

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
Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20***

Dezembro de 2022



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Adolfo Sachsida

Secretária Executiva

Hailton Madureira de Almeida

Secretário de Planejamento e

Desenvolvimento Energético

José Guilherme de Lara Resende

Secretário de Energia Elétrica

Ricardo Marques Alves Pereira

**Secretária 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

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira (interino)

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 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 - Usinas Fotovoltaicas Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20

Coordenação Geral e Executiva

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Coordenação Executiva

Bernardo Folly de Aguiar

Equipe Técnica

Bruno César Mota Maçada
Bruno Faria Cunha
Rafaela Veiga Pillar

Nº EPE-DEE-RE-108/2022-r0

Data: 27 de dezembro de 2022

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	27/12/2022	Publicação Original

Índice

APRESENTAÇÃO.....	5
1. <i>Objetivo</i>	<i>6</i>
2. <i>Histórico.....</i>	<i>6</i>
3. <i>Metodologia de Cálculo de Garantia Física.....</i>	<i>7</i>
4. <i>Considerações da análise</i>	<i>8</i>
5. <i>Características Técnicas dos Projetos Associados a GF calculada.....</i>	<i>9</i>
6. <i>Sistema de Transmissão de Interesse Restrito.....</i>	<i>10</i>
7. <i>Conclusão</i>	<i>13</i>
Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20.....	14

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 Janaúba 15 a 20 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 dos Ofícios nº 383/2022/DPE/SPE-MME, 384/2022/DPE/SPE-MME, 385/2022/DPE/SPE-MME, 386/2022/DPE/SPE-MME, 390/2022/DPE/SPE-MME e 391/2022/DPE/SPE-MME, de 05 de dezembro de 2022, recebidos na EPE entre 06 e 14 de dezembro de 2022, 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 Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20, para fins de comercialização de energia no ACL, pela Janaúba XV Geração Solar Energia S.A., Janaúba XVI Geração Solar Energia S.A., Janaúba XVII Geração Solar Energia S.A., Janaúba XVIII Geração Solar Energia S.A., Janaúba XIX Geração Solar Energia S.A. e Janaúba XX Geração Solar Energia S.A., respectivamente, empresas titulares 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 Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20 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 Centrais Geradoras Solares Fotovoltaicas Janaúba 15, Janaúba 16, Janaúba 17, Janaúba 18, Janaúba 19 e Janaúba 20 foram autorizadas pela ANEEL, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica, através das Resoluções Autorizativas nº 8.479, nº 8.480, nº 8.481, nº 8.482, nº 8.483 e nº 8.484, de 17 de dezembro de 2019, respectivamente.

Até o momento, as últimas alterações de características técnicas das UFVs Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20 foram autorizadas através da Resolução Autorizativa ANEEL nº 2.832, de 30 de setembro de 2022.

As empresas Janaúba XV Geração Solar Energia S.A., Janaúba XVI Geração Solar Energia S.A., Janaúba XVII Geração Solar Energia S.A., Janaúba XVIII Geração Solar Energia S.A., Janaúba XIX Geração Solar Energia S.A. e Janaúba XX Geração Solar Energia S.A. solicitaram ao Ministério de Minas e Energia - MME a definição do montante de garantia física de energia das usinas fotovoltaicas Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20, por meio da Carta EL 1114/2022, de 24 de novembro de 2022.

Por meio dos Ofícios nº 383/2022/DPE/SPE-MME, 384/2022/DPE/SPE-MME, 385/2022/DPE/SPE-MME, 386/2022/DPE/SPE-MME, 390/2022/DPE/SPE-MME e 391/2022/DPE/SPE-MME, de 05 de dezembro de 2022, foram encaminhados à EPE os processos referentes à solicitação de cálculo de garantia física de energia dos empreendimentos fotovoltaicos Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20.

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;

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 a análise descrita nesta Nota Técnica, foram tomados como referências os seguintes documentos:

- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia UFV Janaúba XV Geração Solar Energia S.A” - R01.0, de 05 de maio de 2022, elaborado por FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia UFV Janaúba XVI Geração Solar Energia S.A” - R01.0, de 05 de maio de 2022, elaborado por FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia UFV Janaúba XVII Geração Solar Energia S.A” - R01.0, de 05 de maio de 2022, elaborado por FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia UFV Janaúba XVIII Geração Solar Energia S.A” - R01.0, de 05 de maio de 2022, elaborado por FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia UFV Janaúba XIX Geração Solar Energia S.A” - R01.0, de 05 de maio de 2022, elaborado por FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda;
- “Certificação dos Dados Solarimétricos e Certificação de Produção Anual de Energia UFV Janaúba XX Geração Solar Energia S.A” - R01.0, de 05 de maio de 2022, elaborado por FOTOVOLTEC Projetos e Consultoria de Energia Fotovoltaica Ltda.

5. Características Técnicas dos Projetos Associados a GF calculada

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

a) Localização – Município / UF:

Usina Fotovoltaica	Município
Janaúba 15	Janaúba - MG
Janaúba 16	Janaúba - MG
Janaúba 17	Janaúba - MG
Janaúba 18	Janaúba - MG
Janaúba 19	Janaúba - MG
Janaúba 20	Janaúba - MG

b) Características Técnicas

As características técnicas são as mesmas constantes do ato autorizativo citado no item 2.

As características técnicas principais estão descritas na tabela a seguir.

Usina Fotovoltaica	Potência Total (KW)	Nº unidades geradoras	Potência unidade geradora (kW)	Módulo	Inversor
Janaúba 15	50.000	252	198,41	Longi Solar / LR5-72HBD 540 Wp	Huawei / SUN2000-215KTL-H0
Janaúba 16	50.000	252	198,41	Longi Solar / LR5-72HBD 540 Wp	Huawei / SUN2000-215KTL-H0
Janaúba 17	50.000	252	198,41	Longi Solar / LR5-72HBD 540 Wp	Huawei / SUN2000-215KTL-H0
Janaúba 18	50.000	252	198,41	Jinko Solar / JKM535M-72HL4-BDVP e JKM540M-72HL4-BDVP	Huawei / SUN2000-215KTL-H0
Janaúba 19	50.000	252	198,41	Jinko Solar / JKM535M-72HL4-BDVP e JKM540M-72HL4-BDVP	Huawei / SUN2000-215KTL-H0
Janaúba 20	50.000	252	198,41	Jinko Solar / JKM535M-72HL4-BDVP e JKM540M-72HL4-BDVP	Huawei / SUN2000-215KTL-H0

c) Garantia Física de Energia

Os valores calculados de garantia física para os empreendimentos fotovoltaicos Janaúba 15, Janaúba 16, Janaúba 17, Janaúba 18, Janaúba 19 e Janaúba 20, 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 os montantes de consumo interno somados às perdas elétricas até o ponto de medição individual (PMI) das usinas, declarados pelos agentes e utilizados nesta avaliação:

Usina Fotovoltaica	Consumo interno + perdas [MWh]	P50 [MWh]	% P50
Janaúba 15	3.521,80	135.900,0	2,59%
Janaúba 16	3.521,80	135.900,0	2,59%
Janaúba 17	3.521,80	135.900,0	2,59%
Janaúba 18	3.565,90	138.079,0	2,58%
Janaúba 19	3.565,90	138.079,0	2,58%
Janaúba 20	3.565,90	138.079,0	2,58%

Para os empreendimentos fotovoltaicos Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20, esses montantes, correspondentes a aproximadamente 2,6% 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

A conexão das UFVs Janaúba 15 a 20 na Rede Básica será feita radialmente no barramento de 500 kV da SE Janaúba 3 500/230 kV, de propriedade da Equatorial Transmissora 4 SPE S.A., no mesmo módulo de entrada de linha onde também se conectarão as UFVs Janaúba 1 a 14. Para tanto, será construída uma linha de transmissão em 500 kV, circuito simples, com cerca de 20 km de extensão, derivada da subestação coletora dessas usinas fotovoltaicas denominada SE UFV Janaúba.

O sistema de transmissão de interesse restrito e uso compartilhado pelas UFVs do Complexo Janaúba será composto por:

a) Instalações de transmissão de uso compartilhado pelas UFVs Janaúba 1 a 20:

- 01 (um) módulo de entrada de linha no barramento de 500 kV da SE Janaúba 3, compatível com o arranjo em barra dupla com disjuntor e meio – DJM;
- LT 500 kV UFV Janaúba – Janaúba 3, em circuito simples, com cerca de 20 km de extensão;
- Setor de 500 kV da SE UFV Janaúba, contendo: 01 (um) módulo de entrada de linha, 02 (dois) módulos de interligação de barras e 03 (três) módulos de conexão de transformador, compatíveis com arranjo de barra dupla com disjuntor e meio – DJM.

b) Instalações de transmissão de uso compartilhado pelas UFVs Janaúba 1 a 7:

- 01 (um) transformador elevador (TR1) 34,5-34,5/500 kV - 240/320/400 MVA (ONAN / ONAF1 / ONAF 2) na SE UFV Janaúba;
- Setor de 34,5 kV da SE UFV Janaúba: 02 (dois) barramentos, cada um dividido em 02 (duas) seções de barra, e 04 (quatro) módulos de conexão de transformador, compatível com o arranjo em barra simples. Esses barramentos em 34,5 kV se interligarão aos enrolamentos primários do transformador elevador TR1.

c) Instalações de transmissão de uso compartilhado pelas UFVs Janaúba 8 a 14:

- 01 (um) transformador elevador (TR2) 34,5-34,5/500 kV - 240/320/400 MVA (ONAN / ONAF1 / ONAF 2) na SE UFV Janaúba;
- Setor de 34,5 kV da SE UFV Janaúba: 02 (dois) barramentos, cada um dividido em 02 (duas) seções de barra, e 04 (quatro) módulos de conexão de transformador, compatível com o arranjo em barra simples. Esses barramentos em 34,5 kV se interligarão aos enrolamentos primários do transformador elevador TR2.

d) Instalações de transmissão de uso compartilhado pelas UFVs Janaúba 15 a 20:

- 01 (um) transformador elevador (TR3) 34,5-34,5/500 kV - 240/320/400 MVA (ONAN / ONAF1 / ONAF 2) na SE UFV Janaúba;
- Setor de 34,5 kV da SE UFV Janaúba: 02 (dois) barramentos e 02 (dois) módulos de conexão de transformador, compatíveis com o arranjo em barra simples. Esses barramentos em 34,5 kV se interligarão aos enrolamentos primários do transformador elevador TR3.

Adicionalmente às instalações de transmissão de uso compartilhado acima citadas, serão implantados 60 (sessenta) alimentadores em 34,5 kV, sendo 03 (três) para cada uma das UFVs Janaúba 1 a 20. As UFVs Janaúba 1 a 14 terão seus conjuntos de alimentadores unificados e ligados em 14 (quatorze) conexões no setor de 34,5 kV da SE UFV Janaúba 34,5/500 kV, enquanto as UFVs Janaúba 15 a 20 terão seus alimentadores individualmente ligados em 18 (dezoito) conexões no setor de 34,5 kV da citada subestação elevadora.

Instalação	Descrição
SE UFV Janaúba	Subestação coletora 34,5/500 kV contendo: • 3 transformadores 34,5/500 kV de 400 MVA;
LT de Interesse Restrito	Linha de transmissão no nível de tensão de 500 kV; • 1 circuito simples • Comprimento: 20 km

Parecer de Acesso

Os empreendimentos apresentaram o Parecer de Acesso (DTA-2020-PA-0120-R3) emitido em outubro de 2022 para as usinas Janaúba 11 a 20, onde declaram que a entrada em operação dessas usinas fotovoltaicas, injetando até 500,0 MW na SE Janaúba 3 500 kV a partir de julho/2022, podem sofrer restrição de geração visto que o sistema de transmissão da região norte de Minas Gerais já apresenta limitações que impossibilita o escoamento pleno da geração local, acarretando restrição do despacho de usinas fotovoltaicas na região, seja em condições normais de operação seja em situações de contingência de elementos da rede.

7. Conclusão

Os valores de garantia física são apresentados a seguir:

Usina	GF (MWmed)
Janaúba 15	15,0
Janaúba 16	15,0
Janaúba 17	15,0
Janaúba 18	15,2
Janaúba 19	15,2
Janaúba 20	15,2

Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Janaúba 15, 16, 17, 18, 19 e 20

Tabela 1 – Informações Energéticas considerando os projetos associados às garantias físicas calculadas

CEG	Usina	Ambiente	Potência (kW)	P50 _{CERT} (MWh/ano)	TEIF (%)	IP (%)	ΔP (MWh/ano)	GF (MWmed)
UFV.RS.MG. 040871-9.01	Janaúba 15	ACL	50.000,0	135.900,0	0,50	0,50	3.521,8	15,0
UFV.RS.MG. 040872-7.01	Janaúba 16	ACL	50.000,0	135.900,0	0,50	0,50	3.521,8	15,0
UFV.RS.MG. 040873-5.01	Janaúba 17	ACL	50.000,0	135.900,0	0,50	0,50	3.521,8	15,0
UFV.RS.MG. 040874-3.01	Janaúba 18	ACL	50.000,0	138.079,0	0,50	0,50	3.565,9	15,2
UFV.RS.MG. 040875-1.01	Janaúba 19	ACL	50.000,0	138.079,0	0,50	0,50	3.565,9	15,2
UFV.RS.MG. 040876-0.01	Janaúba 20	ACL	50.000,0	138.079,0	0,50	0,50	3.565,9	15,2