

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 165 kWp  
LOCAL: ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR- MA



FLS. Nº 04  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

**PROJETO DE INSTALAÇÃO**  
**MINIGERAÇÃO POR ENERGIA SOLAR**

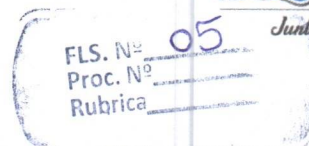
SISTEMA DE MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE 165 kWp  
PREFEITURA MUNICIPAL DE DUQUE BACELAR - MA  
DUQUE BACELAR - MA

**12 DE JULHO DE 2023**

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 165 kWp  
LOCAL: ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR – MA



## Sumário



*Juntos em uma nova história!*

1.0 INTRODUÇÃO .....	3
2.0 NORMAS APLICÁVEIS.....	3
3.0 CONSIDERAÇÕES .....	4
4.0 POTÊNCIA GERADA.....	4
5.0 PADRÃO DE ENTRADA .....	7
6.0 SISTEMA DE MEDIÇÃO .....	7
7.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES.....	8
8.0 HISTÓRICOS DE CONSUMO (2021 – 2022) .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.0 LEVANTAMENTO DE CARGAS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
10.0 PROTEÇÕES .....	8
11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA .....	9
12.0 FATOR DE POTÊNCIA.....	9
13.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA.....	10
14. ATERRAMENTO .....	10
14.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	11
14.1 INVERSOR:.....	11
14.2 MÓDULO FOTOVOLTAICO: .....	11
14.3 CONDUTOR:.....	12
14.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA: .....	12
14.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTÍNUA: .....	12

FLS. Nº 06  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

## MEMORIAL DESCRITIVO

### 1.0 INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo tem por objetivo descrever o projeto de um sistema de microgeração distribuída de baixa tensão, utilizando a energia solar como fonte de energia alternativa, para atender as instalações da **PREFEITURA MUNICIPAL DE DUQUE BACELAR - MA**, localizada na **MA - 034, S/N, ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR - MA**, TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO 220/380 V.

### 2.0 NORMAS APLICÁVEIS

- a) ABNT NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- b) ABNT NBR 10899: Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia.
- c) ABNT NBR 11704: Sistemas Fotovoltaicos – Classificação.
- d) ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.
- e) ABNT NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade.
- f) ABNT NBR IEC 62116: Procedimento de Ensaio de Anti-ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.
- g) EQUATORIAL ENERGIA NT.020.EQTL.Normas e Padrões – Conexão de Microgeração Distribuída ao Sistema de Baixa Tensão.
- h) EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.
- i) EQUATORIAL ENERGIA NT.030.EQTL.Normas e Padrões - Padrões Construtivos de Caixas de Medição e Proteção.
- j) ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. Revisão 6. 2016, Seção 3.7.
- k) ANEEL Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.
- l) ANEEL Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, que



estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

m) IEC 61727 Photovoltaic (PV) Systems - Characteristics of the Utility Interface

IEC 62116:2014 Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding.

### 3.0 CONSIDERAÇÕES

Após a liberação, não devem ser executadas quaisquer alterações no sistema de interligação da microgeração com a rede, sem que sejam aprovadas tais modificações por parte da EQUATORIAL ENERGIA. Havendo alterações, o interessado deve encaminhar o novo projeto para análise, inspeção, teste e liberação por esta Concessionária de energia elétrica.

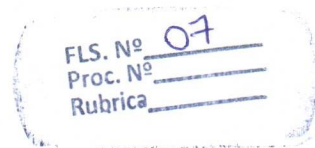
A conexão da microgeração distribuída não poderá acarretar prejuízos ao desempenho e aos níveis de qualidade da Rede de Distribuição ou de qualquer consumidor a ela conectado, conforme as normas vigentes e demais Resoluções da ANEEL.

O consumidor deverá propiciar livre acesso às suas instalações elétricas, para funcionários ou pessoal autorizado da Companhia Energética do Maranhão - CEMAR, devidamente credenciados, para fins de levantamento de dados, controle e aferição da medição, etc., em qualquer tempo, principalmente se estiver ocorrendo perturbações no seu sistema.

Conforme despacho nº 720 de 25 de março de 2014 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, não será necessária a instalação do Dispositivo de seccionamento visível – DVS para microgeradores que se conectam a rede através de inversores.

### 4.0 POTÊNCIA GERADA

Foram dimensionados 300 módulos para 2 inversores. O 'inversor 1' será dividido em 20 (vinte) strings com 12 (doze) módulos em série cada, o 'inversor 2' será dividido em 6 (seis) strings com 12 módulos e 6 (seis) strings com 10 módulos cada em série com o intuito de gerar a energia proposta e obter a tensão CC adequada para a entrada dos inversores.





FLS. Nº 08  
 Proc. Nº  
 Rubrica

### Tabela de dimensionamento do gerador

Fabricante	LONGI
Modelo	LR5 – 72HPH – 550M
Potência nominal – Pn [W]	550
Tensão de circuito aberto – Voc [V]	49,8
Corrente de curto circuito – Isc [A]	13,98
Tensão de máxima potência – Vmpp [V]	41,95
Corrente de máxima potência – Impp [A]	13,12
Eficiência [%]	21,5
Comprimento [m]	2,256
Largura [m]	1,133
Área [m <sup>2</sup> ]	2,55
Peso [kg]	27,2
Quantidade	300
Potência do gerador [kW]	165

Tabela 1 - Características técnicas do gerador

### Tabela de dimensionamento do inversor

	INV1
Fabricante	SOFAR
Modelo	SOFAR 100KTL
Quantidade	1
	ENTRADA
Potência nominal – Pn [kW]	100
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	132
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	1100
Máxima corrente CC – Icc-máx [A]	26
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	1000
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	180
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	200
Quantidade de Strings	20
Quantidade de entradas MPPT	10
Potência nominal CA – Pca [kW]	100
Máxima potência na saída CA – Pca-máx [kW]	100
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	160
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	380
Frequência nominal – Fn [Hz]	50 / 60
Máxima tensão CA – Vca-máx [V]	480
Mínima tensão CA – Vca-min [V]	310

THD de corrente [%]	<3
Fator de potência,	0,99/0,8 adiantado – 0,8 atrasado
Tipo de conexão – número de fases + neutro + terra	TRIFÁSICO – 3 fase + neutro + terra
Eficiência máxima [%]	98,7

Tabela 2. Características técnicas do inversor

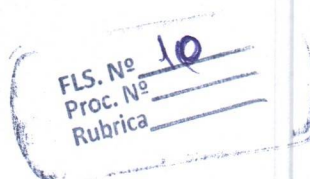
FLS. Nº 09  
 Proc. Nº \_\_\_\_\_  
 Rubrica \_\_\_\_\_

**Tabela de dimensionamento do inversor**

	INV2
Fabricante	SOFAR
Modelo	SOFAR 25KTL-G3
Quantidade	1
	ENTRADA
Potência nominal – Pn [kW]	25
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	33
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	1100
Máxima corrente CC – Icc-máx [A]	40
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	1000
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	180
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	200
Quantidade de Strings	6
Quantidade de entradas MPPT	3
Potência nominal CA – Pca [kW]	25
Máxima potência na saída CA – Pca-máx [kW]	25
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	42,4
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	380
Frequência nominal – Fn [Hz]	50 / 60
Máxima tensão CA – Vca-máx [V]	480
Mínima tensão CA – Vca-min [V]	310
THD de corrente [%]	<3
Fator de potência,	0,99/0,8 adiantado – 0,8 atrasado
Tipo de conexão – número de fases + neutro + terra	TRIFÁSICO – 3 fase + neutro + terra
Eficiência máxima [%]	98,6

Tabela 3. Características técnicas do inversor





## 5.0 PADRÃO DE ENTRADA

Para adesão ao sistema de compensação de energia, o padrão de entrada da unidade consumidora deve estar de acordo com esta norma e em conformidade com a versão vigente da Norma de fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, no que diz respeito às alturas das caixas de medição, aterramento e postes.

O responsável técnico pela obra deve consultar as orientações e os detalhes de instalação das caixas de medição e proteção, aterramento, postes, ramais de ligação, etc, na norma EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

## 6.0 SISTEMA DE MEDIÇÃO

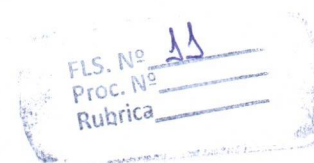
O sistema de medição de energia utilizado deverá ser bidirecional, conforme recomendação do PRODIST - Módulo 3 - Seção 3.7 – Rev. 6 item 7, ou seja, medir a energia ativa injetada na rede e a energia ativa consumida da rede. Para conexão de microgeração distribuída em unidade consumidora existente sem necessidade de aumento da potência disponibilizada, a distribuidora não exige a adequação do padrão de entrada da unidade consumidora em função da substituição do sistema de medição existente, exceto se (*ANEEL PRODIST Módulo 3 Seção 3.7 item 7.1.1*):

- I) For constatado descumprimento das normas e padrões técnicos vigentes à época da sua primeira ligação; ou
- II) Houver inviabilidade técnica devidamente comprovada para instalação do novo sistema de medição no padrão de entrada existente, isso inclui caixas de medição com dimensões que não comportam o sistema de medição, caixas no antigo padrão medição às claras e o SMC (sistema de medição centralizada) que não possui módulos com bidirecionalidade.
- III) Este sistema será composto por um medidor eletrônico Bidirecional, conforme diagrama unifilar no projeto anexo planta 01.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES

O Sistema de microgeração fotovoltaica possui as seguintes características técnicas:

- **Arranjo 01 ao Arranjo 20;**
  - Quantidade de painéis: 12 módulos em serie de 550 W;
  - Quantidade de strings: 20 strings/ Inversor
  - Potência microgeração: 132kWp;
  - Corrente microgeração por string: 27,96A – corrente contínua.
- **Arranjo 21 ao Arranjo 30;**
  - Quantidade de painéis: 10 módulos em serie de 550 W;
  - Quantidade de strings: 6 strings/ Inversor
  - Potência microgeração: 33 kWp;
  - Corrente microgeração por string: 27,96A – corrente contínua.
- Potência Inversor: 100KW;
- Quantidade de inversor: 01
- Tensão máxima suportada pelo inversor: 1100Vcc - tensão contínua;
- Tensão de referência na saída do inversor: 380Vca - tensão alternada;
- Corrente máxima de referência na saída do inversor: 160 A - corrente alternada.
- Potência Inversor: 25KW;
- Quantidade de inversor: 01
- Tensão máxima suportada pelo inversor: 1100Vcc - tensão contínua;
- Tensão de referência na saída do inversor: 380Vca - tensão alternada;
- Corrente máxima de referência na saída do inversor: 42,4 A - corrente alternada.



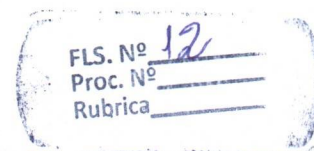
### 10.0 PROTEÇÕES

É de responsabilidade do acessante a proteção de seus equipamentos para microgeração de energia.

Os requisitos de proteção e ajustes exigidos para a conexão do sistema de microgeração à rede de baixa tensão, seguem as determinações contidas no PRODIST - Módulo 3 - Seção 3.7 – Rev. 6 item 4.3 e também se baseiam na norma ABNT NBR 16149:2013 [4], conforme discriminado abaixo:



- Proteção de Subtensão (27): Ajuste 0,8 P.U. com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Sobretensão (59): Ajuste 1,1 P.U. com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Subfrequência (81U): Ajuste: 59,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;
- Proteção de Sobrefrequência (81O): Ajuste: 60,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;
- Proteção de Sobrecorrente do Inversor 01: Ajuste: 25A;
- Rele de sincronismo (25): Ajustes: 10°; 10% x Tensão; 0,3 Hz;
- Proteção de injeção de componente c.c. (Icc) na rede elétrica do arranjo 01:  
Se  $I_{cc} > 0,5 \times 9,50A = 4,75A$  com tempo de atuação de 1 s;
- Anti-ilhamento (78 e 81  $df/dt$  – Rocof): Após perda da rede, 2s para desconexão; Após normalização da rede, de 60 s para reconexão.



## 11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA

A distorção harmônica total (DHT) de corrente deve ser inferior a 5 %, na potência nominal do sistema de microgeração distribuída. Cada harmônica individual deve estar limitada aos valores apresentados na Tabela abaixo:

HARMÔNICAS ÍMPARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
HARMÔNICAS PARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

Tabela 4. Limites de distorções harmônicas individuais de tensão

## 12.0 FATOR DE POTÊNCIA

O sistema de microgeração distribuída deve ser capaz de operar dentro das faixas de fator de potência apresentadas no quadro abaixo, quando a potência ativa injetada na rede for superior a 20% da potência nominal do gerador.

Potência nominal da microgeração	Faixa do fator de potência da microgeração (FP <sub>G</sub> )
$P_N \leq 3 \text{ kW}$	FP <sub>G</sub> = 1, com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo
$P_N > 6 \text{ kW}$	FP <sub>G</sub> ajustável de 0,92 indutivo até 0,92 capacitivo

FLS. Nº 13  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

Tabela 5. Faixas de fator de potência em função da potência da geração.

Após a alteração na potência ativa, o sistema de microgeração distribuída deve ser capaz de ajustar a potência reativa de saída automaticamente para corresponder ao FP predefinido. Qualquer ponto operacional resultante destas definições deve ser atingido em, no máximo, 10s.

### 13.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Junto ao padrão de entrada de energia deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: “RISCO ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”. A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC com espessura mínima de 1 mm e conforme modelo apresentado na Figura abaixo:

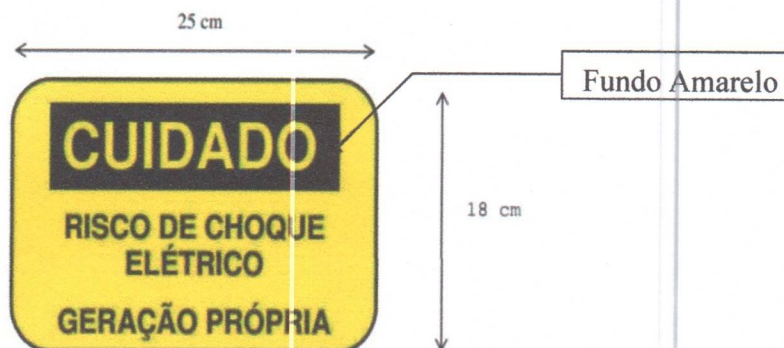


Figura 01. Modelo de placa de advertência.

### 14. ATERRAMENTO

O sistema de microgeração distribuída deverá estar conectado ao sistema de aterramento da unidade consumidora.

Quando não houver aterramento na unidade consumidora, deverá ser instalado um aterramento conforme a NBR 5410 e a NT.001.EQTL\_ Normas e Padrões Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

Obs: o sistema de aterramento do padrão de entrada assim como o sistema de aterramento do gerador fotovoltaico (inversor, módulos fotovoltaicos e estrutura de

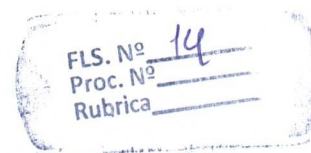


fixação), devem ser interligados ao barramento de aterramento do quadro geral da residência, que por sua vez, é interligado à malha de aterramento da residência para a devida equipotencialização do sistema.

O aterramento será composto por uma haste de aterramento 5/8"x2,4m com cabo de 6mm<sup>2</sup> para interligação ao sistema e uma caixa de inspeção.

#### 14.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

##### 14.1 INVERSOR:



Fabricante:	SOFAR
Modelo:	SOFAR 100KTL
Potência De Entrada [KWp]:	100
Potência Nominal de Saída AC [KW]:	100
Tensão Nominal/ Frequência para fase [V/Hz]:	380/60
Corrente máxima de saída AC [A]:	160
THDI [%]:	<3
Eficiência [%]:	98,7

Tabela 6

Fabricante:	SOFAR
Modelo:	SOFAR 25KTL
Potência De Entrada [KWp]:	25
Potência Nominal de Saída AC [KW]:	25
Tensão Nominal/ Frequência para fase [V/Hz]:	380/60
Corrente máxima de saída AC [A]:	42,4
THDI [%]:	<3
Eficiência [%]:	98,7

Tabela 7

##### 14.2 MODULO FOTOVOLTAICO:

FABRICANTE	LONGI
Modelo	LR5 – 72HPH – 550M

Potência Nominal [W]	550
Tensão De Circuito Aberto [V]	49,8
Corrente De Curto Circuito [A]	13,98
Tensão De Máxima Potência [V]	41,95
Corrente De Máxima Potência [A]	13,12
Eficiência [%]	21,5

Tabela 8

FLS. Nº 15  
 Proc. Nº \_\_\_\_\_  
 Rubrica \_\_\_\_\_

**14.3 CONDUTOR:**

Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CA Do Inversor1/ Inversor2/	CABO FLEX CA 50mm <sup>2</sup> /50mm <sup>2</sup> (3F+N) /CABO FLEX CA 10mm <sup>2</sup> /10mm <sup>2</sup> (3F+N)
Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CC Do Inversor	CABO SOLAR 6 mm <sup>2</sup>

Tabela 9

**14.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA:**

DPS	
Classe:	II
Capacidade [Vca]:	275
Disjuntor	
Corrente [A]:	175

Tabela 10

**14.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTINUA:**

Os Inversores trifásico de 100 e 25 KW, possuem proteções CC internas:

PROTEÇÃO DE POLARIDADE REVERSA CC;
INTERRUPTOR CC;
PROTEÇÃO SOBRETENSÃO CC - TIPO II;
MONITORAMENTO DE FALTA A TERRA;
PROTEÇÃO CONTRA CURTO CIRCUITO DE SAÍDA;
PROTEÇÃO DE SOBRETENSÃO CA - TIPO II.

Tabela 11

  
**Tiago da Silva Sousa**  
 Engenheiro Eletricista  
 CREA-PI 1920314229  
 TIAGO DA SILVA SOUSA  
 Setor de Engenharia



OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 79,86 kWp  
LOCAL: ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR – MA

FLS. Nº 16  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

**PROJETO DE INSTALAÇÃO**  
**MINIGERAÇÃO POR ENERGIA SOLAR**

SISTEMA DE MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE 79,86 kWp  
SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE DUQUE BACELAR - MA  
DUQUE BACELAR - MA

12 DE JULHO DE 2023

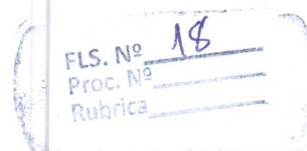
## Sumário

FLS. Nº 17  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

1.0 INTRODUÇÃO .....	3
2.0 NORMAS APLICÁVEIS.....	3
3.0 CONSIDERAÇÕES.....	4
4.0 POTÊNCIA GERADA.....	4
5.0 PADRÃO DE ENTRADA .....	6
6.0 SISTEMA DE MEDIÇÃO .....	6
7.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES.....	7
8.0 HISTÓRICOS DE CONSUMO (2021 – 2022) .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.0 LEVANTAMENTO DE CARGAS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
10.0 PROTEÇÕES .....	7
11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA.....	8
12.0 FATOR DE POTÊNCIA.....	8
13.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA.....	9
14. ATERRAMENTO .....	9
14.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	10
14.1 INVERSOR:.....	10
14.2 MÓDULO FOTOVOLTAICO: .....	10
14.3 CONDUTOR:.....	11
14.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA: .....	11
14.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTÍNUA: .....	11



## MEMORIAL DESCRITIVO



### 1.0 INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo tem por objetivo descrever o projeto de um sistema de microgeração distribuída de baixa tensão, utilizando a energia solar como fonte de energia alternativa, para atender as instalações da **SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE DUQUE BACELAR**, localizada na **MA - 034, S/N, ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR - MA ,TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO 220/380 V.**

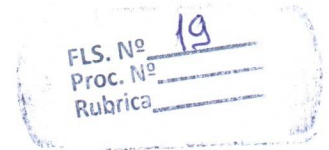
### 2.0 NORMAS APLICÁVEIS

- a) ABNT NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- b) ABNT NBR 10899: Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia.
- c) ABNT NBR 11704: Sistemas Fotovoltaicos – Classificação.
- d) ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.
- e) ABNT NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade.
- f) ABNT NBR IEC 62116: Procedimento de Ensaio de Anti-ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.
- g) EQUATORIAL ENERGIA NT.020.EQTL.Normas e Padrões – Conexão de Microgeração Distribuída ao Sistema de Baixa Tensão.
- h) EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.
- i) EQUATORIAL ENERGIA NT.030.EQTL.Normas e Padrões - Padrões Construtivos de Caixas de Medição e Proteção.
- j) ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. Revisão 6. 2016, Seção 3.7.
- k) ANEEL Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.
- l) ANEEL Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, que

estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

m) IEC 61727 Photovoltaic (PV) Systems - Characteristics of the Utility Interface

IEC 62116:2014 Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding.



### 3.0 CONSIDERAÇÕES

Após a liberação, não devem ser executadas quaisquer alterações no sistema de interligação da microgeração com a rede, sem que sejam aprovadas tais modificações por parte da EQUATORIAL ENERGIA. Havendo alterações, o interessado deve encaminhar o novo projeto para análise, inspeção, teste e liberação por esta Concessionária de energia elétrica.

A conexão da microgeração distribuída não poderá acarretar prejuízos ao desempenho e aos níveis de qualidade da Rede de Distribuição ou de qualquer consumidor a ela conectado, conforme as normas vigentes e demais Resoluções da ANEEL.

O consumidor deverá propiciar livre acesso às suas instalações elétricas, para funcionários ou pessoal autorizado da Companhia Energética do Maranhão - CEMAR, devidamente credenciados, para fins de levantamento de dados, controle e aferição da medição, etc., em qualquer tempo, principalmente se estiver ocorrendo perturbações no seu sistema.

Conforme despacho nº 720 de 25 de março de 2014 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, não será necessária a instalação do Dispositivo de seccionamento visível – DVS para microgeradores que se conectam a rede através de inversores.

### 4.0 POTÊNCIA GERADA

Foram dimensionados 144 módulos para 2 inversores. O 'inversor 1' e o 'inversor 2' será dividido em 12 (doze) strings com 12 (doze) módulos em série cada, com o intuito de gerar a energia proposta e obter a tensão CC adequada para a entrada dos inversores.



OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 79,86 kWp

LOCAL: ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR – MA

FLS. Nº 20  
Proc. Nº  
Rubrica



### Tabela de dimensionamento do gerador

Fabricante	LONGI
Modelo	LR5 – 72HPH – 550M
Potência nominal – Pn [W]	550
Tensão de circuito aberto – Voc [V]	49,8
Corrente de curto circuito – Isc [A]	13,98
Tensão de máxima potência – Vmpp [V]	41,95
Corrente de máxima potência – Impp [A]	13,12
Eficiência [%]	21,5
Comprimento [m]	2,256
Largura [m]	1,133
Área [m <sup>2</sup> ]	2,55
Peso [kg]	27,2
Quantidade	144
Potência do gerador [kW]	79,86

Tabela 1 - Características técnicas do gerador

### Tabela de dimensionamento do inversor

	INV1/INV2
Fabricante	SOFAR
Modelo	33KTLX-G3
Quantidade	2
	ENTRADA
Potência nominal – Pn [kW]	33,0
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	43,56
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	1100
Máxima corrente CC – Icc-máx [A]	40
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	1000
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	180
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	200
Quantidade de Strings	6
Quantidade de entradas MPPT	3
Potência nominal CA – Pca [kW]	33,0
Máxima potência na saída CA – Pca-máx [kW]	33,0
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	56
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	380
Frequência nominal – Fn [Hz]	50 / 60
Máxima tensão CA – Vca-máx [V]	480
Mínima tensão CA – Vca-min [V]	310
THD de corrente [%]	<3

Fator de potência,	0,99/0,8 adiantado – 0,8 atrasado
Tipo de conexão – número de fases + neutro + terra	TRIFÁSICO – 3 fase + neutro + terra
Eficiência máxima [%]	98,6

Tabela 2. Características técnicas do inversor

## 5.0 PADRÃO DE ENTRADA

Para adesão ao sistema de compensação de energia, o padrão de entrada da unidade consumidora deve estar de acordo com esta norma e em conformidade com a versão vigente da Norma de fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, no que diz respeito às alturas das caixas de medição, aterramento e postes.

O responsável técnico pela obra deve consultar as orientações e os detalhes de instalação das caixas de medição e proteção, aterramento, postes, ramais de ligação, etc, na norma EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

## 6.0 SISTEMA DE MEDIÇÃO

O sistema de medição de energia utilizado deverá ser bidirecional, conforme recomendação do PRODIST - Módulo 3 - Seção 3.7 – Rev. 6 item 7, ou seja, medir a energia ativa injetada na rede e a energia ativa consumida da rede. Para conexão de microgeração distribuída em unidade consumidora existente sem necessidade de aumento da potência disponibilizada, a distribuidora não exige a adequação do padrão de entrada da unidade consumidora em função da substituição do sistema de medição existente, exceto se (ANEEL PRODIST Módulo 3 Seção 3.7 item 7.1.1):

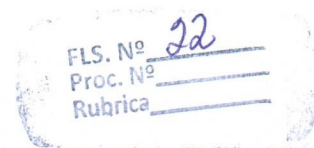
- I) For constatado descumprimento das normas e padrões técnicos vigentes à época da sua primeira ligação; ou
- II) Houver inviabilidade técnica devidamente comprovada para instalação do novo sistema de medição no padrão de entrada existente, isso inclui caixas de medição com dimensões que não comportam o sistema de medição, caixas no antigo padrão medição às claras e o SMC (sistema de medição centralizada) que não possui módulos com bidirecionalidade.
- III) Este sistema será composto por um medidor eletrônico Bidirecional, conforme diagrama unifilar no projeto anexo planta 01.



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES

O Sistema de microgeração fotovoltaica possui as seguintes características técnicas:

- **Arranjo 01 ao Arranjo 06;**
  - **Quantidade de painéis:** 12 módulos em serie de 550 W;
  - **Quantidade de strings:** 6 strings/ Inversor
  - **Potência microgeração:** 39,6 kWp;
  - **Corrente microgeração por string:** 27,96A – corrente contínua.
- **Arranjo 07 ao Arranjo 12;**
  - **Quantidade de painéis:** 12 módulos em serie de 550 W;
  - **Quantidade de strings:** 6 strings/ Inversor
  - **Potência microgeração:** 39,6 kWp;
  - **Corrente microgeração por string:** 27,96A – corrente contínua.
  
- **Potência Inversor:** 33KW;
- **Quantidade de inversor:** 02
- **Tensão máxima suportada pelo inversor:** 1100Vcc - tensão contínua;
- **Tensão de referência na saída do inversor:** 380Vca - tensão alternada;
- **Corrente máxima de referência na saída do inversor:** 56 A - corrente alternada.



### 10.0 PROTEÇÕES

É de responsabilidade do acessante a proteção de seus equipamentos para microgeração de energia.

Os requisitos de proteção e ajustes exigidos para a conexão do sistema de microgeração à rede de baixa tensão, seguem as determinações contidas no PRODIST - Módulo 3 - Seção 3.7 – Rev. 6 item 4.3 e também se baseiam na norma ABNT NBR 16149:2013 [4], conforme discriminado abaixo:

- Proteção de Subtensão (27): Ajuste 0,8 P.U. com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Sobretensão (59): Ajuste 1,1 P.U. com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Subfrequência (81U): Ajuste: 59,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;
- Proteção de Sobrefrequência (81O): Ajuste: 60,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES

O sistema de microgeração fotovoltaica possui as seguintes características técnicas:

- Aranjio 01 ao Aranjio 06:
  - Quantidade de painéis: 12 módulos em série de 650 W;
  - Quantidade de strings: 0 string/ Inversor;
  - Potência microgeração: 39,6 kWp;
  - Corrente microgeração por string: 27,90A - corrente contínua.
- Aranjio 07 ao Aranjio 12:
  - Quantidade de painéis: 12 módulos em série de 650 W;
  - Quantidade de strings: 0 string/ Inversor;
  - Potência microgeração: 39,6 kWp;
  - Corrente microgeração por string: 27,90A - corrente contínua.
- Potência Inversor: 30kW;
- Quantidade de Inversor: 02;
- Tensão máxima suportada pelo Inversor: 1100Vcc - tensão contínua;
- Tensão de referência na saída do Inversor: 380Vca - tensão alternada;
- Corrente máxima de referência na saída do Inversor: 60 A - corrente alternada.

### 16.5 PROTEÇÕES

É da responsabilidade do executor a proteção de seus equipamentos para microgeração de energia.

Os requisitos de proteção e sinalização exigidos para a conexão do sistema de microgeração à rede de baixa tensão, seguem as determinações contidas no PROIBIT - Módulo 3 - Anexo 3.7 - Rev. 04/14 e também se baseiam na norma ABNT NBR 16149:2013 [4], conforme determinado abaixo:

- Proteção de Sobretensão (27): Ajuste 0,8 R.U. com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Sobretensão (29): Ajuste 1,1 P.U. com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Subtensão (61U): Ajuste: 89,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;
- Proteção de Sobretensão (81O): Ajuste: 60,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;



- Proteção de Sobrecorrente do Inversor 01:Ajuste: 25A;
- Rele de sincronismo (25):Ajustes: 10°; 10% x Tensão; 0,3 Hz;
- Proteção de injeção de componente c.c. (Icc) na rede elétrica do arranjo 01:  
Se  $I_{cc} > 0,5 \times 9,50A = 4,75A$  com tempo de atuação de 1 s;
- Anti-ilhamento (78 e 81 df/dt – Rocof):Após perda da rede, 2s para desconexão;Após normalização da rede, de 60 s para reconexão.

### 11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA

A distorção harmônica total (DHT) de corrente deve ser inferior a 5 %, na potência nominal do sistema de microgeração distribuída. Cada harmônica individual deve estar limitada aos valores apresentados na Tabela abaixo:

HARMÔNICAS ÍMPARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
HARMÔNICAS PARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

Tabela 5. Limites de distorções harmônicas individuais de tensão

### 12.0 FATOR DE POTÊNCIA

O sistema de microgeração distribuída deve ser capaz de operar dentro das faixas de fator de potência apresentadas no quadro abaixo, quando a potência ativa injetada na rede for superior a 20% da potência nominal do gerador.

Potência nominal da microgeração	Faixa do fator de potência da microgeração ( $FP_G$ )
$P_N \leq 3 \text{ kW}$	$FP_G = 1$ , com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo
$P_N > 6 \text{ kW}$	$FP_G$ ajustável de 0,92 indutivo até 0,92 capacitivo

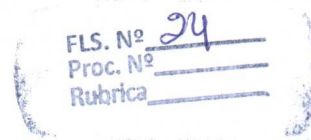


Tabela 6. Faixas de fator de potência em função da potência da geração.

Após a alteração na potência ativa, o sistema de microgeração distribuída deve ser capaz de ajustar a potência reativa de saída automaticamente para corresponder ao FP predefinido. Qualquer ponto operacional resultante destas definições deve ser atingido em, no máximo, 10s.

### 13.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Junto ao padrão de entrada de energia deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: "RISCO ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA". A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC com espessura mínima de 1 mm e conforme modelo apresentado na Figura abaixo:

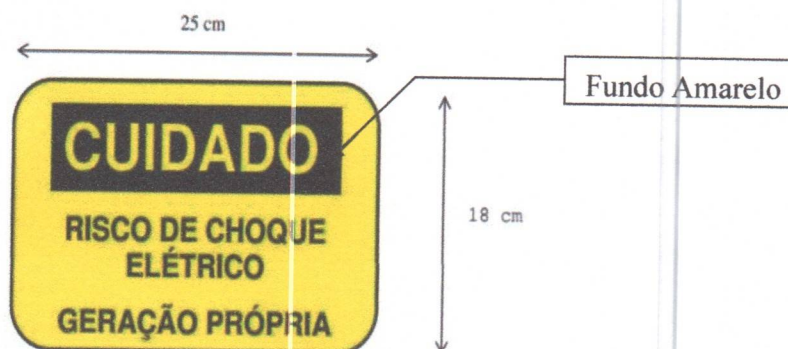


Figura 01. Modelo de placa de advertência.

### 14. ATERRAMENTO

O sistema de microgeração distribuída deverá estar conectado ao sistema de aterramento da unidade consumidora.

Quando não houver aterramento na unidade consumidora, deverá ser instalado um aterramento conforme a NBR 5410 e a NT.001.EQTL\_ Normas e Padrões Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.



Obs: o sistema de aterramento do padrão de entrada assim como o sistema de aterramento do gerador fotovoltaico (inversor, módulos fotovoltaicos e estrutura de fixação), devem ser interligados ao barramento de aterramento do quadro geral da residência, que por sua vez, é interligado à malha de aterramento da residência para a devida equipotencialização do sistema.

O aterramento será composto por uma haste de aterramento 5/8"x2,4m com cabo de 6mm<sup>2</sup> para interligação ao sistema e uma caixa de inspeção.

#### 14.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

FLS. Nº 25  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

##### 14.1 INVERSOR:

Fabricante:	SOFAR
Modelo:	33KTLX-G3
Potência De Entrada [KWp]:	33
Potência Nominal de Saída AC [KW]:	33
Tensão Nominal/ Frequência para fase [V/Hz]:	380/60
Corrente máxima de saída AC [A]:	56
THDI [%]:	<3
Eficiência [%]:	98,6

Tabela 7

##### 14.2 MODULO FOTOVOLTAICO:

FABRICANTE	LONGI
Modelo	LR5 – 72HPH – 550M
Potência Nominal [W]	550
Tensão De Circuito Aberto [V]	49,8
Corrente De Curto Circuito [A]	13,98
Tensão De Máxima Potência [V]	41,95
Corrente De Máxima Potência [A]	13,12
Eficiência [%]	21,3

Tabela 8

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 79,86 kWp

LOCAL: ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR – MA

FLS. N.º 26  
Proc. N.º  
Rubrica



### 14.3 CONDUTOR:

Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CA Do Inversor1/ Inversor2	CABO FLEX CA 10mm <sup>2</sup> /10mm <sup>2</sup> (3F+N)
Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CC Do Inversor	CABO SOLAR 6 mm <sup>2</sup>

Tabela 9

### 14.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA:

DPS	
Classe:	II
Capacidade [Vca]:	275
Disjuntor	
Corrente [A]:	63

Tabela 10

### 14.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTINUA:

Os Inversores trifásico de 33 KW, possuem proteções CC internas:

PROTEÇÃO DE POLARIDADE REVERSA CC;
INTERRUPTOR CC;
PROTEÇÃO SOBRETENSÃO CC - TIPO II;
MONITORAMENTO DE FALTA A TERRA;
PROTEÇÃO CONTRA CURTO CIRCUITO DE SAIDA;
PROTEÇÃO DE SOBRETENSÃO CA - TIPO II.

Tabela 11

  
Tiago da Silva Sousa  
Engenheiro Eletricista  
CREA-PI 1920314229

TIAGO DA SILVA SOUSA  
Setor de Engenharia



OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 72,6 kWp  
LOCAL: ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR - MA

FLS. Nº 27  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

**PROJETO DE INSTALAÇÃO**  
**MINIGERAÇÃO POR ENERGIA SOLAR**

SISTEMA DE MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE 72,6 kWp  
SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE DUQUE BACELAR - MA  
DUQUE BACELAR - MA

12 DE JULHO DE 2023

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 72,6 kWp  
LOCAL: ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR – MA

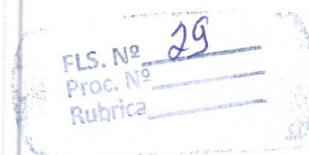
## Sumário

FLS. Nº 28  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

1.0 INTRODUÇÃO .....	3
2.0 NORMAS APLICÁVEIS.....	3
3.0 CONSIDERAÇÕES .....	4
4.0 POTÊNCIA GERADA.....	4
5.0 PADRÃO DE ENTRADA .....	6
6.0 SISTEMA DE MEDIÇÃO .....	6
7.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES.....	7
8.0 HISTÓRICOS DE CONSUMO (2021 – 2022) .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.0 LEVANTAMENTO DE CARGAS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
10.0 PROTEÇÕES .....	7
11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA .....	8
12.0 FATOR DE POTÊNCIA.....	8
13.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA.....	9
14. ATERRAMENTO .....	9
14.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS.....	10
14.1 INVERSOR:.....	10
14.2 MÓDULO FOTOVOLTAICO: .....	10
14.3 CONDUTOR:.....	11
14.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA: .....	11
14.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTÍNUA: .....	11



## MEMORIAL DESCRITIVO



### 1.0 INTRODUÇÃO

O presente memorial descritivo tem por objetivo descrever o projeto de um sistema de microgeração distribuída de baixa tensão, utilizando a energia solar como fonte de energia alternativa, para atender as instalações da **SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DE DUQUE BACELAR**, localizada na **MA - 034, S/N, ZONA URBANA DE DUQUE BACELAR - MA ,TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO 220/380 V.**

### 2.0 NORMAS APLICÁVEIS

- a) ABNT NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- b) ABNT NBR 10899: Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia.
- c) ABNT NBR 11704: Sistemas Fotovoltaicos – Classificação.
- d) ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.
- e) ABNT NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade.
- f) ABNT NBR IEC 62116: Procedimento de Ensaio de Anti-ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.
- g) EQUATORIAL ENERGIA NT.020.EQTL.Normas e Padrões – Conexão de Microgeração Distribuída ao Sistema de Baixa Tensão.
- h) EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.
- i) EQUATORIAL ENERGIA NT.030.EQTL.Normas e Padrões - Padrões Construtivos de Caixas de Medição e Proteção.
- j) ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. Revisão 6. 2016, Seção 3.7.
- k) ANEEL Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.
- l) ANEEL Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, que

estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.

m) IEC 61727 Photovoltaic (PV) Systems - Characteristics of the Utility Interface

IEC 62116:2014 Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding.

### 3.0 CONSIDERAÇÕES

Após a liberação, não devem ser executadas quaisquer alterações no sistema de interligação da microgeração com a rede, sem que sejam aprovadas tais modificações por parte da EQUATORIAL ENERGIA. Havendo alterações, o interessado deve encaminhar o novo projeto para análise, inspeção, teste e liberação por esta Concessionária de energia elétrica.

A conexão da microgeração distribuída não poderá acarretar prejuízos ao desempenho e aos níveis de qualidade da Rede de Distribuição ou de qualquer consumidor a ela conectado, conforme as normas vigentes e demais Resoluções da ANEEL.

O consumidor deverá propiciar livre acesso às suas instalações elétricas, para funcionários ou pessoal autorizado da Companhia Energética do Maranhão - CEMAR, devidamente credenciados, para fins de levantamento de dados, controle e aferição da medição, etc., em qualquer tempo, principalmente se estiver ocorrendo perturbações no seu sistema.

Conforme despacho nº 720 de 25 de março de 2014 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, não será necessária a instalação do Dispositivo de seccionamento visível – DVS para microgeradores que se conectam a rede através de inversores.

### 4.0 POTÊNCIA GERADA

Foram dimensionados 132 módulos para 2 inversores. O 'inversor 1' e o 'inversor 2' será dividido em 12 (doze) strings com 11 (onze) módulos em série cada, com o intuito de gerar a energia proposta e obter a tensão CC adequada para a entrada dos inversores.

FLS. Nº 30  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_



FLS. 33  
 Proc. N.º  
 Rubrica

### Tabela de dimensionamento do gerador

Fabricante	LONGI
Modelo	LR5 – 72HPH – 550M
Potência nominal – Pn [W]	550
Tensão de circuito aberto – Voc [V]	49,8
Corrente de curto circuito – Isc [A]	13,98
Tensão de máxima potência – Vmpp [V]	41,95
Corrente de máxima potência – Impp [A]	13,12
Eficiência [%]	21,5
Comprimento [m]	2,256
Largura [m]	1,133
Área [m <sup>2</sup> ]	2,55
Peso [kg]	27,2
Quantidade	132
Potência do gerador [kW]	72,6

Tabela 1 - Características técnicas do gerador

### Tabela de dimensionamento do inversor

	INV1/INV2
Fabricante	SOFAR
Modelo	33KTLX-G3
Quantidade	2
	ENTRADA
Potência nominal – Pn [kW]	33,0
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	43,56
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	1100
Máxima corrente CC – Icc-máx [A]	40
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	1000
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	180
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	200
Quantidade de Strings	6
Quantidade de entradas MPPT	3
Potência nominal CA – Pca [kW]	33,0
Máxima potência na saída CA – Pca-máx [kW]	33,0
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	56
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	380
Frequência nominal – Fn [Hz]	50 / 60
Máxima tensão CA – Vca-máx [V]	480
Mínima tensão CA – Vca-min [V]	310
THD de corrente [%]	<3

Fator de potência,	0,99/0,8 adiantado – 0,8 atrasado
Tipo de conexão – número de fases + neutro + terra	TRIFÁSICO – 3 fase + neutro + terra
Eficiência máxima [%]	98,6

Tabela 2. Características técnicas do inversor

## 5.0 PADRÃO DE ENTRADA

Para adesão ao sistema de compensação de energia, o padrão de entrada da unidade consumidora deve estar de acordo com esta norma e em conformidade com a versão vigente da Norma de fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, no que diz respeito às alturas das caixas de medição, aterramento e postes.

O responsável técnico pela obra deve consultar as orientações e os detalhes de instalação das caixas de medição e proteção, aterramento, postes, ramais de ligação, etc, na norma EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.

## 6.0 SISTEMA DE MEDIÇÃO

O sistema de medição de energia utilizado deverá ser bidirecional, conforme recomendação do PRODIST - Módulo 3 - Seção 3.7 – Rev. 6 item 7, ou seja, medir a energia ativa injetada na rede e a energia ativa consumida da rede. Para conexão de microgeração distribuída em unidade consumidora existente sem necessidade de aumento da potência disponibilizada, a distribuidora não exige a adequação do padrão de entrada da unidade consumidora em função da substituição do sistema de medição existente, exceto se (ANEEL PRODIST Módulo 3 Seção 3.7 item 7.1.1):

- I) For constatado descumprimento das normas e padrões técnicos vigentes à época da sua primeira ligação; ou
- II) Houver inviabilidade técnica devidamente comprovada para instalação do novo sistema de medição no padrão de entrada existente, isso inclui caixas de medição com dimensões que não comportam o sistema de medição, caixas no antigo padrão medição às claras e o SMC (sistema de medição centralizada) que não possui módulos com bidirecionalidade.
- III) Este sistema será composto por um medidor eletrônico Bidirecional, conforme diagrama unifilar no projeto anexo planta 01.



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES

O Sistema de microgeração fotovoltaica possui as seguintes características técnicas:

- **Arranjo 01 ao Arranjo 06;**
  - **Quantidade de painéis:** 11 módulos em serie de 550 W;
  - **Quantidade de strings:** 6 strings/ Inversor
  - **Potência microgeração:** 36,3 kWp;
  - **Corrente microgeração por string:** 27,96A – corrente contínua.
- **Arranjo 07 ao Arranjo 12;**
  - **Quantidade de painéis:** 11 módulos em serie de 550 W;
  - **Quantidade de strings:** 6 strings/ Inversor
  - **Potência microgeração:** 36,3 kWp;
  - **Corrente microgeração por string:** 27,96A – corrente contínua.
  
- **Potência Inversor:** 33KW;
- **Quantidade de inversor:** 02
- **Tensão máxima suportada pelo inversor:** 1100Vcc - tensão contínua;
- **Tensão de referência na saída do inversor:** 380Vca - tensão alternada;
- **Corrente máxima de referência na saída do inversor:** 56 A - corrente alternada.

## 10.0 PROTEÇÕES

É de responsabilidade do acessante a proteção de seus equipamentos para microgeração de energia.

Os requisitos de proteção e ajustes exigidos para a conexão do sistema de microgeração à rede de baixa tensão, seguem as determinações contidas no PRODIST - Módulo 3 - Seção 3.7 – Rev. 6item 4.3 e também se baseiam na norma ABNT NBR 16149:2013 [4], conforme discriminado abaixo:

- Proteção de Subtensão (27):Ajuste 0,8 P.U.com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Sobretensão (59): Ajuste 1,1 P.U. com tempo de atuação máximo de 5 s;
- Proteção de Subfrequência (81U): Ajuste: 59,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;
- Proteção de Sobrefrequência (81O):Ajuste: 60,5 Hz com tempo de atuação máximo de 5s;

- Proteção de Sobrecorrente do Inversor 01:Ajuste: 25A;
- Rele de sincronismo (25):Ajustes: 10°; 10% x Tensão; 0,3 Hz;
- Proteção de injeção de componente c.c. (Icc) na rede elétrica do arranjo 01:

Se  $I_{cc} > 0,5 \times 9,50A = 4,75A$  com tempo de atuação de 1 s;

- Anti-ilhamento (78 e 81 df/dt – Rocof)**:Após perda da rede, 2s para desconexão;Após normalização da rede, de 60 s para reconexão.

### 11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA

A distorção harmônica total (DHT) de corrente deve ser inferior a 5 %, na potência nominal do sistema de microgeração distribuída. Cada harmônica individual deve estar limitada aos valores apresentados na Tabela abaixo:

HARMÔNICAS ÍMPARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
3° a 9°	< 4,0 %
11° a 15°	< 2,0 %
17° a 21°	< 1,5 %
23° a 33°	< 0,6 %
HARMÔNICAS PARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
2° a 8°	< 1,0 %
10° a 32°	< 0,5 %

Tabela 5. Limites de distorções harmônicas individuais de tensão

### 12.0 FATOR DE POTÊNCIA

O sistema de microgeração distribuída deve ser capaz de operar dentro das faixas de fator de potência apresentadas no quadro abaixo, quando a potência ativa injetada na rede for superior a 20% da potência nominal do gerador.



- Proteção de Sobretensão do Inversor (SI): Ajuste: 25A;
- Rate de crescimento (SR): Ajuste: 10 ; 10 s x Tensão; 0,8 Hz;
- Proteção de Injeção de corrente c.c. (Icc) na rede elétrica do array (DI):  
 Se Icc > 0,5 x I<sub>SC</sub> = 4,75A com tempo de atuação de 1 s;
- Antiparalelo (TP e ST) di/dt – Frecóências perdas de rede, Sa para  
 desconexão após non realização de rede, de 80 s para reconexão.

### 11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA

A distorção harmônica total (DHT) de corrente deve ser inferior a 5%, na potência nominal do sistema de microgeração distribuída. Cada harmônica individual deve estar limitada aos valores apresentados na Tabela abaixo:

HARMÔNICAS ÍMPARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
3ª a 9ª	< 4,0 %
11ª a 15ª	< 2,0 %
17ª a 21ª	< 1,5 %
23ª a 27ª	< 0,8 %
HARMÔNICAS PARES	LIMITE DE DISTORÇÃO
2ª a 6ª	< 1,0 %
10ª a 22ª	< 0,5 %

Tabela 3 - Limite de distorções harmônicas individuais de tensão

### 12.0 FATOR DE POTÊNCIA

O sistema de microgeração distribuída deve ser capaz de operar dentro das faixas de fator de potência apresentadas no quadro abaixo, quando a potência ativa instalada na rede for superior a 20% da potência nominal do gerador.

Potência nominal da microgeração	Faixa do fator de potência da microgeração ( $FP_G$ )
$P_N \leq 3 \text{ kW}$	$FP_G = 1$ , com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo
$P_N > 6 \text{ kW}$	$FP_G$ ajustável de 0,92 indutivo até 0,92 capacitivo

FLS. Nº 35  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

Tabela 6. Faixas de fator de potência em função da potência da geração.

Após a alteração na potência ativa, o sistema de microgeração distribuída deve ser capaz de ajustar a potência reativa de saída automaticamente para corresponder ao FP predefinido. Qualquer ponto operacional resultante destas definições deve ser atingido em, no máximo, 10s.

### 13.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA

Junto ao padrão de entrada de energia deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: "RISCO ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA". A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC com espessura mínima de 1 mm e conforme modelo apresentado na Figura abaixo:

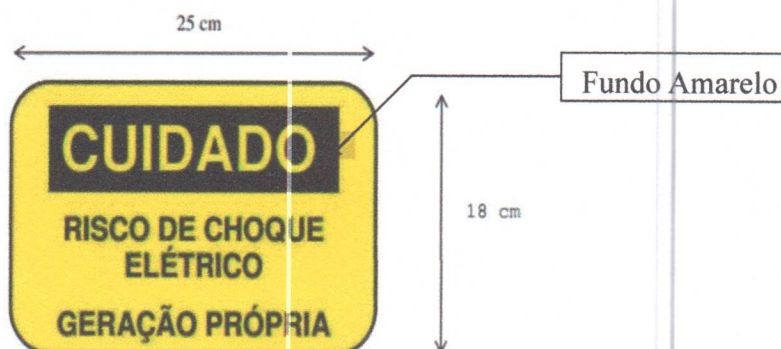


Figura 01. Modelo de placa de advertência.

### 14. ATERRAMENTO

O sistema de microgeração distribuída deverá estar conectado ao sistema de aterramento da unidade consumidora.

Quando não houver aterramento na unidade consumidora, deverá ser instalado um aterramento conforme a NBR 5410 e a NT.001.EQTL\_ Normas e Padrões Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.



Obs: o sistema de aterramento do padrão de entrada assim como o sistema de aterramento do gerador fotovoltaico (inversor, módulos fotovoltaicos e estrutura de fixação), devem ser interligados ao barramento de aterramento do quadro geral da residência, que por sua vez, é interligado à malha de aterramento da residência para a devida equipotencialização do sistema.

O aterramento será composto por uma haste de aterramento 5/8"x2,4m com cabo de 6mm<sup>2</sup> para interligação ao sistema e uma caixa de inspeção.

#### 14.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

##### 14.1 INVERSOR:

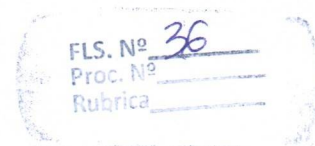
Fabricante:	SOFAR
Modelo:	33KTLX-G3
Potência De Entrada [KWp]:	33
Potência Nominal de Saída AC [KW]:	33
Tensão Nominal/ Frequência para fase [V/Hz]:	380/60
Corrente máxima de saída AC [A]:	56
THDI [%]:	<3
Eficiência [%]:	98,6

Tabela 7

##### 14.2 MODULO FOTOVOLTAICO:

FABRICANTE	LONGI
Modelo	LR5 – 72HPH – 550M
Potência Nominal [W]	550
Tensão De Circuito Aberto [V]	49,8
Corrente De Curto Circuito [A]	13,98
Tensão De Máxima Potência [V]	41,95
Corrente De Máxima Potência [A]	13,12
Eficiência [%]	21,3

Tabela 8



### 14.3 CONDUTOR:

Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CA Do Inversor1/ Inversor2	CABO FLEX CA 10mm <sup>2</sup> /10mm <sup>2</sup> (3F+N)
Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CC Do Inversor	CABO SOLAR 6 mm <sup>2</sup>

Tabela 9

### 14.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA:

DPS	
Classe:	II
Capacidade [Vca]:	275
Disjuntor	
Corrente [A]:	63

Tabela 10


FLS. Nº 37  
Proc. Nº \_\_\_\_\_  
Rubrica \_\_\_\_\_

### 14.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTINUA:

Os Inversores trifásico de 33 KW, possuem proteções CC internas:

PROTEÇÃO DE POLARIDADE REVERSA CC;
INTERRUPTOR CC;
PROTEÇÃO SOBRETENSÃO CC - TIPO II;
MONITORAMENTO DE FALTA A TERRA;
PROTEÇÃO CONTRA CURTO CIRCUITO DE SAÍDA;
PROTEÇÃO DE SOBRETENSÃO CA - TIPO II.

Tabela 11

  
Tiago da Silva Sousa  
Engenheiro Eletricista  
CREA-PI 1920314229

TIAGO DA SILVA SOUSA  
Setor de Engenharia