

CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

***Cálculo de Garantia Física para fins de
comercialização de energia no Ambiente
de Contratação Livre – Central Geradora
Eólica Toda Energia do Brasil***

Julho de 2021



CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia
Ministro
Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

Secretária Executiva
Marisete Fátima Dadald Pereira

**Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**
Paulo César Magalhães Domingues

Secretário de Energia Elétrica
Christiano Vieira da Silva

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**
José Mauro Ferreira Coelho

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**
Alexandre Vidigal de Oliveira



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
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais
Giovani Vitória Machado

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
Erik Eduardo Rego

Diretora de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível
Heloiisa Borges Bastos Esteves

Diretora de Gestão Corporativa
Angela Regina Livino de Carvalho

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

Sede
Esplanada dos Ministérios Bloco "U" - Ministério de Minas e
Energia - Sala 744 - 7º andar - 70065-900 - Brasília - DF

Escritório Central
Praça Pio X, nº 54 - Centro
20091-040- Rio de Janeiro - RJ

Cálculo de Garantia Física para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre – Central Geradora Eólica Toda Energia do Brasil

Coordenação Geral e Executiva
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira
Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva
Bernardo Folly de Aguiar
Thiago Ivanoski Teixeira

Equipe Técnica
Anderson da Costa Moraes
Luiz Felipe Froede Lorentz
Mauro Rezende Pinto
Hermes Trigo da Silva
Gustavo Pires da Ponte
Fernanda Gabriela B. dos Santos

Nº EPE-DEE-RE-076/2021-r0
Data: 14 de julho de 2021

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	14/07/2021	Publicação Original

Índice

APRESENTAÇÃO	5
1. <i>Objetivo</i>	6
2. <i>Histórico</i>	6
3. <i>Metodologia de Cálculo de Garantia Física</i>	7
4. <i>Considerações da análise</i>	8
5. <i>Características Técnicas dos Projetos Associados a GF calculada</i>	8
6. <i>Sistema de Transmissão de Interesse Restrito</i>	10
7. <i>Identificação de Interferências</i>	11
8. <i>Conclusão</i>	11
9. <i>Listas de documentos e e-mails</i>	12
9.1 <i>Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise</i>	12
9.2 <i>Lista de e-mails enviados e recebidos pela EPE durante a análise</i>	12
Anexo 1 – Cálculo da Garantia Física do Empreendimento Eólico CGE Toda Energia do Brasil	13

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os cálculos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para a definição do montante de garantia física de energia do empreendimento eólico Toda Energia do Brasil, para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre - ACL.

Os cálculos apresentados seguem a metodologia estabelecida no Anexo 1 da Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, de acordo com solicitação do Ministério de Minas e Energia – MME por meio do Ofício nº 59/2021/DPE/SPE-MME, datado de 30 de abril de 2021.

1. Objetivo

Este documento tem por objetivo atender à solicitação do MME de cálculo da garantia física de energia do empreendimento eólico Toda Energia do Brasil, para fins de comercialização de energia no ACL pela empresa Toda Energia do Brasil Ltda., titular do empreendimento, conforme processo encaminhado à EPE.

As análises visam, basicamente, avaliar as características técnicas dos empreendimentos que influenciam no cálculo dos montantes de garantia física, se as possíveis perdas energéticas por efeito esteira envolvendo parques eólicos vizinhos foram consideradas na estimativa de produção de energia apresentada, bem como questões relativas à conexão elétrica.

Vale ressaltar que o cálculo dos montantes de garantia física dos empreendimentos eólicos seguiu o estabelecido na referida Portaria MME nº 101/2016, tendo sido considerados os dados apresentados por ocasião da solicitação pelo empreendedor, bem como os documentos solicitados pela EPE durante as análises das características técnicas.

2. Histórico

A Toda Energia do Brasil Ltda. foi autorizada pela ANEEL a implantar e explorar a Central Geradora Eólica Toda Energia do Brasil, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica, através do seguinte ato:

- Resolução Autorizativa nº 9.040, de 07/07/2020 – CGE Toda Energia do Brasil;

A empresa Toda Energia do Brasil Ltda. solicitou ao Ministério de Minas e Energia - MME a definição do montante de garantia física de energia da Central Geradora Eólica Toda Energia do Brasil, através da carta REG-COM-53-2021, datada de 23 de fevereiro de 2021.

Por meio do Ofício meio do Ofício nº 59/2021/DPE/SPE-MME, datado de 30 de abril de 2021, foi encaminhado à EPE o processo referente à solicitação de cálculo de garantia física de energia do empreendimento eólico.

Observa-se que o projeto analisado que fundamentou o cálculo de garantia física tem as mesmas coordenadas aprovadas na Resolução Autorizativa citada.

Destaca-se que foram disponibilizados via e-mail ao MME, durante a análise, os documentos complementares e esclarecimentos adicionais encaminhados pelos representantes do empreendedor, conforme lista de documentos apresentada no item 9 desta Nota Técnica, cabendo ressaltar que os últimos documentos recebidos datam de 6 de julho de 2021.

3. Metodologia de Cálculo de Garantia Física

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.

Conforme definido no item 2.2 do Anexo 1 da Portaria MME nº 101/2016, o cálculo da garantia física de empreendimentos eólicos segue a formulação a seguir apresentada:

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

Sendo:

GF: garantia física de energia, em MW médio;

P90ac: Produção Anual de Energia Certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a (90%) 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 características técnicas autorizadas pela ANEEL, expresso em Megawatts hora por ano - MWh/ano;

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 ponto de medição individual - PMI da usina, em MWh; e

8760: número de horas por ano.

Destaca-se que os valores de produção anual de energia certificados 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).

Considerando garantias físicas atribuídas no ponto de medição individual – PMI das usinas, as perdas na rede desde este ponto até o centro de gravidade do submercado não foram abatidas

da garantia física, sendo de responsabilidade do empreendedor.

4. Considerações da análise

A fim de subsidiar a análise descrita nesta Nota Técnica, foi tomado como referência o seguinte documento:

- “Relatório da Produção de Energia – Central Toda Energia do Brasil” – Documento: “[7]-0421564_Anexo_VI__RELATORIO_DA_PRODUCAO DE ENERGIA.PDF”, Versão D de 22 de abril de 2020. Elaborado pela AWS Truepower do Brasil Ltda.

A certificação foi enviada pelo representante do empreendedor ao MME e, posteriormente, verificada via Consulta Processual da ANEEL, sendo citada na Nota Técnica nº 449/2020-SCG/ANEEL de 24 de junho de 2020 como documento de referência para a análise. Destaca-se que a Nota Técnica supracitada embasou a decisão autorização para implantar e explorar, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica, o parque eólico de que trata a presente Nota Técnica.

Em 6 de julho de 2021, a EPE solicitou o envio de um documento de acesso válido e do diagrama unificar da rede coletora de média tensão.

No mesmo dia, a representante do empreendedor enviou os últimos documentos solicitados.

A partir das informações recebidas, o valor da garantia física de energia do empreendimento eólico foi calculado, sendo apresentado no **Anexo 1**.

5. Características Técnicas dos Projetos Associados a GF calculada

A seguir, são apresentadas as principais características do projeto proposto pelo titular do parque eólico para o cálculo de garantia física.

a) Localização – Município / UF:

Parque Eólico	Projeto Aprovado pela ANEEL
CGE Toda Energia do Brasil	Areia Branca/RN

b) Características Técnicas e Coordenadas dos Aerogeradores

As características técnicas e o posicionamento georreferenciado dos aerogeradores são os mesmos constantes do ato autorizativo citado no item 2.

As características técnicas principais estão descritas na tabela abaixo.

Parque Eólico	Potência Total (KW)	Nº aerogeradores	Potência unitária (kW)	Fabricante/ Modelo	Altura do eixo do rotor (m)	Diâmetro do rotor (m)
CGE Toda Energia do Brasil	27.720	8	3.465	Acciona /AW132 – 3,465MW	120	132

c) Garantia Física de Energia

Os valores calculados de garantia física são apresentados no item 8 e no Anexo 1, bem como todas as informações energéticas necessárias para aplicação da metodologia estabelecida na Portaria MME nº 101/2016.

O montante de consumo interno mais perdas elétricas até o PMI, declarado pelo agente e utilizado nesta avaliação, é apresentado a seguir:

Parque	Consumo interno + perdas [MWh]	P90 [MWh]	% P90
CGE Toda Energia do Brasil	1.477,20	123.091,1	1,20

O montante de consumo interno somado ao valor das perdas elétricas até o ponto de medição individual (PMI) declarado pelo agente corresponde ao percentual de 1,20% do valor de Produção Certificada (P90) anual do parque.

Os valores informados de perdas elétricas e de consumo interno foram considerados compatíveis com a topologia do sistema de interesse restrito da usina e, por este motivo, não foram elaboradas as planilhas de estimativa de perdas elétricas.

6. Sistema de Transmissão de Interesse Restrito

O Sistema de Transmissão de Interesse Restrito da Central Eólica Toda Energia do Brasil será compartilhado entre as EOLs Ventos de Vila Ceará I e II e Ventos de Vila Paraíba I e II (Complexo Eólico Ventos de Serra do Mel 1), as EOLs Vila Maranhão I, II e III e Vila Ceará I (Complexo Eólico Ventos de Serra do Mel 2), as EOLs Vila Rio Grande do Norte I e II e Vila Sergipe I (Complexo Eólico Echo 3), as EOLs Vila Sergipe II e III e Vila Piauí III (Complexo Eólico Echo 6) e as EOLs Vila Piauí I e II (Complexo Eólico Echo 7) as futuras EOLs Vila Espírito Santo I e II e Vila Alagoas II (Complexo Eólico Echo 8), as EOLs Vila Espírito Santo III e IV (Complexo Eólico Echo 9), a EOL Vila Espírito Santo V (Complexo Eólico Echo 10), a EOL Ventos de Vila Mato Grosso I e as UFVs Serra do Mel I a II (Complexo Fotovoltaico Serra do Mel). Essas instalações serão constituídas por uma subestação coletora, denominada SE Serra do Mel, contendo 3 transformadores 34,5-34,5/500 kV de 300 MVA e por uma linha de transmissão em 500 kV em circuito simples e extensão aproximada de 50 km interligando a SE Serra do Mel à SE Açú III.

Instalação	Descrição
SE Coletora Serra do Mel	Subestação coletora 34,5/500 kV contendo: <ul style="list-style-type: none"> • 3 transformadores 34,5-34,5/500 kV de 300 MVA;
LT Serra do Mel – Açú III	Linha de transmissão no nível de tensão de 500 kV; <ul style="list-style-type: none"> • 1 circuito simples • extensão: 50 km • condutor 4 x 927,2 MCM Greeley

Documentos de Acesso

O Parecer de Acesso DTA-2021-PA-0039-R0, emitido pelo ONS em fevereiro de 2021 e o Contrato de Uso do Sistema de Transmissão CUST Permanente N.º 067/2021 assinado em 31/03/2021 encontram-se na documentação disponibilizada e contemplam as características técnicas do empreendimento, o compartilhamento das instalações e disciplinam o acesso da CGE ao sistema de transmissão.

Nesses documentos o ONS registra que entrada em operação da EOL Toda Energia do Brasil em abril/2021, não acarretará sobrecargas em equipamentos e/ou linhas do sistema de transmissão da região, tanto em condições normais de operação como em situações de contingência simples, assim como pouco alterará o desempenho da Rede Básica em termos de controle de tensão. Entretanto, a partir da entrada em operação dos transformadores 500/230 kV - 2 x 900 MVA na SE Açú III, atualmente prevista para setembro/2021, poderão ocorrer sobrecargas na LT 230 kV Banabuiú – Russas II C1 em situações de contingência do C2 dessa

linha problema esse que é esperado mesmo com despacho nulo de geração na UTE Termoaçu e que será agravado com a presença da EOL Toda Energia do Brasil, além disso poderão ocorrer sobrecargas na LT 230 kV Alex – Banabuiú em condições normais de operação, em caso de entrada em operação das UFVs Serra do Mel I e II (previstas para julho/2021) ou de despacho pleno de geração na UTE Termoaçu. Deste modo, até a entrada em operação da LT 500 kV Milagres II – Queimada Nova II, da SE Jaguaruana II 500 kV/230 kV - 2 x 750 MVA e linhas de 500 kV e 230 kV associadas e do segundo transformador 500/230 kV - 450 MVA da SE João Pessoa II, poderá ser necessária a redução de geração das usinas conectadas na rede da região, incluindo a da EOL Toda Energia do Brasil.

7. Identificação de Interferências

A avaliação de interferências por efeito esteira foi realizada pela ANEEL, quando da emissão da resolução autorizativa citada no item 2.

8. Conclusão

Ressalvadas observações relativas ao escoamento de energia recomendadas pelo ONS, considerando o compartilhamento do Sistema de Transmissão de Interesse Restrito entre os empreendimentos listados no item 6, o montante de garantia física é apresentado a seguir:

Usina	GF (MWmed)
CGE Toda Energia do Brasil	13,5

9. Listas de documentos e e-mails

9.1 Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise

- i. "01__Carta_REG_COM_53_2021__Votalia.pdf" – Carta contendo o pedido de cálculo de GF para a usina;
- ii. "04__Memorial_Descritivo__EOL_TODA_Energia_do_Brasil.pdf" – Memorial Descritivo.
- iii. "05__Planilha__TEIF__IP.pdf" – declaração contendo os valores de TEIF, IP, consumo interno e perdas elétricas.
- iv. "2021-PA-0039-R0-Parecer de Acesso EOL Toda Energia do Brasil.pdf" - Parecer de Acesso.
- v. "CUST-2021-067-00 – EOL TODA ENERGIA DO BRASIL-Assinado.pdf"- contrato de uso do sistema de transmissão em caráter permanente, referente a Toda Energia do Brasil Ltda.
- vi. "EOL-SMTEB-RT-PE-ELE-DU-001-R06.pdf" – Diagrama unifilar da rede de média tensão
- vii. "07__Sumario_de_Certificacao_de_Usinas_Eolicas.pdf" – Sumário da certificação;
- viii. "[7]-0421564_Anexo_VI__RELATORIO_DA_PRODUCAO_DE_ENERGIA.PDF" - Certificação das Medições Anemométricas e da Produção Anual de Energia elaborada pela AWS TruePower e aceita pela ANEEL durante o processo de autorização do parque.

9.2 Lista de e-mails enviados e recebidos pela EPE durante a análise

- i. **E-mail_06.07.2021.pdf – Enviado pela EPE** - solicitação de envio de um documento de acesso válido e do diagrama unifilar da rede de média tensão.
- ii. **E-mail_06-07-2021.pdf – Recebido pela EPE** - envio da documentação solicitada.
- iii. **E-mail_08-07-2021.pdf – Recebido pela EPE** – solicitação de esclarecimentos sobre o parecer de acesso,
- iv. **E-mail_12-07-2021.pdf – Enviado pela EPE** - retorno sobre o questionamento realizado, informando que a documentação foi aceita pela EPE.

Anexo 1 – Cálculo da Garantia Física do Empreendimento Eólico CGE Toda Energia do Brasil

Tabela 1 – Informações Energéticas considerando o projeto associado à garantia física calculada

CEG	Usina	Ambiente	Potência (kW)	P50 _{CERT} (MWh/ano)	Incerteza Padrão (%)	P90 _{CERT} (MWh/ano)	TEIF (%)	IP (%)	ΔP (MWh/ano)	Pto de Ref.	GF (MWmed)
EOL.CV.RN.046742-1.01	CGE Toda Energia do Brasil	ACL	27.720	140.542,1	9,7	123.091,1	2,0	1,0	1.477,2	PMI	13,5

Tabela 2 – Garantia Física Sazonalizada em MWh

CEG	Nome	GF Sazonalizada (MWh)											
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	Dez
EOL.CV.RN.046742-1.01	CGE Toda Energia do Brasil	8.727	7.836	7.584	7.640	8.426	9.306	10.677	12.090	11.662	12.259	11.124	10.613

Tabela 3 – Garantia Física Sazonalizada em MWmédios

CEG	Nome	GF Sazonalizada (MWmed)											
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
EOL.CV.RN.046742-1.01	CGE Toda Energia do Brasil	11,7	11,7	10,2	10,6	11,3	12,9	14,4	16,2	16,2	16,5	15,5	14,3