

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
Arinos 3, 5, 6, 7, 18, 19 e 20***

Agosto de 2022



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Adolfo Sachsida

Secretária Executivo

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

Erik Eduardo Rego

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 Arinos 3, 5, 6, 7, 18, 19 e 20

Coordenação Geral e Executiva

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

Bernardo Folly de Aguiar

Equipe Técnica

Bruno César Mota Maçada

Bruno Faria Cunha

Rafaela Veiga Pillar

Nº EPE-DEE-RE-076/2022-r0

Data: 31 de agosto de 2022

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	31/08/2022	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.....	8
6. Sistema de Transmissão de Interesse Restrito.....	10
7. Conclusão	11
8. Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise.....	12
Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Arinos 3, 5, 6, 7, 18, 19 e 20.....	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 Arinos 3, Arinos 5, Arinos 6, Arinos 7, Arinos 18, Arinos 19 e Arinos 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 do Ofício nº 228/2022/DPE/SPE-MME, de 22 de julho de 2022, recebido na EPE nesta mesma data, 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 Arinos 3, 5, 6, 7, 18, 19 e 20, para fins de comercialização de energia no ACL, pela Usina Solar Arinos 3 SPE S.A., Usina Solar Arinos 5 SPE S.A., Usina Solar Arinos 6 SPE S.A., Usina Solar Arinos 7 SPE S.A., Usina Solar Arinos 18 SPE S.A., Usina Solar Arinos 19 SPE S.A. e Usina Solar Arinos 20 SPE 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 Arinos 3, 5, 6, 7, 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 Arinos 3, Arinos 5, Arinos 6, Arinos 7, Arinos 18, Arinos 19 e Arinos 20 foram autorizadas pela ANEEL, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica, através das Resoluções Autorizativas nº 10.170, nº 10.172, nº 10.173, nº 10.174, nº 10.185, nº 10.186 e nº 10.187, de 15 de junho de 2021, respectivamente.

As empresas Usina Solar Arinos 3 SPE S.A., Usina Solar Arinos 5 SPE S.A., Usina Solar Arinos 6 SPE S.A., Usina Solar Arinos 7 SPE S.A., Usina Solar Arinos 18 SPE S.A., Usina Solar Arinos 19 SPE S.A. e Usina Solar Arinos 20 SPE S.A. solicitaram ao Ministério de Minas e Energia - MME a definição do montante de garantia física de energia das usinas fotovoltaicas Arinos 3, 5, 6, 7, 18, 19 e 20, por meio da Carta REG-015-22, de 15 de julho de 2022.

Por meio do Ofício nº 228/2022/DPE/SPE-MME, de 22 de julho de 2022, foram encaminhados à EPE os processos referentes à solicitação de cálculo de garantia física de energia dos empreendimentos fotovoltaicos Arinos 3, 5, 6, 7, 18, 19 e 20.

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 25 de agosto 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 2.3 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 de Dados Solarimétricos e de Produção Anual de Energia - Usinas Fotovoltaicas Arinos 1 a 32” - AERO_CERTSOL763_ARINOS_A, de 15 de julho de 2021, 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 pelos titulares das usinas fotovoltaicas para o cálculo de garantia física.

a) Localização – Município / UF:

Usina Fotovoltaica	Município
Arinos 3	Arinos – MG
Arinos 5	Arinos – MG
Arinos 6	Arinos – MG
Arinos 7	Arinos – MG
Arinos 18	Arinos – MG
Arinos 19	Arinos – MG
Arinos 20	Arinos – 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
Arinos 3	48.118	14	3.437	JKM520M-7TL4-TV/Jinko Solar	SG3125HV-30/Sungrow
Arinos 5	48.118	14	3.437	JKM520M-7TL4-TV/Jinko Solar	SG3125HV-30/Sungrow
Arinos 6	48.118	14	3.437	JKM520M-7TL4-TV/Jinko Solar	SG3125HV-30/Sungrow
Arinos 7	48.118	14	3.437	JKM520M-7TL4-TV/Jinko Solar	SG3125HV-30/Sungrow
Arinos 18	48.118	14	3.437	JKM520M-7TL4-TV/Jinko Solar	SG3125HV-30/Sungrow
Arinos 19	48.118	14	3.437	JKM520M-7TL4-TV/Jinko Solar	SG3125HV-30/Sungrow
Arinos 20	48.118	14	3.437	JKM520M-7TL4-TV/Jinko Solar	SG3125HV-30/Sungrow

c) Garantia Física de Energia

Os valores calculados de garantia física para os empreendimentos fotovoltaicos Arinos 3, Arinos 5, Arinos 6, Arinos 7, Arinos 18, Arinos 19 e Arinos 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
Arinos 3	1.888,34	145.256,5	1,30%
Arinos 5	1.888,34	145.256,5	1,30%
Arinos 6	1.888,34	145.256,5	1,30%
Arinos 7	1.888,34	145.256,5	1,30%

Arinos 18	1.888,34	145.256,5	1,30%
Arinos 19	1.888,34	145.256,5	1,30%
Arinos 20	1.888,34	145.256,5	1,30%

Para os empreendimentos fotovoltaicos Arinos 3, 5, 6, 7, 18, 19 e 20, esses montantes, correspondentes a 1,30%, 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 Arinos 1 a 20 na Rede Básica será feita radialmente no barramento de 500 kV da SE Arinos 2 500 kV, de propriedade da Veredas Transmissora de Eletricidade S.A. Para tanto, será construída uma linha de transmissão em 500 kV, circuito simples, com cerca de 1,0 km de extensão, derivada da subestação coletora dessas usinas fotovoltaicas denominada SE Solar Arinos.

O sistema de transmissão de interesse restrito e uso compartilhado pelas UFVs do Complexo Fotovoltaico Solar Arinos, será composto por:

- a) 01 (um) módulo de entrada de linha no barramento de 500 kV da SE Arinos 2, compatível com o arranjo em barra dupla com disjuntor e meio – DJM;
- b) LT 500 kV Arinos 2 – Solar Arinos, em circuito simples, com cerca de 1,0 km de extensão;
- c) SE Solar Arinos, subestação coletora, contendo:
 - Setor de 500 kV com 04 (quatro) módulos de conexão de transformador e 01 (um) módulo de entrada de linha, compatíveis com o arranjo em barra dupla em anel com possibilidade de evolução para disjuntor e meio – DJM;
 - 04 (quatro) transformadores elevadores 34,5-34,5/500 kV – 222 / 296 / 370 MVA (ONAN / ONAF 1 / ONAF 2);
 - Setor de 34,5 kV: 04 (quatro) módulos de conexão de transformador, compatíveis com o arranjo em barra simples.

Adicionalmente às instalações de transmissão de uso compartilhado acima citadas, serão implantados 80 (oitenta) alimentadores em 34,5 kV, sendo 04 (quatro) para cada uma das UFVs Arinos 1 a 20, a serem conectados no barramento de 34,5 kV da SE Solar Arinos.

Instalação	Descrição
SE Solar Arinos	Subestação coletora 34,5/500 kV contendo: 4 transformadores 34,5/500 kV de 370 MVA;
LT de Interesse Restrito	Linha de transmissão no nível de tensão de 500 kV; 1 circuito simples - Comprimento: 1,0 km

Parecer de Acesso

Os empreendimentos Arinos 3, 5, 6, 7, 18 ,19 e 20 possuem os CUSTs (066/2022, 068/2022, 069/2022, 070/2022, 081/2022, 082/2022 e 083/2022) assinados em março de 2022 e o Parecer de Acesso (DTA-2021-PA-0164-R0) emitido em dezembro de 2021, onde declara que a entrada em operação dessas usinas fotovoltaicas agravará problemas na rede de transmissão e poderão sofrer restrição de geração, visto que o sistema de transmissão da região norte de Minas Gerais já apresenta limitações que impossibilitam 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)
Arinos 3	16,3
Arinos 5	16,3
Arinos 6	16,3
Arinos 7	16,3
Arinos 18	16,3
Arinos 19	16,3
Arinos 20	16,3

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

- i. E-mail_01_2022-08-25.pdf – Enviado pela EPE** – Solicitação dos valores de TEIF IP em unidade percentual.
- ii. E-mail_02_2022-08-25.pdf – Recebido pela EPE** – Envio dos valores de TEIF IP em unidade percentual.

Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Arinos 3, 5, 6, 7, 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. 047299-9.01	Arinos 3	ACL	48.118	145.256,5	0,45	0,25	1.888,34	16,3
UFV.RS.MG. 047301-4.01	Arinos 5	ACL	48.118	145.256,5	0,45	0,25	1.888,34	16,3
UFV.RS.MG. 047302-2.01	Arinos 6	ACL	48.118	145.256,5	0,45	0,25	1.888,34	16,3
UFV.RS.MG. 047303-0.01	Arinos 7	ACL	48.118	145.256,5	0,45	0,25	1.888,34	16,3
UFV.RS.MG. 047314-6.01	Arinos 18	ACL	48.118	145.256,5	0,45	0,25	1.888,34	16,3
UFV.RS.MG. 047315-4.01	Arinos 19	ACL	48.118	145.256,5	0,45	0,25	1.888,34	16,3
UFV.RS.MG. 047316-2.01	Arinos 20	ACL	48.118	145.256,5	0,45	0,25	1.888,34	16,3