

# **CÁLCULO DE MONTANTE DE GARANTIA FÍSICA DE ENERGIA**

***Cálculo de Garantia Física para fins de  
comercialização de energia no Ambiente  
de Contratação Livre – EOL Gravier***

**Janeiro de 2022**



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**

Rafael Bastos da Silva

**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 – EOL Gravier**

**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

**Nº EPE-DEE-RE-005/2022-r0**

**Data: 24 de janeiro de 2022**

## Histórico de Revisões

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
0	24/01/2022	Publicação Original

## Índice

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	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> .....	9
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
<b>Anexo 1 – Cálculo da Garantia Física do Empreendimento Eólico - EOL Gravier</b>	<b>14</b>

## **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 Gravier, 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 248/2021/DPE/SPE-MME, datado de 18 de novembro de 2021.

## 1. Objetivo

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

As análises visam, basicamente, avaliar as características técnicas do empreendimento que influenciam no cálculo do montante 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 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 Aliança Geração de Energia S.A. foi autorizada pela ANEEL a implantar e explorar a EOL Gravier, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica, através do seguinte ato:

- Resolução Autorizativa nº 9.122, de 18/08/2020 – EOL Gravier;

Em 2021, a ANEEL aprovou a alteração do sistema de transmissão de interesse restrito da EOL Gravier, através do seguinte despacho:

- Despacho nº 2.350, de 04/08/2021 – EOL Gravier.

A empresa Aliança Geração de Energia S.A. solicitou ao Ministério de Minas e Energia - MME a definição do montante de garantia física de energia da EOL Gravier, através da Carta Aliança nº 086/2021 (SEI n. 0566623), datada de 12 de novembro de 2021.

Por meio do Ofício nº 248/2021/DPE/SPE-MME, datado de 18 de novembro 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 os documentos complementares e esclarecimentos adicionais encaminhados pelos representantes do empreendedor durante a análise estão disponíveis no Sistema AEGE para consulta do MME, conforme lista de documentos apresentada no item 9 desta Nota Técnica, cabendo ressaltar que os últimos documentos recebidos datam de 4 de janeiro de 2022 e as últimas retificações nos dados cadastrados no Sistema AEGE datam de 13 de janeiro de 2022.

### 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;

$\Delta P$ : 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:

- “Estudo de avaliação da produção de energia do Complexo Eólico Gravier – Cenário 05”. Documento nº.: PP311375-POA-R-05 A. Data de emissão: 11 de outubro de 2019. Elaborada por: DNV GL Classificação, Certificação e Consultoria 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 559/2020-SCG/ANEEL de 6 de agosto 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 3 de dezembro de 2021, a EPE solicitou que o empreendedor tomasse as providências necessárias para a adesão ao Sistema AEGE e início de cadastramento de dados.

Em 13 de dezembro de 2021, a EPE criou o projeto de ACL no Sistema AEGE para a usina Gravier e deu prazo de 15 dias para que o empreendedor completasse o preenchimento dos dados da usina e cadastrasse os documentos necessários à análise, tais como: diagramas unifilares, memorial descritivo, documento de acesso válido e certificação de medições anemométricas e de produção de energia.

O representante do empreendimento fez o upload dos documentos no sistema em 21 de dezembro de 2021.

Em 3 de janeiro de 2022, a EPE solicitou a apresentação do diagrama unifilar da rede coletora contendo o esquema de ligação entre os aerogeradores e a SE Coletora, além de informações

como extensão e bitola dos cabos utilizados. O diagrama foi apresentado no dia 4 de janeiro de 2022.

Entre os dias 3 e 13 de janeiro de 2022, a EPE fez diversas solicitações para a retificação de dados cadastrados no Sistema AEGE, prontamente atendidas pelo representante do empreendimento.

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
EOL Gravier	Icapuí/E

### 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)
EOL Gravier	71.400	17	4.200	WEG/ AGW 147 4,2MW	125	147

### 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
EOL Gravier	5.287,03	266.010,0	1,99

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 1,99% 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 Gravier será compartilhado entre a UFV Flor de Mandacaru e o Complexo Eólico Santo Inácio, composto pelas CGEs Garrote, Santo Inácio III, Santo Inácio IV e São Raimundo. Essas instalações serão constituídas por uma subestação coletora, denominada SE Santo Inácio, contendo 2 transformadores 34,5/230 kV de 110 MVA e por uma linha de transmissão em 230 kV em circuito simples e extensão aproximada de 8,9 km interligando a SE Santo Inácio à SE Mossoró IV.

Instalação	Descrição
SE Coletora Santo Inácio	Subestação coletora 34,5/230 kV contendo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 transformadores 34,5/230 kV de 110 MVA;</li> </ul>
LT Santo Inácio – Mossoró IV	Linha de transmissão no nível de tensão de 230 kV; <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 circuito simples</li> <li>• extensão: 8,9 km</li> </ul>

- Documentos de Acesso

O Parecer de Acesso DTA-2020-PA-0199-R0, emitido pelo ONS em dezembro de 2020 e o Contrato de Uso do Sistema de Transmissão CUST Permanente N.º 022/2021 assinado em 09/02/2021 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 a entrada em operação da EOL Gravier não acarretará problemas de carregamento e tensão em condição normal de operação. No entanto, na contingência simples da LT 230 kV Banabuiú – Russas II C2, independentemente da conexão da CGE Gravier, poderá ocorrer sobrecarga no circuito remanescente da linha. Assim, até a entrada em operação da solução estrutural para este problema, consistindo em algumas obras outorgadas à Dunas Transmissão de Energia S.A. por meio do Contrato de Concessão nº 014/2018, previstas para entrar em operação em setembro de 2023, poderá ocorrer restrição de geração na área de influência da SE Russas II, incluindo a geração da EOL Gravier, na ocorrência da citada contingência.

## 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)
EOL Gravier	28,1

## 9. Listas de documentos e e-mails

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

- i. "0431 2021 Carta\_Alianca\_n\_\_086\_2021.pdf" – Carta contendo o pedido de cálculo de GF para a usina;
- ii. "14.119-RT-0001-0C - Caracterização\_EOL\_GRAVIER.pdf"; "ANEXO A - ARRANJO GERAL EÓLICA GRAVIER.PDF"; "ANEXO B - ARRANJO GERAL EÓLICA GRAVIER.pdf"; "ANEXO C - POTENCIAL EÓLICO DA REGIÃO.pdf" – Memorial Descritivo e anexos.
- iii. "2020-PA-0199-R0-PA EOL Gravier - SE Mossoro IV 230 kV-Assinado.pdf" - Parecer de Acesso.
- iv. "CUST-2021-022-00 - EOL GRAVIER-Assinado.pdf"- contrato de uso do sistema de transmissão em caráter permanente;
- v. "CCT-2021-038-00 - CHESF x EOL GRAVIER-Assinado.pdf" – Contrato de conexão ao sistema de transmissão;
- vi. "14001-DI-EE50-I09662\_01.pdf"; "14001-DI-EE50-I09662\_01.pdf"; "14003-DE-EE65-I61030\_07.pdf" – Diagramas unifilares;
- vii. "3.7-Sumário Cert Energia Gravier.pdf"– Sumário ;
- viii. "3.5-Estudo de medição Anemométrica EOL Gravier.pdf" - Certificação das Medições Anemométricas e da Produção Anual de Energia elaborada pela DNV e aceita pela ANEEL durante o processo de autorização do parque.
- ix. TEIF, IP, Consumo Interno e Perdas Elétricas - valores declarados no Sistema AEGE.

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

- i. **E-mail\_03.12.2021.pdf – Enviado pela EPE** - solicitou que o empreendedor tomasse as providências necessárias para a adesão ao Sistema AEGE e início de cadastramento de dados.
- ii. **E-mail\_AEGE\_13.12.2021 – Enviado pela EPE** - a EPE criou o projeto de ACL no Sistema AEGE para a usina Gravier e deu prazo de 15 dias para que o empreendedor completasse o preenchimento dos dados da usina e cadastrasse os documentos necessários à análise, tais como: diagramas unifilares, memorial descritivo, documento de acesso válido e certificação de medições anemométricas e de produção de energia.

- iii. **E-mail\_AEGE\_21.12.2021 – Recebido pela EPE** - O representante do empreendimento fez o upload dos documentos no sistema em 21 de dezembro de 2021.
- iv. **E-mail\_AEGE\_03.01.2022 – Enviado pela EPE** - a EPE solicitou a apresentação do diagrama unifilar da rede coletora contendo o esquema de ligação entre os aerogeradores e a SE Coletora, além de informações como extensão e bitola dos cabos utilizados.
- v. **E-mail\_AEGE\_04.01.2022 – Recebido pela EPE** - O diagrama foi apresentado no dia 4 de janeiro de 2022.
- i. **E-mail\_AEGE\_13.01.2022 – Enviado pela EPE** - solicitações para a retificação de dados cadastrados no Sistema AEGE, prontamente atendidas pelo representante do empreendimento.

## Anexo 1 – Cálculo da Garantia Física do Empreendimento Eólico - EOL Gravier

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

CEG	Usina	Ambiente	Potência (kW)	P50 <sub>CERT</sub> (MWh/ano)	Incerteza Padrão (%)	P90 <sub>CERT</sub> (MWh/ano)	TEIF (%)	IP (%)	ΔP (MWh/ano)	Pto de Ref.	GF (MWmed)
EOL.CV.CE.040794-1.01	Gravier	ACL	71400	307835,0	10,6	266010,0	3,97	1,40	5287,0	PMI	28,1

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.040794-1.01	Gravier	20635	17464	16206	12804	14444	15667	19237	24137	27075	28083	26522	24312

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.040794-1.01	Gravier	27,7	26,0	21,8	17,8	19,4	21,8	25,9	32,4	37,6	37,7	36,8	32,7