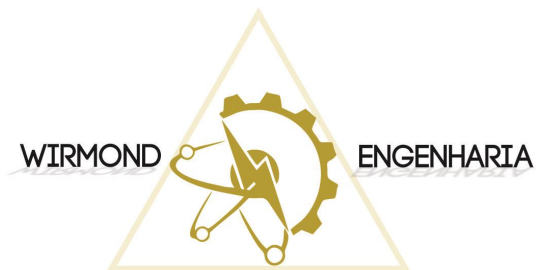


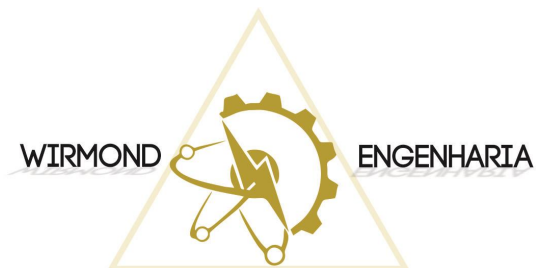
PROJETO PARA IMPANTAÇÃO DE USINA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA
FOTOVOLTAICA PARA O CONSELHO REGIONAL DE ODONTOLOGIA DO
PARANÁ – **CONTRATO 07/2021**

Curitiba, 15 de abril de 2022



Sumário

1. OBJETO	3
2. CENÁRIO	4
3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA	11
4. MEMORIA DE CÁLCULOS.....	13
5. SISTEMA PROPOSTO.....	14
6. QUANTITATIVOS DE EQUIPAMENTOS.....	16
7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÍNIMAS.....	16
8. ANEXOS	18

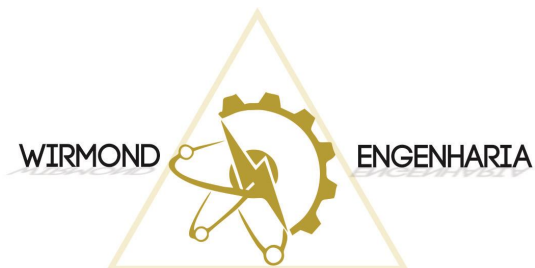


1. OBJETO

O presente projeto visa descrever um sistema de geração de energia fotovoltaica para atender a sede do Conselho Regional de Odontologia do Paraná.

O dimensionamento do sistema foi definido com base nos documentos apresentados (fatura de energia) e levantamento técnico dos espaços disponíveis para instalação do sistema.

Este projeto servirá de base para a elaboração de processo administrativo para contratação de empresa especializada para implantação do sistema descrito.



2. CENÁRIO

A sede do Conselho Regional de Odontologia do Paraná está situada na Av. Manoel Ribas, 2281 – Mercês – Curitiba – PR. CEP 80810-002.

Coordenadas geográficas: -25.415958, -49.297321

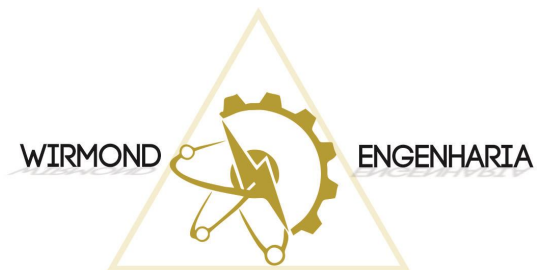
A concessionária de energia elétrica que atende a sede é a COPEL. A modalidade de fornecimento é em Média Tensão, grupo A, com posto de transformação próprio de potência 112,5 kVA.

Atualmente a demanda contratada é de 76kW e a modalidade tarifária é a horosazonal VERDE.

O posto de transformação está localizado na parte frontal do imóvel, é do tipo cabine de transformação, possui medição indireta.



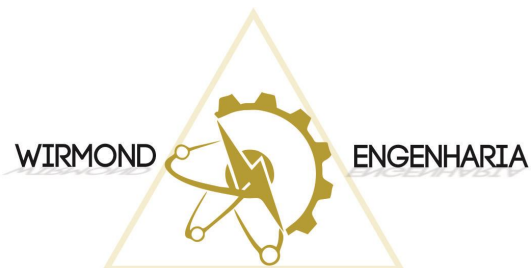
FOTO 1: CABINE DE TRANSFORMAÇÃO



O posto de transformação alimenta o quadro de distribuição QD-1 localizado no primeiro andar do imóvel.



FOTO 2: QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO QD-1



O quadro de distribuição QD-1 alimenta outro quadro de distribuição QD-2, localizado no segundo andar do imóvel.

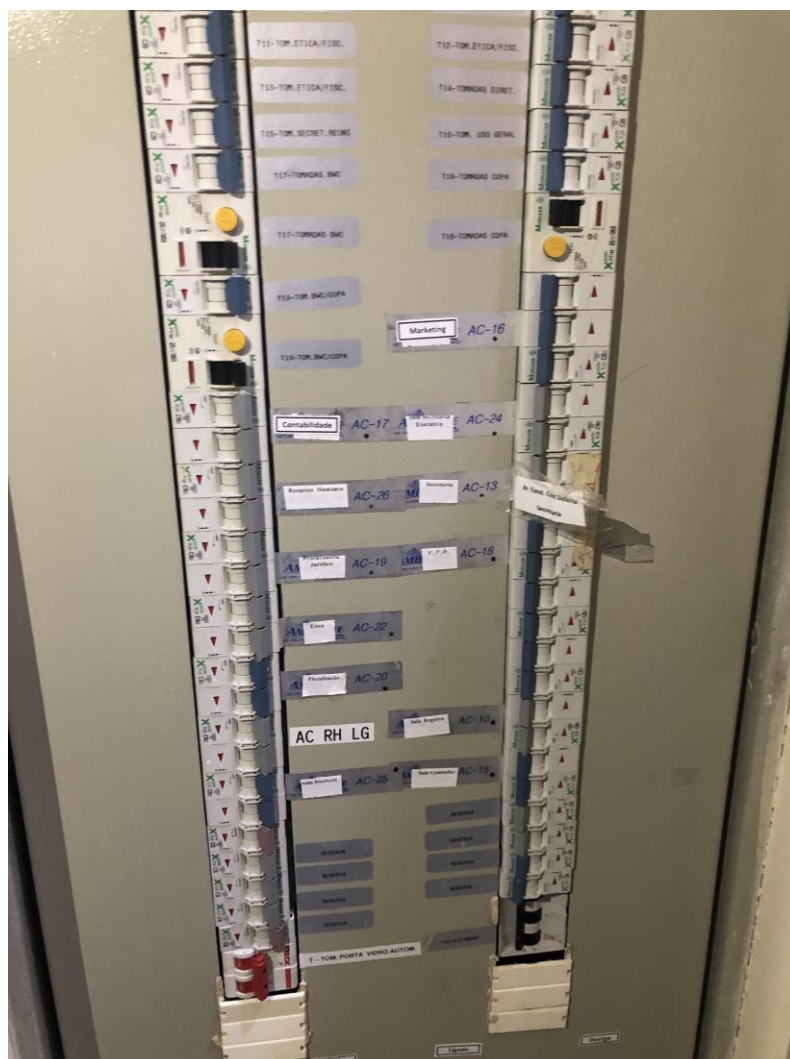


FOTO 3: QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO QD-2

Acima da laje do 2º andar do imóvel, está localizada a sala de máquinas do elevador, com acesso para o telhado.

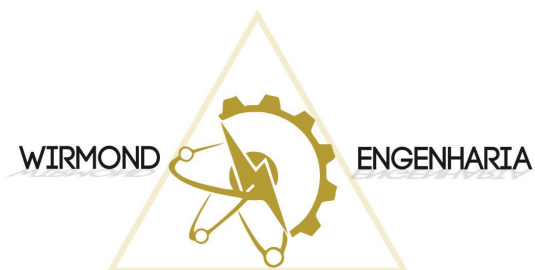


FOTO 4: MÁQUINA DO ELEVADOR

O telhado do imóvel é composto por telhas onduladas de fibrocimento, com inclinação aproximada de 10° e faces Leste/Oeste.

O acesso ao telhado não é complicado e pode-se caminhar por cima das telhas com tranquilidade.

O telhado possui recortes, e nele estão instaladas as máquinas do sistema de ar-condicionado.

No entorno da edificação há várias árvores altas que fazem sombras no telhado conforme a hora do dia e mês do ano.

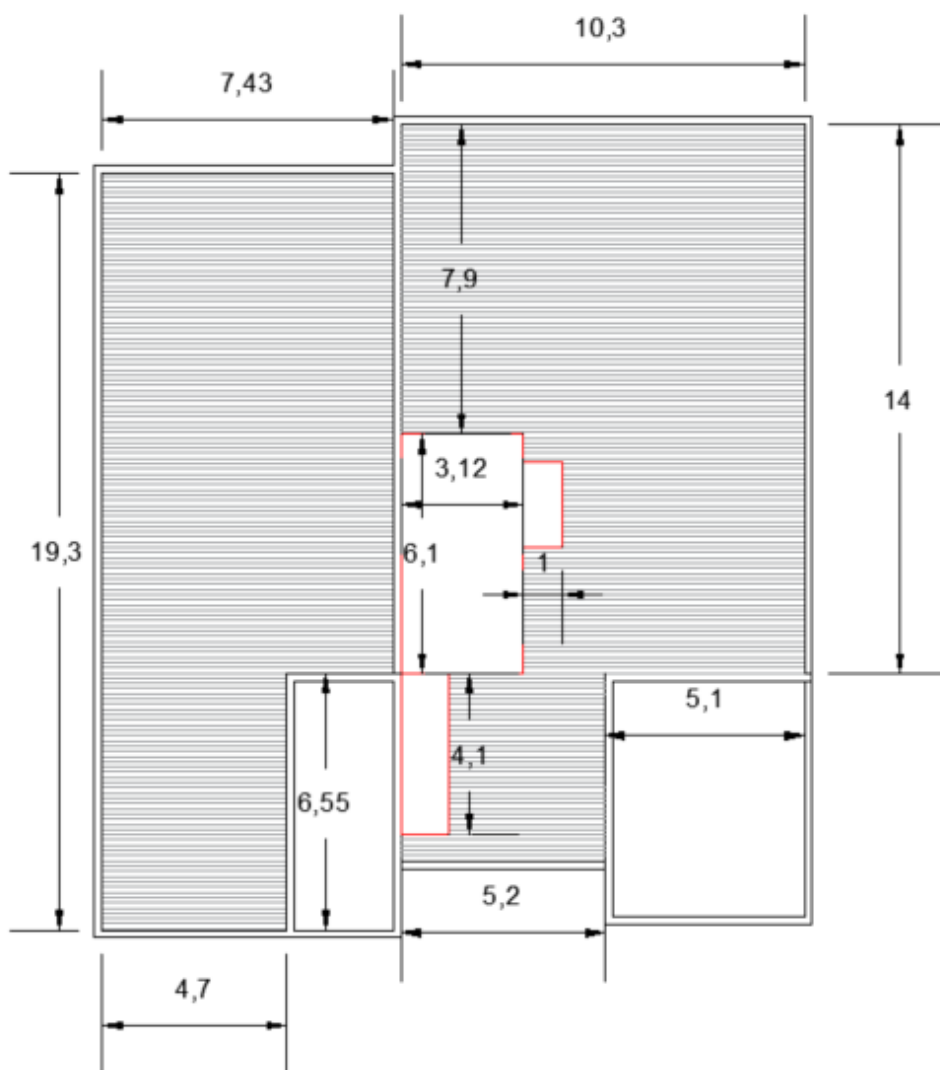
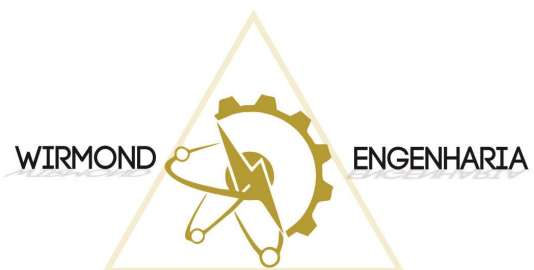


FOTO 5: CROQUI DO TELHADO

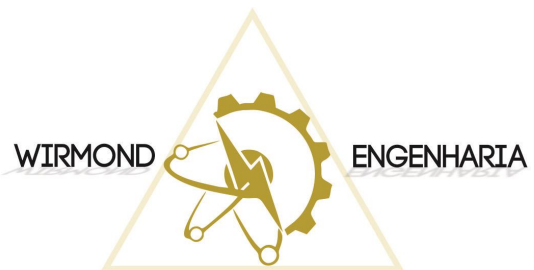


FOTO 6: TELHADO



FOTO 7: TELHADO

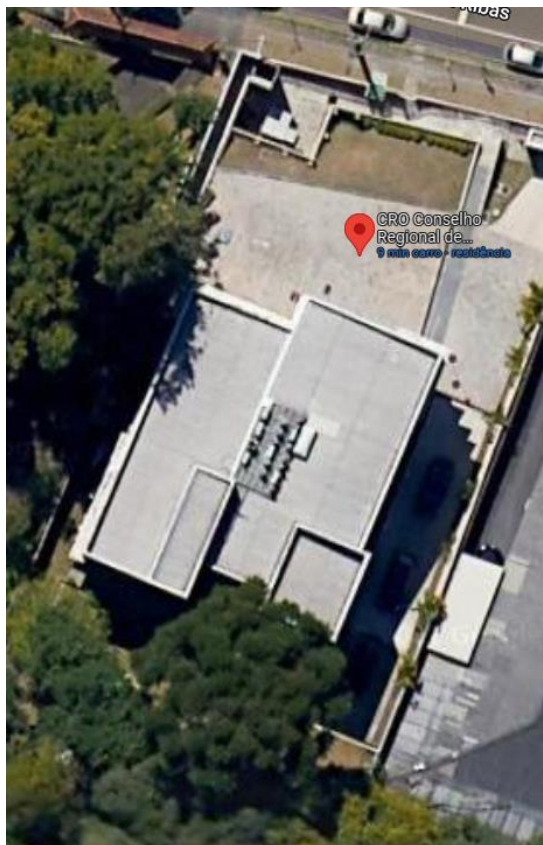
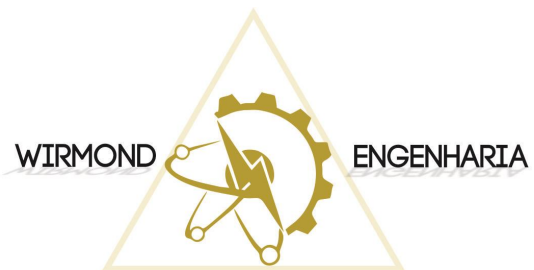
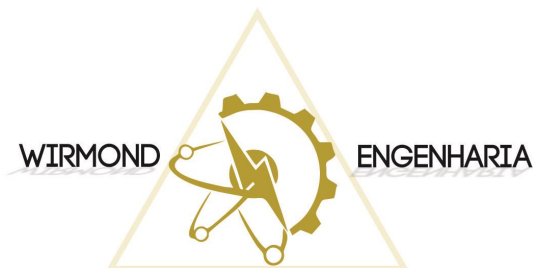


FOTO 7: VISTA AÉREA



3. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

Com base na fatura de energia apresentada é possível extrair as informações necessárias para o dimensionamento do sistema.

A planilha abaixo traz um resumo das informações contidas na fatura de energia:

	Consumo Ponta	Consumo Fora Ponta	Demanda Ponta	Demanda Fora Ponta	Somatório Demandas
out/20	174	1969	7,97	33,21	41,18
nov/20	246	3025	6,83	36,01	42,84
dez/20	230	3443	9	27,55	36,55
jan/21	286	3730	8,21	33,89	42,10
fev/21	239	3178	5,31	25,14	30,45
mar/21	204	3799	6,74	32,27	39,01
abr/21	277	3796	13,43	27,01	40,44
mai/21	282	4212	7,72	21,99	29,71
jun/21	226	4036	7,08	41,47	48,55
jul/21	201	4051	4,72	32,86	37,58
ago/21	204	4153	4,67	27,06	31,73
set/21	214	3814	3,88	20,91	24,79
MÉDIA	231,92	3600,50	7,13	29,95	37,08

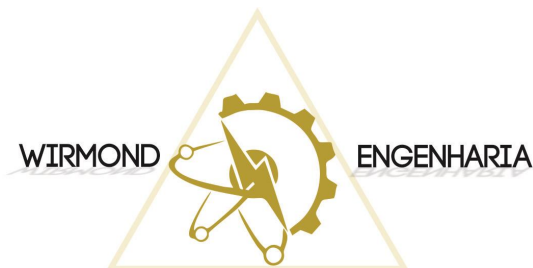
TABELA 1: INFORMAÇÕES FATURA ENERGIA

Média consumo ponta: **231,92kW**

Média consumo fora de ponta: **3600,5kW**

Média demanda consumida: **37,08kW**

Demanda contratada: **76kW**



Em consulta ao site da ANEEL, podemos extrair a tabela de tarifas por aplicação imposta aos clientes do grupo A.

SUBGRUPO	MODALIDADE	ACESSANTE	POSTO	TARIFAS DE APLICAÇÃO			BASE ECONÔMICA				
				TUSD		TE	TUSD		TE		
				R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh	R\$/kW	R\$/MWh	R\$/MWh		
A4 (2,3 a 25kV)	AZUL	NA	P	36,08	82,60	437,87	37,48	84,07	417,39		
			FP	17,07	82,60	275,36	17,12	84,07	260,51		
	AZUL APE	NA	P	36,08	16,87	0,00	37,48	16,63	0,00		
			FP	17,07	16,87	0,00	17,12	16,63	0,00		
	VERDE	NA	NA	17,07	0,00	0,00	17,12	0,00	0,00		
			P	0,00	959,22	437,87	0,00	994,93	417,39		
				FP	0,00	82,60	275,36	0,00	84,07	260,51	
				NA	17,07	0,00	0,00	17,12	0,00	0,00	
	VERDE APE	NA		P	0,00	893,50	0,00	0,00	927,49	0,00	
				FP	0,00	16,87	0,00	0,00	16,63	0,00	
	DISTRIBUIÇÃO	Cocel		P	21,92	9,81	0,00	20,79	8,96	0,00	
				FP	12,85	9,81	0,00	11,79	8,96	0,00	
				NA	0,00	0,00	303,57	0,00	0,00	272,11	
				P	21,92	9,81	0,00	20,79	8,96	0,00	
				FP	12,85	9,81	0,00	11,79	8,96	0,00	
				NA	0,00	0,00	303,57	0,00	0,00	272,11	
		Forcef			P	21,92	9,81	0,00	20,79	8,96	0,00
					FP	12,85	9,81	0,00	11,79	8,96	0,00
					NA	0,00	0,00	303,57	0,00	0,00	272,11
					P	21,92	9,81	0,00	20,79	8,96	0,00
					FP	12,85	9,81	0,00	11,79	8,96	0,00
					NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ESS			NA	12,85	9,81	0,00	11,79	8,96	0,00	
				NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
GERAÇÃO	NA		NA	6,06	0,00	0,00	6,56	0,00	0,00		
			NA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

TABELA 2: TARIFAS ANEEL

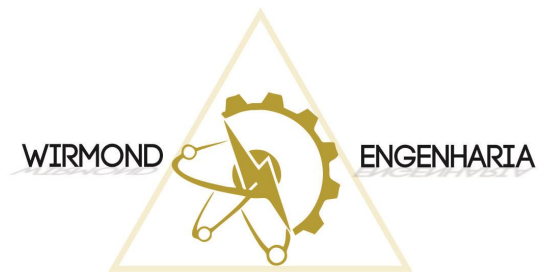
Temos então que para clientes do grupo A na modalidade tarifária horosazonal VERDE a Tarifa de Energia (TE) aplicada é:

$$\text{TE ponta} = \text{R\$}437,87 / \text{MW}$$

$$\text{TE fora de ponta} = \text{R\$}275,36 / \text{MW}$$

Para clientes do grupo A, o sistema de geração fotovoltaica terá sempre sua capacidade máxima limitada pela demanda contratada. Ou seja, a potência de geração da usina será igual ou menor que a demanda contratada.

A geração de energia em um sistema fotovoltaico se dá sempre durante o dia, portanto, no horário fora de ponta. A ANEEL determina que a compensação de energia gerada excedente injetada na rede, para posterior compensação em forma de créditos, se dá sempre no mesmo posto horário/tarifário que foi gerada. Portanto, a energia gerada excedente injetada na rede para posterior compensação em forma de créditos terá o peso da tarifa fora de ponta.



4. MEMORIA DE CÁLCULOS

Razão TE(ponta)/TE(for de ponta) = TEP/TEFP = 437,87/275,36 = **1,59**

GERAÇÃO MENSAL NECESSÁRIA = Gmn

Gmn = Média consumo fora ponta + Média consumo ponta *TEP/TEFP

Gmn = 3600,5+231,92*1,59 = 3969kWh

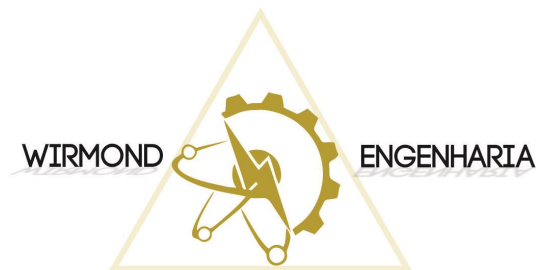
Geração diária necessária = Gdn = Gmn/30 = 132kWh

Potência do sistema = Gdn/HSP (local) = 132/4,2 = 32kWp

Potência do sistema corrigida = Potência do sistema * (fator de perda + fator de sombreamento)

Potência do sistema corrigida = 32kWp * (15% + 15%) = 32kWp * 1,3 = **41,6kWp**

A capacidade necessária do sistema fotovoltaico para suprir o consumo na ponta e fora de ponta é de 42kWp.



5. SISTEMA PROPOSTO

A capacidade necessária do sistema fotovoltaico para suprir o consumo na ponta e fora de ponta é de 47kWp.

Devido a grande quantidade de árvores ao redor do telhado, o fator do sombreamento foi levado em conta na concepção do projeto e na escolha dos equipamentos.

Um sistema convencional com inversor do tipo string, é muito mais sensível a questão do sombreamento, de maneira que uma sombra em apenas parte de um painel, compromete a geração de toda a string, reduzindo significativamente a eficiência do sistema e conseqüentemente a geração de energia.

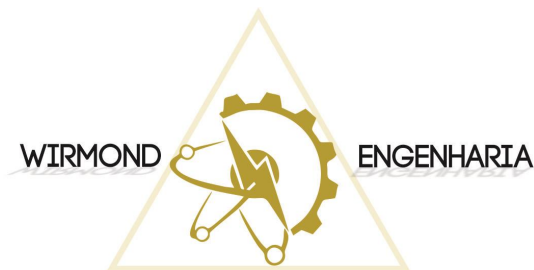
Por este motivo, foram definidos neste projeto o uso de microinversores, que possuem a capacidade de gerenciar a geração de cada painel individualmente. Cada microinversor possui 4 (quatro) entradas, portanto, um microinversor é capaz de converter e gerenciar a energia de 4 (quatro) painéis. Com este tipo de equipamento, o sombreamento em um painel não afeta a geração dos demais, aumentando a eficiência do sistema.

Os microinversores permitem também um melhor gerenciamento e monitoramento do sistema, uma vez que cada painel pode ser gerenciado de maneira individual, facilitando eventuais manutenções. Outra vantagem da utilização de microinversores é que não há associação de painéis em série, que no caso dos inversores string podem facilmente ultrapassar os 600Vcc. Isso torna a instalação muito mais segura em termos de níveis de tensão, diminuindo consideravelmente os riscos de acidentes.

Analisando os equipamentos disponíveis no mercado, foi definido que para atingir os 47kWp definidos no projeto, será necessário a utilização de 21 (vinte e um) micro inversores com potência de 2kWp e 84 (oitenta e quatro) painéis com potência de 550W cada.

Os suportes para o sistema deverão ser para telhas onduladas de fibrocimento.

A interligação dos cabos de corrente alternada dos microinversores, deverá seguir rigorosamente o diagrama unifilar em anexo. Os cabos alimentadores deverão estar interligados conforme o projeto do quadro QDG-



SOLAR. O número de conexões de microinversores no mesmo barramento não poderá exceder o limite estipulado pelo fabricante.

O quadro QDG-SOLAR deverá ser instalado na casa de máquinas do elevador, mostrado na foto 4, na parede. A localização exata da instalação do quadro poderá ser definida na obra.

A alimentação do quadro QDG-SOLAR deverá ser feita através do quadro QD-1, localizado no 1º Andar. (FOTO 2) através de disjuntor de 125A trifásico, instalado em local reserva do quadro QD-1, e cabo alimentador de 3#50T25, conforme o diagrama unifilar em anexo.

O encaminhamento do ramal alimentador do QDG-SOLAR deverá ser feito através de eletrodutos. Pode-se avaliar a utilização de eletrodutos e caminhos existentes, desde que haja espaço disponível. Caso não haja eletrodutos disponíveis, deverá ser avaliado o melhor encaminhamento na obra.

A chegada dos cabos no QDG-SOLAR deverá ser feita através de condutores em alumínio fixados na parede/piso.

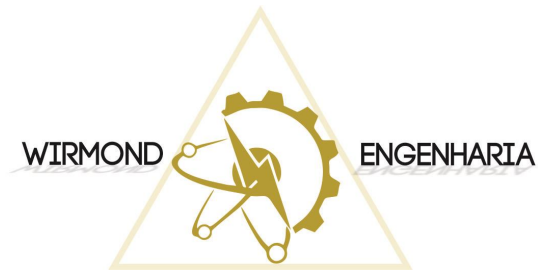
No telhado, o encaminhamento dos cabos alimentadores dos microinversores deverá ser feito através de eletrodutos flexíveis com proteção de raios UV, fixados sob as telhas.

Em hipótese alguma os cabos poderão ficar soltos. Não será permitido o uso de condutores em PVC.

Toda a estrutura metálica instalada no telhado deverá ser aterrada no barramento de proteção do quadro QDG-SOLAR.

Para o monitoramento, a empresa contratada deverá fornecer um roteador WI-Fi com capacidade para gerenciamento dos 21 (vinte e um) micro inversores. Sugere-se que este roteador seja instalado ao lado do quadro QDG-01. O cabo WAN do roteador, cabo UTP cat5 ou superior, deverá ser encaminhado de forma exclusiva e separada dos cabos de alimentação elétrica do prédio. O local para encaminhamento do cabo WAN do roteador será indicado pela equipe de TI da contratante.

Este ponto de conexão da porta WAN deverá ter acesso livre a internet, para que os dados de geração e monitoramento possam ser enviados para a plataforma do fabricante.



6. QUANTITATIVOS DE EQUIPAMENTOS

O quantitativo dos equipamentos definidos no projeto está resumido abaixo:

- 21 (vinte e um) microinversores
- 84 (oitenta e quatro) painéis fotovoltaicos
- 01 (um) quadro de proteção/distribuição (QDG-SOLAR)
- Suportes para telhado ondulado em fibrocimento
- Cabos solares CC
- Cabo PP CA

As especificações técnicas mínimas de cada equipamento estão descritas no ítem 7.

7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS MÍNIMAS

MICROINVERSORES

Tensão CA: 220VAC 60Hz.

Potência nominal: $\geq 2\text{kW}$

Número de entradas: 4 (quatro).

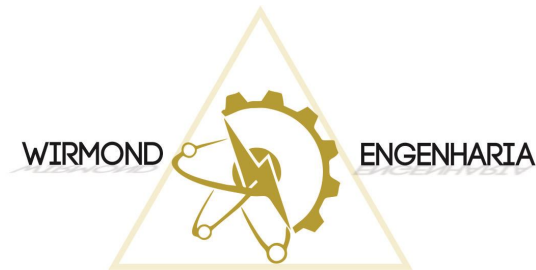
Número de MPPT's: 4 (quatro).

Potência por MPPT: mínimo de 600W.

Eficiência: $\geq 96\%$.

Fator de potência: $>0,99$

Grau de proteção: igual ou maior que IP67.



Conexão CA: conectores IP65, plug classificado, com fornecimento de endcap. Permitir conexão entre microinversores no mesmo barramento.

Conexão CC: compatível com padrão MC4.

Tensão de partida: 18Vcc ou menos.

Comunicação: Wi-Fi integrado.

Consumo em standby (noite): 50mW ou menos.

Temperatura de operação: faixa mínima entre -20°C a 60°C.

Refrigeração: sem utilização de ventilação forçada.

Certificações mínimas: INMETRO, IEC62109.

Monitoramento: Possibilidade de monitoramento on line do sistema, possibilidade de associação de todos os componentes para monitoramento de forma única.

PAINÉIS SOLARES:

Tipo de célula: Monocristalina

Quantidade de células: mínimo de 144

Dimensões do painel: menor que: 2290x1150x40mm

Peso máximo do painel: 30Kg.

Moldura: em alumínio anodizado.

Caixa de junção: mínimo de 3 diodos, proteção IP68.

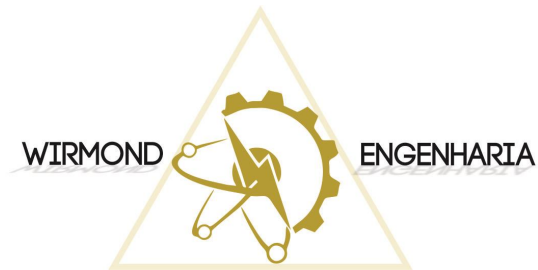
Cabos: Com conexão MC4.

Carga de vento: mínima de 2400Pa.

Eficiência: >20%

Certificações: IEC61215, IEC61730

Possuir registro no INMETRO.



ESTRUTURA:

Tipo: Indicado para o tipo de telhas existentes (fibrocimento ondulada).

Parafusos: Em aço inox.

Perfis: Em alumínio

Ganchos, presilhas, arruelas: Em aço inox.

Possuir borracha de vedação nos parafusos.

O kit de estrutura devera ser fornecido por empresa especializada, fabricado exclusivamente para a finalidade. Não será permitida adaptações ou utilização de materiais diversos.

8. ANEXOS

- LAYOUT DO CROQUI DO TELHADO
- DIAGRAMA UNIFILAR
- PROJETO DO QUADRO QDG-SOLAR
- ART ASSINADA
- FORMULÁRIO DE ACESSO PREENCHIDO E ASSINADO
- PARECER DE ACESSO – APROVAÇÃO COPEL
- RELACIONAMENTO OPERACIONAL PARA A MICROGERAÇÃO
- RELATÓRIO DE VISTORIA