

# **REVISÃO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA**

***Revisão de Garantia Física de  
Empreendimentos Eólicos com base em  
alterações de características técnicas***

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA







**GOVERNO FEDERAL**  
**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Ministério de Minas e Energia**  
**Ministro**

Fernando Coelho Filho

**Secretário Executivo**

Paulo Pedrosa

**Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético**

Eduardo Azevedo Rodrigues

**Secretário de Energia Elétrica**

Fábio Lopes Alves

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**

Márcio Félix Carvalho Bezerra

**Secretário de Geologia, Mineração e**

**Transformação Mineral**

Vicente Humberto Lôbo Cruz



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**

Luiz Augusto Nobrega Barroso

**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais**

Ricardo Gorini de Oliveira

**Diretor de Estudos de Energia Elétrica**

Amilcar Gonçalves Guerreiro

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

José Mauro Ferreira Coelho

**Diretor de Gestão Corporativa**

Alvaro Henrique Matias Pereira

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

**Sede**

SAN – Quadra 1 – Bloco B – Sala 100-A  
70041-903 - Brasília – DF

**Escritório Central**

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

# REVISÃO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

*Revisão de Garantia Física  
de Empreendimentos Eólicos  
com base em alterações de  
características técnicas*

**Coordenação Geral e Executiva**

Luiz Augusto Nobrega Barroso  
Amilcar Gonçalves Guerreiro

**Coordenação Executiva**

Jorge Trinkenreich

**Equipe Técnica**

Anderson da Costa Moraes  
Joana D'Arc de França Cordeiro  
Leandro Pereira de Andrade  
Patricia Costa Gonzalez de Nunes  
Ronaldo Antônio de Souza

**Nº EPE-DEE-RE-072/2017**

Data: 07 de novembro de 2017

## Histórico de Revisões

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
0	07/11/2017	Publicação Original

## Índice

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Introdução</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Revisão das Garantias Físicas das Usinas Eólicas</b> .....	<b>8</b>
<b>Anexo 1 – Revisão de Garantia Física de Usinas Eólicas com Alterações de Características Técnicas com <math>GF_{vigente}</math> pelo P90</b> .....	<b>13</b>

## APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os cálculos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para a revisão dos montantes de garantia física de energia de empreendimentos de fonte eólica com base em alterações de características técnicas, conforme estabelecido na Portaria MME nº 416, de 1º de setembro de 2015.

De acordo com os incisos I e II do parágrafo único do art. 1º da referida Portaria, os procedimentos e as metodologias para revisão dos montantes de garantia física de energia de usinas eólicas, ali definidos, não se aplicam à parcela de energia de referência de usina participante do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, nem para empreendimentos que comercializaram energia em Leilões de Energia de Reserva.

Conforme estabelecido na Portaria MME nº 416 de 2015, as revisões de garantia física de energia em razão de alterações de características técnicas que tenham sido autorizadas pelo Ministério de Minas e Energia - MME e aprovadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, devem ser encaminhadas à EPE em 30 de março, 30 de julho e 30 de novembro, com o conjunto de empreendimentos passíveis de terem seus montantes de garantia física de energia revistos.

Entretanto, conforme constante no Ofício nº 92/2017/DPE/SPE-MME, de 01 de novembro de 2017, o MME identificou que as usinas eólicas Assuruá I e Assuruá VI não foram incluídas nos conjuntos de empreendimentos encaminhados anteriormente, apesar de terem passado por alterações de características técnicas e tais alterações terem sido aprovadas pela ANEEL por meio dos Despachos nº 1.500 e 1503, de 31 de maio de 2017.

Nesse contexto, a presente Nota Técnica considera os empreendimentos listados no referido Ofício nº 92/2017-DPE/SPE-MME, a saber: Assuruá I e Assuruá VI.

## 1. Introdução

Consoante à Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, Art. 1º, §7º, “o CNPE proporrá critérios gerais de garantia de suprimento, a serem considerados no cálculo das garantias físicas e em outros respaldos físicos para a contratação de energia elétrica, incluindo importação”. E, segundo o Decreto nº 5.163 de 30 de junho de 2004, Art. 4º, §2º, “O MME, mediante critérios de garantia de suprimento propostos pelo CNPE, disciplinará a forma de cálculo da garantia física dos empreendimentos de geração, a ser efetuado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, mediante critérios gerais de garantia de suprimento”.

De acordo com a Portaria MME nº 514, de 2 de setembro de 2011, os empreendedores cujos projetos tenham sido habilitados tecnicamente pela EPE e que venderam energia em leilões de energia nova ou de fontes alternativas podem solicitar alterações nas características técnicas de suas usinas à ANEEL, após a emissão da outorga. Nesses casos, a ANEEL deve instruir os processos e encaminhá-los ao MME, que poderá autorizar as modificações de características técnicas que impliquem alterações de garantia física, de capacidade instalada e de localização da central geradora. O MME poderá ainda, a seu critério, consultar a EPE.

Em 1º de setembro de 2015 foi publicada a Portaria MME nº 416, que estabelece procedimentos e metodologias relativos aos montantes de garantia física de energia de usinas eólicas, tanto para revisão com base nas alterações de características técnicas quanto para cálculo e revisão anual com base na geração de energia elétrica verificada. Tais diretrizes não são aplicáveis aos empreendimentos que comercializaram energia em Leilões de Energia de Reserva e à parcela de energia de referência de empreendimento participante do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, calculada nos termos da Resolução Normativa ANEEL nº 62, de 5 de maio de 2004.

Vale ressaltar que a revisão dos montantes de garantia física dos empreendimentos eólicos seguiu o estabelecido na Portaria MME nº 416/2015, tendo sido considerados dados apresentados por ocasião da habilitação técnica no leilão que cada empreendimento sagrou-se vencedor, assim como documentos avaliados pela EPE por ocasião das análises das alterações de características técnicas.

## 2. Revisão das Garantias Físicas das Usinas Eólicas

A garantia física de um empreendimento de geração é definida como a máxima quantidade de energia que este pode comercializar por meio de contratos no Sistema Interligado Nacional - SIN, segundo o Decreto nº 5.163/2004.

Registra-se que, antes de 2013, a garantia física de uma usina eólica considerava valores mensais de produção garantida<sup>1</sup> declarados, que eram limitados aos valores correspondentes de produção certificada<sup>2</sup>, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 50% para um período de variabilidade futura de 20 anos (P50ac), descontados da indisponibilidade esperada, do consumo interno e das perdas elétricas até a ponto de conexão com a rede.

A partir de 2013 a metodologia de cálculo de garantia física de empreendimentos eólicos foi alterada, passando a ser determinada diretamente pela produção anual de energia certificada<sup>3</sup> referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 90% para um período de variabilidade futura de 20 anos (P90ac), com desconto da indisponibilidade esperada, do consumo interno e das perdas elétricas até a ponto de conexão com a rede.

Em 22 de março de 2016, exceto para o Leilão A-5 de 2016, a metodologia foi alterada somente no que diz respeito à consideração das perdas elétricas e do consumo interno, passando a descontar perdas elétricas não mais até o ponto de conexão com a rede, mas até o ponto de medição individual (PMI) das usinas, não tendo sido alterada a essência do cálculo<sup>4</sup>.

Destaca-se ainda que a referida Portaria MME nº 101/2016<sup>5</sup> determinou que, no caso de garantia física em vigor determinada no Ponto de Conexão, a garantia física revisada deve ser calculada considerando o abatimento da estimativa anual do consumo interno e das perdas elétricas, em MWh/ano, até o Ponto de Conexão do empreendimento com o Sistema

<sup>1</sup> Na época, a Portaria MME 258/2008 estabelecia que a Garantia Física de empreendimentos eólicos era igual ao valor médio do "compromisso firme de entrega de energia ao SIN (ponto de conexão) declarado pelo agente". Dessa forma, considerava-se a Produção Garantida mensal declarada em MWh, que representava o máximo compromisso firme de entrega de energia ao SIN, no ponto de conexão da usina.

<sup>2</sup> Em conformidade com os dados apresentados em documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção de Energia Elétrica.

<sup>3</sup> Em conformidade com os dados apresentados em documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção de Energia Elétrica.

<sup>4</sup> Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, que revogou a Portaria MME nº 258/2008.

<sup>5</sup> Cabe destacar que a Portaria MME nº 258/2008 foi revogada pela Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, tendo a metodologia sido alterada somente no que diz respeito à consideração das perdas elétricas e do consumo interno, não se alterando a essência do cálculo.

Elétrico.

Nesse contexto, conforme definido pela Portaria MME nº 416/2015, a revisão da garantia física de empreendimentos eólicos com base nas alterações de características técnicas depende da metodologia adotada na definição da garantia física vigente de cada usina.

O cálculo da garantia física revisada ( $GF_{revisada}$ ) de usinas com garantias físicas calculadas com base no P50ac, segue a formulação a seguir apresentada:

$$GF_{revisada} = \min \left[ (GF_{vigente} + \Delta GF); \left( [P50_{CERTnovo} \times (1 - TEIF_{novo}) \times (1 - IP_{novo}) - \Delta P_{novo}] / 8760 \right) \right]$$

Sendo:

$$\Delta GF = \begin{cases} GF_1 - GF_0, & \text{se } (GF_1 - GF_0) > 0 \\ 0, & \text{se } (GF_1 - GF_0) \leq 0 \end{cases}$$

$$GF_0 = \{P90_{CERTvigente} \times (1 - TEIF_{vigente}) \times (1 - IP_{vigente}) - \Delta P_{vigente}\} / 8760$$

$$GF_1 = \{P90_{CERTnovo} \times (1 - TEIF_{novo}) \times (1 - IP_{novo}) - \Delta P_{novo}\} / 8760$$

Onde:

$GF_0$ : Montante de Garantia Física de Energia do Empreendimento, calculado sem considerar as alterações de características técnicas motivadoras da revisão de Garantia Física, expresso em Megawatts médios - MW médios;

$GF_1$ : Montante de Garantia Física de Energia do Empreendimento, calculado com as alterações de características técnicas motivadoras da revisão de Garantia Física, expresso em Megawatts médios - MW médios;

$\Delta GF$ : Acréscimo de Garantia Física de Energia em decorrência da alteração de características técnicas do Empreendimento, expresso em Megawatts médios - MW médios;

$P50_{CERTnovo}$ : Produção Anual de Energia Certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a cinquenta por cento para um período de variabilidade futura de vinte anos, que deve constar do documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia Elétrica, considerando as alterações de características técnicas aprovadas, expresso em Megawatts hora por ano - MWh/ano;

$P90_{CERTvigente}$ : Produção Anual de Energia Certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a noventa por

cento para um período de variabilidade futura de vinte anos, constante do documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia Elétrica, que fundamentou o cálculo da  $GF_{vigente}$ , expresso em Megawatts hora por ano - MWh/ano;

$P90_{CERTnovo}$ : Produção Anual de Energia Certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a noventa por cento para um período de variabilidade futura de vinte anos, que deve constar do documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia Elétrica, considerando as alterações de características técnicas aprovadas, expresso em Megawatts hora por ano - MWh/ano;

$TEIF_{vigente}$ : Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada que fundamentou o cálculo da  $GF_{vigente}$ , expresso em percentual - %;

$IP_{vigente}$ : Indisponibilidade Programada que fundamentou o cálculo da  $GF_{vigente}$ , expresso em percentual - %;

$TEIF_{novo}$ : Taxa Equivalente de Indisponibilidade Forçada do Empreendimento considerando as alterações de características técnicas aprovadas, expresso em percentual - %;

$IP_{novo}$ : Indisponibilidade Programada do Empreendimento considerando as alterações de características técnicas aprovadas, expresso em percentual - %;

$\Delta P_{vigente}$ : Estimativa Anual do Consumo Interno e Perdas Elétricas até o Ponto de Conexão do Empreendimento com o Sistema Elétrico ou PMI, conforme aplicável, expresso em Megawatts hora por ano - MWh/ano, que fundamentou o cálculo da  $GF_{vigente}$ ;

$\Delta P_{novo}$ : Estimativa Anual do Consumo Interno e Perdas Elétricas até o Ponto de Conexão do Empreendimento com o Sistema Elétrico ou PMI, conforme aplicável, expresso em Megawatts hora por ano - MWh/ano, considerando as alterações de características técnicas aprovadas;

$GF_{revisada}$ : Montante Revisado de Garantia Física de Energia, expresso em Megawatts médios - MW médios; e

$GF_{vigente}$ : Montante de Garantia Física de Energia que estiver Vigente na data de publicação do resultado da revisão de que trata esta Portaria, expresso em Megawatts médios - MW médios.

Observa-se que, nos casos em que a garantia física em vigor foi calculada antes de 2013 e que não consta o valor do P90ac no documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia apresentado por ocasião do leilão que o empreendimento se sagrou vencedor, considerando-se uma distribuição normal, adota-se a seguinte equação:

$$P90_{ac} = P50_{ac} \times (1 - (1,28155 \times Incerteza\ Padrão))$$

Onde:

$P90_{ac}$  = produção anual de energia certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 90% para um período de variabilidade futura de 20 anos, em MWh/ano;

$P50_{ac}$  = produção anual de energia certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 50% para um período de variabilidade futura de 20 anos, constante do documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia Elétrica, em MWh/ano;

1,28155 = variável padronizada da distribuição normal, considerando a probabilidade de ocorrência de 0,1; e

Incerteza Padrão = valor, em %, conforme constante na Certificação de Produção Anual de Energia Elétrica.

No caso de usinas eólicas com garantias físicas calculadas com base no  $P90_{ac}$ , a Portaria MME nº 416/2015 estabelece que o cálculo da  $GF_{revisada}$  segue a metodologia estabelecida na Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, em MW médio, considerando as alterações de características técnicas aprovadas, conforme equação que segue.

$$GF_{revisada} = \{P90_{CERTnovo} \times (1 - TEIF_{novo}) \times (1 - IP_{novo}) - \Delta P_{novo}\} / 8760$$

Destaca-se que os valores de produção anual de energia certificados, com referência P50 ou P90, já são expurgados das perdas decorrentes da disposição dos aerogeradores, das condições meteorológicas locais, da densidade do ar, da degradação das pás e perdas aerodinâmicas do próprio parque e dos parques vizinhos (efeito esteira e turbulência).

Como para todas as usinas tratadas neste documento, as garantias físicas são atribuídas no ponto de conexão das usinas, as perdas na rede desse ponto até o centro de gravidade do submercado correspondente àquele ponto de conexão não foram abatidas da garantia física, sendo de responsabilidade do empreendedor quando da energia ofertada, uma vez que o ponto de entrega da energia contratada é o centro de gravidade do submercado.

Ressalta-se ainda que, com base na metodologia em vigor, não são considerados expurgos adicionais de energia no cálculo da garantia física das usinas eólicas com documento de informação de acesso indicando possibilidade de restrição de escoamento.

Os valores de garantia física revistos dos empreendimentos com garantia física vigente calculada com base na Produção Anual de Energia Certificada, referente ao valor de energia anual com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a noventa por cento (P90), são apresentados no Anexo 1.

Para usinas com Garantia Física de Energia revista decorrente de alterações de características técnicas, a sazonalidade, em MWh, considerada para cada mês foi obtida por meio da fórmula a seguir, e os valores obtidos estão apresentados no Anexo 2.

$$GF_{mês\ i} = GF_{MWh\ rev} \frac{P50_{mês\ i\ PN}}{P50_{ac\ PN}}, i = 1 \text{ a } 12$$

Onde:

$GF_{mês\ i}$ : Garantia Física de Energia referente ao mês "i", expressa em Megawatt-hora [MWh];

$GF_{MWh\ rev}$ : Garantia Física de Energia revista, conforme publicação em Portaria do MME, com base em alterações de características técnicas, de acordo com a Portaria MME nº 416, de 1º de setembro de 2015, expressa em Megawatt-hora MWh/ano;

$P50_{ac\ PN}$ : produção anual de energia certificada associada ao projeto com as alterações de características aprovadas, em MWh/ano, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 50% para um período de variabilidade futura de 20 anos, constante de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia Elétrica, em MWh/ano;

$P50_{mês\ i\ PN}$ : produção mensal de energia certificada associada ao projeto com as alterações de características aprovadas, em MWh, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a cinquenta por cento para um período de variabilidade futura de 20 anos, constante de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia Elétrica, e

$i$ : Mês considerado.

## Anexo 1 – Revisão de Garantia Física de Usinas Eólicas com Alterações de Características Técnicas com GF<sub>vigente</sub> pelo P90

Tabela 1 – Usinas com GF<sub>vigente</sub> pelo P90 – Revisão de Garantia Física

Usina	Leilão	Projeto com alterações de características técnicas							GF <sub>vigente</sub> (MWmed)	GF <sub>revisada</sub> (MWmed)	Observação
		Potência (kW)	P50 <sub>CERT novo</sub> (MWh/ano)	Incerteza Padrão (%)	P90 <sub>CERT novo</sub> (MWh/ano)	TEIF <sub>novo</sub> (%)	IP <sub>novo</sub> (%)	ΔP <sub>novo</sub> (MWh/ano)			
Assuruá I	A5/2013	23100	116970	7,3	106027	2,0	1,3	2036,0	11,5	11,5	Não houve alteração de GF
Assuruá VI	A5/2013	27300	140262	6,2	129117	2,0	1,3	2442,0	13,8	14,0	Aumento de 0,2 MWmed

Tabela 2 – Garantia Física Sazonalizada

Usina	GF sazonalizada											
	jan (MWh)	fev (MWh)	mar (MWh)	abr (MWh)	mai (MWh)	jun (MWh)	jul (MWh)	ago (MWh)	set (MWh)	out (MWh)	nov (MWh)	dez (MWh)
Assuruá I	6899	6238	6211	7378	9015	9664	10586	10606	10058	9419	7703	6741
Assuruá VI	8404	7599	7567	8988	10981	11772	12896	12920	12252	11474	9384	8211