

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
Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI***

Novembro de 2021



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**
Pedro Paulo Dias Mesquita



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
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: Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI

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
Gustavo Pires da Ponte
Fernanda Gabriela B. dos Santos
Paulo Fernando de Matos Araújo

Nº EPE-DEE-RE-140/2021-r0
Data: 18 de novembro de 2021

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	18/11/2021	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 a GF calculada.....	9
6. Sistema de Transmissão de Interesse Restrito.....	10
7. Identificação de Interferências	12
8. Conclusão	12
9. Lista de documentos 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 dos Empreendimentos Eólicos Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI.....	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 eólicos Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI, 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 135/2021/DPE/SPE-MME, datado de 18 de agosto de 2021.

1. Objetivo

Este documento tem por objetivo atender à solicitação do MME de cálculo da garantia física de energia dos empreendimentos Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI, para fins de comercialização de energia no ACL pelas Eólica Serra do Mato I Energy S.A., Eólica Serra do Mato II Energy S.A., Eólica Serra do Mato III Energy S.A., Eólica Serra do Mato IV Energy S.A., Eólica Serra do Mato V Energy S.A. e Eólica Serra do Mato VI Energy S.A., titulares dos empreendimentos, sendo representadas pela empresa Qair Brasil Participações S.A., 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

Os Parques Eólicos Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI foram autorizados pela ANEEL para estabelecerem-se como Produtores Independentes de Energia Elétrica através dos seguintes atos:

- Resolução Autorizativa nº 8.454, de 17/12/2019 – Serra do Mato I;
- Resolução Autorizativa nº 8.455, de 17/12/2019 – Serra do Mato II;
- Resolução Autorizativa nº 8.456, de 17/12/2019 – Serra do Mato III;
- Resolução Autorizativa nº 8.457, de 17/12/2019 – Serra do Mato IV;
- Resolução Autorizativa nº 8.458, de 17/12/2019 – Serra do Mato V;
- Resolução Autorizativa nº 8.459, de 17/12/2019 – Serra do Mato VI;

As empresas Eólica Serra do Mato I Energy S.A., Eólica Serra do Mato II Energy S.A., Eólica Serra do Mato III Energy S.A., Eólica Serra do Mato IV Energy S.A., Eólica Serra do Mato V Energy S.A. e Eólica Serra do Mato VI Energy S.A. solicitaram ao Ministério de Minas e Energia -

MME a definição dos montantes de garantia física de energia das usinas Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI, através da carta da QAIR BRASIL 99/2021, datada de 27 de maio de 2021.

Por meio do Ofício nº 135/2021/DPE/SPE-MME, datado de 18 de agosto de 2021, 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 do Complexo Eólico desta Nota Técnica, têm as mesmas coordenadas aprovadas nas Resoluções Autorizativas citadas.

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 08 de setembro 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:

- Complexo Eólico Serra do Mato Estudo de Caracterização do Potencial Eólico e de Estimativa da Produção Anual de Energia - Centrais Eólicas Serra do Mato I à VI, documento nº 20MJBRR005 de 23 de janeiro de 2020, elaborado pela Certificadora Megajoule

A certificação foi enviada pelo representante do empreendedor à EPE e, posteriormente, verificada via Consulta Processual da ANEEL, sendo citada na Nota Técnica nº 467/2020-SCG/ANEEL de 29 de junho de 2020 como documento de referência para a análise de: Serra do Mato I, III, IV, VI, V e VI. Destaca-se que a Nota Técnica supracitada embasou a decisão autorização para implantar e explorar, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica, os parques eólicos de que trata a presente Nota Técnica.

Nos dias 2 e 3 de setembro de 2021, a EPE solicitou o envio da documentação adicional necessária à análise, incluindo a Certificação apresentada à ANEEL e o Parecer de Acesso

atualizado ou os contratos de uso e conexão (CUST/CCT) definitivos. Em 08 de setembro de 2021, a representante dos parques concluiu o envio da documentação solicitada.

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 a GF calculada

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	Projeto Aprovado pela ANEEL
Serra do Mato I	Porteiras/CE
Serra do Mato II	Porteiras/CE
Serra do Mato III	Missão Velha/CE
Serra do Mato IV	Missão Velha/CE
Serra do Mato V	Missão Velha/CE
Serra do Mato VI	Porteiras/CE

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 a seguir.

Parque Eólico	Potência Total (KW)	Nº aerogeradores	Potência unitária (kW)	Fabricante/ Modelo	Altura do eixo do rotor (m)	Diâmetro do rotor (m)
Serra do Mato I	21.000	5	4.200	Vestas / V-150	125	150
Serra do Mato II	21.000	5	4.200	Vestas / V-150	125	150
Serra do Mat III	21.000	5	4.200	Vestas / V-150	125	150
Serra do Mato IV	21.000	5	4.200	Vestas / V-150	125	150
Serra do Mato V	21.000	5	4.200	Vestas / V-150	125	150
Serra do Mato VI	16.800	4	4.200	Vestas / V-150	125	150

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
Serra do Mato I	2279,7	81013,8	2,81
Serra do Mato II	2314,5	83993,7	2,76
Serra do Mato III	2385,1	84814,1	2,81
Serra do Mato IV	2396,2	84754,8	2,83
Serra do Mato V	2228,8	80901,8	2,75
Serra do Mato VI	1809,6	66032,1	2,74

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 2,81% do valor de Produção Certificada (P90) anual do parque Serra do Mato I. Os valores para os demais parques podem ser observados 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 será compartilhado entre os empreendimentos EOLs Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI, e também pelas EOLs Serrote I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII.

Essas instalações serão constituídas por uma subestação coletora, denominada SE Serrote, contendo 1 transformador 34,5/230 kV de 140 MVA dedicado para as unidades Serra do Mato I

a VI; uma linha de transmissão em 230 kV em circuito simples e extensão aproximada de 71 km interligando a SE Serrote à SE Pecém II.

Instalação	Descrição
SE Serrote	Subestação coletora 34,5/230 kV contendo: • 1 transformador 34,5/230 kV de 140 MVA; Compartilhamento: EOLs Serra do Mato I a VI
LT Serrote – Pecém II	Linha de transmissão no nível de tensão de 230 kV; • 1 circuito simples • Extensão: 71 km Compartilhamento: EOLs Serra do Mato I a VI e EOLs Serrote I a VIII

Parecer de Acesso

O Parecer de Acesso DTA-2020-PA-0175-R0, emitido pelo ONS em 19 de outubro de 2020, e os Contratos de Uso do Sistema de Transmissão CUSTs Permantentes N.º 208/2020 a 213/2020 encontram-se na documentação disponibilizada e contemplam as características técnicas do empreendimento e o compartilhamento das instalações e disciplinam o acesso das usinas ao SIN.

Nesses documentos o ONS registra que no cenário Norte exportador para o Nordeste, com elevados intercâmbios, independentemente da geração do Complexo Eólico Serra do Mato, poderá ocorrer sobrecarga no circuito 1 da LT 500 kV Pecém II – Fortaleza II quando de contingência do seu circuito 2. A solução para este problema é a recapacitação do C1 da LT 500 kV Pecém II – Fortaleza II, atualmente previsto para março/22. Até a entrada dessa obra, poderá haver restrição de geração na região, incluindo as EOLs Serra do Mato.

Estimativa de Perdas Elétricas

Os montantes de consumo interno e perdas elétricas até o ponto de medição individual (PMI) declarados pelo agente para cada um dos parques Serra do Mato I a VI foram considerados compatíveis e, por este motivo, não foram elaboradas as planilhas de estimativa de perdas elétricas.

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:

Usina	GF (MWmed)
Serra do Mato I	8,7
Serra do Mato II	9,1
Serra do Mato III	9,1
Serra do Mato IV	9,1
Serra do Mato V	8,7
Serra do Mato VI	7,1

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

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

- i. Carta Qair Brasil 99/2021 - Carta contendo o pedido de cálculo de GF para as usinas e com as declarações de TEIF, IP, consumo interno e perdas elétricas até o PMI;
- ii. Memorial descritivo – Complexo Eólico Serra do Mato I à VI;
- iii. Diagramas unifilares, anexos 162-SM01-MT-3-007-0001-0A à 162-SM06-MT-3-007-0001-0A e arranjo geral com planta de localização;
- iv. Parecer de Acesso - RELATÓRIO ONS Nº DTA-2020-PA-0175-R0;
- v. CUST-2020-208-00 ao CUST-2020-213-00 – EOL Serra do Mato I à EOL Serra do Mato VI - contratos de uso do sistema de transmissão em caráter permanente;
- vi. Certificação de medições anemométricas e de produção de energia elaborado pela Megajoule nº 20MJBRR005, de 23 de janeiro de 2020;
- vii. CCT 2020-172-00 ao CCT-2020-177-00 - CHESF – EOL Serra do Mato I à EOL Serra do Mato VI - Contratos de conexão ao sistema de transmissão.

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

- i. **E-mail_02.09.2021.pdf – Enviado pela EPE** - Solicitação de documentação adicional necessária à análise, incluindo a Certificação apresentada à ANEEL.
- ii. **E-mail 03.09.2021.pdf– Recebido pela EPE** – representante dos parques enviou a Certificação solicitada.
- iii. **E-mail_08.09.2021.pdf – Enviado pela EPE** – Solicitação de documentação adicional necessária à análise, incluindo o Parecer de Acesso atualizado ou os contratos de uso e conexão (CUST/CCT) definitivos.
- iv. **E-mail 08.09.2021.pdf– Recebido pela EPE** – representante dos parques enviou os documentos solicitados.

Anexo 1 – Cálculo da Garantia Física dos Empreendimentos Eólicos Serra do Mato I, II, III, IV, V e VI

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.CE.032375- 6.01	Serra do Mato I	ACL	21.000	93196,2	10,2	81013,8	2,0	0,8	2279,7	PMI	8,7
EOL.CV.CE.032376- 4.01	Serra do Mato II	ACL	21.000	95917,2	9,7	83993,7	2,0	0,8	2314,5	PMI	9,1
EOL.CV.CE.032377- 2.01	Serra do Mato III	ACL	21.000	96996,0	9,8	84814,1	2,0	0,8	2385,1	PMI	9,1
EOL.CV.CE.032378- 0.01	Serra do Mato IV	ACL	21.000	101386,0	12,8	84754,8	2,0	0,8	2396,2	PMI	9,1
EOL.CV.CE.032453- 1.01	Serra do Mato V	ACL	21.000	95028,7	11,6	80901,8	2,0	0,8	2228,8	PMI	8,7
EOL.CV.CE.032379 -9.01	Serra do Mato VI	ACL	16.800	76639,6	10,8	66032,1	2,0	0,8	1809,6	PMI	7,1

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.CE.032375- 6.01	Serra do Mato I	5672	4753	4007	3270	4362	5515	7010	8852	9201	8948	7880	7009
EOL.CV.CE.032376- 4.01	Serra do Mato II	5894	4945	4187	3429	4551	5731	7266	9155	9510	9253	8155	7266
EOL.CV.CE.032377- 2.01	Serra do Mato III	5958	5003	4255	3497	4618	5793	7326	9210	9561	9308	8211	7326
EOL.CV.CE.032378- 0.01	Serra do Mato IV	6013	5080	4433	3714	4770	5844	7282	9030	9341	9121	8087	7282
EOL.CV.CE.032453- 1.01	Serra do Mato V	5677	4763	4033	3303	4383	5520	6998	8818	9160	8912	7855	6998
EOL.CV.CE.032379 -9.01	Serra do Mato VI	4634	3888	3292	2696	3578	4506	5713	7198	7477	7275	6412	5713

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.CE.032375- 6.01	Serra do Mato I	7,6	7,1	5,4	4,5	5,9	7,7	9,4	11,9	12,8	12,0	10,9	9,4
EOL.CV.CE.032376- 4.01	Serra do Mato II	7,9	7,4	5,6	4,8	6,1	8,0	9,8	12,3	13,2	12,4	11,3	9,8
EOL.CV.CE.032377- 2.01	Serra do Mato III	8,0	7,4	5,7	4,9	6,2	8,0	9,8	12,4	13,3	12,5	11,4	9,8
EOL.CV.CE.032378- 0.01	Serra do Mato IV	8,1	7,6	6,0	5,2	6,4	8,1	9,8	12,1	13,0	12,3	11,2	9,8
EOL.CV.CE.032453- 1.01	Serra do Mato V	7,6	7,1	5,4	4,6	5,9	7,7	9,4	11,9	12,7	12,0	10,9	9,4
EOL.CV.CE.032379 -9.01	Serra do Mato VI	6,2	5,8	4,4	3,7	4,8	6,3	7,7	9,7	10,4	9,8	8,9	7,7