº 48000.001318/2008-08, resolve:

Art. 1º Definir, na forma do Anexo a presente Portaria, a metodologia de cálculo da garantia física de energia de novos empreendimentos de geração de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional - SIN.

~~Art. 2º Os empreendimentos de geração de energia elétrica, atualmente em operação, cujos valores de suas garantias físicas de energia não tenham sido publicados ou que tenham sofrido alteração de seu combustível principal, terão seus montantes estabelecidos de acordo com a metodologia constante do Anexo, uma vez encerrados os seus atuais contratos de venda de energia.~~

Art. 2º Os empreendimentos de geração de energia elétrica, atualmente em operação comercial, cujos valores de suas garantias físicas de energia não tenham sido publicados, terão seus montantes estabelecidos de acordo com a metodologia constante do Anexo, ressalvados os casos enquadrados em atos legais que estabeleçam metodologias para o cálculo de garantia física de energia com base na geração de energia elétrica verificada. **(Redação dada pela Portaria MME nº 351, de 6 de julho de 2016)**

Art. 3º Os valores relativos às garantias físicas de energia de todos os agentes de geração termelétrica ficam condicionados à comprovação, junto à Empresa de Pesquisa Energética - EPE, da existência de combustível necessário à operação das respectivas usinas.

Art. 4º As garantias físicas de energia dos empreendimentos participantes do Leilão de Compra de Energia Elétrica Proveniente de Novos Empreendimentos de Geração, denominado "A-5", de 2016, previsto na Portaria MME nº 382, de 12 de agosto de 2015, serão definidas com a aplicação das equações definidas no Anexo a esta Portaria, observado o seguinte:

I - na equação 9, para empreendimentos de geração a partir de termelétrica a biomassa com Custo Variável Unitário - CVU nulo, a disponibilidade energética mensal do empreendimento -  $Disp_m$  declarada pelo agente gerador, em MWh, deverá ser descontada do consumo interno e das perdas elétricas até o ponto de conexão do empreendimento com o sistema elétrico; e

II - na equação 10, para empreendimentos de geração a partir de fonte eólica, deverá ser considerada a estimativa anual -  $\Delta P$  do consumo interno e perdas elétricas até o ponto de conexão do empreendimento com o sistema elétrico, em MWh.

Art. 5º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 6º Ficam revogadas:

I - a Portaria MME nº 258, de 28 de julho de 2008; e

II - a Portaria MME nº 342, de 3 de outubro de 2013.

**EDUARDO BRAGA**

**Este texto não substitui o publicado no DOU de 23.3.2016.**

## ANEXO

### 1. Metodologia de Cálculo da Garantia Física de Energia de UHE e UTE Despachadas Centralizadamente pelo ONS

A garantia física de energia do Sistema Interligado Nacional - SIN é definida como aquela correspondente à máxima quantidade de energia que o SIN pode suprir a um dado critério de garantia de suprimento. Esta energia é rateada entre todos os empreendimentos de geração, que constituem o sistema, a fim de se obter as suas garantias físicas de energia com vistas à comercialização de energia, via contratos.

A metodologia de cálculo das garantias físicas de energia dos novos empreendimentos de geração, que compõem o SIN, consiste nos seguintes passos:

- determinação da oferta total de garantia física de energia (ou carga crítica) do SIN;
- rateio da oferta total de garantia física de energia do SIN, abatida da geração das usinas não despachadas centralizadamente, em dois blocos: oferta hidráulica - EH e oferta térmica - ET;
- rateio da oferta hidráulica entre todas as UHE proporcionalmente às suas energias firmes; e
- rateio da oferta térmica entre todas as UTE.

As simulações para o cálculo dos montantes de garantia física de energia de UHE e de UTE devem ser realizadas em separado, considerando os prazos processuais vigentes nos leilões de energia nova, que determinam que os valores de garantia física de energia das UHE tenham que ser publicados anteriormente aos valores de garantia física de energia das UTE.

#### 1.1. Modelos Utilizados na Simulação

Para as simulações energéticas serão utilizados o Modelo Estratégico de Geração Hidrotérmica a Subsistemas Equivalentes - NEWAVE e o Modelo de Simulação a Usinas Individualizadas em Sistemas Hidrotérmicos Interligados - SUISHI, desenvolvidos pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL, em versões definidas pelo Ministério de Minas e Energia.

#### 1.2. Determinação da Oferta Total

A determinação da oferta total de energia, correspondente à garantia física de energia do SIN, é obtida por simulação estática da operação do sistema hidrotérmico, empregando-se o modelo NEWAVE.

A simulação estática é realizada considerando todas as usinas da configuração como existentes durante o período de estudo. Visando à eliminação do efeito das condições de contorno (armazenamento inicial e custo após o fim do horizonte de estudo), considera-se um período estático inicial e outro final, respectivamente, antes e após o período de estudo. Os períodos estáticos inicial e final e de estudo serão definidos em Portaria específica.

No processo iterativo de ajuste da oferta total de garantia física de energia do SIN, mantém-se uma proporção fixa entre as demandas dos subsistemas.

~~Seguindo os critérios de garantia de suprimento estabelecidos pelo Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, o processo é considerado convergido quando o critério de igualdade entre o Custo Marginal de Operação - CMO e o Custo Marginal de Expansão - CME é atendido, admitida uma tolerância a ser definida em Portaria específica, respeitado o limite de risco de déficit de energia em todos os subsistemas.~~

Seguindo os critérios de garantia de suprimento estabelecidos pelo Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, o processo é considerado convergido quando o critério de igualdade entre o Custo Marginal de Operação - CMO e o Custo Marginal de Expansão - CME é atendido, admitida uma tolerância a ser definida em Portaria específica, respeitados os limites estabelecidos para o valor esperado condicionado a um determinado nível de confiança do CMO e para o valor esperado condicionado a um determinado nível de confiança da insuficiência da oferta de energia. Os limites e os níveis de confiança serão definidos em Portarias específicas. **(Redação dada pela Portaria MME nº 74, de 2 de março de 2020)**

Caso os limites dos critérios não sejam atendidos, a igualdade entre CMO e CME será relaxada. O processo é considerado convergido quando os limites forem atendidos e se obtenha a igualdade ao limite para, pelo menos, um dos critérios, admitida uma tolerância a ser definida em Portaria específica. Para a métrica de valor esperado condicionado a um determinado nível de confiança do CMO, a igualdade ao limite, admitida a tolerância preestabelecida, seria exigida em pelo menos um mês. **(Incluído pela Portaria MME nº 74, de 2 de março de 2020)**

Nas simulações de cálculo de garantia física de energia, são considerados todos os empreendimentos da configuração de referência, adicionando-se os empreendimentos para os quais se deseja calcular a garantia física de energia. O somatório da carga dos subsistemas, quando ajustada para atendimento aos critérios de garantia de suprimento, é denominado carga crítica.

No caso de usinas termelétricas, nos leilões do Ambiente de Contratação Regulada - ACR, quando o somatório de potência das usinas cadastradas ultrapassar consideravelmente a estimativa do montante que será contratado, serão realizadas reduções proporcionais na disponibilidade de energia, por meio da redução de potência, quando da simulação do modelo NEWAVE, para cada UTE candidata ao cálculo de garantia física de energia, de forma a não distanciar a oferta inserida da estimativa da demanda a ser contratada. Os valores finais são calculados aplicando na potência original da usina a razão entre a garantia física de energia, obtida da simulação, e a disponibilidade de energia reduzida.

### 1.3. Rateio da Oferta Total entre os Blocos Hidrelétrico e Termelétrico

O rateio da oferta total (igual ao somatório das cargas críticas resultantes para os subsistemas) em dois grandes blocos de energia, oferta hidráulica - EH e oferta térmica - ET, é obtido multiplicando - se a oferta total por um fator hidrelétrico - FH e um fator térmico - FT, respectivamente.

Esses fatores correspondem à participação relativa das gerações hidráulica e térmica, na geração hidrotérmica total, e são calculados com base em uma ponderação pelo CMO, sendo essas variáveis obtidas na simulação com o modelo NEWAVE.

As equações (1) a (4), apresentadas, a seguir, detalham o cálculo das ofertas hidráulica e térmica.

Equação 1

$$EH = FH \times \sum_{s=1}^{nss} ccrítica_s - pequis_s$$

Equação 2

$$FH = \frac{\sum_{s=1}^{nss} \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=11}^{15} \sum_{k=1}^{2000} gh_{i,j,k,s} \times cmo_{i,j,k,s}}{\sum_{s=1}^{nss} \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=11}^{15} \sum_{k=1}^{2000} \left[ gh_{i,j,k,s} + \sum_{t=1}^{nt(s)} gt_{i,j,k,s,t} \right] \times cmo_{i,j,k,s}}$$

Equação 3

$$ET(t,s) = FT(t,s) \times \sum_{s=1}^{nss} ccrítica_s - pequis_s$$

Equação 4

$$FT(t,s) = \frac{\sum_{s=1}^{nss} \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=11}^{15} \sum_{k=1}^{2000} gt_{i,j,k,s,t} \times cmo_{i,j,k,s}}{\sum_{s=1}^{nss} \sum_{i=1}^{12} \sum_{j=11}^{15} \sum_{k=1}^{2000} \left[ gh_{i,j,k,s} + \sum_{t=1}^{nt(s)} gt_{i,j,k,s,t} \right] \times cmo_{i,j,k,s}}$$

Sendo:

s: subsistema;

nss: número de subsistemas;

EH: oferta hidráulica, em MW médio;

FH: fator hidrelétrico, por unidade - pu;

ET(t,s): oferta térmica da usina térmica t do subsistema s, em MW médio;

FT(t,s): fator térmico da usina térmica t do subsistema s, por unidade - pu;

ccrítica<sub>s</sub>: carga crítica de energia, em MW médio;

pequis<sub>s</sub>: geração das usinas não despachadas centralizadamente, em MW médio;

i: mês;

j: ano;

k: série;

t: usina térmica;

gh: geração hidráulica total (controlável + fio d'água + vazão mínima), em MW médio;

gt: geração térmica total (inflexibilidade + geração flexível) , em MW médio;

cmo: custo marginal de operação, em R\$/MWh; e

nt(s): número de usinas térmicas do subsistema s.

Os termos  $c_{crítica_s}$  e  $p_{equi_s}$  das equações (1) e (3) são dados pelas médias anuais da carga crítica sazonal e da expectativa sazonal de geração, respectivamente.

As simulações energéticas realizadas com o modelo NEWAVE empregam o conceito de subsistemas equivalentes, tendo-se como resultado a geração hidrelétrica agrupada por subsistema. A representação das usinas térmicas já é feita de forma individualizada no modelo NEWAVE. Daí a diferença entre as equações das ofertas EH e ET, onde se tem, no primeiro caso, o resultado agregado e, no segundo, o resultado discriminado por usina.

#### 1.4. Rateio do Bloco Hidrelétrico e Determinação das Garantias Físicas de Energia das UHE Despachadas Centralizadamente pelo ONS

As garantias físicas de energia das usinas hidrelétricas são calculadas a partir do rateio da oferta hidráulica - EH entre o conjunto das usinas hidrelétricas da configuração. Este rateio é realizado proporcionalmente à energia firme de cada usina, obtida com auxílio do modelo SUSHI.

A energia firme de uma usina corresponde à geração média nos meses do período crítico e é obtida por simulação a usinas individualizadas do sistema integrado puramente hidrelétrico, utilizando séries de vazões históricas e sendo limitada ao valor da disponibilidade máxima de geração contínua da usina hidrelétrica -  $D_{máx_h}$ .

A equação 5 apresenta o rateio do bloco hidráulico entre as usinas hidrelétricas constantes do estudo.

Equação 5

$$GF_{local} = EH \times \frac{EF_h}{\sum_{h=1}^{nh} EF_h}$$

Sendo:

$GF_{local}$ : garantia física de energia local, em MW médio;

EH: oferta hidráulica, em MW médio;

EF: energia firme, em MW médio;

h: usina hidrelétrica; e

nh: número de usinas hidrelétricas na configuração.

Caso a usina possua um reservatório de regularização, com usinas a jusante, além do ganho de garantia física local na usina -  $GF_{local}$ , poderá haver um acréscimo de energia nessas usinas a jusante denominado de benefício indireto -  $BI_{cascata}$ . A metodologia para o cálculo do benefício indireto será objeto de Portaria específica.

Assim, a garantia física de energia de um empreendimento hidrelétrico é obtida com a aplicação da equação 6.

Equação 6

$$GF_h = GF_{local} + BI_{cascata}$$

Sendo:

$GF_h$ : garantia física de energia total da usina hidrelétrica h, em MW médio;

$GF_{local}$ : garantia física de energia local, em MW médio; e

$BI_{cascata}$ : benefício indireto obtido nas usinas a jusante da usina h decorrente da entrada do reservatório da usina hidrelétrica h, em MW médio.

A garantia física de energia de uma usina hidrelétrica deverá ser limitada ao valor de sua disponibilidade máxima de geração contínua -  $Dmáx_h$ .

Equação 7

$$Dmáx_h = Pot_{inst} \times (1 - TEIF) \times (1 - IP)$$

Sendo:

$Dmáx_h$ : disponibilidade máxima de geração contínua da usina hidrelétrica, em MW médio;

$Pot_{inst}$ : potência instalada total da usina hidrelétrica, em MW;

TEIF: taxa equivalente de indisponibilidade forçada, por unidade - pu; e

IP: indisponibilidade programada, por unidade - pu.

Para efeito de discretização da garantia física de energia, ao longo da motorização de uma usina hidrelétrica, a garantia física de energia de cada uma das unidades geradoras é calculada a partir da proporção de suas energias firmes determinadas em simulações sucessivas no modelo SUSHI, considerando a evolução da entrada das unidades geradoras, salvo disposição regulamentar em contrário. O eventual benefício indireto obtido será adicionado na última unidade geradora.

Os montantes de garantia física de energia das UHE despachadas centralizadamente são determinados nas barras de saída dos geradores, sem considerar o abatimento do consumo interno da usina e das perdas elétricas até o centro de gravidade do submercado.

1.5. Rateio do Bloco Termelétrico e Determinação das Garantias Físicas de Energia das UTE Despachadas Centralizadamente pelo ONS.

A garantia física de energia de uma usina termelétrica -  $GF_t$  é obtida da oferta térmica - ET, e deverá ser limitada ao valor de sua disponibilidade máxima de geração contínua -  $Dmáx_t$ , conforme apresentada na equação 8.

Equação 8

$$Dmáx_t = Pot_{inst} \times FC_{máx} \times (1 - TEIF) \times (1 - IP)$$

Sendo:

$Dmáx_t$ : disponibilidade máxima de geração contínua da usina termelétrica, em MW médio;

$Pot_{inst}$ : potência instalada total da usina termelétrica, em MW;

$FC_{máx}$ : fator de capacidade máximo, por unidade - pu;

TEIF: taxa equivalente de indisponibilidade forçada, por unidade - pu; e

IP: indisponibilidade programada, por unidade - pu.

Sendo assim, a oferta térmica inicialmente calculada - ET deve ser compatibilizada à disponibilidade máxima de geração contínua da usina, sendo o excedente distribuído entre as demais térmicas da configuração na proporção de suas ofertas térmicas originais, também limitado à disponibilidade máxima de geração contínua.

Os montantes de garantia física de energia das UTE despachadas centralizadamente são determinados nas barras de saída dos geradores, sem considerar o abatimento do consumo interno da usina e das perdas elétricas até o centro de gravidade do submercado.

2. Metodologia de Cálculo da Garantia Física de Energia das Usinas Não Despachadas Centralizadamente

2.1 Determinação das Garantias Físicas de Energia das UTE e das Usinas Solares Heliotérmicas, Inflexíveis e com Custo Variável Unitário - CVU Nulo

As premissas básicas para o cálculo da garantia física de energia destes empreendimentos são:

- geração totalmente inflexível;

- CVU igual à zero, em razão da inflexibilidade total da usina;

- disponibilidade de energia para o SIN definida pelo agente gerador, devendo este informar os valores mensais, em MWh, descontando o consumo interno e as perdas elétricas até o ponto de medição individual - PMI da usina. A soma da disponibilidade de energia para o SIN com o consumo interno e com as perdas até o PMI da usina, em cada mês, deve ser igual ou inferior à disponibilidade máxima de geração contínua -  $D_{máx,t}$ , dada pela equação (8) e limitados à disponibilidade do recurso energético;

- o ponto de medição individual - PMI corresponde ao primeiro ponto do sistema de interesse restrito onde é possível identificar, de forma individualizada, a geração e o consumo interno de uma usina. O PMI deve levar em consideração as possíveis expansões no sistema de interesse restrito, inclusive a possibilidade de compartilhamento de infraestrutura com futuros empreendimentos, de modo que quaisquer expansões não impliquem na necessidade de alteração do PMI. Dessa forma, mesmo em instalações de interesse restrito que possuam característica predominantemente radial, na sua configuração inicial, o PMI já considera a possibilidade de compartilhamento e, portanto, em geral, não haverá coincidência entre o PMI e o Ponto de Conexão do empreendimento.

- toda a capacidade instalada deve ser informada e estará comprometida com o montante de energia declarado pelo agente gerador; e

- a disponibilidade mensal de energia das usinas solares heliotérmicas deverá ser baseada na Certificação dos Dados Solarimétricos e no Balanço Térmico da Planta, que deverá contemplar o Campo Solar e a Ilha de Potência.

A garantia física de energia do empreendimento será dada pela equação (9):

Equação 9

$$GF = \frac{\sum_{m=1}^{12} Disp_m}{8760}$$

Sendo:

GF: garantia física de energia da usina, em MW médio;

$Disp_m$ : disponibilidade energética mensal da usina, para o SIN, declarada pelo agente gerador, em MWh; e

8760: número de horas por ano.

## 2.2 Determinação das Garantias Físicas de Energia das Usinas Eólicas

A garantia física de energia das usinas eólicas será calculada pela aplicação da equação 10:

Equação 10

$$GF = \frac{[P90_{ac} \times (1-TEIF) \times (1-IP) - \Delta P]}{8760}$$

Sendo:

GF: garantia física de energia, em MW médio;

P90<sub>ac</sub>: produção anual de energia certificada, em MWh, referente ao valor de energia anual com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a noventa por cento, constante da Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia;

TEIF: taxa equivalente de indisponibilidade forçada, por unidade - pu;

IP: indisponibilidade programada, por unidade - pu;

ΔP: estimativa anual do consumo interno e perdas elétricas até o PMI da usina, em MWh; e

8760: número de horas por ano.

A produção anual de energia certificada deve considerar o abatimento das perdas por conta da disposição dos aerogeradores, das condições meteorológicas locais, da densidade do ar, da degradação das pás e das perdas aerodinâmicas do próprio parque e dos efeitos esteira e turbulência de outros parques, entre outras.

### 2.3 Determinação das Garantias Físicas de Energia das Usinas Solares Fotovoltaicas

A garantia física de energia das usinas solares fotovoltaicas será calculada pela aplicação da equação 11:

Equação 11

$$GF = \frac{[P50_{ac} \times (1-TEIF) \times (1-IP) - \Delta P]}{8760}$$

Sendo:

GF: garantia física de energia, em MW médio;

P50<sub>ac</sub>: produção anual de energia certificada, em MWh, referente ao valor de energia anual com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a cinquenta por cento, constante da Certificação de Dados Solarimétricos e de Produção Anual de Energia;

TEIF: taxa equivalente de indisponibilidade forçada, por unidade - pu;

IP: indisponibilidade programada, por unidade - pu;

ΔP: estimativa anual do consumo interno e perdas elétricas até o PMI da usina, em MWh; e

8760: número de horas por ano.

A produção anual de energia certificada deve considerar o abatimento das perdas relacionadas à temperatura, sujeira, sombreamento angulares e espectrais, degradação dos módulos, *mismatch*, tolerância sobre a potência nominal dos módulos, ôhmicas na cablagem, eficiência do inversor e controle de potência máxima, degradação inicial dos módulos, nível de irradiância, entre outras.