



RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

Cliente: **CONSELHO REGIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA 16ª REGIÃO –
CREF16/RN**

CNPJ: 23.603.270/0001-70
Emissão: 20/11/2023

Responsável: Roberto Wagner

**Assunto: PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE UMA USINA SOLAR PARA
O CONSELHO REGIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA DA 16ª REGIÃO -
CREF16/RN**

Prezado Senhor

Estamos enviando o projeto acima mencionado, objeto do Contrato 10/2023,
firmado em 25 de outubro do corrente.

Sem mais, nos colocamos à disposição para quaisquer esclarecimentos
adicionais.

Atenciosamente,


Roberto Wagner C. Fernandes
Eng. Eletricista – Crea 2103050371



RG Engenharia e Representações LTDA

CNPJ: 05.775.206/0001-07

Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN

Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS/MEMORIAL DESCRITIVO

GERAÇÃO DISTRIBUIDA – ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

20/NOVEMBRO/2023



RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

Sumário

1. OBJETIVO	4
2. DADOS GERAIS DA UNIDADE CONSUMIDORA (UC)	4
2.1. <i>Dados cadastrais</i>	4
2.2. <i>Localização</i>	4
3. CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA	5
3.1. <i>Instalações gerais</i>	5
3.2. <i>Potência disponibilizada</i>	5
4. CARACTERÍSTICAS DA GERAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA	5
4.1. <i>Informações gerais</i>	5
4.2. <i>Módulos fotovoltaicos</i>	5
4.3. <i>Inversores</i>	5
4.3.1. <i>Certificação</i>	5
4.4. <i>Proteções</i>	6
4.4.1. <i>Proteção CC</i>	6
4.4.2. <i>Proteção CA</i>	6
4.5. <i>Esquema de ligação</i>	7
5. REQUISITOS DE SEGURANÇA	7
5.1. <i>Variações de tensão e frequência</i>	7
5.2. <i>Proteção contra ilhamento</i>	7
5.3. <i>Reconexão</i>	7
5.4. <i>Aterramento</i>	7
5.5. <i>Sinalização de segurança</i>	8
6. DISPOSIÇÃO DOS PAINÉIS	8
6.1. <i>Sombreamento</i>	8
6.2. <i>Disposição das strings</i>	9
6.3. <i>Previsão da Geração</i>	10
<u>7. LOCAL DE INSTALAÇÃO DO INVERSOR.....</u>	<u>9</u>
<u>8. PERCURSO DOS ELETRODUTOS E CABOS CA.....</u>	<u>10</u>



RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

1. OBJETIVO

O presente memorial tem o objetivo de descrever o projeto para instalação de um sistema fotovoltaico de 22,00 kWp que será instalado na unidade do CREF16/RN - Conselho Regional de Educação Física da 16ª Região e conectado à rede de distribuição da Cosern. Todos os dimensionamentos e critérios utilizados no projeto estão de acordo com as legislações, normas técnicas e resoluções vigentes.

2. DADOS GERAIS DA UNIDADE CONSUMIDORA (UC)

2.1. Dados cadastrais

Titular da UC

CONSELHO REGIONAL DE E. F. R. C. RN

Código da UC
7016070283

CPF/CNPJ
23.603.274/0001-70

Classe
B3

E-mail
cref16@cref16.org.br

Telefone/Celular
(84) 99921-3943

Logradouro
RUA ATAULFO ALVES

Nº
1949

Bairro
CANDELARIA

Cidade
NATAL

CEP
59064-570

2.2. Localização

A instalação da UC encontra-se localizada sob as coordenadas -5.838145, -35.212126.





RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

3. CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA

3.1. Instalações gerais

A UC utiliza padrão de entrada trifásico com tensão de fornecimento de 380, a carga instalada é 69,53 kW, o disjuntor geral é 125 A e o fator de potência é 0,92.

3.2. Potência disponibilizada

A potência disponibilizada para UC é calculada de acordo com a tensão de fornecimento, disjuntor geral e fator de potência da instalação.

(TRIFÁSICO)

$$\text{Pot. disp.} = \sqrt{3} \times 380 \times 125 \times 0,92 = 75,69 \text{ kW}$$

4. CARACTERÍSTICAS DA GERAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA

4.1. Informações gerais

O sistema geração é proveniente de fonte solar com potência mínima de 22,00 kWp e limitado a injeção de 20 kW no sistema de distribuição da Cosern. Os módulos fotovoltaicos ocupam uma área de 106 m².

4.2. Módulos fotovoltaicos

O sistema fotovoltaico é composto de 40 módulos com potência de 550 Wp cada, totalizando 22,00 kWp. Os módulos fotovoltaicos a serem utilizados devem ter potência mínima de 550 Wp e ter classificação TIER 1, o conjunto de módulos deve totalizar no mínimo 22,00 kWp.

4.3. Inversores

O sistema fotovoltaico é composto de 1 inversores com potências nominais de 20 kW, totalizando 20 kW. Os inversores a serem utilizados devem ter potência mínima de 20 kW, ter no mínimo 2 MPPTS, com 2 STRINGS em cada MPPT, totalizando 4 STRINGS. Com garantia mínima de 10 anos.

4.3.1. Certificação

De acordo com o PRODIST, Módulo 3, Seção 3.7 e Item 4.3.1:

“Para o caso de sistemas que se conectam à rede por meio de inversores, o acessante deve apresentar certificados atestando que os inversores foram ensaiados e aprovados conforme normas técnicas brasileiras ou normas internacionais, ou o número de registro da concessão do Inmetro para o modelo e a tensão nominal de conexão constantes na solicitação de acesso, de forma a atender aos requisitos de segurança e qualidade”.

Os requisitos de segurança e qualidade citados são:



RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

Tabela 1 – REQUISITOS MÍNIMOS DA INTERFACE COM A REDE EM FUNÇÃO DA POTÊNCIA INSTALADA PARA MICROGERAÇÃO OU MINIGERAÇÃO DISTRIBUÍDA

Elemento	Potência Instalada da Microgeração ou Minigeração Distribuída		
	Menor ou igual a 75 kW	Maior que 75 kW e menor ou igual a 500 kW	Maior que 500 kW e menor ou igual a 5 MW
Elemento de acoplamento	Nenhum	Transformador de interface com isolamento galvânica ⁽¹⁾	Transformador de interface com isolamento galvânica ⁽¹⁾
Elemento de seccionamento	Disjuntor termomagnético ⁽²⁾	Chave seccionadora acessível ⁽²⁾	Chave seccionadora acessível ⁽²⁾
Elemento de interrupção	Dispositivo de interrupção automática ^{(3) (4)}	Dispositivo de interrupção automática ^{(3) (4)}	Dispositivo de interrupção automática ^{(3) (4)}
Elemento de proteção	Conjunto de funções de proteção que produza uma saída capaz de operar na lógica de atuação do elemento de interrupção	Conjunto de funções de proteção que produza uma saída capaz de operar na lógica de atuação do elemento de interrupção	Conjunto de funções de proteção que produza uma saída capaz de operar na lógica de atuação do elemento de interrupção
Elemento de medição	Medidor de energia ativa bidirecional ⁽⁵⁾	Medidor de energia de 4 quadrantes ⁽⁵⁾	Medidor de energia de 4 quadrantes ⁽⁵⁾

No entanto, além das Normas da ANEEL, deve ser observada a determinação do Inmetro para a fabricação e a importação de inversores de até 10 kW a partir de 01/03/2016 (Art. 8º da Portaria nº357/2014, com redação dada pela Portaria nº17/2016):

“Art. 8º Determinar que a partir de 1º de março de 2016, os inversores para sistemas fotovoltaicos conectados à rede, contemplados na parte 2, do ANEXO III, deverão ser fabricados e importados somente em conformidade com os requisitos da Portaria Inmetro nº 004/2011 e devidamente registrados no Inmetro.”

4.4. Proteções

4.4.1. Proteção CC

Será utilizado um condutor de 6 mm² com capacidade de 57 A para interligar os módulos ao inversor. Desta forma a proteção CC do sistema fotovoltaico um é integrado ao inversor por STRING. Para proteção contra surtos é utilizado o DPS integrado ao inversor.

4.4.2. Proteção CA

Será utilizado um condutor de 10 mm² com capacidade de 60 A para interligar o inversor às cargas. Desta forma é adotado para proteção CA do sistema fotovoltaico um disjuntor de 50 A. Para proteção contra surtos é utilizado o DPS integrado ao inversor.



RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

4.5. Esquema de ligação

Os 40 módulos fotovoltaicos são agrupados em 3 *strings* da seguinte maneira:

- INVERSOR 1
(MPPT1)
 - *String* 1: 16 módulos conectados em série;
- (MPPT2)
 - *String* 1: 12 módulos conectados em série;
 - *String* 2: 12 módulos conectados em série;

A(s) 3 *string(s)* é(são) conectadas ao(s) inversor(es) da seguinte forma:

- Inversor 1: 4 *strings*: (MPPT1 - *string* 1, MPPT2 - *string* 1 e *string* 2)

5. REQUISITOS DE SEGURANÇA

5.1. Variações de tensão e frequência

O sistema de geração distribuída deve perceber uma condição anormal de tensão e cessar o fornecimento à rede. As seguintes condições devem ser cumpridas com tensões eficazes medidas no ponto de conexão:

Tensão no ponto de conexão comum (% em relação à V nominal)	Tempo máximo de desligamento
$V < 80 \%$	0,4 s
$80 \% \leq V \leq 110 \%$	Regime normal de operação
$110 \% < V$	0,2 s

Quando a frequência da rede assumir valores abaixo de 57,5 Hz, o sistema de geração distribuída irá cessar o fornecimento de energia à rede elétrica em até 0,2 s. O sistema somente deve voltar a fornecer energia à rede quando a frequência retornar para 59,9 Hz, respeitando o tempo de reconexão.

5.2. Proteção contra ilhamento

Para prevenir o ilhamento, o sistema fotovoltaico conectado à rede irá cessar o fornecimento de energia à rede, independentemente das cargas ligadas ou outros geradores distribuídos.

5.3. Reconexão

Depois de uma “desconexão” devido a uma condição anormal da rede, o sistema de microgeração não irá retomar o fornecimento de energia à rede elétrica (reconexão) por um período de 20 s a 300 s após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede.

5.4. Aterramento

O sistema de geração distribuída deve estar conectado ao sistema de aterramento da unidade consumidora.



RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

5.5. Sinalização de segurança

Será instalada no ponto de conexão, junto ao padrão de entrada, sinalização indicativa da existência na unidade consumidora de geração própria através de placa de advertência com os seguintes dizeres:

“CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA



6. DISPOSIÇÃO DOS PAINÉIS

6.1. Sombreamento

Os sistemas de energia solar fotovoltaicos geram eletricidade em função da quantidade de luz solar que recebem, quando ocorre um sombreamento no arranjo solar fotovoltaico provocado por qualquer objeto, edificações, árvores, vegetação ou até por outros painéis solares, a produção de energia diminui drasticamente reduzindo a geração de energia em até 75%. O sombreamento de uma célula solar restringe o fluxo de elétrons que circulam pelo módulo solar fotovoltaico, assim, a corrente em todo o módulo solar é reduzida, o que significa diminuir a irradiação solar, consequentemente a geração produzida.

Quando um módulo solar fotovoltaico é sombreado, a área sombreada age como um resistor, fazendo com que a potência gerada seja dissipada na forma de calor, os chamados hot-spots (pontos quentes), que ao longo prazo podem danificar os painéis solares.

Os diodos by-pass que vem nas caixas de junção na parte posterior da placa solar “evitam” a formação dos hot-spots desviando a circulação de corrente nas áreas sombreadas, minimizando ao máximo a perda de potência, assim, esta perda, está associada a área sombreada e a quantidade de diodos que o módulo solar possui.

Por exemplo: se analisarmos o módulo solar fotovoltaico de 330W (composto por 60 células – 6 fileiras com 10 células cada), possui 3 diodos by-pass e cada diodo comanda 2 fileiras de 10 células. Se o módulo solar estiver totalmente livre de sombreamento, a corrente gerada circulará por todas as células – 100% de geração.

Se as 2 primeiras fileiras deste módulo solar estiverem sombreadas, o primeiro diodo, desvia a corrente para a terceira fileira que está livre de sombra – 67% de geração (33% de perda).

Se as 4 fileiras desta placa solar estiverem sombreadas, 2 diodos desviarão a corrente para a quinta fileira que está livre de sombreamento – 33,3% de geração (67% de perda).



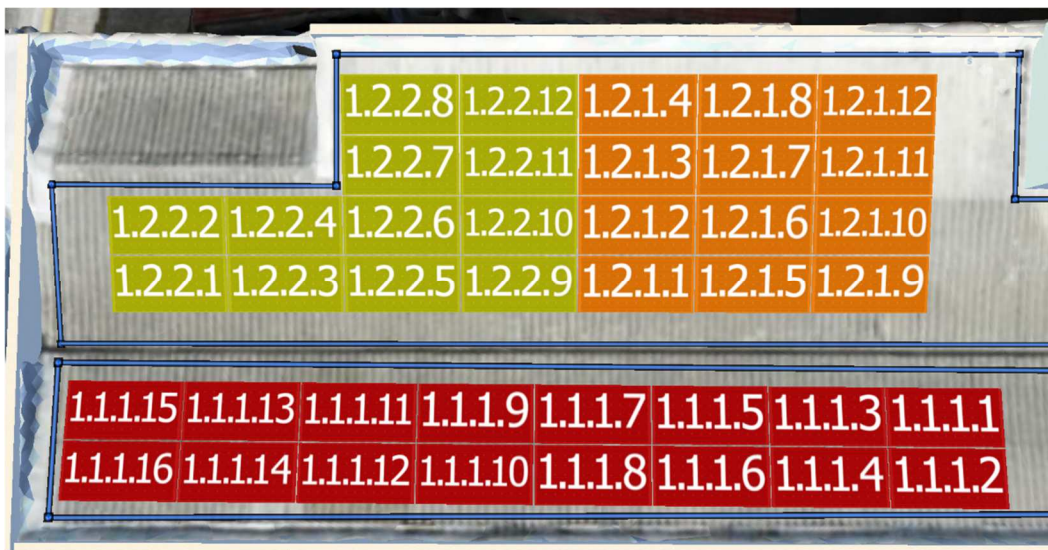
RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

Se todo o módulo solar estiver sombreado, os diodos não permitem a circulação de corrente sobre o módulo solar – 0% de geração (100% de perda).

Por esta razão, o ideal é que o arranjo solar fotovoltaico esteja totalmente livre de sombreamento desde o nascer até o pôr do sol, razão pela qual a análise de sombreamento na fase de projeto do sistema é muito importante, pois como citado anteriormente pode comprometer a geração de energia solar total em até 75%.

Dessa forma, foi analisado a influência do sombreamento ao longo do ano no telhado proposto conforme proposto a seguir:

6.2. Disposição das strings



DISPOSIÇÃO DOS MÓDULOS SOLARES

LEGENDA: $\begin{matrix} \text{N}^\circ \text{ DO INVERSOR} & & \text{N}^\circ \text{ DO PAINEL} \\ & \downarrow & \downarrow \\ 1.1.1.1 \\ & \uparrow & \uparrow \\ \text{N}^\circ \text{ DO MPPT} & & \text{N}^\circ \text{ DA STRING} \end{matrix}$





RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988



INV 1 – MPPT 1



INV 1 – MPPT 2

6.3. Previsão da Geração

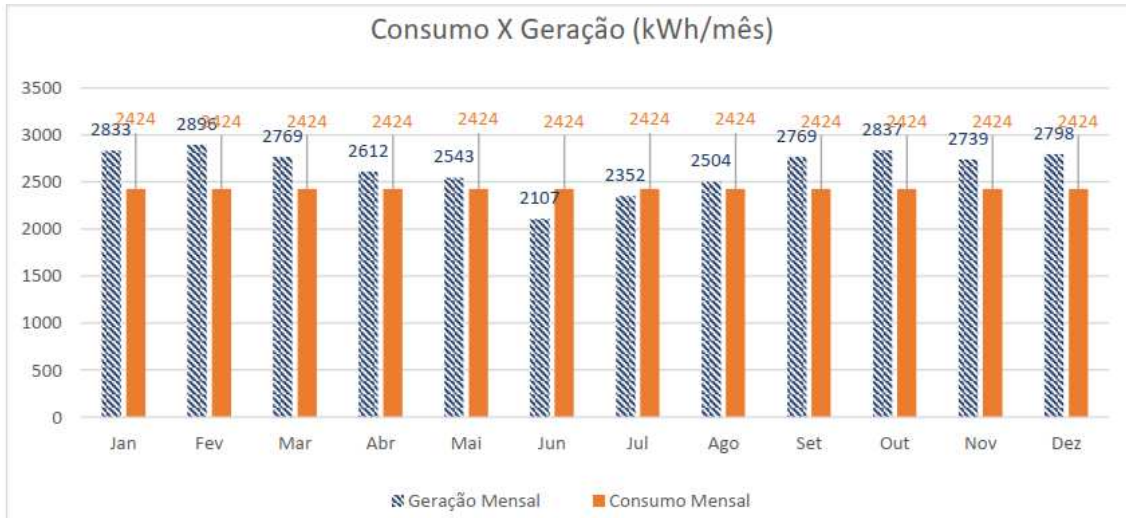
Uma previsão da geração fotovoltaica é a base para qualquer estimativa de recursos baseada em projeto, e a mesma previsão de produção também é a base para qualquer decisão de negócio ou desenvolvimento. Assim, a previsão alinha a estimativa de recursos, a tomada de decisões e o planejamento de negócios, e talvez até mesmo as previsões operacionais de curto alcance. A seguir é mostrado a perspectiva de geração no ano, conforme distribuição das placas solares no projeto.

DADOS DE ENTRADA		
Irradiação local	5,4	kWh/m ² . dia
Potência dos Painéis	550	Wp
Quant. Módulos	40	Unidades
Potência Total	22,00	kWp
Área necessária	106	m ²
Energia	31.752	KWh/ano
Gerada (Estimada)	2.646	KWh/mês



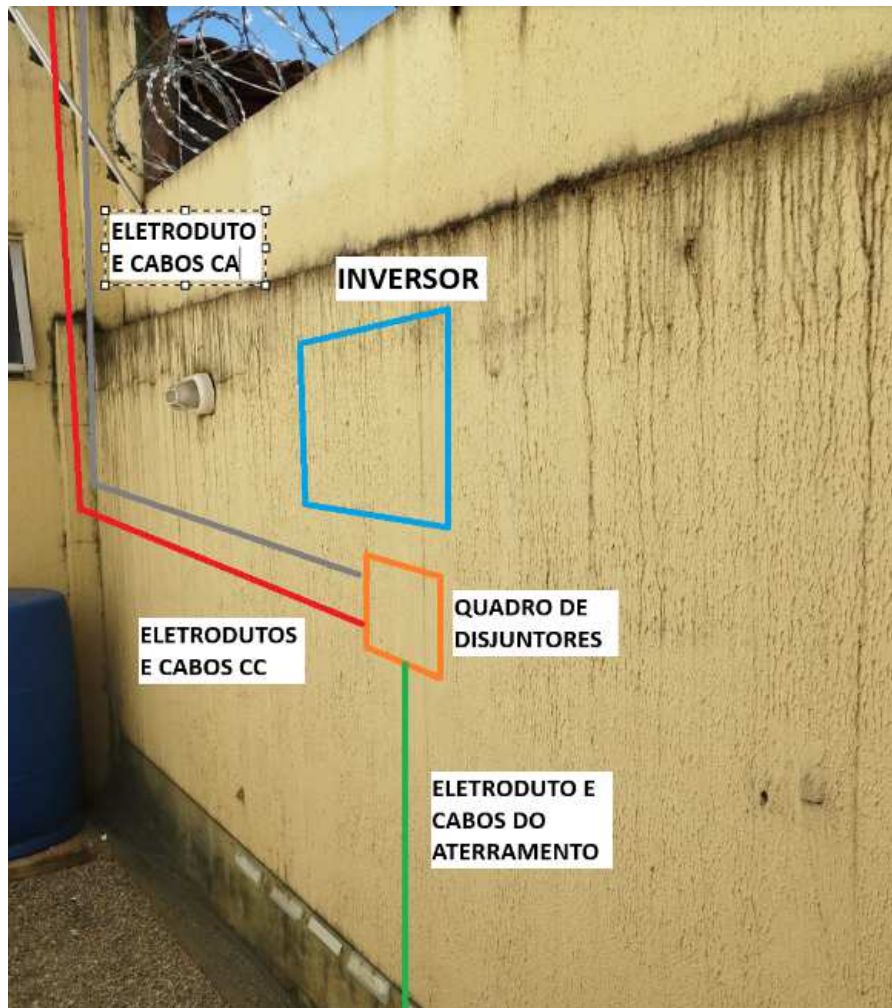
RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

Gráfico – Curva de geração kWh/mês



7. LOCAL DE INSTAÇÃO DO INVERSOR

A imagem a seguir mostra um esboço do local onde será instalado o inversor.





RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

8. PERCURSO DOS ELETRODUTOS E CABOS CA

As imagens a seguir mostram um esboço do percurso que os eletrodutos e cabos CA seguirão do inversor até quadro da Cosern.





RG Engenharia e Representações LTDA
CNPJ: 05.775.206/0001-07
Rua Deputado Marcílio Furtado, 2081, Sala 109, Lagoa Nova – Natal/RN
Telefone: 84 3234-1117 / 84 99904-9988

PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

QUANTIDADE / UND	EQUIPAMENTO/MATERIAL /SERVIÇO	POTÊNCIA/TIPO/DESCRIÇÃO	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO PARCIAL
40 und	Módulo Monocristalino	550 Wp – TIER 1	R\$ 995,50	R\$ 39.820,00
01 und	Inversor Solar Trifásico	20 kW	R\$ 13.096,00	R\$ 13.096,00
01 und	Disjuntor CA	50 A	R\$ 148,00	R\$ 148,00
01 und	Monitoramento	Roteador	R\$ 455,00	R\$ 455,00
350 mts	Cabo CC	Unipolar flexível 6 mm ² (Preto/Vermelho)	R\$ 6,50	R\$ 2.275,00
120 mts	Cabo CA	Unipolar flexível 10 mm ² com isolamento XLPE	R\$ 10,75	R\$ 1.290,00
01 und	Estrutura de fixação	Telhado Fibrocimento (fixação metálica)	R\$ 7.814,00	R\$ 7.814,00
01 und	Instalação e Parecer de Acesso	Mão de obra de instalação, elaboração de projeto, protocolo e aprovação na COSERN.	R\$ 36.795,00	R\$ 36.795,00
XXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	TOTAL	R\$ 101.693,00

*Nos preços cim descritos estão previstos todos os custos referentes equip^omentos, m^oteri^ois, serviços, insumos e enc^orgos soci^ois p^or re^oliz^oção d^o obr^o.

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

1. ASSINATURA DO CONTRATO/EMISSÃO ORDEM DE SERVIÇO;
2. PROTOCOLO DO PROJETO NA COSERN (até 15 dias após assinatura do contrato/emissão ordem de serviços): Desembolso de 50% (cinquenta por cento) do total contrato;
3. ANÁLISE E APROVAÇÃO DO PROJETO/EMISSÃO DE PARECER PELA COSERN (até 15 dias após protocolo de entrada);
4. EXECUÇÃO/MONTAGEM (até 60 dias após aprovação do projeto/emissão de parecer de acesso pela COSERN): Desembolso do saldo de 50% (cinquenta por cento) do total contrato;
- 5- VISTORIA COM TROCA DE MEDIDOR/LIGAÇÃO DA USINA: Até 15 dias após conclusão da obra e pedido formalizado junto à COSERN.