

NOTA TÉCNICA

***Cálculo de Garantia
Física para fins de
comercialização de
energia no Ambiente de
Contratação Livre – ACL
Parque Eólico
Serra das Vacas A***

JULHO DE 2025

■ Colaboradores

NOTA TÉCNICA EPE/DEE/048/2025

Coordenação Geral

Thiago Guilherme Ferreira Prado
Reinaldo da Cruz Garcia

Coordenação Executiva

Renata Nogueira Francisco de Carvalho (interina)
Caio Monteiro Leocadio (interino)

Coordenação Técnica

Fernanda Gabriela B. dos Santos

Equipe Técnica

Anderson da Costa Moraes
Bruno Cesar Mota Maçada
Fatima Gama
Hermes Trigo da Silva
Joana D'Arc de França Cordeiro
Luiz Felipe Froede Lorentz
Marcos Vinicius G. da Silva Farinha
Paulo Fernando de Matos Araujo
Rafaela Veiga Pillar
Tiago Veiga Madureira



VALOR PÚBLICO

A GARANTIA FÍSICA É UM PARÂMETRO FUNDAMENTAL PARA O PLANEJAMENTO DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL. POR MEIO DELA AVALIA-SE O EQUILÍBRIO ESTRUTURAL ENTRE A OFERTA E A DEMANDA NO LONGO PRAZO, ALÉM DE SER O MONTANTE MÁXIMO QUE PODE SER COMERCIALIZADO PELO GERADOR EM CONTRATOS DE VENDA DE ENERGIA ELÉTRICA, SENDO UTILIZADA COMO BALIZADOR PARA A EXPANSÃO DO PARQUE GERADOR.

A EPE É RESPONSÁVEL PELO CÁLCULO E REVISÃO DE GARANTIA FÍSICA DA GERAÇÃO, SEGUINDO METODOLOGIAS E CRITÉRIOS DEFINIDOS PELO MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA.

ESTA NOTA TÉCNICA REGISTRA O CÁLCULO REALIZADO PELA EPE, EM CONFORMIDADE COM AS NORMAS VIGENTES, PARA ESTABELECE O MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA DO EMPREENDIMENTOS EÓLICO, VISANDO SUA COMERCIALIZAÇÃO NO AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE (ACL).

COM ESSE REGISTRO, A EPE TRAZ TRANSPARÊNCIA E DIMINUI A ASSIMETRIA DE INFORMAÇÃO NO PROCESSO DE CÁLCULO E REVISÃO DE GARANTIA FÍSICA.

**MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA**



Ministro de Estado
Alexandre Silveira de Oliveira
Secretário-Executivo
Arthur Cerqueira Valério

Secretário Nacional de Transição Energética e Planejamento
Gustavo Cerqueira Ataíde



Presidente

Thiago Guilherme Ferreira Prado
**Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e
Ambientais**

Thiago Ivanoski Teixeira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica
Reinaldo da Cruz Garcia

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

Heloisa Borges Bastos Esteves

Diretor de Gestão Corporativa

Carlos Eduardo Cabral

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

|

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	09/07/2025	Publicação Original

■ Sumário

Apresentação	8
1. Introdução	9
2. Metodologia de Cálculo de Garantia Física	9
3. Resultados	10
4. Apêndice	11

■ Lista de Tabelas

Tabela 1 - Garantia Física de Energia	10
---	----

Apresentação

Este documento tem por objetivo atender à solicitação do MME de cálculo da garantia física de energia do empreendimento eólico Serra das Vacas A, para fins de comercialização de energia no ACL.

Por meio do Ofício nº 4/2025/DPOG/SNTEP-MME, de 20 de janeiro de 2025, o MME solicitou à EPE as providências necessárias ao Cálculo da Garantia Física do parque eólico Serra das Vacas A.

Para execução dos cálculos, são realizadas análises que visam, basicamente, avaliar as características técnicas do empreendimento que influenciam no cálculo do 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 do montante de garantia física do empreendimento eólico seguiu o estabelecido no Anexo 1 da 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.

Esta Nota Técnica está estruturada de maneira a proporcionar uma compreensão clara e detalhada dos métodos utilizados e dos resultados obtidos. Na Introdução são apresentados os fundamentos normativos para o cálculo dos montantes de garantia física dos empreendimentos. Na seção 2, "Metodologia de Cálculo de Garantia Física", são apresentadas as premissas, a formulação e a descrição das variáveis utilizadas para calcular a garantia física dos empreendimentos. A seção 3, "Resultados", apresenta o valor de garantia física calculado para o empreendimento. Finalmente o Apêndice, é composto pelo relatório gerado pelo Sistema AEGE para o empreendimento, contendo os dados fornecidos pelo empreendedor e as análises que foram realizadas para o cálculo da garantia física.

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”. Ainda segundo o Decreto nº 5.163/2004, Art. 2º, §3º, “a garantia física de empreendimentos de geração será revisada periodicamente e calculada pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE conforme diretrizes e metodologias estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia”.

A Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016, estabelece a metodologia de cálculo da garantia física de energia de usinas eólicas.

O montante de garantia física do empreendimento de geração, calculado pela EPE e constante desta Nota Técnica, somente será válido após publicação de portaria do Ministério de Minas e Energia – MME, conforme competência estabelecida no art. 2º, §2º do Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004.

2. 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 garantia física atribuída no ponto de medição individual – PMI da usina, 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.

3. Resultados

Empregando a metodologia descrita na seção anterior e os dados e análises constantes no Apêndice, ressalvadas observações relativas ao escoamento de energia recomendadas pelo ONS, considerando o compartilhamento do Sistema de Transmissão de Interesse Restrito entre os empreendimentos, o montante de garantia física é apresentado a seguir:

Tabela 1 - Garantia Física de Energia

CEG	Usina	Garantia Física de Energia (MWmed)
EOL.CV.PE.049353-8.01	Serra das Vacas A	23,4

4. Apêndice

Garantia Física para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre

Apresentação

Este documento apresenta as informações relativas ao processo AEGE abaixo

Processo ACL01-014475

1. Características da Central Geradora Eólica

EOL		Razão Social	
Serra das Vacas A		Eólica Serra das Vacas IX S.A.	
Potência Instalada	Localização	CEG	
45.000	Saloá/PE	EOL.CV.PE.049353-8.01	
Potência Injetável Max (kW)		Montante de Uso Contratado (kW)	
45.000		45.000	

2. Aerogeradores

Fabricante	Modelo	Alt. Rotor	Diam. Rotor	Qtd. Turbinas	Pot. Unit.
VESTAS	V150 4.5 MW (PO4-0S)	120,00	150,00	10	4.500

3. Coordenadas da localização das Unidades Geradoras da Central Geradora

Grupo	Aerogerador	Leste (m)	Norte (m)	Hemisério	Fuso
1	ESV9-01	749.112	9.007.882	S	24
1	ESV9-02	749.620	9.007.876	S	24
1	ESV9-03	750.042	9.007.944	S	24
1	ESV9-04	750.233	9.008.176	S	24
1	ESV9-05	750.212	9.008.414	S	24
1	ESV9-06	750.433	9.008.561	S	24
1	ESV9-07	746.742	9.010.076	S	24
1	ESV9-08	747.097	9.010.262	S	24
1	ESV9-09	747.634	9.010.457	S	24
1	ESV9-10	747.858	9.010.658	S	24

Obs 1: As coordenadas dos aerogeradores adotam como referência o DATUM SIRGAS 2000.

Obs 2: Os grupos reúnem os aerogeradores de mesmo modelo, potência e altura de eixo do rotor declarados pelo empreendedor.

Garantia Física para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre

4. Parâmetros de Cálculo da Garantia Física de Energia

TEIF (%)	2,00
IP (%)	2,00
Potência Instalada (kW)	45.000
Consumo Interno + Perdas (MWh/ano)	4.182,00
P50 (MWh/ano) (nota 1)	240.024,0
Incerteza Padrão Resultante (%)	7,1
P90 (MWh/ano) (nota 2)	218.184,2
[(Consumo Interno + Perdas) / P90] (%) (nota 3)	1,92

Nota 1) 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, que deve constar do documento de Certificação de Medições Anemométricas e de Produção Anual de Energia Elétrica.

Nota 2) Produção anual de energia certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a 90%

Nota 3) Montante de consumo interno somado às perdas elétricas até o ponto de medição individual (PMI) da usina, percentual em relação ao P90. A apresentação nesta tabela tem fins apenas de avaliação da compatibilidade do montante com a topologia do sistema de transmissão de interesse restrito da usina.

5. Sistema de Transmissão de Interesse Restrito

Ponto de Conexão	GARANHUNS II
Nível de Tensão (kV)	230,0
Extensão da Linha de Interesse Restrito (km)	44,8
Configuração do Circuito	S
Bitola do Condutor (AWG/MCM)	3 x 740,8 MCM - CAL - Flint

6. Identificação de Interferências

A avaliação de interferências por efeito esteira foi realizada pela ANEEL, quando da emissão do documento autorizativo citado no Parecer SGR.

7. Estimativa de Energia no Ponto de Referência (PMI – Ponto de Medição Individual)

Garantia Física para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre

Produção Certificada Anual de Energia P90 (MWh)	Energia Máxima no Ponto de Referência, considerando o P90	
218.184,2	MWh	MW médios
	205.362,1	23,4

GF Sazonalizada (MWmédios)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
25,6	22,4	12,3	13,8	16,1	26,0	23,8	29,3	27,5	27,9	27,4	29,0

GF Sazonalizada (MWh)											
Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
19.064,1	15.055,3	9.174,6	9.940,8	11.995,5	18.755,5	17.737,8	21.804,6	19.776,0	20.730,9	19.760,5	21.566,6

8. Pareceres

Abertura e instrução do processo 08/04/2025 15:03:23

A empresa titular do empreendimento, Eólica Serra das Vacas IX S.A., solicitou ao MME a definição do montante de garantia física de energia do parque eólico Serra das Vacas A, por meio da Carta nº SDV-MME-001-2025, de 13 de janeiro de 2025.

Por meio do Ofício nº 4/2025/DPOG/SNTEP-MME, de 20 de janeiro de 2025, o MME solicitou à EPE as providências necessárias ao cálculo da garantia física do parque eólico Serra das Vacas A.

Garantia Física para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre

Parecer SGR

09/07/2025 09:13:06

Em 28 de janeiro de 2025, a EPE enviou os primeiros e-mails ao empreendedor, solicitando documentos de transferência de titularidade dos empreendimentos e a inserção dos projetos no AEGE. Essas informações estão disponíveis e podem ser acessadas pelo MME por meio do Sistema AEGE.

É importante destacar que os últimos documentos recebidos datam de 8 de julho de 2025, e as últimas revisões de dados no Sistema AEGE ocorreram em 18 de março de 2025.

Para subsidiar a análise, foram utilizados os seguintes documentos:

. Certificação de Produção Anual de Energia do Projeto Serra das Vacas 08 e Serra das Vacas 09 (Serra das Vacas Fase 3), Documento 1.0, versão 1.0, arquivo: "Serra das Vacas Phase III, PE - Relatório Certificação 20 Novembro 2023.pdf", datado de 20 de novembro de 2023, elaborado pela ArcVera Consultoria em Energia Renovável EIRELI;

. Sumário da Certificação das Medições Anemométricas e Sumário de Produção Anual de Energia de Serra das Vacas A, referenciando "Serra das Vacas Phase III, PE - Relatório Certificação 20 Novembro 2023, Documento 1.0, versão 1.0, arquivos: SdV Phase III - Sumário das Certificações Anemométricas - REV1.pdf e SdV Phase III - Sumário Produção ESV-09 - REV1.pdf, elaborado pela Certificadora ArcVera Consultoria em Energia Renovável EIRELI;

. Relatório Validação na ANEEL da Usina Serra das Vacas A, de 6 de maio de 2025 e Nota Técnica nº 1.082/2025-SCE/ANEEL, de 03 de julho de 2025, que confirmaram a alteração de coordenadas, altura eixo e diâmetro rotor, como "as built" fundamentando o Despacho nº 2.042/2025.

A Resolução Autorizativa nº 13.084, 16 de novembro de 2022, autorizou a exploração sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica - PIE do parque eólico Serra das Vacas A.

O Despacho nº 3.272, de 18 setembro de 2023, alterou o posicionamento dos aerogeradores, a potência das unidades geradoras, diminuindo a potência instalada e a potência líquida da Central Geradora Eólica Serra das Vacas A, além do Sistema de Transmissão de Interesse Restrito.

O Despacho nº 2.042, de 3 de julho de 2025, alterou o posicionamento, diâmetro e altura do eixo do rotor dos aerogeradores da Central Geradora Eólica Serra das Vacas A.

As características técnicas e o posicionamento georreferenciado dos aerogeradores cadastrados no Sistema AEGE são consistentes com os atos autorizativos vigentes mencionados acima.

A avaliação de interferências por efeito esteira foi realizada pela ANEEL quando da emissão dos atos de autorização citados anteriormente.

O cálculo do montante de garantia física do empreendimento eólico seguiu as diretrizes estabelecidas na Portaria MME nº 101, de 22 de março de 2016.

Foram considerados os dados cadastrados no Sistema AEGE pelo empreendedor e avaliados pela EPE durante as análises das características técnicas, com base na documentação completa inserida no referido sistema.

Ressalvadas as observações relativas ao escoamento de energia recomendadas pelo ONS e considerando o compartilhamento do Sistema de Transmissão de Interesse Restrito entre os empreendimentos listados no parecer da STE, o montante de garantia física calculado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) para a EOL Serra das Vacas A é de 23,4 MW médios, para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre (ACL).

Situação SGR

09/07/2025 09:22:50

Recomendado

Garantia Física para fins de comercialização de energia no Ambiente de Contratação Livre

Parecer STE

28/03/2025 16:35:30

A) Sistema de Transmissão de Interesse Restrito

A EOL Serra das Vacas A se conecta ao setor de 230 kV da Subestação Garanhuns II através do sistema de interesse restrito descrito a seguir:

- SE Coletora Paranatama 34,5/230 kV
- 1 transformador 34,5/230 kV, de 140 MVA
 - 1 transformador 34,5/230 kV, de 120 MVA
- LT 230 kV Paranatama – Garanhuns II em circuito simples, em condutor 3 x 740,8 MCM CAL FLINT e extensão aproximada de 44,8 km

B) Consulta / Informação de Acesso

O Contrato de Uso do Sistema de Transmissão CUST 223/2023 e o Parecer de Acesso DTA-2023-PA-0072-R0 encontram-se na documentação disponibilizada e disciplinam o acesso da usina ao sistema de transmissão, sendo o MUST contratado de 45 MW.

C) Estimativa de Perdas Elétricas

O montante de consumo interno somado ao valor das perdas elétricas até o ponto de medição individual declarado pelo agente corresponde a 1,92% do valor de Produção Certificada (P90) anual. Neste caso específico, 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.

Situação STE

08/04/2025 15:15:12

Recomendado