

CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

***Cálculo de Garantia Física para fins de
comercialização de energia no Ambiente
de Contratação Livre – Parques Eólicos:
Potiguar B31, B32 e B33***

Janeiro de 2023



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia
Ministro
Alexandre Silveira

Secretário Executivo

**Secretário de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**

Secretário de Energia Elétrica

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**



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
Giovani Vitória Machado (interino)

Diretora de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustível
Heloisa 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 MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA

Cálculo de Garantia Física para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre – Parques Eólicos: Potiguar B31, B32 e B33

Coordenação Geral e Executiva
Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Coordenação Executiva
Bernardo Folly de Aguiar
Thiago Ivanoski Teixeira

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

Nº EPE-DEE-RE-005/2023-r0
Data: 26 de janeiro de 2023

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	26/01/2023	Publicação Original

Índice

APRESENTAÇÃO	5
1. Objetivo	6
2. Histórico.....	6
3. Metodologia de Cálculo de Garantia Física.....	7
4. Considerações da análise	8
5. Características Técnicas dos Projetos Associados às GF calculadas.....	9
6. Sistema de Transmissão de Interesse Restrito.....	11
7. Identificação de Interferências	12
8. Conclusão	12
9. Lista de documentos e e-mails solicitados e recebidos pela EPE durante a análise	13
9.1 Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise	13
9.2 Lista de e-mails enviados e recebidos pela EPE durante a análise.....	13
Anexo 1 – Cálculo da Garantia Física - Potiguar B31, B32 e B33.....	14

APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os cálculos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para a definição dos montantes de garantia física de energia dos empreendimentos Potiguar B31, B32 e B33, 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 269/2022/DPE/SPE-MME, datado de 25 de setembro de 2022.

1. Objetivo

Este documento tem por objetivo atender à solicitação do MME de cálculo da garantia física de energia dos empreendimentos Potiguar B31, B32 e B33, para fins de comercialização de energia no ACL, respectivamente, pelas empresas EOL Potiguar B31 SPE S.A, EOL Potiguar B32 SPE S.A e EOL Potiguar B33 SPE S.A, titulares dos empreendimentos, representadas por sua controladora Voltalia Energia do Brasil LTDA, 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

As eólicas Potiguar B31, B32 e B33 foram autorizadas pela ANEEL para estabelecerem-se como Produtores Independentes de Energia Elétrica através dos seguintes atos:

- Resolução Autorizativa nº 8.709, de 31 de março de 2020 – EOL Potiguar B31;
- Resolução Autorizativa nº 8.710, de 31 de março de 2020 – EOL Potiguar B32;
- Resolução Autorizativa nº 8.711, de 31 de março de 2020 – EOL Potiguar B33.

Em setembro de 2020, foram aprovadas alterações de características técnicas para as três usinas, incluindo alteração de potência, número de aerogeradores e sistema de interesse restrito, conforme resoluções a seguir:

- Resolução Autorizativa nº 9.253, de 29 de setembro de 2020 – EOL Potiguar B31;
- Resolução Autorizativa nº 9.254, de 29 de setembro de 2020 – EOL Potiguar B32;
- Resolução Autorizativa nº 9.255, de 29 de setembro de 2020 – EOL Potiguar B33.

As empresas EOL Potiguar B31 SPE S.A, EOL Potiguar B32 SPE S.A e EOL Potiguar B33 SPE S.A, titulares dos empreendimentos, representadas por sua controladora Voltalia Energia do Brasil LTDA, solicitaram ao Ministério de Minas e Energia - MME a definição dos montantes de garantia

física de energia das usinas Potiguar B31, B32 e B33, através da Carta REG-046-22 (SEI nº 0661263), datada de 12 de agosto de 2022.

Por meio do Ofício nº 269/2022/DPE/SPE-MME, datado de 25 de setembro de 2022, foram encaminhados à EPE os processos referentes às solicitações de cálculo de garantia física de energia dos empreendimentos eólicos.

Observa-se que os projetos analisados que fundamentaram o cálculo de garantia física dos empreendimentos tratados nesta Nota Técnica, têm as mesmas coordenadas aprovadas nas Resoluções Autorizativas citadas.

Destaca-se que os documentos complementares e esclarecimentos adicionais encaminhados pelos representantes do empreendedor durante a análise, estão disponíveis e podem ser acessados pelo MME através do Sistema AEGE, conforme lista de documentos apresentada no item 9 desta Nota Técnica, cabendo ressaltar que os últimos documentos recebidos datam de 1º de dezembro de 2022 e as últimas correções de dados no Sistema AEGE datam de 5 de janeiro de 2023.

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 as análises descritas nesta Nota Técnica, foi tomado como referência o seguinte documento:

- “Relatório da Produção de Energia – Certificado das Medições Anemométricas e da Produção de Energia. Potiguar B-31, Potiguar B-32 e Potiguar B-33” – Ref.: No.: 20-06-032280. Rio Grande do Norte, Brasil. 03 de julho de 2020. Documento: “RELATÓRIO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA.pdf”.

A certificação foi cadastrada pelo representante do empreendedor no Sistema AEGE e posteriormente, verificada via Consulta Processual da ANEEL, sendo citada na Nota Técnica nº 637/2020-SCG/ANEEL (48524.007944/2020-00) de 10 de setembro de 2020 como documento de referência para a análise de Potiguar B32 e Potiguar B33. Destaca-se que a Nota Técnica supracitada embasou a decisão de alteração de características técnicas das Centrais Geradoras Eólicas.

Para a usina Potiguar B31, o seguinte documento de certificação é citado como referência para alteração de características técnicas na Nota Técnica nº 650/2020-SCG/ANEEL (48524.008134/2020-00) de 17 de setembro de 2020:

- “Relatório da Produção de Energia – Certificação das Medições Anemométricas e da Produção de Energia. Potiguar B-31, Potiguar B-32 e Potiguar B-33” – Ref.: No.: 20-01-029753. Rio Grande do Norte, Brasil. 30 de março de 2020. Documento: “Votalia_Vilas_202001d__VilaGuanabara_EPRforEPE-BR_Portugues_2020-03-30.pdf”.
Elaborado por: AWS TRUEPOWER DO BRASIL LTDA.

Em ambas as certificações, as características técnicas da usina Potiguar B31 são idênticas.

Em 28/10/2022 foram enviados pela EPE para o empreendedor, os emails de criação dos projetos de ACL para fins de Cálculo de Garantia Física, contendo a solicitação do carregamento de todos os arquivos obrigatórios para o processo de análise (diagramas unifilares, memorial descritivo, documento de acesso válido e certificação de medições anemométricas e de produção de energia). O pedido foi reiterado nos dias 11/11/2022 e 29/11/2022.

Além disso, a EPE solicitou ao empreendedor providências adicionais:

- 24/11/2022 – apresentação do Contrato de Uso do Sistema de Transmissão (CUST);
- 29/11/2022 – correção de coordenadas de aerogeradores;
- 21/12/2022 – correção dos valores declarados para a rosa dos ventos, correção da produção de energia e correção das coordenadas de aerogeradores;
- 02/01/2023 - correção da produção de energia mensal.

Em 19 de janeiro de 2023, foi solicitada a certificação mencionada na Nota Técnica nº 650/2020-SCG/ANEEL, para conferência de dados.

Cumprindo o prazo estabelecido pela EPE até 24 de janeiro de 2023, o representante do empreendedor retificou todos os dados solicitados no Sistema AEGE e entregou a documentação pendente.

A partir das informações recebidas, os valores das garantias físicas de energia dos empreendimentos eólicos supracitados foram calculados, sendo apresentados no **Anexo 1**.

5. Características Técnicas dos Projetos Associados às GF calculadas

A seguir, são apresentadas as principais características dos projetos propostos pelos titulares dos parques eólicos para o cálculo de garantia física.

a) Localização – Município / UF:

Parque Eólico	Município / U.F.
Potiguar B31	Serra do Mel / RN
Potiguar B32	Serra do Mel / RN
Potiguar B33	Serra do Mel / RN

b) Características Técnicas e Coordenadas dos Aerogeradores

As características técnicas e o posicionamento georreferenciado dos aerogeradores são os mesmos constantes dos atos autorizativos citados 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)
Potiguar B31	45045	13	3465	Gamesa G132 3.465 MW	120	132
Potiguar B32	48510	14	3465	Gamesa G132 3.465 MW	120	132
Potiguar B33	58905	17	3465	Gamesa G132 3.465 MW	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.

Observa-se que os montantes de consumo interno mais perdas elétricas até o PMI, declarados pelo agente e utilizados nesta avaliação, são os apresentados a seguir:

Parque	Consumo interno + perdas [MWh]	P90 [MWh]	% P90
Potiguar B31	4520,7	212077,3	2,13
Potiguar B32	4357,9	224660,8	1,94
Potiguar B33	6436,7	276797,1	2,33

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 2,13% do valor de Produção Certificada (P90) anual do parque Potiguar B31. Para as outras usinas, os valores são mostrados na tabela acima.

Os valores informados de perdas elétricas e de consumo interno foram considerados compatíveis com a topologia do sistema de interesse restrito de cada 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 é constituído por uma subestação coletora denominada SE Serra do Mel II, contendo 2 transformadores 34,5/500 kV de 300 MVA, uma linha de transmissão em 500 kV em circuito simples e extensão aproximada de 16,5 km, interligando a SE Serra do Mel II à SE Serra do Mel I e uma linha de transmissão em 500 kV em circuito simples e extensão aproximada de 49,4 km interligando a SE Serra do Mel I à SE Açú III. Tal sistema é compartilhado entre diversos empreendimentos conforme detalhado na tabela abaixo.

Instalação	Empreendimentos que compartilham
SE Serra do Mel II Transformador TR1 (34,5-34,5/500 kV - 300 MVA)	CGEs Potiguar B31, B32, B33, Ventos de Vila Mato Grosso I
SE Serra do Mel II Transformador TR2 (34,5-34,5/500 kV - 300 MVA)	CGEs Vila Espírito Santo I, II, III, IV, V, Vila Alagoas II
LT 500 kV Serra do Mel II - Serra do Mel I	CGEs Potiguar B31, B32, B33, Ventos de Vila Mato Grosso I, Vila Espírito Santo I, II, III, IV, V, Vila Alagoas II
LT 500 kV Serra do Mel I – Açú III	CGEs Vila Maranhão I, II, III, Vila Ceará I, Ventos de Vila Ceará I, II, Ventos de Vila Paraíba I, II, CGEs Vila Piauí I, II, III, Vila Sergipe I, II, III, Vila Rio Grande do Norte I, II, CGEs Potiguar B31, B32, B33, Ventos de Vila Mato Grosso I, Vila Espírito Santo I a V, Vila Alagoas II

- Documento de Acesso

Os Contratos de Uso do Sistema de Transmissão CUSTs Permanentes N.º 164/2020, N.º 165/2020 e N.º 166/2020 celebrados entre o ONS e o empreendedor de geração e o Parecer de

Acesso Permanente DTA-2020-PA-0144-R1 encontram-se na documentação disponibilizada e disciplinam o acesso ao sistema de transmissão, sendo os Montante de Uso de Sistema de Transmissão - MUSTs contratados de 45,045 MW, 48,510 MW e 58,905 MW para as CGEs Potiguar B31, B32 e B33 respectivamente e as cargas próprias declaradas de 0,000 MW para todas as usinas.

7. Identificação de Interferências

A avaliação de interferências por efeito esteira foi realizada pela ANEEL, quando da emissão das resoluções autorizativas citadas 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, os montantes de garantia física são apresentados a seguir:

CEG	Usina	GF (MWmed)
EOL.CV.RN.050082-8.01	Potiguar B 31	23,0
EOL.CV.RN.050082-8.02	Potiguar B 32	24,4
EOL.CV.RN.050082-8.03	Potiguar B 33	29,9

9. Lista de documentos e e-mails solicitados e recebidos pela EPE durante a análise

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

- i. EOL-POT31-03-DOG-MD-001-R02_Memorial Descritivo.pdf;
- ii. Diagrama unifilar da subestação elevadora - EOL-POT30-03-ELE-DU-001-R03_Diagrama Unifilar.pdf;
- iii. Diagrama unifilar da rede coletora de média tensão - EOL-SMB31-RT-PE-ELE-DU-001-R04.pdf;
- iv. Certificação de medições anemométricas e de produção de energia Potiguar B32 e B33 - RELATÓRIO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA.pdf;
- v. Certificação de medições anemométricas e de produção de energia Potiguar B31 - Voltalia_Vilas_202001d__VilaGuanabara_EPRforEPE-BR_Portugues_2020-03-30.pdf;
- vi. 2020-PA-0144-R1-Rev 1 PA - EOLs Potiguar B31_B32 e B33 -Assinado.pdf.
- vii. CUST-2020-164-00 - EOL POTIGUAR B31-Assinado (1).pdf

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

- i. **E-mails 28.10.2022.pdf – Enviado pela EPE** – Email de criação dos projetos de ACL para fins de Cálculo de Garantia Física. Solicitação do carregamento de todos os arquivos obrigatórios para o processo de análise (diagramas unifilares, memorial descritivo, documento de acesso válido e certificação de medições anemométricas e de produção de energia) - reiterado nos dias 11/11/2022 e 29/11/2022;
- ii. **E-mail_24/11/2022.pdf – Enviado pela EPE** – solicitação do Contrato de Uso do Sistema de Transmissão (CUST);
- iii. **E-mail_29/11/2022.pdf – Enviado pela EPE** – correção de coordenadas de aerogeradores;
- iv. **E-mail_21/12/2022 – Enviado pela EPE** – correção dos valores declarados para a rosa dos ventos, correção da produção de energia e correção das coordenadas de aerogeradores;
- v. **E-mail_02/01/2023 – Enviado pela EPE** – correção da produção de energia mensal.
- vi. **E-mail_19/01/2023 – Enviado pela EPE** – foi solicitada a certificação mencionada na Nota Técnica nº 650/2020-SCG/ANEEL, para conferência de dados.

Anexo 1 – Cálculo da Garantia Física - Potiguar B31, B32 e B33

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)	Ponto de Ref.	GF (MWmed)
EOL.CV.RN.050082-8.01	Potiguar B 31	ACL	45045	235296,2	7,7	212077,3	2	1	4520,69	PMI	23,00
EOL.CV.RN.050082-8.02	Potiguar B 32	ACL	48510	249612,3	7,8	224660,8	2	1	4357,87	PMI	24,40
EOL.CV.RN.050082-8.03	Potiguar B 33	ACL	58905	304933,8	7,2	276797,1	2	1	6436,74	PMI	29,90

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.050082-8.01	Potiguar B 31	16716	13248	13139	12218	14507	15617	17820	19357	19514	20705	20024	18372
EOL.CV.RN.050082-8.02	Potiguar B 32	17748	14042	13886	12938	15387	16546	18892	20594	20747	22025	21296	19507
EOL.CV.RN.050082-8.03	Potiguar B 33	21777	17271	17139	15945	18910	20354	23221	25187	25395	26936	26055	23923

Tabela 3 – Garantia Física Sazonalizada em MWmédios

		GF Sazonalizada (Mwmed)											
CEG	Nome	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
EOL.CV.RN.050082-8.01	Potiguar B 31	22,5	19,7	17,7	17,0	19,5	21,7	24,0	26,0	27,1	27,8	27,8	24,7
EOL.CV.RN.050082-8.02	Potiguar B 32	23,9	20,9	18,7	18,0	20,7	23,0	25,4	27,7	28,8	29,6	29,6	26,2
EOL.CV.RN.050082-8.03	Potiguar B 33	29,3	25,7	23,0	22,1	25,4	28,3	31,2	33,9	35,3	36,2	36,2	32,2