

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

***Cálculo de Garantia Física para fins de  
comercialização de energia no Ambiente de  
Contratação Livre - Usinas Fotovoltaicas  
Xaxado 1, 2 e 3***

**Fevereiro de 2024**



GOVERNO FEDERAL  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
MME/SNTEP

**Ministério de Minas e Energia**

**Ministro**

Alexandre Silveira de Oliveira

**Secretário Executivo**

Arthur Cerqueira Valério

**Secretário de Planejamento e**

**Transição Energética**

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

**Secretário de Energia Elétrica**

Gentil Nogueira de Sá Junior

**Secretário de Petróleo, Gás Natural e**

**Biocombustíveis**

Pietro Adamo Sampaio Mendes

**Secretário de Geologia, Mineração e**

**Transformação Mineral**

Vitor Eduardo de Almeida Saback



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 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 de Petróleo, Gás e Biocombustível**

Heloisa Borges Bastos Esteves

**Diretor 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 752 - 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 - Usinas Fotovoltaicas Xaxado 1, 2 e 3

**Coordenação Geral e Executiva**

Thiago Guilherme Ferreira Prado

**Coordenação Executiva**

Bernardo Folly de Aguiar

Renato Haddad Simões Machado

**Equipe Técnica**

Bruno Faria Cunha

Maria de Fátima de Carvalho Gama

Rafaela Veiga Pillar

**Nº EPE-DEE-RE-010/2024-r0**

Data: 16 de fevereiro de 2024

**Histórico de Revisões**

| Rev. | Data       | Descrição           |
|------|------------|---------------------|
| 0    | 16/02/2024 | Publicação Original |

## Índice

|                                                                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>APRESENTAÇÃO.....</b>                                                                                          | <b>5</b>  |
| 1. <i>Objetivo.....</i>                                                                                           | <i>6</i>  |
| 2. <i>Histórico.....</i>                                                                                          | <i>6</i>  |
| 3. <i>Metodologia de Cálculo de Garantia Física.....</i>                                                          | <i>6</i>  |
| 4. <i>Considerações da análise.....</i>                                                                           | <i>7</i>  |
| 5. <i>Características Técnicas dos Projetos Associados a GF calculada.....</i>                                    | <i>8</i>  |
| 6. <i>Sistema de Transmissão de Interesse Restrito.....</i>                                                       | <i>9</i>  |
| 7. <i>Conclusão.....</i>                                                                                          | <i>10</i> |
| 8. <i>Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise... Erro! Indicador não definido.</i> |           |
| <b>Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Xaxado 1, 2 e 3.....</b>             | <b>11</b> |

## APRESENTAÇÃO

A presente Nota Técnica registra os procedimentos efetuados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em conformidade com a regulamentação vigente, para o cálculo dos montantes de garantia física de energia dos empreendimentos de fonte fotovoltaica Xaxado 1, 2 e 3, 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 a solicitação do Ministério de Minas e Energia – MME por meio do Ofício nº 389/2023/DPOG/SNTEP-MME, recebido na EPE em 10 de janeiro de 2024, em formato digital.

## 1. Objetivo

Este documento tem por objetivo atender à solicitação do MME de cálculo da garantia física de energia dos empreendimentos fotovoltaicos Xaxado 1, 2 e 3, para fins de comercialização de energia no ACL, pela Ciranda 4 Energias Renováveis S.A., Ciranda 5 Energias Renováveis S.A. e Ciranda 6 Energias Renováveis S.A., respectivamente, empresas controladoras dos empreendimentos conforme processo encaminhado à EPE.

As análises visam, basicamente, avaliar as características técnicas dos empreendimentos que influenciam no cálculo dos montantes de garantia física, bem como questões relativas à conexão elétrica.

Vale ressaltar que o cálculo dos montantes de garantia física dos empreendimentos fotovoltaicos Xaxado 1, 2 e 3 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 Resoluções Autorizativas ANEEL nº 9.150, nº 9.151 e nº 9.152, de 18 de agosto de 2020, autorizaram a implantação e exploração das Centrais Geradoras Fotovoltaicas Xaxado 1, Xaxado 2 e Xaxado 3, respectivamente, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica.

O Despacho ANEEL nº 3.546, de 12 de dezembro de 2022, alterou a quantidade de unidades geradoras e o sistema de transmissão de interesse restrito compartilhado.

Os Despachos ANEEL nº 890, de 31 de março de 2023, nº 901, de 3 de abril de 2023, e nº 1.049, de 14 de abril de 2023, liberaram as unidades geradoras para início da geração comercial para as Centrais Geradoras Fotovoltaicas Xaxado 1, Xaxado 2 e Xaxado 3, respectivamente.

## 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 2.3 do Anexo 1 da Portaria MME nº 101/2016, o cálculo da garantia física de empreendimentos fotovoltaicos segue a formulação a seguir apresentada:

$$GF = \frac{[P50_{ac} \times (1 - TEIF) \times (1 - IP) - \Delta P]}{8760}$$

Sendo:

GF: garantia física de energia, em MW médio;

P50<sub>ac</sub>: Produção Anual de Energia Certificada, referente ao valor de energia anual que é excedido com uma probabilidade de ocorrência igual ou maior a (50%) cinquenta por cento para um período de variabilidade futura de vinte anos, que deve constar do documento de Certificação de Dados Solarimétricos 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 nos valores de produção anual de energia certificados já são abatidas as perdas relacionadas à temperatura, sujeira, sombreamento, angulares, espectrais, degradação dos módulos, mismatch, tolerância sobre a potência nominal dos módulos, ôhmicas na cablagem, eficiência do inversor e controle de potência máxima, degradação inicial dos módulos, nível de irradiância, entre outras.

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, foram tomados como referência os seguintes documentos:

- “Certificação de Produção Anual de Energia” – Usinas Fotovoltaicas Xaxado 1 a 3, documento nº AERO\_CERTSOL924\_XAXADO\_A, de 21/11/2022. Elaborado por Aeroespacial Tecnologias em Energia e Sistemas Renováveis LTDA.

## 5. Características Técnicas dos Projetos Associados a GF calculada

A seguir, são apresentadas as principais características dos projetos propostos pelo titular das usinas fotovoltaicas para o cálculo de garantia física.

### a) Localização – Município / UF:

Tabela 1 – Localização

| Usina Fotovoltaica | Município                 |
|--------------------|---------------------------|
| Xaxado 1           | São José do Belmonte - PE |
| Xaxado 2           | São José do Belmonte - PE |
| Xaxado 3           | São José do Belmonte - PE |

### b) Características Técnicas

As características técnicas principais são as mesmas constantes dos Despachos nº 890/2023, 901/2023 e 1.049/2023, citados no item 2 e estão descritas na tabela a seguir.

Tabela 2 – Características Técnicas

| Usina Fotovoltaica | Potência Total (KW) | Nº unidades geradoras | Potência unidade geradora (kW) | Módulo                                       | Inversor                   |
|--------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|
| Xaxado 1           | 32.000              | 172                   | 186,05                         | Canadian Solar CS7L-590MB-AG                 | SUN2000-215KTL-H3 / HUAWEI |
| Xaxado 2           | 32.000              | 172                   | 186,05                         | Canadian Solar CS7L-585MB-AG e CS7L-595MB-AG | SUN2000-215KTL-H3 / HUAWEI |
| Xaxado 3           | 32.000              | 172                   | 186,05                         | Canadian Solar CS7N-585MB-AG e CS7N-590MB-AG | SUN2000-215KTL-H3 / HUAWEI |

### c) Garantia Física de Energia

Os valores calculados de garantia física para os empreendimentos fotovoltaicos Xaxado 1, Xaxado 2 e Xaxado 3, assim como as informações energéticas necessárias para aplicação da metodologia estabelecida na Portaria MME nº 101/2016, estão apresentados no Anexo 1.

A tabela a seguir apresenta o montante de consumo interno somado às perdas elétricas até o

ponto de medição individual (PMI) da usina, declarado pelo agente e utilizado nesta avaliação:

Tabela 3 – Consumo interno e perdas elétricas até o PMI

| Usina Fotovoltaica | Consumo interno + perdas [MWh] | P50 [MWh] | % P50 |
|--------------------|--------------------------------|-----------|-------|
| Xaxado 1           | 1.074,30                       | 92.720,0  | 1,16% |
| Xaxado 2           | 1.074,80                       | 92.760,1  | 1,16% |
| Xaxado 3           | 1.076,10                       | 92.851,9  | 1,16% |

Para os empreendimentos fotovoltaicos Xaxado 1, Xaxado 2 e Xaxado 3, esses montantes, correspondentes a 1,16% do valor de sua Produção Certificada (P50) anual, foram considerados compatíveis com a topologia do sistema de interesse restrito das usinas.

## 6. Sistema de Transmissão de Interesse Restrito

O Sistema de Transmissão de Interesse Restrito é constituído por uma subestação coletora denominada SE Ciranda, com 01 transformador 34,5/230 kV de 120 MVA e uma linha de transmissão em 230 kV, circuito simples e extensão aproximada de 4 km, interligando a SE 230 kV Ciranda à SE 230 kV Bom Nome. O transformador elevador será compartilhado pelas UFVs Xaxado 1, 2 e 3. A linha de transmissão de uso exclusivo será compartilhada entre as UFVs Xaxado 1, 2 e 3 e as UFVs Ciranda 1, 2 e 3 conforme detalhado na tabela abaixo:

| Instalação                                             | Empreendimentos que compartilham        |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| SE Ciranda - Transformador TR1 (34,5/230 kV - 120 MVA) | UFVs Xaxado 1, 2 e 3                    |
| LT 230 kV Ciranda – Bom Nome (circuito simples - 4 km) | UFVs Xaxado 1, 2 e 3 e Ciranda 1, 2 e 3 |

### Documento de Acesso

O Parecer de Acesso Permanente DTA-2021-PA-0030-R0 (referente às UFVs Xaxado 1, 2 e 3), emitido em 10/02/2021, e os Contratos de Uso do Sistema de Transmissão – CUSTs relacionados na tabela abaixo encontram-se na documentação disponibilizada e disciplinam o acesso das UFVs ao Sistema Interligado Nacional – SIN. Nesses documentos, o ONS registra que até a entrada em operação da solução de planejamento da transmissão a ser definida para eliminar as sobrecargas nas LTs 230 kV Paulo Afonso – Floresta II e Araticum – Milagres, outorgada à transmissora Companhia Hidroelétrica do São Francisco, a usuária fica sujeita à restrição da sua geração, mesmo em condições normais de operação.

| Usina                                 | CUST     | Potência Instalada (MW) | Carga Própria (MW) | MUST (MW) |
|---------------------------------------|----------|-------------------------|--------------------|-----------|
| UFV Xaxado 1<br>UFV.RS.PE.034405-2.01 | 056/2021 | 32,00                   | 0,150              | 31,85     |
| UFV Xaxado 2<br>UFV.RS.PE.034406-0.01 | 057/2021 | 32,00                   | 0,150              | 31,85     |
| UFV Xaxado 3<br>UFV.RS.PE.034407-9.01 | 058/2021 | 32,00                   | 0,150              | 31,85     |

## 7. Conclusão

Os valores de garantia física são apresentados a seguir:

Tabela 6 – Garantia Física

| Usina    | GF (MWmed) |
|----------|------------|
| Xaxado 1 | 10,4       |
| Xaxado 2 | 10,4       |
| Xaxado 3 | 10,4       |

## Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Xaxado 1, 2 e 3

Tabela 6 – Informações Energéticas considerando o projeto associado à garantia física calculada

| CEG                   | Usina    | Ambiente | Potência (kW) | P50 <sub>CERT</sub> (MWh/ano) | TEIF (%) | IP (%) | $\Delta P$ (MWh/ano) | GF (MWmed) |
|-----------------------|----------|----------|---------------|-------------------------------|----------|--------|----------------------|------------|
| UFV.RS.PE.034405-2.01 | Xaxado 1 | ACL      | 32.000        | 92.720,0                      | 0,50     | 0,50   | 1.074,30             | 10,4       |
| UFV.RS.PE.034406-0.01 | Xaxado 2 | ACL      | 32.000        | 92.760,1                      | 0,50     | 0,50   | 1.074,80             | 10,4       |
| UFV.RS.PE.034407-9.01 | Xaxado 3 | ACL      | 32.000        | 92.851,9                      | 0,50     | 0,50   | 1.076,10             | 10,4       |