

# Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede

*Memorial descritivo*

*Coqueiros do Sul - RS*

*PROJETO: Secretaria de Obras*



SOLUÇÕES EM  
ENGENHARIA

Nome: Prefeitura Municipal de Coqueiros do Sul  
CNPJ: 94.703.980/0001-32  
Endereço: Rua Pedro Rheihermer , 1144  
Telefone: (54) 3329-7700  
E-mail: gabinete@coqueiros.com.br  
Número da UC: 50167  
Atividade Principal: 03 – Poder Público – Poder Público Municipal

## **1. Identificação do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFVCR)**

### **1.1. Unidade(s) Consumidora(s)**

Concessionária: Eletrocar

Unidade Consumidora: 50167

Tensão Nominal: 220 V

Classe de consumo: PODER PÚBLICO

Alimentação: TRIFÁSICO

### **1.2. Titular da(s) unidade(s) consumidora(s)**

Nome: *Prefeitura Municipal de Coqueiros do Sul*

CPF/CNPJ: 94.703.980/0001-32

E-mail: gabinete@coqueiros.com.br

Telefone / Celular: (54) 3329-7700

### **1.3. Localização do Sistema**

Endereço: Rua Pedro Reheihemer, 1144

Bairro/ Município/Estado: Centro - Coqueiros do Sul/ RS

Latitude: 28°06'58.9

Longitude: 52°46'25.4

### **1.4. Características da geração fotovoltaica**

#### Módulos Fotovoltaicos:

- o Arranjo Fotovoltaico: 166 Módulos
- o Fabricante / Modelo: Jinko Solar
- o Modelo: JKM460M
- o Potência nominal: 460 Wp

#### Inversor Fotovoltaico:

- o Quantidade: 1
- o Fabricante: Growatt
- o Modelo: MAX 60KTL3
- o Potência total: 60 kW

## 2. Referências Normativas

- NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;
- OTD 035.01.08 Requisitos Técnicos para Conexão de Micro e Minigeração;
- PRODIST - Módulo 3 - Acesso ao Sistema de Distribuição – ANEEL;
- PRODIST - Módulo 8 - Qualidade de Energia Elétrica – ANEEL;
- NR-10 Segurança em Instalações e Serviço em Eletricidade;

## 3. Características do Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede

### 3.1. Posicionamento dos Equipamentos

Os módulos fotovoltaicos serão instalados no telhado da edificação, posicionados ao nordeste, conforme Figura 1.



Figura 1 – Local da instalação.

O inversor ficará alocado em ambiente aberto e ventilado, respeitando as distâncias mínimas para ventilação, conforme manual do fabricante. Neste conjunto também estará a caixa de proteção CC/CA.

A instalação dos módulos acompanha a inclinação do telhado, não sendo considerado ângulo de inclinação em relação à face do telhado, serão utilizados 166 módulos de 460 W (total de 76.36 KWp) divididos em 4 strings de 16 módulos, 3 strings de 17 módulos e 3 string de 17 módulos conectados em 1 inversor Growatt MAC 60 KTL3, sendo que neste inversor será ligado na MPPT1 64 módulos, MPPT2 51 módulos, MPPT3 51 módulos. A Figura 2 mostra a disposição da instalação.



Figura 2 – Distribuição dos módulos no telhado. (358,2 m<sup>2</sup>)

### 3.2. Gerador Fotovoltaico

A geração é composta de 166 módulos fotovoltaicos do tipo Silício monocristalino, com perspectiva de vida útil estimada de mais de 25 anos e degradação da produção devido ao envelhecimento de 0,55 % ao ano.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO GERADOR FOTOVOLTAICO	
Número de módulos:	166
Fabricante:	Jinko Solar
Modelo:	JKM460M
Potência nominal por módulos:	460 Wp
Tensão de operação:	34.20 V
Corrente de operação:	13.45 A
Tensão de circuito aberto:	41.48 V
Corrente de curto-circuito:	14.01 A
Máx. tensão do sistema:	1500 V
Eficiência do módulo:	21.32%
Tipo de células:	Monocristalino
Conector:	MC4
Temperatura de operação	-40°C ~ +85°C
Dimensões:	1903 × 1134 × 30 mm
Peso:	24.2 kg

Os valores de tensão variam conforme a temperatura de funcionamento (mínima, máxima e de regime) e estão dentro dos valores aceitáveis de funcionamento do inversor.

### 3.3. Cálculo de Geração

O Sistema proposto tem a seguinte expectativa de geração a contar da previsão de instalação que será 01/02/2023

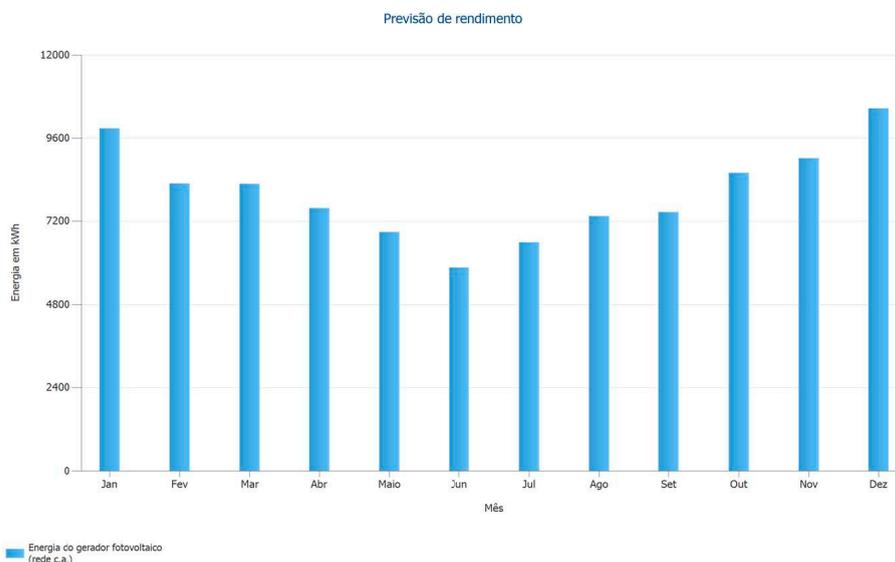


Figura 3- Previsão de Geração

### 3.4. Inversor solar

O sistema será composto por um inversor grid-tie, ou seja, conectado à rede elétrica da concessionária. Esse equipamento permite modular corrente contínua proveniente do arranjo fotovoltaico em corrente alternada, com a finalidade de alimentar cargas e injeção ao sistema da rede elétrica.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO INVERSOR	
Fabricante:	Growatt
Modelo:	MAC 60KTL3
Potência nominal:	60000W
Max. entrada de corrente	50A
Faixa de tensão de operação:	200-1000 V
Máx. tensão de entrada:	1100 V
Min. tensão de entrada:	250 V
Número de MPPT:	3/4+4+4
Máx. potência de saída:	60 kW
Corrente nominal de saída:	96.6 A
Frequência de saída:	50/60 Hz
Faixa de temperatura ambiente:	-25°C ~+ 60°C
Peso:	52 Kg
Dimensões:	680 x 508 x 281 mm

### **3.5. Circuito de Corrente Contínua - CC**

#### **3.5.1. Disjuntor e Chave Seccionadora**

Serão utilizadas duas chaves seccionadoras simples de 32 A para seccionamento dos condutores CC.

#### **3.5.2. Dispositivo de proteção contra surtos (DPS)**

É utilizado DPS nos condutores positivo e negativo com as seguintes características:

- ◆ Classe II;
- ◆ Corrente máxima de descarga (onda 8/20  $\mu$ s) igual a 40 kA;
- ◆ Nível de proteção de 1 kV

#### **3.5.3. Cabeamento**

São utilizados cabos flexíveis com isolamento dupla (1kV) para interligar os módulos em série e conectar ao inversor, com:

- ◆ Isolação dupla (1kV);
- ◆ Comprimento aproximado de 25m;
- ◆ Admitindo uma queda de tensão máxima de 1%;
- ◆ Seção adotada igual a 6 mm<sup>2</sup>.

### **3.6. Circuito de Corrente Alternada – AC**

#### **3.6.1. Disjuntor e Chave Seccionadora**

A corrente AC máxima é igual à máxima corrente possível na saída do inversor MAC 60KTL3 que, de acordo com especificação do fabricante, tem uma corrente de saída de 96.6 A, sendo assim, será instalado um disjuntor trifásico de 100, com a finalidade do seccionamento e proteção dos condutores CA, antes da conexão à rede.

#### **3.6.2. Cabeamento**

Para conectar a saída do inversor à rede elétrica no Quadro de Distribuição (QD) mais próximo do local da instalação serão utilizados cabos flexíveis (3 fases, neutro e proteção) com:

- ◆ Isolação para PVC 750 V 70°;
- ◆ Comprimento é aproximadamente de 25 m;
- ◆ Admitindo uma queda de tensão máxima de 1%;
- ◆ Seção adotada igual a 35 mm<sup>2</sup>.

### 3.7. Sistema de aterramento

O sistema de aterramento será composto por 1 haste de aço zincado com revestimento de cobre com diâmetro de 15 mm e 240 mm de comprimento que será totalmente enterrada, para assim manter a resistência de aterramento inferior a 10 ohms em qualquer época do ano conforme. O condutor de aterramento será de cobre e atenderá as normas NBR 6148 e NBR 5410.

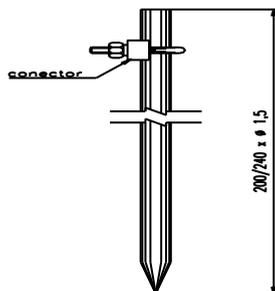


Figura 3 - Padrão do Eletrodo de Aterramento

Todos os componentes do sistema fotovoltaico devem ser devidamente aterrados e interligados ao sistema de aterramento da concessionária (Módulos, Inversores, estrutura metálica e outros).

### 3.8. Adequações e diagrama

O sistema foi projetado conforme diagrama orientativo da norma Procedimentos para Conexão de Micro e Minigeração Distribuída ao sistema Elétrico da **Centrais Elétricas de Carazinho S/A – Eltrocar** e junto ao padrão de entrada será instalada uma placa de advertência com a seguinte advertência: “CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”.



Figura 4 - Padrão de placa de advertência

A placa de advertência será confeccionada em aço inoxidável com espessura mínima de 1 mm conforme modelo apresentado. O diagrama unifilar do projeto é apresentado na Figura 5 e detalhe a ligação do sistema fotovoltaico ao da rede da concessionária.

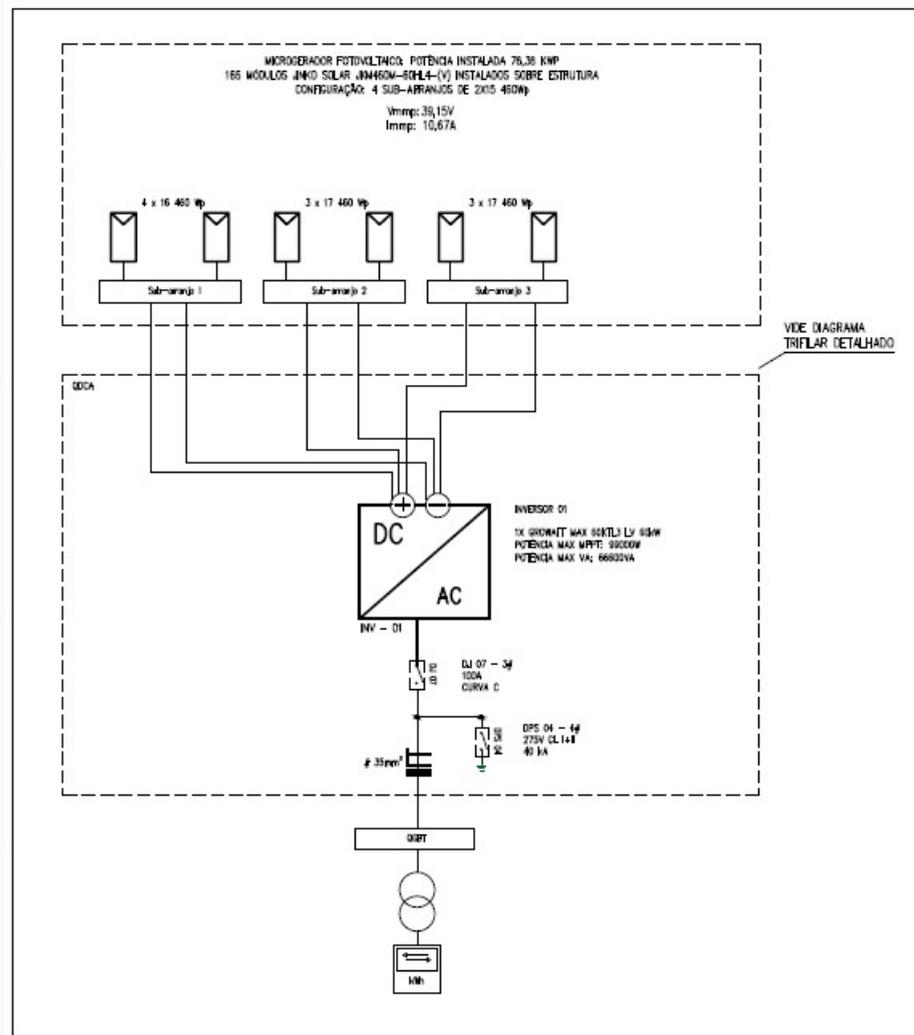


Figura 5 - Diagrama unifilar

#### 4. Considerações finais

Serão emitidos e divulgados pelo instalador, os seguintes documentos:

- ◆ Projeto executivo "como construído", acompanhado com folhas de material instalado;
- ◆ Declaração de conformidade;
- ◆ Certificado emitido por um laboratório acreditado INMETRO e quanto à conformidade com EN 61215 para os módulos de silício cristalino.
- ◆ Certificado emitido por um laboratório acreditado quanto à conformidade do inversor DC / AC com as normas vigentes e, se o dispositivo de interface é usado dentro da própria unidade;
- ◆ Declarações de garantia relativas aos equipamentos instalados;
- ◆ Garantia de todo o sistema e o desempenho.
- ◆ O projeto deverá ser revisado anualmente a partir da emissão deste documento;

A empresa de instalação, além de realizar com o que está indicado no projeto, irá realizar todos os trabalhos em conformidade com as normas.

Coqueiros do Sul, 07 de Novembro de 2022.

VALOIR  
CHAPUIS:9120451  
8068

Assinado de forma digital por  
VALOIR CHAPUIS:91204518068  
Dados: 2022.11.08 13:26:04  
-03'00'

---

Prefeitura Municipal de Coqueiros do Sul  
CNPJ: 94.703.980/0001-32

---

Alvaro Silva Dias

Eng. Eletricista CREA RS240633  
Responsável Técnico



**IlumiON Soluções em Engenharia Elétrica**  
Rua Bento Gonçalves, 673 SL 707 - Centro - São Leo

Brasil

**Contato:**  
Alvaro Dias  
Telefone: 51 98065-2665  
E-mail: contato@ilumionengenharia.com.br

**N.º cliente:** UC 50167  
**Nome do projeto:** Secretária de Obras

05/11/2022

## Seu sistema fotovoltaico de IlumiON Soluções em Engenharia Elétrica

### Endereço da instalação

---

Rua Pedro Reinheimer, 1144 - Centro / Coqueiros do Sul/RS

---



## Vista geral do projeto



Figura: Imagem panorâmica, Modelagem 3D

## Sistema fotovoltaico

### 3D, Sistema fv conectado à rede

Dados climáticos	Coqueiros, BRA (1996 - 2015)
Fonte dos valores	Meteonorm 8.1(i)
Potência do gerador fotovoltaico	76,36 kWp
Area do gerador fotovoltaico	358,2 m <sup>2</sup>
Quantidade de módulos	166
Quantidade de inversores	1

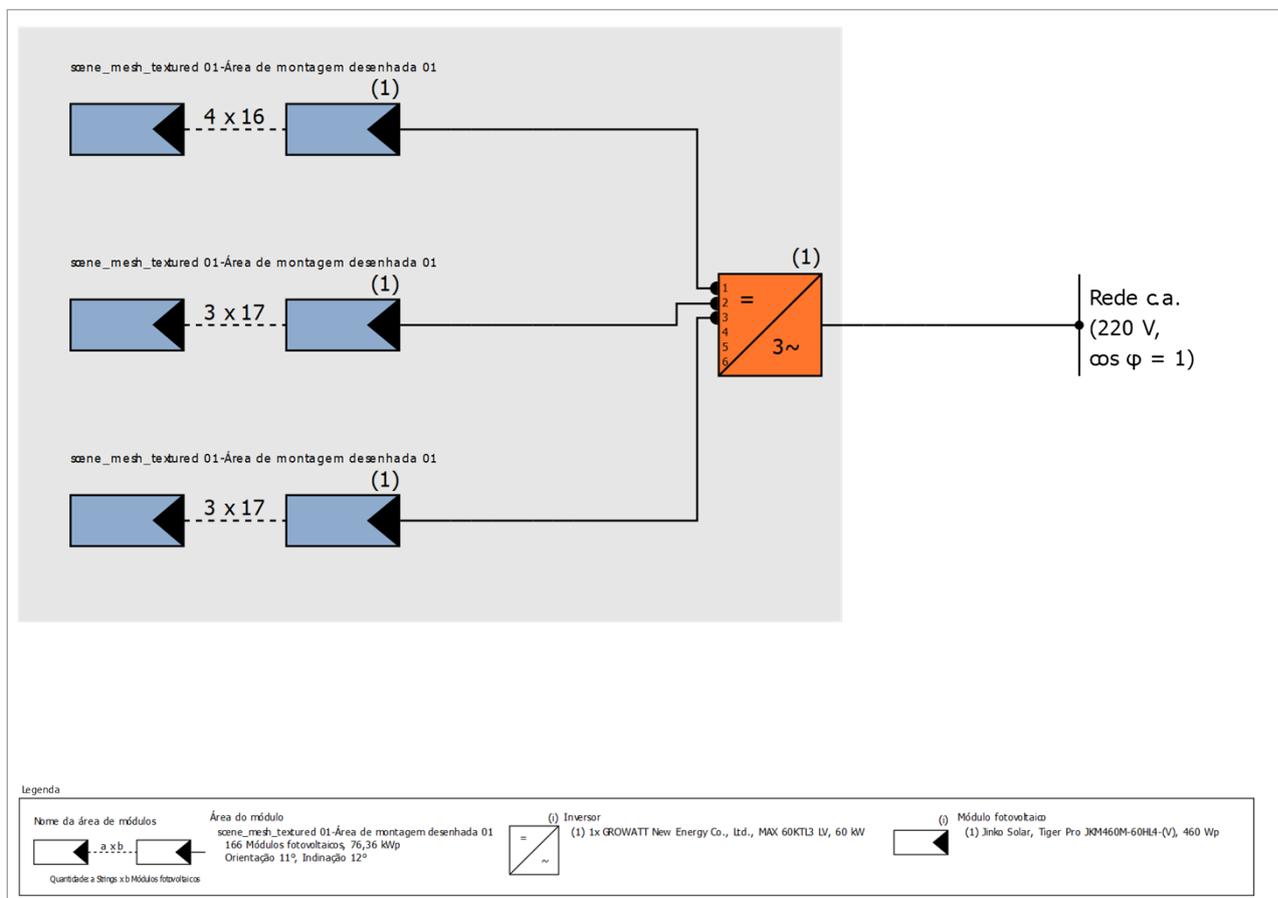


Figura: Esquema elétrico

## Previsão de rendimento

### Previsão de rendimento

Potência do gerador fotovoltaico	76,36 kWp
Rendimento anual específico	1.260,22 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	64,93 %
Diminuição do rendimento por sombreamento	0,4 %/Ano
Injeção na rede	96.255 kWh/Ano
Injeção na rede no primeiro ano (incl. degradação do módulo)	95.218 kWh/Ano
Consumo em espera (Inversor)	25 kWh/Ano
Emissões de CO <sub>2</sub> evitadas	45.228 kg/ano

Os resultados foram determinados com base em um modelo de cálculo matemático da Valentin Software GmbH (algoritmos PV\*SOL). Os rendimentos efetivos do sistema de energia solar podem variar em função de oscilações meteorológicas, da eficiência dos módulos e dos inversores, e outros fatores.

# Configuração do sistema

## Vista geral

### Dados do sistema

Tipo de sistema	3D, Sistema fv conectado à rede
-----------------	---------------------------------

### Dados climáticos

Local	Coqueiros, BRA (1996 - 2015)
-------	------------------------------

Fonte dos valores	Meteonorm 8.1(i)
-------------------	------------------

Resolução dos dados	1 h
---------------------	-----

### Modelos de simulação utilizados:

- Irradiação difusa no plano horizontal	Perez & Ineichen
---	------------------

- Irradiação sobre o plano inclinada	Klucher
--------------------------------------	---------

## Áreas do módulo

### 1. Área do módulo - scene\_mesh\_textured 01-Área de montagem desenhada 01

#### Gerador fotovoltaico, 1. Área do módulo - scene\_mesh\_textured 01-Área de montagem desenhada 01

Nome	scene_mesh_textured 01-Área de montagem desenhada 01
Módulos fotovoltaicos	166 x Tiger Pro JKM460M-60HL4-(V) (v2)
Fabricante	Jinko Solar
Inclinação	12 °
Orientação	Norte 11 °
Situação de montagem	Paralelo ao telhado - boa ventilação traseira
Area do gerador fotovoltaico	358,2 m <sup>2</sup>



Figura: 1. Área do módulo - scene\_mesh\_textured 01-Área de montagem desenhada 01

Degradação do módulo, 1. Área do módulo - scene\_mesh\_textured 01-Área de montagem desenhada 01

Curva característica	Exponencial
Potência restante após 1 ano	98 %
Potência restante após 25 anos	84,8 %

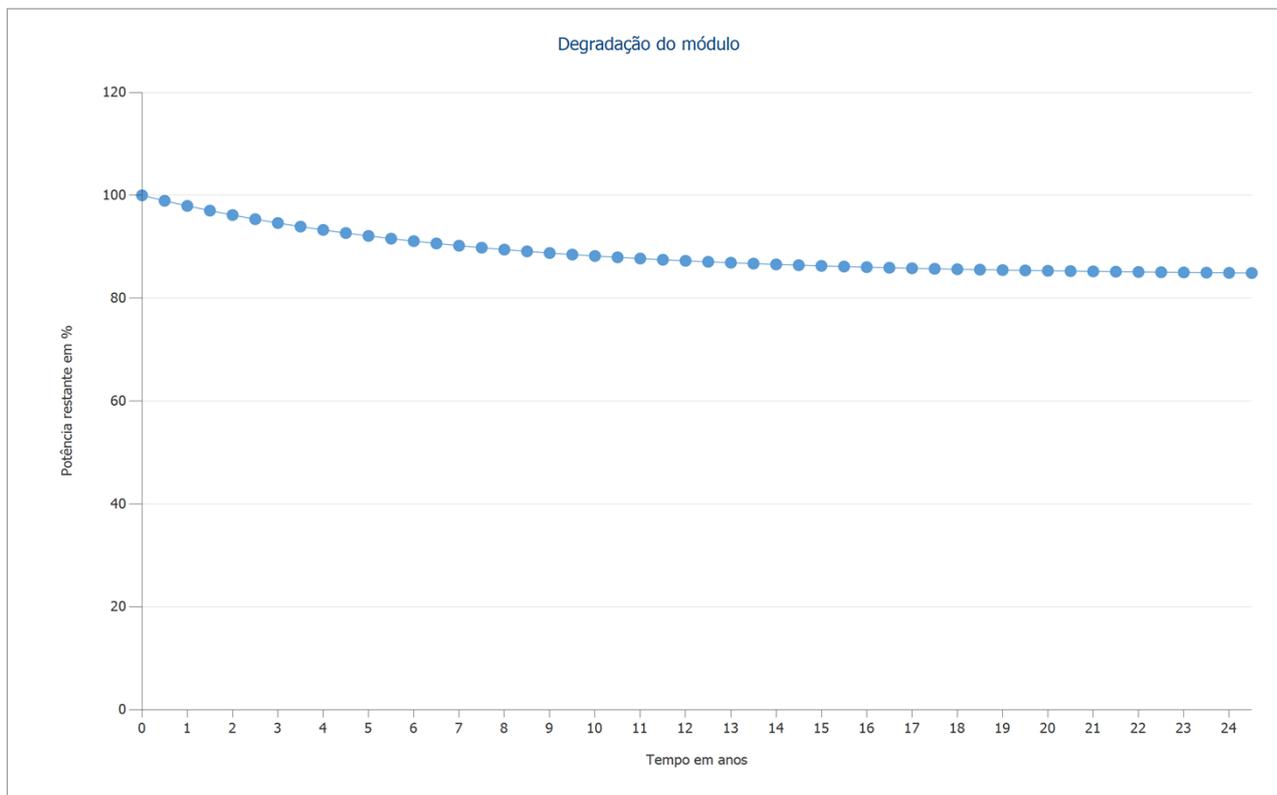


Figura: Degradação do módulo, 1. Área do módulo - scene\_mesh\_textured 01-Área de montagem desenhada 01

## Linha do horizonte, Modelagem 3D

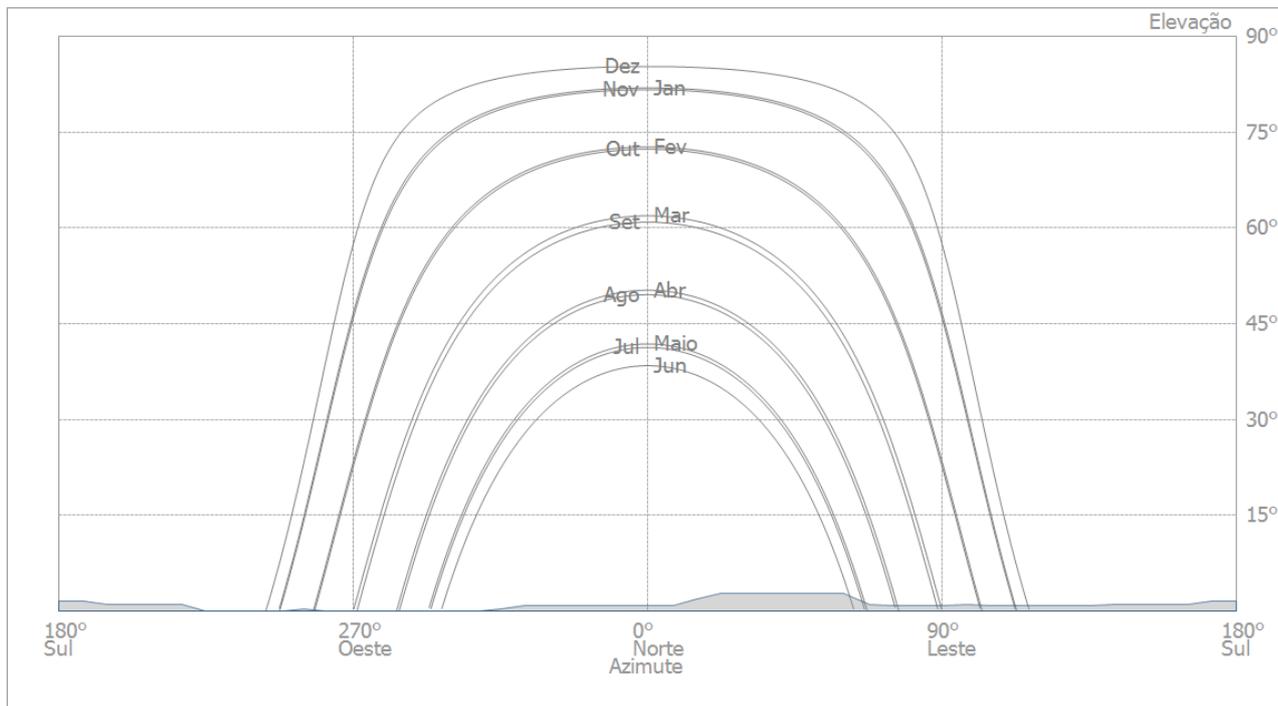


Figura: Horizonte (Modelagem 3D)

## Configuração do inversor

### Configuração 1

Área do módulo	scene_mesh_textured 01-Área de montagem desenhada	01
Inversor 1		
Modelo		MAX 60KTL3 LV (v2)
Fabricante		GROWATT New Energy Co., Ltd.
Quantidade		1
Fator dimensionamento		127,3 %
Configuração		PMP 1: 4 x 16
		PMP 2: 3 x 17
		PMP 3: 3 x 17
		PMP 4: não ocupado
		PMP 5: não ocupado
		PMP 6: não ocupado

## Rede c.a.

### Rede c.a.

Quantidade de fases	3
Tensão da rede entre fase e neutro	220 V
Fator de potência (cos phi)	+/- 1

# Resultados da simulação

## Resultados Sistema completo

### Sistema fotovoltaico

Potência do gerador fotovoltaico	76,36 kWp
Rendimento anual específico	1.260,22 kWh/kWp
Desempenho do sistema (PR)	64,93 %
Diminuição do rendimento por sombreamento	0,4 %/Ano
Injeção na rede	96.255 kWh/Ano
Injeção na rede no primeiro ano (incl. degradação do módulo)	95.218 kWh/Ano
Consumo em espera (Inversor)	25 kWh/Ano
Emissões de CO <sub>2</sub> evitadas	45.228 kg/ano

### Gráfico do fluxo de energia

Projeto: Secretária de Obras



Todos os valores em kWh  
Pequenos desvios nas somas podem ser causados pelo arredondamento dos números.  
created with PV\*SOL

Figura: Fluxo de energia

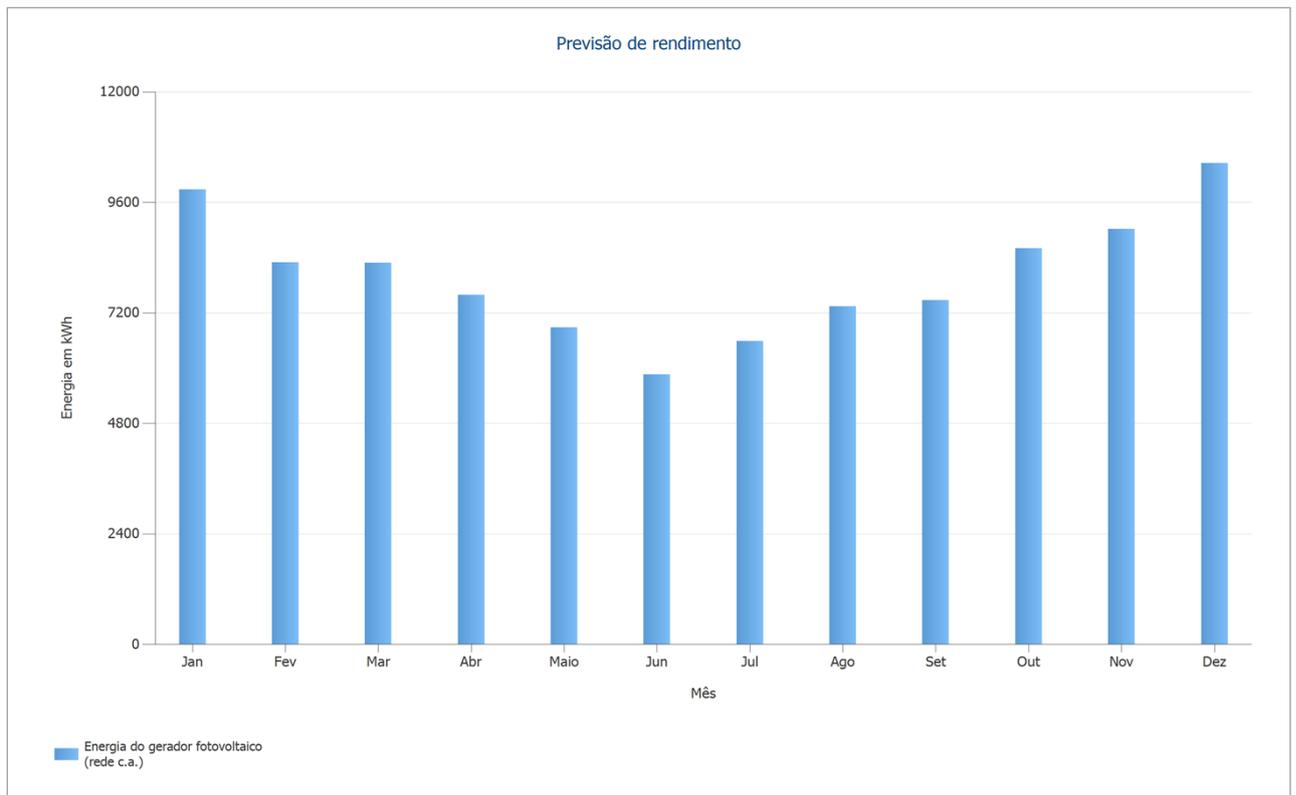


Figura: Previsão de rendimento

# Diagrama, planta e lista de peças

## Diagrama do circuito

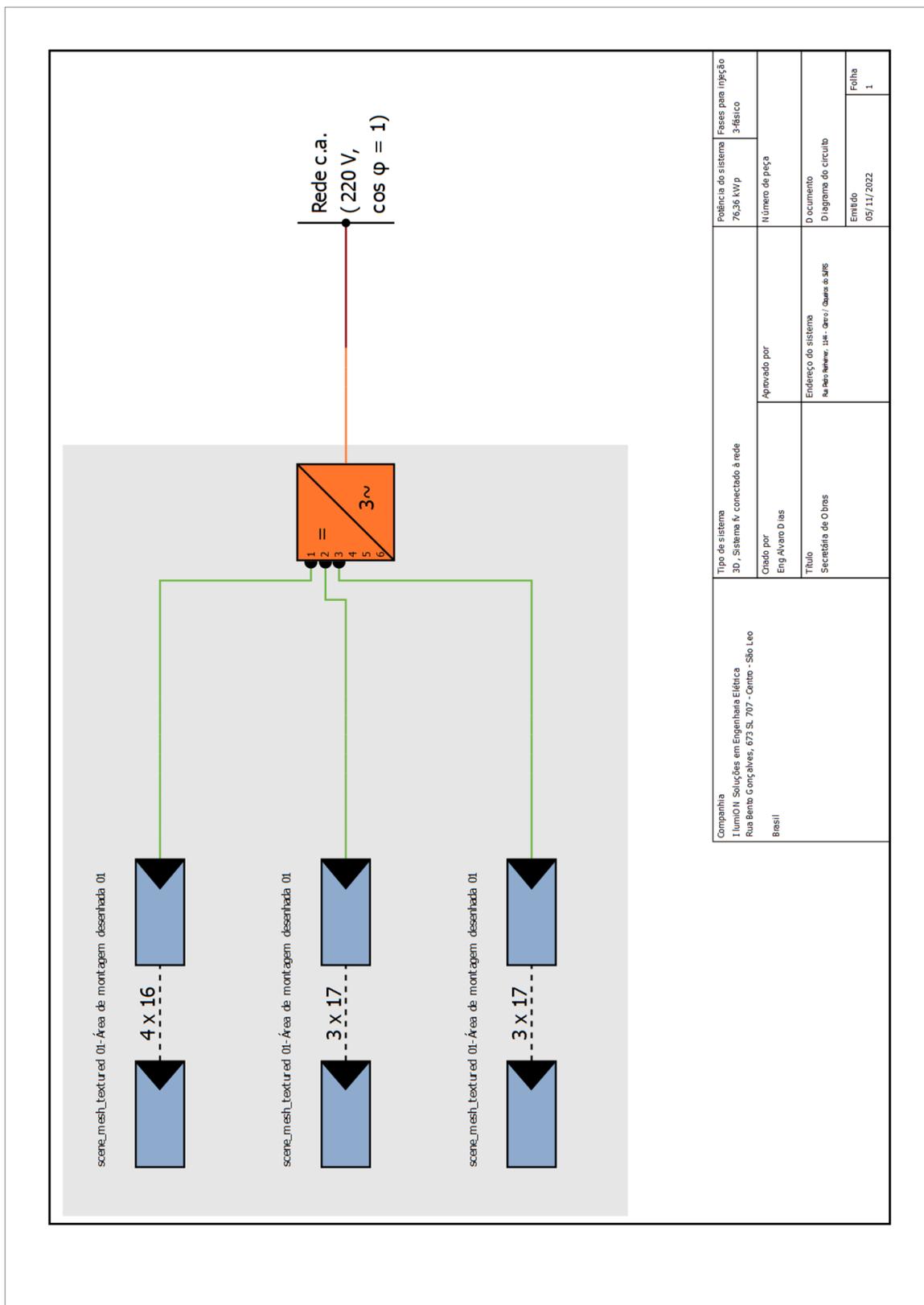


Figura: Diagrama do circuito

# Plano de strings

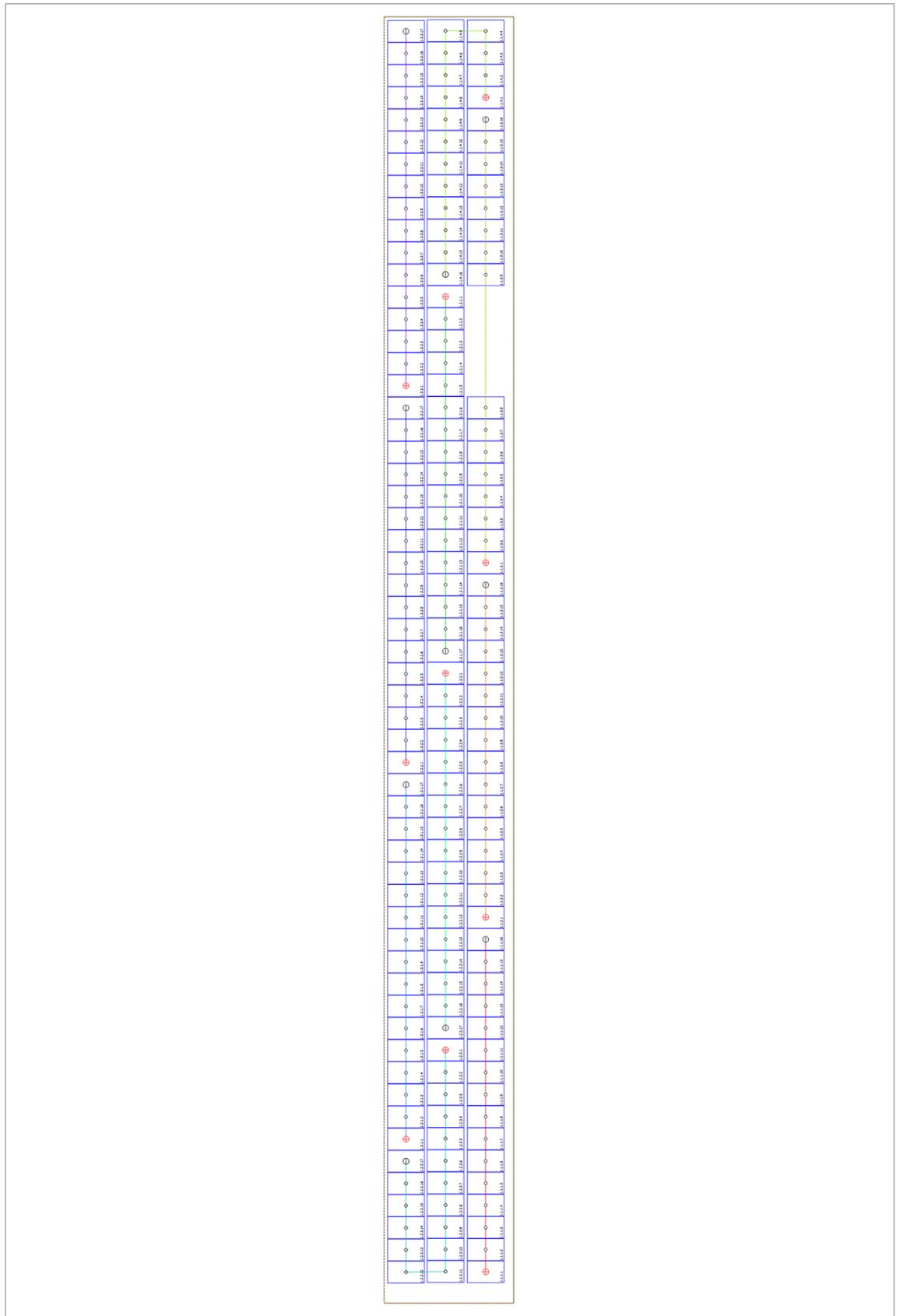


Figura: scene\_mesh\_textured 01-Área de montagem desenhada 01

## Lista de peças

### Lista de peças

#	Tipo	Nº do artigo	Fabricante	Nome	Quantidade	Unidade
1	Módulo fotovoltaico		Jinko Solar	Tiger Pro JKM460M-60HL4-(V)	166	Peça
2	Inversor		GROWATT New Energy Co., Ltd.	MAX 60KTL3 LV	1	Peça

# Capturas da tela, Modelagem 3D Ambiente



Figura: Captura da tela02



Figura: Captura da tela03

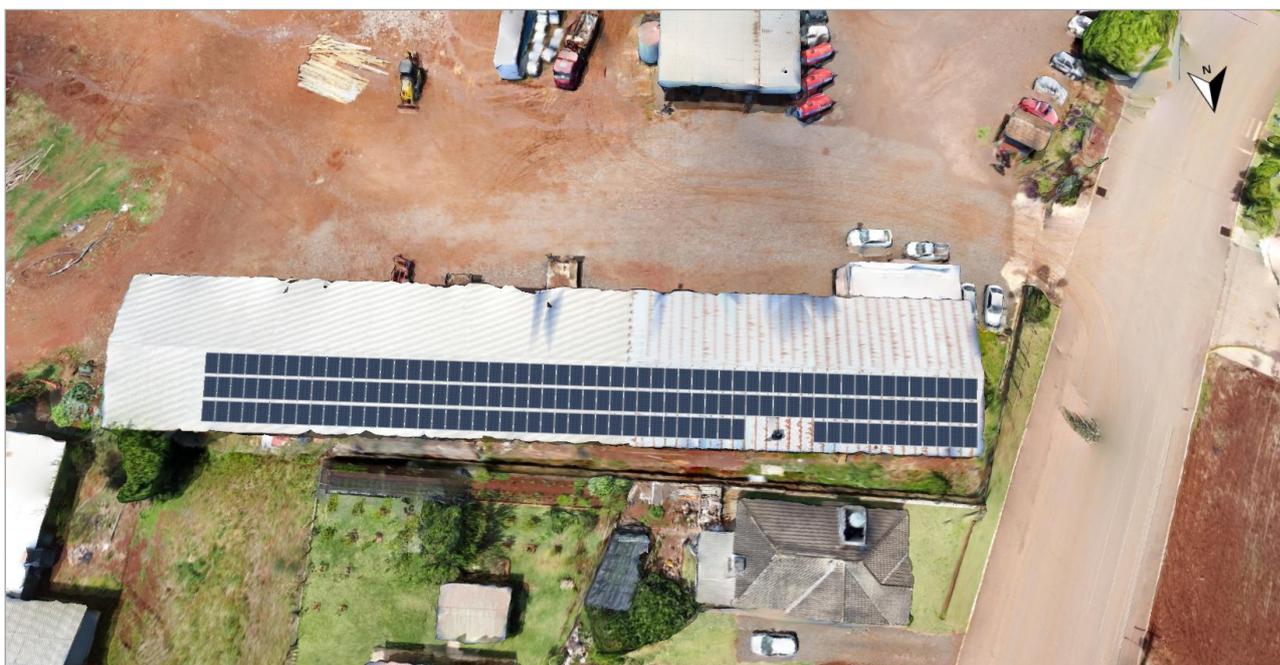


Figura: Captura da tela04

## Configuração

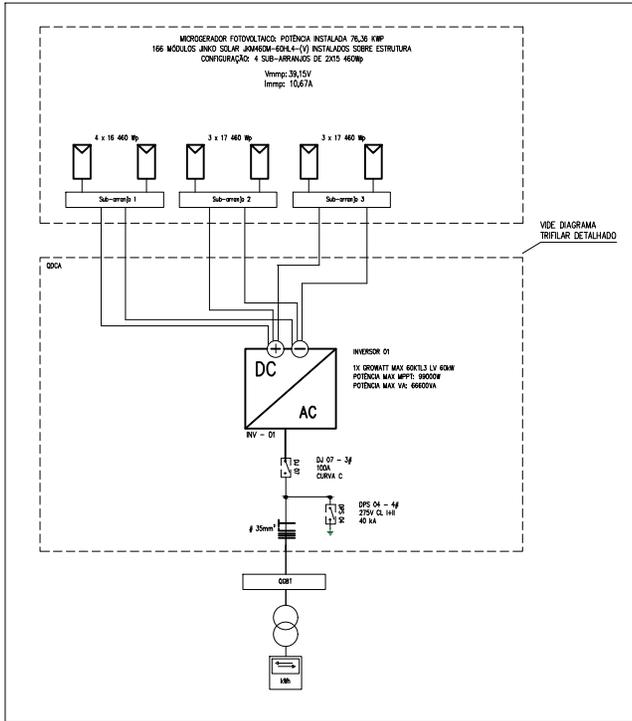


Figura: Captura da tela01

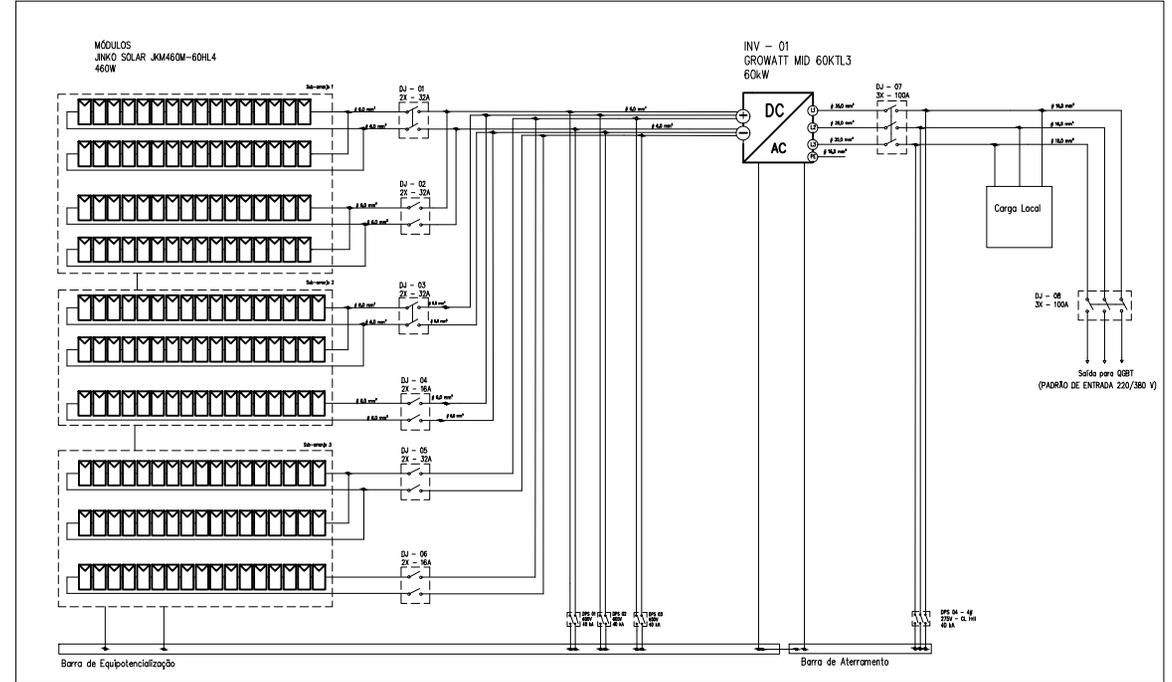
VALOIR  
CHAPUIS:91204  
518068

Assinado de forma digital  
por VALOIR  
CHAPUIS:91204518068  
Dados: 2022.11.08 13:24:18  
-03'00'

# DIAGRAMA UNIFILAR



# DIAGRAMA MULTIFILAR



FORMATO A2 (894x420mm)  
 DIREITOS AUTORAIS RESERVADOS

	Assunto: PROJETO		PRANCHA:	
	SISTEMA FOTOVOLTAICO			
	Projetista: Neemias Davila Rodrigues			1 /
	Responsável Técnico: Alvaro Silva Dias Engenheiro Eletricista CREA/RS 240633			
Data: 02/08/2022	Escala: Sem Escala	Projeto n°: -	Revisão: 00	
Município de Coqueiros do Sul CNPJ: 94.703.980/0001-32 Secretaria de Obras Endereço: Rua Pedro Rheimer, 1144 CEP: 99.528-000 Cidade: Centro/RS		UC: 50167 N° Medidor: 500354 Localização: 28°06'58.9"S+52°46'25.4"W		
Assunto: Microgeração Distribuída - 60 kW - 220/380 V				
VALOIR CHAPUIS:91 204518068		Assinaturas Assinado de forma digital por VALOIR CHAPUIS:9120451806 8 Dados: 2022.11.08 13:23:06 -03'00'		
Município de Coqueiros do Sul CNPJ: 94.703.980/0001-32 PROPRIETÁRIO		Eng. Alvaro Silva Dias CREA RS240633 RESPONSÁVEL TÉCNICO		

## TERMO DE RESPONSABILIDADE

A Empresa Prefeitura Municipal de Coqueiros do Sul, CNPJ n.º 94.703.980/0001-32, representada pelo Engenheiro/Técnico Alvaro Silva Dias, registrado no CREA-RS sob o n.º 240633, declara ser responsável pelo projeto, dimensionamento dos equipamentos, dispositivos de proteção do sistema de micro/mini geração com paralelismo permanente com a rede da Eletrocar, instalado no consumidor UC50167, situado à Rua Pedro Rheimemer, 1144 Município de Coqueiros do Sul, o qual é responsável pela operação e manutenção do referido Sistema, visando não energizar em hipótese alguma o alimentador da Eletrocar, quando este estiver fora de operação, assumindo total responsabilidade civil e criminal, na ocorrência de acidentes ocasionados por insuficiência técnica do projeto, defeitos ou operação inadequada dos equipamentos desse Sistema.

---

Assinatura do Responsável Técnico

VALOIR  
CHAPUIS:9120451806  
8

Assinado de forma digital por  
VALOIR CHAPUIS:91204518068  
Dados: 2022.11.08 13:28:11  
-03'00'

---

Assinatura do Responsável Consumido

Coqueiros do Sul – RS 07 de novembro de 2022



Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL  
Convênio: NÃO É CONVÊNIO Motivo: NORMAL

**Contratado**

Carteira: RS240633 Profissional: ALVARO SILVA DIAS E-mail: alvarodias21@gmail.com  
RNP: 2218853841 Título: Engenheiro Eletricista  
Empresa: ILUMINON SOLUCOES EM ENGENHARIA ELETRICA LTDA. Nr.Reg.: 255055

**Contratante**

Nome: PREFEITURA MUNICIPAL DE COQUEIROS DO SUL E-mail:  
Endereço: RUA PEDRO RHEIHEMER 1144 Telefone: CPF/CNPJ: 94703980000132  
Cidade: COQUEIROS DO SUL Bairro.: CENTRO CEP: 99528000 UF: RS

**Identificação da Obra/Serviço**

Proprietário: PREFEITURA MUNICIPAL DE COQUEIROS DO SUL  
Endereço da Obra/Serviço: Rua PEDRO RHEIHEMER 1144 CPF/CNPJ: 94703980000132  
Cidade: COQUEIROS DO SUL Bairro: CENTRO CEP: 99528000 UF: RS  
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES Vlr Contrato(R\$): 500,00 Honorários(R\$):  
Data Início: 07/11/2022 Prev.Fim: 07/11/2023 Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto	Instalação Elétrica Abaixo de 1.000 V	1,00	UN
Projeto	MICROGERAÇÃO FOTOVOLTAICA CFME RESOLUÇÃO NORMATIVA 687/15	60,00	KW

ART registrada (paga) no CREA-RS em 07/11/2022

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima ALVARO SILVA DIAS Profissional	De acordo VALOIR CHAPUIS:91204518068 Assinado de forma digital por VALOIR CHAPUIS:91204518068 Dados: 2022.11.08 13:21:39 -03'00' PREFEITURA MUNICIPAL DE COQUEIROS DO SUL Contratante
--------------	---	--

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.