

# **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  
Santa Luzia 16 a 21***

**Março 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 Santa Luzia 16 a 21**

**Coordenação Geral e Executiva**  
Thiago Guilherme Ferreira Prado

**Coordenação Executiva**  
Bernardo Folly de Aguiar  
Renato Haddad Simões Machado

**Equipe Técnica**  
Bruno Faria Cunha  
Rafaela Veiga Pillar  
Luiz Felipe Froede Lorentz

**Nº EPE-DEE-RE-008/2024-r1**  
Data: 07 de março de 2024

## Histórico de Revisões

<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrição</b>
0	15/02/2024	Publicação Original
1	07/03/2024	Retificação do documento de referência citado no item 5.b (Características Técnicas), sem alteração dos dados da Tabela 2.

## Índice

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	5
1. <i>Objetivo</i> .....	6
2. <i>Histórico</i> .....	6
3. <i>Metodologia de Cálculo de Garantia Física</i> .....	6
4. <i>Considerações da análise</i> .....	7
5. <i>Características Técnicas dos Projetos Associados a GF calculada</i> .....	8
6. <i>Sistema de Transmissão de Interesse Restrito</i> .....	10
7. <i>Conclusão</i> .....	12
8. <i>Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise</i> .....	12
<b>Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Santa Luzia 16 a 21</b> .....	13

## 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 Santa Luzia 16 a 21, 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 dos Ofícios nº 404/2023/DPOG/SNTEP-MME, nº 405/2023/DPOG/SNTEP-MME, nº 406/2023/DPOG/SNTEP-MME, nº 407/2023/DPOG/SNTEP-MME, nº 408/2023/DPOG/SNTEP-MME e nº 409/2023/DPOG/SNTEP-MME, de 28 de dezembro de 2023, recebidos na EPE em 02 de janeiro de 2024 no Protocolo Geral da EPE, 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 Santa Luzia 16, Santa Luzia 17, Santa Luzia 18, Santa Luzia 19, Santa Luzia 20 e Santa Luzia 21, para fins de comercialização de energia no ACL, pela RIO ALTO STL XVI GERAÇÃO DE ENERGIA SPE LTDA, RIO ALTO STL XVII GERAÇÃO DE ENERGIA SPE LTDA, RIO ALTO STL XVIII GERAÇÃO DE ENERGIA SPE LTDA, RIO ALTO STL XIX GERAÇÃO DE ENERGIA SPE LTDA, RIO ALTO STL XX GERAÇÃO DE ENERGIA SPE LTDA e RIO ALTO STL XXI GERAÇÃO DE ENERGIA SPE LTDA, 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 Santa Luzia 16 a 21 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 nº 11.766, nº 11.767, nº 11.768, nº 11.769, nº 11.770 e nº 11.771, de 26 de abril de 2022, autorizaram a implantação e exploração das Centrais Geradoras Santa Luzia 16, Santa Luzia 17, Santa Luzia 18, Santa Luzia 19, Santa Luzia 20 e Santa Luzia 21, respectivamente, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica.

Ressalta-se ainda que serão disponibilizados ao MME os documentos complementares e esclarecimentos adicionais encaminhados durante a análise, conforme lista de documentos apresentada no item 8 desta Nota Técnica, cabendo ressaltar que o último documento recebido do empreendedor data de 01 de fevereiro de 2024.

## 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;

P50ac: 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;

$\Delta P$ : 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 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 dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia” – UFV Santa Luzia 16, R00.0, de 04/02/2021, pela Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia” – UFV Santa Luzia 17, R00.0, de 04/02/2021, pela Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia” – UFV Santa Luzia 18, R00.0, de 04/02/2021, pela Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia” – UFV Santa Luzia 19, R00.0, de 04/02/2021, pela Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia” – UFV Santa Luzia 20, R00.0, de 04/02/2021, pela Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.; e
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia” – UFV Santa Luzia 21, R00.0, de 04/02/2021, pela Fotovoltec Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.

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

A seguir, são apresentadas as principais características do projeto proposto pelo titular da usina fotovoltaica para o cálculo de garantia física.

### a) Localização – Município / UF:

Tabela 1 – Localização

Usina Fotovoltaica	Município
Santa Luzia 16	São Mamede - PB
Santa Luzia 17	São Mamede - PB
Santa Luzia 18	São Mamede - PB
Santa Luzia 19	São Mamede - PB
Santa Luzia 20	São Mamede - PB
Santa Luzia 21	São Mamede - PB

## b) Características Técnicas

As características técnicas principais são as mesmas constantes das Resoluções Autorizativas nº 11.766, nº 11.767, nº 11.768, nº 11.769, nº 11.770 e nº 11.771, de 26 de abril de 2022, citadas 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
Santa Luzia 16	50.000	250	200	Canadian Solar / CS7N-650MB-AG	Huawei / SUN2000-215KTL-H3
Santa Luzia 17	50.000	250	200	Canadian Solar / CS7N-650MB-AG	Huawei / SUN2000-215KTL-H3
Santa Luzia 18	50.000	250	200	Canadian Solar / CS7N-650MB-AG	Huawei / SUN2000-215KTL-H3
Santa Luzia 19	50.000	250	200	Canadian Solar / CS7N-650MB-AG	Huawei / SUN2000-215KTL-H3
Santa Luzia 20	50.000	250	200	Canadian Solar / CS7N-650MB-AG	Huawei / SUN2000-215KTL-H3
Santa Luzia 21	50.000	250	200	Canadian Solar / CS7N-650MB-AG	Huawei / SUN2000-215KTL-H3

## c) Garantia Física de Energia

Os valores calculados de garantia física para os empreendimentos fotovoltaicos Santa Luzia 16, Santa Luzia 17, Santa Luzia 18, Santa Luzia 19, Santa Luzia 20 e Santa Luzia 21, 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
Santa Luzia 16	2.711,40	134.175,00	2,02%
Santa Luzia 17	2.837,40	134.175,00	2,11%
Santa Luzia 18	2.838,50	134.245,00	2,11%
Santa Luzia 19	2.965,50	134.245,00	2,21%
Santa Luzia 20	2.965,50	134.245,00	2,21%
Santa Luzia 21	2.965,50	134.245,00	2,21%

Para os empreendimentos fotovoltaicos Santa Luzia 16, Santa Luzia 17, Santa Luzia 18, Santa Luzia 19, Santa Luzia 20 e Santa Luzia 21, esses montantes, correspondentes a 2,02%, 2,11%, 2,11%, 2,21%, 2,21% e 2,21% do valor de sua Produção Certificada (P50) anual, respectivamente, 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 Rio Alto II, contendo 3 transformadores 34,5-34,5/500 kV de 400 MVA e uma linha de transmissão em 500 kV, circuito simples e extensão aproximada de 1,5 km interligando a SE Rio Alto II à SE Santa Luzia II. Tal sistema é compartilhado entre as UFVs Santa Luzia 1 a 4, V, 6, VII, 8, IX, 10 a 21 conforme detalhado na tabela abaixo:

Instalação	Empreendimentos que compartilham
SE Rio Alto II - Transformador TE1 (34,5-34,5/500 kV - 400 MVA)	UFVs Santa Luzia 1 a 4, V, VII e IX
SE Rio Alto II - Transformador TE2 (34,5-34,5/500 kV - 400 MVA)	UFVs Santa Luzia 15, 18 a 21
SE Rio Alto II - Transformador TR3 (34,5-34,5/500 kV - 400 MVA)	UFVs Santa Luzia 6, 8, 16 e 17
LT 500 kV Rio Alto II – Santa Luzia II (circuito simples 1,5 km)	UFVs Santa Luzia 1 a 4, V, 6, VII, 8, IX, 10 a 21

- Documento de Acesso

O Parecer de Acesso DTA-2022-PA-0135-R3, os Contratos de Uso do Sistema de Transmissão – CUSTs relacionados na tabela abaixo e os respectivos termos aditivos aos CUSTs encontram-se na documentação disponibilizada e disciplinam o acesso das UFVs ao Sistema Interligado Nacional – SIN. Nesses documentos o ONS registra que o despacho pleno de geração das UFVs do Complexo Santa Luzia, embora não fosse o causador, agrava no cenário Nordeste exportador a sobrecarga no único transformador 500/230 kV - 450 MVA da SE João Pessoa II, tanto em condições normais de operação como em situações de contingência simples da LT 500 kV Campina Grande III – Pau Ferro ou da LT 500 kV Campina Grande III – Garanhuns II ou da LT 500 kV Santa Luzia II – Milagres II. Em decorrência, as UFVs do Complexo Santa Luzia podem ficar sujeitas à restrição parcial ou total de geração em condições normais de operação, assim como participar de sistema especial de proteção – SEP para corte automático de geração, com finalidade de evitar sobrecargas no único transformador 500/230 kV - 450 MVA da SE João Pessoa II. Essa situação persistiria até a entrada em operação do 2º (segundo) transformador 500/230 kV de 450 MVA da SE João Pessoa II, o que ocorreu em meados de 2023. Ademais, para que sejam respeitados os limites de transferência de energia entre as regiões Norte/Nordeste e Sudeste/Centro-Oeste, há atualmente restrições de escoamento de energia entre essas regiões, que, por sua vez, acarretam a necessidade de restringir, parcial ou totalmente, a geração de usinas localizadas nas regiões Norte e Nordeste em determinados cenários energéticos. Essas limitações de transmissão, embora não tenham sido consideradas como óbices nas análises regionais locais, poderão ocasionar restrição de geração nas UFVs do Complexo Santa Luzia, medida essa que permanecerá ativa até a entrada em operação das obras licitadas nos Lotes 1, 2, 5 e 6 do Leilão de Transmissão nº 001/2023-ANEEL e daquelas que compõem a solução estrutural de planejamento recomendada no relatório EPE-DEE-RE-018/2022.

Usina	Documento de Acesso	Potência Instalada (MW)	Carga Própria (MW)	MUST (MW)
UFV Santa Luzia 16	CUST 511/2022	50,000	0,700	49,300
UFV Santa Luzia 17	CUST 512/2022	50,000	0,700	49,300
UFV Santa Luzia 18	CUST 513/2022	50,000	0,700	49,300
UFV Santa Luzia 19	CUST 514/2022	50,000	0,700	49,300
UFV Santa Luzia 20	CUST 515/2022	50,000	0,700	49,300
UFV Santa Luzia 21	CUST 516/2022	50,000	0,700	49,300

## 7. Conclusão

Os valores de garantia física são apresentados a seguir:

Tabela 6 – Garantia Física

Usina	GF (MWmed)
Santa Luzia 16	14,9
Santa Luzia 17	14,9
Santa Luzia 18	14,9
Santa Luzia 19	14,9
Santa Luzia 20	14,9
Santa Luzia 21	14,9

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

**i. E-mail\_01\_2024-01-29 – Enviado pela EPE** – Solicitação de Memorial Descritivo, Contratos de Uso do Sistema de Transmissão – CUSTs assinados e diagramas unifilares.

**ii. E-mail\_02\_2024-01-30 – Recebido pela EPE** – Envio de Memorial Descritivo, Contratos de Uso do Sistema de Transmissão – CUSTs assinados e diagramas unifilares.

**iii. E-mail\_03\_2024-02-01 – Enviado pela EPE** – Solicitação do documento DTA-2022-PA-0135-R3.

**iv. E-mail\_04\_2024-02-01 – Recebido pela EPE** – Envio do documento DTA-2022-PA-0135-R3.

**Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Santa Luzia 16 a 21**

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 (%)	ΔP (MWh/ano)	GF (MWmed)
UFV.RS.PB.050865-9.01	Santa Luzia 16	ACL	50.000	134.175,0	0,45	0,25	2.711,40	14,9
UFV.RS.PB.050866-7.01	Santa Luzia 17	ACL	50.000	134.175,0	0,45	0,25	2.837,40	14,9
UFV.RS.PB.050867-5.01	Santa Luzia 18	ACL	50.000	134.245,0	0,45	0,25	2.838,50	14,9
UFV.RS.PB.050868-3.01	Santa Luzia 19	ACL	50.000	134.245,0	0,45	0,25	2.965,50	14,9
UFV.RS.PB.050869-1.01	Santa Luzia 20	ACL	50.000	134.245,0	0,45	0,25	2.965,50	14,9
UFV.RS.PB.050870-5.01	Santa Luzia 21	ACL	50.000	134.245,0	0,45	0,25	2.965,50	14,9