

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
Combustíveis Renováveis**

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-093/2017
Data: 13 de dezembro de 2017

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	13/12/2017	Publicação Original

Índice

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

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.

Nesse contexto, a presente Nota Técnica considera os empreendimentos listados no Ofício nº 99/2017-DPE/SPE-MME, de 30 de novembro de 2017, a saber: Casa Nova II, Casa Nova III, Aura Lagoa do Barro 01, Aura Lagoa do Barro 02, Aura Lagoa do Barro 03, Aura Lagoa do Barro 04, Aura Lagoa do Barro 05, Aura Lagoa do Barro 06, Aura Lagoa do Barro 07 e Aura Queimada Nova 03.

1. Introdução

Consoante à Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, Art. 1º, §7º, “o CNPE proporá 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 garantida¹ declarados, que eram limitados aos valores correspondentes de produção certificada², 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 certificada³ 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 cálculo⁴.

Destaca-se ainda que a referida Portaria MME nº 101/2016⁵ 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

¹ 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.

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

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

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

⁵ 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;

ΔGF : 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 $GF_{vigente}$;

ΔP_{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 não foram considerados expurgos adicionais de energia no cálculo da garantia física das usinas eólicas que apresentaram documentos 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 $GF_{vigente}$ pelo P90

Tabela 1 – Usinas com $GF_{vigente}$ pelo P90 – Revisão de Garantia Física

Usina	Leilão	Projeto com alterações de características técnicas							$GF_{vigente}$ (MWmed)	$GF_{revisada}$ (MWmed)	Observação
		Potência (kW)	$P50_{CERT\ novo}$ (MWh/ano)	Incerteza Padrão (%)	$P90_{CERT\ novo}$ (MWh/ano)	$TEIF_{novo}$ (%)	IP_{novo} (%)	ΔP_{novo} (MWh/ano)			
Casa Nova II	A5/2013	32900	98045	11,6	83470	2,00	1,7	2834,0	7,1	8,9	Aumento de 1,8 MWmed
Casa Nova III	A5/2013	28200	102305	10,2	88932	2,00	1,7	2957,0	5,5	9,4	Aumento de 3,9 MWmed
Aura Lagoa do Barro 01	A5/2014	27000	161958	9,4	142448	2,00	1,0	2591,0	14,2	15,5	Aumento de 1,3 MWmed
Aura Lagoa do Barro 02	A5/2014	27000	157824	9,6	138407	2,00	1,0	2525,0	11,3	15,0	Aumento de 3,7 MWmed
Aura Lagoa do Barro 03	A5/2014	27000	160091	9,4	140806	2,00	1,0	2561,0	13,5	15,3	Aumento de 1,8 MWmed
Aura Lagoa do Barro 04	A5/2014	27000	158291	9,5	139020	2,00	1,0	2533,0	12,9	15,1	Aumento de 2,2 MWmed
Aura Lagoa do Barro 05	A5/2014	24000	138337	9,7	121140	2,00	1,0	2213,0	10,3	13,2	Aumento de 2,9 MWmed
Aura Lagoa do Barro 06	A5/2014	27000	155255	9,6	136154	2,00	1,0	2484,0	11,9	14,8	Aumento de 2,9 MWmed
Aura Lagoa do Barro 07	A5/2014	27000	149652	9,6	131240	2,0	1,0	2394,0	13,8	14,3	Aumento de 0,5 MWmed
Aura Queimada Nova 03	A5/2014	9000	53529	9,4	47081	2,0	1,0	856,0	4,5	5,1	Aumento de 0,6 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)
Casa Nova II	4038	4811	6858	7899	9036	9531	9644	8126	4991	4402	3781	4458
Casa Nova III	4410	5168	7168	8232	9484	9980	10169	8728	5536	4837	4182	4820
Aura Lagoa do Barro 01	7165	9236	7599	8629	13158	14291	15420	15429	13581	13390	8692	9024
Aura Lagoa do Barro 02	6966	8904	7345	8373	12715	13873	15013	15070	13217	13034	8474	8773
Aura Lagoa do Barro 03	7167	9125	7570	8551	12920	14020	15145	15183	13406	13258	8710	8993
Aura Lagoa do Barro 04	7072	9022	7490	8414	12733	13791	14954	14972	13269	13147	8612	8867
Aura Lagoa do Barro 05	5898	7680	6240	7253	11190	12348	13377	13493	11646	11422	7236	7534
Aura Lagoa do Barro 06	6929	8825	7332	8225	12433	13474	14626	14676	13007	12912	8482	8691
Aura Lagoa do Barro 07	6475	8311	6807	7782	11999	13196	14413	14554	12690	12532	7969	8206
Aura Queimada Nova 03	2386	3055	2522	2860	4333	4708	5084	5089	4478	4424	2894	2988