



**PREFEITURA DE
OEIRAS**
Mais trabalho, novas conquistas

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

PROJETO DE INSTALAÇÃO
MINIGERAÇÃO POR ENERGIA SOLAR

SAAE OEIRAS (SERVIÇO AUTONOMO DE ÁGUA E ESGOTO)
ZONA URBANA -OEIRAS - PI

João Rodrigues de Araújo Veloso
Engenheiro Eletricista
RN: 1945021332-CREA/PI



OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

Sumário

1.0 INTRODUÇÃO	3
2.0 NORMAS APLICÁVEIS	3
3.0 CONSIDERAÇÕES	4
4.0 POTÊNCIA GERADA.....	5
5.0 PADRÃO DE ENTRADA	7
6.0 SISTEMA DE MEDIÇÃO.....	8
7.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DAS MICROGERAÇÕES	8
8.0 HISTÓRICO DE CONSUMO	10
9.0 LEVANTAMENTO DE CARGAS	10
10.0 PROTEÇÕES	10
11.0 HARMÔNICOS E DISTORÇÃO DA FORMA DE ONDA	11
12.0 FATOR DE POTÊNCIA	11
13.0 SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA	12
14.0 ATERRAMENTO	12
15.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS	13
15.1 INVERSOR 01 :	13
15.2 MÓDULO FOTOVOLTAICO:.....	13
15.3 CONDUTOR:	13
15.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTINUA:.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
15.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA:	14

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

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 de **SAAE OEIRAS**, localizada na **ZONA URBANA DE OEIRAS, OEIRAS - PI, TENSÃO DE ALIMENTAÇÃO 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.

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

- 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 -

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

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

A unidade de minigeração será distribuída em 133 arranjos, formados por 23 módulos fotovoltaicos, possuindo 3 arranjos com 2 strings em paralelo, uma de 16, 15 e 19. Totalizando módulos de $P = 590 \text{ W}$, com tensão de $V = 41,3 \text{ Vcc}$ e corrente de $I = 17,20 \text{ A}$, onde o sistema terá uma capacidade máxima instalada de 1456,12 KWp.

Onde:

- 24 – Potência do gerador em KWp.
- 30 – Dias de geração durante o mês.
- 5,6 – Média de irradiação solar na região durante o ano.
- 0,8 – Eficiência considerada do sistema devido a perdas.

Tabela de dimensionamento do gerador

Fabricante	RISE SOLAR TECHNOLOGY OU SIMILAR
Modelo	RSM120-8-590BMDG OU SIMILAR
Potência Nominal [W]	590
Tensão De Circuito Aberto [V]	41,3
Corrente De Curto Circuito [A]	18,16
Tensão De Máxima Potência [V]	34,42
Corrente De Máxima Potência [A]	17,15
Eficiência [%]	20,8
Comprimento [M]	2,172
Largura [M]	1,303
Área [M2]	2,83

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

Peso [Kg]	35
Quantidade	2468

Tabela 1. Características técnicas do gerador

Tabela de dimensionamento do inversor

Fabricante	REF SOFAR OU SIMILAR
Modelo	REF SOFAR100KTL-HV OU SIMILAR
Quantidade	10
Entrada	
Potência Nominal [Kw]	100
Máxima Potência Na Entrada CC [W]	100
Máxima Tensão CC [V]	1100
Máxima Corrente CC [A]	40
Máxima Tensão MPPT [V]	1000
Mínima Tensão MPPT [V]	180
Tensão De Partida [V]	200
Quantidade De Strings Por MPPT	20
Quantidade De Entradas MPPT	10
Saída	
Potência Nominal CA [Kw]	100
Máxima Potência Na Saída CA [Kw]	110
Máxima Corrente Na Saída CA [A]	160
Tensão Nominal CA [V]	380
Frequência Nominal [Hz]	60
Máxima Tensão CA [V]	500
Mínima Tensão CA [V]	288
THD De Corrente [%]	<3
Fator De Potência	0,8
Tipo De Conexão – Número De Fases + Neutro + Terra	3F+1N+1T
Eficiência Máxima [%]	98,7

Tabela 2. Características técnicas do inversor

Fabricante	SOFAR OU SIMILAR
Modelo	SOFAR60000TL OU SIMILAR

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

Quantidade	2
Entrada	
Potência Nominal [Kw]	60000
Máxima Potência Na Entrada CC [W]	79800
Máxima Tensão CC [V]	1000
Máxima Corrente CC [A]	48
Máxima Tensão MPPT [V]	950
Mínima Tensão MPPT [V]	250
Tensão De Partida [V]	350
Quantidade De Strings Por MPPT	4
Quantidade De Entradas MPPT	3
Saída	
Potência Nominal CA [Kw]	600000
Máxima Potência Na Saída CA [Kw]	600000
Máxima Corrente Na Saída CA [A]	90
Tensão Nominal CA [V]	380
Frequência Nominal [Hz]	60
Máxima Tensão CA [V]	400
Mínima Tensão CA [V]	230
THD De Corrente [%]	<3
Fator De Potência	0,8
Tipo De Conexão – Número De Fases + Neutro + Terra	3F+1N+1T
Eficiência Máxima [%]	98,60

Tabela 2.1 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.

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

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. 6item 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.

Este sistema será composto por um medidor eletrônicoBidirecional, conforme diagrama unifilar no projeto anexo planta 01.

7.0 CARACTERÍSTICASTECNICAS DAS MICROGERAÇÕES

O Sistema de microgeração fotovoltaica possui as seguintes características técnicas:

- **Arranjo 01ao Arranjo 130;**
- **Quantidade de painéis:** 23 módulos em serie de 590 W;
- Quantidade de strings:** 10strings/ Inversor
- **Potência microgeração:**13,57kWp;
- **Corrente microgeração por string:** 17,15A – corrente continua.
- **Arranjo 131;**

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

- **Quantidade de painéis:** 16 módulos em serie de 590 W;
- **Potência microgeração:** 9,44kWp;
- **Corrente microgeração por string:** 34,3 A – corrente continua.
 - **Arranjo 132;**
- **Quantidade de painéis:** 15 módulos em serie de 590 W;
- **Potência microgeração:** 8,85kWp;
- **Corrente microgeração por string:** 34,3 A – corrente continua.
 - **Arranjo 133;**
- **Quantidade de painéis:** 19 módulos em paralelode 590 W;
- **Potência microgeração:** 11,21kWp;
- **Corrente microgeração por string:** 34,3 A – corrente continua.
 - **Inversor;**
- **Potência Inversor:**100KW;
- **Quantidade de inversor:** 10
- **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:** 160A - corrente alternada.
 - **Inversor;**
- **Potência Inversor:** 60KW;
- **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:** 90 A - corrente alternada.

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

8.0 HISTÓRICOS DE CONSUMO (2021 – 2022)

Segue anexo histórico de consumo de faturas.

10.0 LEVANTAMENTO DE CARGAS

Segue anexo histórico de consumo de faturas.

11.0 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 5 s;
- **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;

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

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

12.0 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 %

Tabela5. Limites de distorções harmônicas individuais de tensão

13.0 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)
$P_N \leq 3$ kW	$FP_G = 1$, com tolerância de trabalhar na faixa de 0,98 indutivo até 0,98 capacitivo
$P_N > 6$ 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.

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

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.

14.0 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 05. Modelo de placa de advertência

15.0 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

OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

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 6mm² para interligação ao sistema e uma caixa de inspeção.

15.0 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

15.1 INVERSOR:

Fabricante:	SOFAR OU SIMILAR
Modelo:	SOFAR100KTL OU SIMILAR
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 7

Fabricante:	SOFAR OU SIMILAR
Modelo:	SOFAR60000TL OU SIMILAR
Potência De Entrada [KWp]:	79800
Potência Nominal de Saída AC [KW]:	60000
Tensão Nominal/ Frequência para fase [V/Hz]:	380/60
Corrente máxima de saída AC [A]:	90
THDI [%]:	<3
Eficiência [%]:	98,6

Tabela 7.1

15.2 MODULO FOTOVOLTAICO:

Fabricante	RISEN SOLAR
------------	-------------



OBRA: CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA 1.456,12 KWP

LOCAL: ZONA URBANA DE OEIRAS - PI

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA USINA SOLAR

	TECHNOLOGY OU SIMILAR
Modelo	RSM120-8-590BMDG OU SIMILAR
Potência Nominal [W]	590
Tensão De Circuito Aberto [V]	41,3
Corrente De Curto Circuito [A]	18,16
Tensão De Máxima Potência [V]	34,41
Corrente De Máxima Potência [A]	17,15
Eficiência [%]	

Tabela 8

15.3 CONDUTOR:

Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CA Do Inversor	CABO FLEX CA 50mm ²
Cabo Flexível Com Isolamento Para Alim. CC Do Inversor	CABO SOLAR 6 mm ²

Tabela 9

15.4 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE ALTERNADA:

DPS	
Classe:	II
Capacidade [KA/Vca]:	20/275
Disjuntor	
Corrente [A]:	40

Tabela 10

15.5 EQUIPAMENTOS DE CORRENTE CONTINUA:

Os Inversores da trifásico de 100 KW e 60 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.