

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 Sol
do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e
XXXVI, e Terra do Sol VII e XI***

Outubro de 2020



GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
MME/SPE

Ministério de Minas e Energia

Ministro

Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior

Secretária Executivo

Marisete Fátima Dadald Pereira

**Secretário-Adjunto de Planejamento e
Desenvolvimento Energético**

Hélio Neves Guerra

Secretário de Energia Elétrica

Rodrigo Limp Nascimento

**Secretária de Petróleo, Gás Natural e
Combustíveis Renováveis**

José Mauro Ferreira Coelho

**Secretário de Geologia, Mineração e
Transformação Mineral**

Alexandre Vidigal de Oliveira



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 Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI

Coordenação Geral e Executiva

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Erik Eduardo Rego

Coordenação Executiva

Bernardo Folly de Aguiar

Equipe Técnica

Bruno Faria Cunha

Paulo Fernando de Matos Araujo

Rafaela Veiga Pillar

Nº EPE-DEE-RE-069/2020-r0

Data: 28 de outubro de 2020

Histórico de Revisões

Rev.	Data	Descrição
0	28/10/2020	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>8</i>
6. <i>Sistema de Transmissão de Interesse Restrito.....</i>	<i>10</i>
7. <i>Conclusão.....</i>	<i>11</i>
8. <i>Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise.....</i>	<i>11</i>
8.1 <i>Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise.....</i>	<i>11</i>
8.2 <i>Lista de e-mails enviados e recebidos pela EPE durante a análise.....</i>	<i>11</i>
Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI.....	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 Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI 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 242/2020/DPE/SPE-MME, de 05 de outubro de 2020, 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 Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI, para fins de comercialização de energia no ACL, pela Sol do Sertão OB I Energia Solar Ltda, Sol do Sertão OB II Energia Solar Ltda e Sol do Sertão OB III Energia Solar Ltda, 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 Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI 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 Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI foram autorizadas pela ANEEL, sob o regime de Produção Independente de Energia Elétrica, através das Resoluções Autorizativas nº 7.996, nº 7.999, nº 7.997, nº 8.000, nº 8.001, nº 8.002, nº 8.003 e nº 7.998, de 23 de julho de 2019, respectivamente.

Os Despachos ANEEL nº 2.167, nº 2.169, nº 2.168, nº 2.170, nº 2.172, nº 2.171, nº 2.173 e nº 2.174, de 24 de julho de 2020, alteraram as características técnicas das UFVs Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI, respectivamente.

As empresas Sol do Sertão OB I Energia Solar Ltda, Sol do Sertão OB II Energia Solar Ltda e Sol do Sertão OB III Energia Solar Ltda, solicitaram ao Ministério de Minas e Energia - MME a definição do montante de garantia física de energia das usinas fotovoltaicas Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI, por meio de Carta S/N, de 11 de setembro de 2020.

Por meio do Ofício nº 242/2020/DPE/SPE-MME, de 05 de outubro de 2020, foi encaminhado à EPE o processo referente à solicitação de cálculo de garantia física de energia dos empreendimentos fotovoltaicos Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI.

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 14 de outubro de 2020.

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 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” (AERO_CERTSOL683_SOL_DO_SERTAO_B), de 10 de setembro de 2020, elaborado pela Aeroespacial.
- Carta S/N, de 11 de setembro de 2020, contendo os valores de TEIF, IP, consumo interno e perdas elétricas até o ponto de medição individual.

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
Sol do Sertão VIII	Oliveira dos Brejinhos-BA
Sol do Sertão XII	Oliveira dos Brejinhos-BA
Sol do Sertão XIII	Oliveira dos Brejinhos-BA
Sol do Sertão XIV	Oliveira dos Brejinhos-BA
Sol do Sertão XXXV	Oliveira dos Brejinhos-BA
Sol do Sertão XXXVI	Oliveira dos Brejinhos-BA
Terra do Sol VII	Oliveira dos Brejinhos-BA
Terra do Sol XI	Oliveira dos Brejinhos-BA

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
Sol do Sertão VIII	95.245,92	28	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV
Sol do Sertão XII	54.426,24	16	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV
Sol do Sertão XIII	74.836,08	22	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV
Sol do Sertão XIV	20.409,84	6	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV
Sol do Sertão XXXV	27.213,12	8	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV
Sol do Sertão XXXVI	40.819,68	12	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV
Terra do Sol VII	54.426,24	16	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV
Terra do Sol XI	47.622,96	14	3.401,6	Longi Solar / LR4-72HBD-440	Sungrow / SG3125HV

c) Garantia Física de Energia

Os valores calculados de garantia física para os empreendimentos fotovoltaicos Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI, 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
Sol do Sertão VIII	4.557,00	276.180,2	1,65%
Sol do Sertão XII	2.598,40	157.479,6	1,65%
Sol do Sertão XIII	3.583,60	217.187,0	1,65%
Sol do Sertão XIV	985,10	59.696,7	1,65%
Sol do Sertão XXXV	1.296,10	78.555,8	1,65%
Sol do Sertão XXXVI	1.948,90	118.110,6	1,65%

Terra do Sol VII	2.598,40	157.479,6	1,65%
Terra do Sol XI	2.278,50	138.092,2	1,65%

Para os empreendimentos fotovoltaicos Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI, esses montantes, correspondentes a 1,65% 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 Complexo Sol do Sertão, composto pelas UFVs Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI, terá um único Sistema de Transmissão de Interesse Restrito compartilhado entre todas as unidades do complexo.

A conexão se dará por meio de um seccionamento da LT 500 kV Bom Jesus da Lapa II – Gentio do Ouro II de 254 metros entre o ponto de seccionamento e a subestação coletora Sol do Sertão, sendo a subestação mais próxima a SE Gentio do Ouro II, a 125 km de distância do ponto de seccionamento.

Instalação	Descrição
SE Sol do Sertão	Subestação seccionadora/coletora 34,5/500 kV contendo 2 transformadores 34,5/500 kV de 300 MVA.

Parecer de Acesso

O Parecer de Acesso DTA-2020-PA-0126-R0, emitido em 10 de julho de 2020, encontra-se na documentação disponibilizada e contempla as características técnicas do empreendimento e o compartilhamento das instalações.

Nesse documento o ONS registra que a entrada em operação das UFVs do Complexo Sol do Sertão não acarretará problemas de tensão e de carregamento em linhas ou equipamentos do sistema de transmissão tanto em regime normal de operação como em contingências simples de elementos da rede elétrica da região, considerando a antecipação dos empreendimentos de transmissão entre o oeste da Bahia e Norte de Minas Gerais. Sem o conjunto dos

empreendimentos, poderá ser necessária a adequação do SEP existente de corte de geração na região.

Estimativa de Perdas Elétricas

O montante de consumo interno somado ao valor das perdas elétricas até o ponto de medição individual (PMI) declarado pelo agente corresponde a 1,65% do valor de Produção Certificada (P50). Neste caso específico, os valores informados de perdas elétricas e de consumo interno foram considerados compatíveis e, por este motivo, não foram elaboradas as planilhas de estimativa de perdas elétricas.

7. Conclusão

Os valores de garantia física são apresentados a seguir:

Usina	GF (MWmed)
Sol do Sertão VIII	30,7
Sol do Sertão XII	17,5
Sol do Sertão XIII	24,1
Sol do Sertão XIV	6,6
Sol do Sertão XXXV	8,7
Sol do Sertão XXXVI	13,1
Terra do Sol VII	17,5
Terra do Sol XI	15,3

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

8.1 Lista de documentos solicitados e recebidos pela EPE durante a análise

- i. “Layout geral” – documento nº 9005-03-03-CV-DE-0001 (ver e-mail de 14/10/2020).

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

- i. **E-mail_01_2020-10-14.pdf – Enviado pela EPE** – Solicitação de envio do *layout* do Complexo.
- ii. **E-mail_02_2020-10-14.pdf – Recebido pela EPE** – Envio do *Layout* geral (nº 9005-03-03-CV-DE-0001)

Anexo 1 – Cálculo das Garantias Físicas dos Empreendimentos Fotovoltaicos Sol do Sertão VIII, XII, XIII, XIV, XXXV e XXXVI, e Terra do Sol VII e XI

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.BA.032066-8.01	Sol do Sertão VIII	ACL	95.245,92	276.180,2	1,0	0,0	4.557,00	30,7
UFV.RS.BA.032050-1.01	Sol do Sertão XII	ACL	54.426,24	157.479,6	1,0	0,0	2.598,40	17,5
UFV.RS.BA.032052-8.01	Sol do Sertão XIII	ACL	74.836,08	217.187,0	1,0	0,0	3.583,60	24,1
UFV.RS.BA.032065-0.01	Sol do Sertão XIV	ACL	20.409,84	59.696,7	1,0	0,0	985,10	6,6
UFV.RS.BA.032049-8.01	Sol do Sertão XXXV	ACL	27.213,12	78.555,8	1,0	0,0	1.296,10	8,7
UFV.RS.BA.032067-6.01	Sol do Sertão XXXVI	ACL	40.819,68	118.110,6	1,0	0,0	1.948,90	13,1
UFV.RS.BA.032053-6.01	Terra do Sol VII	ACL	54.426,24	157.479,6	1,0	0,0	2.598,40	17,5
UFV.RS.BA.032059-5.01	Terra do Sol XI	ACL	47.622,96	138.092,2	1,0	0,0	2.278,50	15,3

Tabela 2 – Garantia Física Sazonalizada em MWh

CEG	Usina	GF Sazonalizada (MWh)											
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
UFV.RS.BA.032066-8.01	Sol do Sertão VIII	24.692	20.825	23.775	20.479	20.831	20.098	21.562	24.029	24.772	24.341	20.553	22.904
UFV.RS.BA.032050-1.01	Sol do Sertão XII	19.417	16.376	18.696	16.106	16.380	15.804	16.957	18.900	19.485	19.140	16.161	18.009
UFV.RS.BA.032052-8.01	Sol do Sertão XIII	14.081	11.872	13.558	11.675	11.875	11.458	12.292	13.699	14.127	13.888	11.723	13.059
UFV.RS.BA.032065-0.01	Sol do Sertão XIV	5.335	4.504	5.138	4.431	4.505	4.346	4.663	5.201	5.355	5.251	4.437	4.950
UFV.RS.BA.032049-8.01	Sol do Sertão XXXV	7.026	5.922	6.765	5.824	5.919	5.710	6.127	6.832	7.052	6.931	5.851	6.514
UFV.RS.BA.032067-6.01	Sol do Sertão XXXVI	10.561	8.904	10.168	8.756	8.906	8.593	9.219	10.274	10.596	10.416	8.792	9.794
UFV.RS.BA.032053-6.01	Terra do Sol VII	14.081	11.872	13.558	11.675	11.875	11.458	12.292	13.699	14.127	13.888	11.723	13.059
UFV.RS.BA.032059-5.01	Terra do Sol XI	12.346	10.412	11.887	10.240	10.415	10.049	10.782	12.015	12.387	12.172	10.277	11.451

Tabela 3 – Garantia Física Sazonalizada em MWmédios

CEG	Usina	GF Sazonalizada (MWmed)											
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
UFV.RS.BA.032066-8.01	Sol do Sertão VIII	33,2	31,0	32,0	28,4	28,0	27,9	29,0	32,3	34,4	32,7	28,5	30,8
UFV.RS.BA.032050-1.01	Sol do Sertão XII	26,1	24,4	25,1	22,4	22,0	21,9	22,8	25,4	27,1	25,7	22,4	24,2
UFV.RS.BA.032052-8.01	Sol do Sertão XIII	18,9	17,7	18,2	16,2	16,0	15,9	16,5	18,4	19,6	18,7	16,3	17,6
UFV.RS.BA.032065-0.01	Sol do Sertão XIV	7,2	6,7	6,9	6,2	6,1	6,0	6,3	7,0	7,4	7,1	6,2	6,7
UFV.RS.BA.032049-8.01	Sol do Sertão XXXV	9,4	8,8	9,1	8,1	8,0	7,9	8,2	9,2	9,8	9,3	8,1	8,8
UFV.RS.BA.032067-6.01	Sol do Sertão XXXVI	14,2	13,2	13,7	12,2	12,0	11,9	12,4	13,8	14,7	14,0	12,2	13,2
UFV.RS.BA.032053-6.01	Terra do Sol VII	18,9	17,7	18,2	16,2	16,0	15,9	16,5	18,4	19,6	18,7	16,3	17,6
UFV.RS.BA.032059-5.01	Terra do Sol XI	16,6	15,5	16,0	14,2	14,0	14,0	14,5	16,1	17,2	16,4	14,3	15,4