



Prefeitura Municipal de Ipauimirim
Governo Municipal

CNPJ nº 07.520.141/0001-8



ANEXO I

PROJETOS E PLANILHAS ORÇAMENTÁRIAS

ESTADO DO CEARÁ



PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA



MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA E EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ATENDER DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICIPIO DE IPAUMIRIM-CE



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

PROPONENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM – CEARÁ

OBRA: CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA E EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ATENDER DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE IPAUMIRIM-CE

Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. JUSTIFICATIVA	5
2.1. GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD)	5
2.2. BENEFÍCIOS	8
3. CARACTERÍSTICAS GERAIS	8
4. COLETA DE DADOS	8
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS	9
5.1. Equipe	9
5.2. Cronogramas e prazos	10
5.3. Descrição do sistema	11
5.4. Características da geração fotovoltaica	11
5.5. Módulos Fotovoltaicos	12
5.6. Inversor	13
5.7. Requisitos para a Estrutura de Suporte	14
5.8. Condutores	15
5.9. Dispositivos de proteção em corrente alternada.	17



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

5.9.1.	Especificação mínima de disjuntores para sistemas de corrente alternada em baixa tensão	17
5.10.	DPS	17
5.11.	Aterramento.....	18
5.11.1.	Aterramento para Proteção	18
5.11.2.	Sistema	19
5.11.3.	O que deve ser aterrado.....	19
5.11.4.	Aterramento dos módulos fotovoltaicos.....	20
5.11.5.	Aterramento da estrutura	21
6.	ESPECIFICAÇÃO MÍNIMA DE SERVIÇOS	21
6.1.	SERVIÇOS PRELIMINARES	21
6.1.1.	PLACA DE OBRA	21
6.1.2.	HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO JUNTO A CONCESSIONÁRIA LOCAL.....	21
6.2.	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	22
6.2.1.	PAINEL SOLAR.....	22
6.2.2.	INVERSOR	23
6.2.3.	PROTEÇÃO CA E CC.....	24
6.2.4.	MONITORAMENTO.....	25
6.2.5.	CABOS E ELETRODUTOS.....	25
6.2.6.	SISTEMA DE ATERRAMENTO	25
6.2.7.	ESTRUTURAS.....	26
6.3.	ADEQUAÇÃO E INFRAESTRUTURA DO TELHADO.....	27
6.3.1.	RETELHAMENTO	27
6.3.2.	MADEIRAMENTO	27
6.3.3.	LIMPEZA DE OBRA	27
6.4.	SERVIÇOS COMPLEMENTARES E ENSAIOS.....	27
7.	DIMENSIONAMENTO.....	28
8.	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	29
9.	OBSERVAÇÕES GERAIS	29
10.	CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO	30
11.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30

ESTADO DO CEARÁ



PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA



12. OBSERVAÇÃO GERAL.....31



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

1. INTRODUÇÃO

O presente projeto destina-se à orientação para CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA E EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ATENDER DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE IPAUMIRIM-CE

2. JUSTIFICATIVA

2.1. GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD)

O modelo de negócio da geração distribuída consiste no empréstimo gratuito de energia elétrica à distribuidora de energia quando a geração for superior ao consumo. Este empréstimo, denominado de crédito consumo for superior à geração.

Em 2012, a ANEEL publicou a REN n° 482/2012 sobre o tema com o objeto objetivo de tornar acessível o mercado de geração para consumidores menores como: clientes residenciais, comerciais e pequenas indústrias.

A Resolução Normativa n° 482/2012 estabeleceu o sistema de compensação de créditos energéticos, provindos de sistema de geração o distribuída de fontes renováveis, como solar, eólica, pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), biogás e biomassa.

Em 06 de janeiro de 2022 foi publicada a Lei 14.300/2022, que instituiu o marco legal do micro e minigeração distribuída, bem como a sua operacionalização mediante o Sistema de Compensação de Créditos de Energia Elétrica – SCEE. Até a sanção da Lei 14.300/22, a modelagem do micro e minigeração distribuída possuía somente marco regulatório, elaborado pela ANEEL, consubstanciado pela Resolução Normativa n° 482/2012 e suas alterações. Considerando que a Lei 14.300/22 não revogou a Resolução Normativa n° 482/2012, ambas as normativas são as principais regentes desse tipo de empreendimento.

Em 2023, a ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, tendo em vista o disposto no art. 2º da Lei n° 9.427, de 26 de dezembro de 1996, na Lei n° 14.300, de 6 de janeiro de 2022 e o que consta o Processo n° 48500.004924/2010-51, publicou a Resolução Normativa n° 1.059/2023 que aprimora as regras para a conexão e o faturamento de centrais de microgeração



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

e minigeração distribuída em sistemas de distribuição de energia elétrica, bem como as regras do Sistema de Compensação de Energia Elétrica, alterando as Resoluções Normativas nº 920, de 23 de fevereiro de 2021, 956, de 7 de dezembro de 2021, 1.000, de 7 de dezembro de 2021, e da outras providências.

As principais alterações redigidas pela Lei nº 14.300 e regulamentada pela REN 1.059/2023 foram:

1) Dois limites diferentes para centrais de minigeração distribuída, a saber:

- (i) 5 MW para centrais minigeradoras despacháveis, como aquelas em que se possui controle de geração; e (ii) 3 MW para centrais minigeradoras não despacháveis, consideradas como aquelas em que não é possível controlar a geração. Veja-se:

REN N°1.059/20

”XXIX-A - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada, em corrente alternada, menor ou igual a 75 kW e que Utilize cogeração qualificado, conforme a Resolução Normativa n-º 1.031, de 26 de julho de 2022, ou fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição de energia elétrica por meio de instalações de unidade consumidora,'

XXIX-B - Microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica renovável ou de cogeração qualificada, conforme a Resolução Normativa nº 1.031, de 26 de julho de 2022, conectada na rede de distribuição de energia elétrica por meio de instalações de unidade consumidora, que possua potência instalada em Corrente alternada maior que 75 kW e menor ou igual a.

- a) 5 MW para as centrais geradoras de fontes despacháveis;
- b) 3 MW para as demais fontes não enquadradas como centrais geradoras de fontes despacháveis; ou



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

c) 5 MW para unidades consumidoras já conectadas em 7 de janeiro de 2022 ou que protocolarem solicitação de orçamento de conexão, nos termos da Seção IX do Capítulo II do Título I, até 7 de janeiro de 2023, independentemente do enquadramento como centrais geradoras de fontes despacháveis.”

2) O limitante de 500 kW por miniusina remota faz com que os empreendimentos se enquadrem na regra de transição trazida pelo art. 27º da Lei 14300/2022, havendo apenas o pagamento de parcelas da TUSD Fio B ao longo do tempo, conforme descrito a seguir:

Para as unidades consumidoras com micro ou minigeração distribuída que solicitarem o acesso após o prazo de 12 (doze) meses, a Lei 14.300/22 prevê que deverão ser abatidos os seguintes percentuais dos componentes tarifários relativos à remuneração dos ativos de distribuição, à quota de reintegração regulatória (depreciação) dos ativos de distribuição e ao custo de operação e manutenção do serviço de distribuição: (i) 15% (quinze por cento) a partir de 2023; (ii) 30% (trinta por cento) a partir de 2024; (iii) 45% (quarenta e cinco por cento) a partir de 2026; (v) 75% (setenta e cinco por cento) a partir de 2027; (vi) 90% (noventa por cento) a partir de 2028. Dentro da atual estrutura tarifária do ACR, esses componentes tarifários estariam englobados dentro da TUSD Fio B.

Assim, em 2029 passaria a ser aplicado o novo percentual de compensação do SCEE definido pela ANEEL, conforme as diretrizes estabelecidas pelo CN PE/ MME.

A Lei 14.300/22 previu a aplicação da tarifa predominante sobre a atividade de geração ou de consumo realizado na unidade consumidora beneficiária do SCEE. Assim, a partir da revisão tarifária da distribuidora que seja subsequente à publicação da lei poderá ser aplicada a TUSD - segmento geração as unidades consumidoras com micro ou minigeração em suas instalações. Veja- se:

“Art. 26. §1º.b) considerar a tarifa correspondente à forma de uso do sistema de distribuição realizada pela unidade com microgeração ou minigeração distribuída, se para injetar ou consumir energia, na forma do art. 18 desta Lei, após a revisão tarifária da distribuidora subsequente à publicação desta Lei”



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

No contexto de geração distribuída, existem diferentes modelos de negócios para aquisição dos sistemas conforme as formas de pagamento. No Brasil, normalmente, a aquisição de sistemas fotovoltaicos se dá por meio de consórcios em linhas de financiamento de bancos ou por equipamentos financiados ao cliente final pela empresa de instalação.

2.2. BENEFÍCIOS

Dentre os benefícios proporcionados pela GD, pode-se destacar a economia com os custos de energia, a qual pode alcançar valores de até 95% conforme dados mercadológicos, com base na compensação de toda ou parte da energia demandada pela unidade consumidora. Ademais, destaca-se a redução de custos intrínsecos ao mercado regulado, tais como as bandeiras tarifárias, evidenciando-se os benefícios financeiros do investimento em empreendimentos de Geração Distribuída.

O valor economizado pode, por sua vez, ser destinado para a realização investimento em serviços básicos de uma sociedade, tais como: saneamento básico, saúde, educação etc., o que evidencia o benefício social do investimento em geração distribuída.

Por fim, destaca-se o benefício ambiental do investimento em geração distribuída a partir de fontes renováveis de energia: para cada 10 kWh de energia economizada nas contas de luz de uma unidade consumidora, 3 toneladas de gases de efeito estufa não são emitidos na atmosfera.

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS

- Município: Ipaumirim - Ceará
- Localidade: Escola Dr. Jarismar Gonçalves.

4. COLETA DE DADOS



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

Para a elaboração do projeto básico de energia fotovoltaica foi coletado dados de consumo da fatura da Unidade consumidora em questão durante os meses de Julho de 2023 a Abril de 2024.

Tabela 01: Levantamento de Consumo

Mês	Consumo (kwh)
Julho/2023	1443
Agosto/2023	279
Setembro/2023	2390
Outubro/2023	2983
Novembro/2023	2658
Dezembro/2023	2682
Janeiro/2024	910
Fevereiro/2024	1603
Março/2024	3340
Abril/2024	2612
MÉDIA	2090

Fonte: Elaboração Própria.

Através da tabela anterior é possível verificar que o consumo médio é de 2090 kwh/mês.

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os serviços a serem executados pela CONTRATADA deverão cumprir os critérios e requisitos técnicos de projeto detalhados neste MEMORIAL.

5.1. Equipe

Todo a equipe envolvida na realização das etapas do serviço a ser executado pela CONTRATADA deverá fazer parte de seu quadro de funcionários, quadro societário ou possuir outra forma de vínculo formal, sendo possibilitada, com anuência da CONTRATANTE, que a CONTRATADA subcontrate terceiros quando julgar necessário, estando qualquer terceirização sob responsabilidade técnica e jurídica da CONTRATADA.

A CONTRATADA será a única responsável, perante os órgãos de fiscalização, quanto ao cumprimento das obrigações legais que regem as relações de trabalho.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

A CONTRATADA deve considerar nos custos do Projeto a designação de um Gerente de Projeto, com plena capacidade de representação da empresa perante todos os órgãos competentes, para apresentar esclarecimentos e decisões quanto a soluções a serem implantadas.

Além do Gerente do Projeto, deve ser alocado exclusivamente para o projeto um Supervisor, engenheiro, com comprovada experiência em acompanhamentos de serviços em campo semelhantes ao especificado neste documento. Para isso, será necessária a apresentação de atestado de capacidade técnica, reconhecido pelo CREA, que permanecerá disponível a partir do início das atividades. Cumprindo-se as qualificações técnicas estipuladas, não há objeção do gerente e supervisor serem representados por um responsável.

O Supervisor deve ser profissional qualificado com capacidade técnica para:

- a) Responder in loco pelo serviço e pela equipe;
- b) Atualizar cronogramas;
- c) Atualizar desenhos e demais documentos do Projeto Executivo;
- d) Emitir relatórios de atividades;
- e) Esclarecer dúvidas em atividades rotineiras.

A CONTRATADA deverá disponibilizar ao supervisor os seguintes recursos:

- a) Computador com acesso à internet e meios necessários para a elaboração e impressão de documentos e relatórios;
- b) Programas necessários ao exercício de sua atividade; e
- c) Aparelho telefônico móvel.

5.2. Cronogramas e prazos

A CONTRATADA deverá apresentar, também, um Plano de trabalho, com etapas específicas a serem cumpridas, estipulando os prazos e cada macro atividade (início, implantação e término dos serviços) como, por exemplo, para início dos serviços considera-se a partir da data da reunião de abertura do Projeto - kick -off.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

O cronograma a ser apresentado na proposta deverá ser elaborado em um software especializado em gestão de projetos em equipe, por exemplo, MS- Project.

O contrato terá o prazo de execução dos serviços de no máximo 02 (dois) meses com vigência contratual de 12 doze meses.

5.3. Descrição do sistema

A CONTRATADA deverá especificar as características da usina informando os equipamentos e materiais que serão utilizados, incluindo os componentes da geração e conexão à rede de distribuição.

5.4. Características da geração fotovoltaica

A geração de energia por meio de módulos fotovoltaicos, que aproveitam a irradiação solar, ocorre inicialmente em corrente contínua (CC). No entanto, a energia disponibilizada na rede elétrica para os consumidores é em corrente alternada (CA). Para integrar eficientemente a energia gerada por uma Usina Solar Fotovoltaica (UFV) à rede elétrica, é essencial converter essa energia de CC para CA, ajustando-a aos padrões da rede por meio de inversores de frequência. Enquanto os módulos fotovoltaicos têm sua potência expressa em Watt-pico (Wp), os inversores são dimensionados em Watts (W) (EPE., DEE NT 150, 2014).

Um centro de geração fotovoltaico é composto principalmente por um arranjo de módulos fotovoltaicos diretamente conectados a um inversor, que por sua vez se integra a um sistema de proteção de corrente alternada ligado à rede elétrica. A potência do sistema é determinada pelos valores de potência de pico dos módulos fotovoltaicos e pela capacidade nominal do inversor. A produção de energia é limitada pela menor potência entre os painéis fotovoltaicos e a potência de saída do inversor.

Para implementar uma usina solar fotovoltaica, é necessário seguir uma série de atividades estruturadas e sequenciais:

- a) Preparação de projetos, estudos e levantamentos;
- b) Realização de atividades preliminares, como laudos estruturais para verificar a capacidade do telhado de suportar a carga adicional do sistema;
- c) Implantação do sistema;



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

- d) Operação e manutenção da planta;
- e) Montagem das estruturas fixas, rede de cabeamento, inversores e subestações;
- f) Instalação dos painéis solares, inversores e sistema de proteção;
- g) Comissionamento, incluindo testes gerais e medições das características elétricas de fornecimento.

5.5. Módulos Fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos selecionados para o projeto devem ser fabricados com células de silício monocristalino ou policristalino, e possuir robustas estruturas de alumínio resistente à corrosão, capazes de suportar altas cargas de vento, granizo e neve. Além disso, é imprescindível que atendam às seguintes certificações mínimas:

- a) ABNT NBR ISO 14001:2015 - Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso; e
- b) TÜV Rheinland ABNT NBR ISO 9001:2015 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos.

Os módulos fotovoltaicos devem estar listados na TABELA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - SISTEMA DE ENERGIA FOTOVOLTAICA — MÓDULOS do Inmetro e classificados como nível A em eficiência energética. Caso a contratada opte pela homologação dos equipamentos, os ensaios devem ser realizados por laboratórios que cumpram integralmente a Portaria Inmetro nº 520 e a Portaria Inmetro nº 521, ambas de 2019.

Para garantir a classificação energética "A", os requisitos devem seguir rigorosamente as diretrizes das seguintes portarias:

- a) Portaria INMETRO/MDIC número 4 de 04/01/2011;
- b) Portaria INMETRO/MDIC número 357 de 01/08/2014;
- c) Portaria INMETRO número 17 de 14/01/2016.

A garantia estrutural dos painéis fotovoltaicos contra defeitos de fabricação deve ser de pelo menos 10 anos. Além disso, os painéis devem possuir garantia mínima de geração, sendo que após 10 anos a performance deve ser de no mínimo 90% e após 25 anos, de no mínimo 80%, em relação à produção estimada para o ano de instalação.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

5.6. Inversor

A CONTRATADA deverá seguir os requisitos para especificação dos inversores fotovoltaicos apresentados nesta seção.

a) Todos os inversores devem ser do tipo on-grid monofásico ou trifásico, ou seja, projetados para operarem conectados à rede trifásica da concessionária local de energia elétrica na frequência de 60 Hz e tensão de 220V ou 380 V.

b) Todos os inversores devem ser padronizados, devendo possuir a mesma marca.

c) Os modelos dos inversores devem possuir potência nominal de saída entre 5 kW e 75 kW.

d) A relação entre a potência nominal de cada inversor e a potência nominal do arranjo (strings) formado pelos módulos fotovoltaicos conectados a ele, não deve ser inferior a 0,6 (Fator de Dimensionamento do Inversor — FDI).

e) Deve apresentar eficiência máxima de pico superior a 97%.

f) Os inversores não devem possuir elementos passíveis de substituição com alta periodicidade, de forma a propiciar vida útil longa, sem a necessidade de manutenção frequente.

g) Devem ser capazes de operar normalmente à potência nominal, sem perdas, na faixa de temperatura ambiente de 0 °C a 45 °C.

h) Os inversores não devem possuir transformador.

i) A distorção harmônica total de corrente (THDI) do inversor deve ser menor que 5%.

j) A tensão de saída do conjunto de inversores deve ser compatibilizada ao nível nominal de utilização da concessionária de energia local;

k) Os inversores devem atender a todos os requisitos e estar configurados conforme as normas IEC 61000-6-1:2005 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-1: Generic standards - Immunity for residential, commercial and light-industrial environments), IEC 61000-6-2:2016 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity standard for industrial environments), IEC 61000-6-3:2011 (Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-3: Generic standards - Emission standard for residential commercial and light-industrial environments), IEC 62109-1:2010 (Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements), IEC 62109-2:2011 (Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 2: Particular requirements for inverters), ABNT NBR IEC 62116:2012 (Procedimento de ensaio de antilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica), ABNT NBR 16150:2013 (Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição - Procedimentos de ensaio de conformidade) e ABNT NBR 16149:2013 (Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição).



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

- l) Os inversores devem atender a todos os requisitos da Especificação Técnica n.º 122 da ENEL (CNC-OMBR-MAT-18-0122- EDBR - Conexão de Micro e Minigeração Distribuída ao Sistema Elétrico da Enel Distribuição Ceará / Enel Distribuição Goiás/ Enel Distribuição Rio).
- m) Os inversores devem possuir certificados atestando que estes foram ensaiados e aprovados conforme normas técnicas brasileiras ou normas internacionais, ou o número de registro da concessão do INMETRO (em conformidade com item 4.3.1 da Seção 3.7 do módulo 3 do PRODIST da ANEEL).
- n) Os inversores devem ter capacidade e operar com fator de potência superior a 0,92. A regulação do fator de potência deve ser automática, em função da tensão e corrente na saída do sistema.
- o) Os inversores devem incluir proteção contra o funcionamento em ilha, respeitando a resposta aos afundamentos de tensão.
- p) Os inversores devem incluir proteção contra reversão de polaridade na entrada C.C., curto-circuito na saída C.A., sobretensão surtos em ambos os circuitos, C.C. e C.A., proteção contra sobrecorrente na entrada e saída além de proteção contra sobre temperatura.
- q) Os inversores devem ser conectados em dispositivos de seccionamento adequados, visíveis e acessíveis para a proteção da rede da equipe de manutenção.
- r) O quadro de paralelismo dos inversores de cada sistema fotovoltaico, disjuntores de proteção e barramentos associados, cabos de entrada e saída devem ser dimensionados e instalados em conformidade com a NBR 5410:2004 e NBR 16690:2019 (quando houver contradições, a norma NBR 16690:2019 deve ser considerada).
- s) Os inversores devem ter grau de proteção mínimo IP65 (em conformidade com NBR 60529:2017).
- t) Os inversores devem possuir display digital para configuração e monitoramento dos dados. Os inversores devem permitir monitoramento remoto e monitoramento local (com e sem fio).

Deve ser apresentado, pela CONTRATADA, catálogo, folha de dados ou documentação específica para a comprovação das exigências acima.

5.7. Requisitos para a Estrutura de Suporte

As estruturas de suporte a serem fornecidas pela CONTRATADA devem atender aos seguintes requisitos mínimos:

- a) Devem ser projetadas para resistir aos esforços do vento conforme a ABNT NBR 6123:1988.
- b) Locais situados a uma distância igual ou superior a 150 km do mar devem ser considerados ambientes de corrosão C3 (média), conforme a ISO 9223:2012.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**



- c) Em locais com essa distância para o mar, deve-se utilizar materiais isolantes, como anilhas de nylon ou isoladores de borracha, para reduzir a corrosão eletroquímica entre superfícies metálicas galvanicamente diferentes, seguindo a ABNT NBR 16690:2019 e a BSi PD 6484:1979.
- d) As estruturas de suporte devem ser feitas de alumínio anodizado e projetadas para durabilidade mínima de 25 anos. Os procedimentos de instalação devem preservar a proteção contra corrosão. O mesmo se aplica aos parafusos, porcas e elementos de fixação, os quais devem ser de aço inoxidável AISI 304 ou 304L.
- e) Durante a instalação de parafusos, porcas e arruelas, é necessário aplicar um selante à base de silicone para evitar espaços que possam acumular água e formar eletrólitos, os quais contribuem para a corrosão galvânica. Este selante deve possuir cura neutra, sem solventes ou aditivos na composição, não sendo permitido o uso de selantes à base de silicone com cura acética, que liberam ácido acético durante a cura.
- f) Sempre que possível, devem ser utilizados furos existentes nas telhas, aplicando materiais vedantes para minimizar infiltrações de água na unidade. Os furos devem ser feitos na parte superior das telhas metálicas para evitar infiltrações.
- g) Os módulos fotovoltaicos devem estar elevados em relação à cobertura, permitindo uma ventilação adequada de no mínimo 15 cm, conforme recomendação do fabricante, e com pelo menos 1 cm de separação entre módulos adjacentes. A instalação deve garantir a circulação livre de ar entre o telhado e a parte traseira dos módulos, o que melhora a eficiência de produção de energia, apesar do aquecimento adicional próximo ao telhado.
- h) Deve-se observar a expansão e contração máxima dos módulos fotovoltaicos de acordo com as recomendações do fabricante e as temperaturas de operação esperadas, conforme ABNT NBR 16690:2019.
- i) Cada módulo fotovoltaico deve ter no mínimo 6 pontos de fixação para minimizar o risco de desprendimento da estrutura de fixação.
- j) As estruturas e módulos fotovoltaicos devem ser dispostos de forma a permitir acesso para manutenção do telhado e outros equipamentos da unidade, facilitando a substituição de módulos sem a necessidade de desmontar outros componentes ou aplicar cargas mecânicas sobre eles.
- k) Todas as peças devem ser isentas de rebarbas ou arestas vivas.
- l) Deve ser previsto espaço entre os módulos fotovoltaicos para facilitar limpeza e manutenções futuras.

5.8. Condutores



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

Como mencionado anteriormente, a Usina Fotovoltaica é composta por um subsistema de corrente contínua e outro de corrente alternada. Portanto, os dimensionamentos devem ser realizados conforme as características específicas de cada subsistema, levando em consideração o ambiente onde os equipamentos e condutores serão dimensionados e instalados.

Os dimensionamentos e especificações devem ser detalhadamente descritos pela CONTRATADA no documento memorial descritivo, seguindo rigorosamente as normas abaixo relacionadas:

- a) ABNT NBR 13248:2014 - Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV - Requisitos de desempenho;
- b) ABNT NBR 16612:2020 - Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV em corrente contínua entre condutores - Requisitos de desempenho;
- c) ABNT NBR 5471:1986 - Condutores elétricos;
- d) ABNT NBR 6251:2018 - Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos;
- e) ABNT NBR 6814:1986 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica;
- f) ABNT NBR 6813:1981 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento;
- g) ABNT NBR 6881:2010 - Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação - Ensaio de tensão elétrica;
- h) ABNT NBR NM 244:2011 - Condutor e cabos isolados - Ensaio de centelhamento;
- i) ABNT NBR 9511:2019 - Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos e carretéis para acondicionamento;
- j) ABNT NBR NM 280:2011 - Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD);
- k) ABNT NBR 9511:2019 - Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos e carretéis para acondicionamento;
- l) ABNT NBR NM IEC 60811-1-1:2001 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas;



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**



- m) ABNT NBR NM IEC 60332-1:2005 - Métodos de ensaios em cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 1: Ensaio em um único condutor ou cabo isolado na posição vertical;
- n) ABNT NBR NM IEC 60811-1-2:2001 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico;
- o) ABNT NBR NM IEC 60811-1-3:2001 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 3: Métodos para determinação da densidade de massa - Ensaio de absorção de água - Ensaio de retração;
- p) ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão.

Quaisquer alterações no projeto durante a execução da obra devem ser previamente alinhadas com a CONTRATANTE, sendo obrigatória a apresentação de justificativa técnica elaborada por um engenheiro responsável da CONTRATADA. Isso visa garantir que não haja comprometimento em relação ao que foi inicialmente proposto no projeto.

5.9. Dispositivos de proteção em corrente alternada.

5.9.1. Especificação mínima de disjuntores para sistemas de corrente alternada em baixa tensão

Todos os disjuntores destinados aos circuitos de baixa tensão em corrente alternada da instalação devem atender às especificações estabelecidas pela ABNT NBR 5410/2010 e pela série IEC 56.

Em instalações com mais de um inversor fotovoltaico, cada inversor deve ser protegido individualmente contra sobrecorrente. Além disso, no caso de paralelismo das Unidades de Condicionamento de Potência (UCPs), é necessário providenciar uma proteção específica contra sobrecorrente para o conjunto.

No quadro geral de baixa tensão da unidade consumidora beneficiada pela instalação, deve ser incluído um disjuntor responsável pelo seccionamento de todo o sistema fotovoltaico.

5.10. DPS



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

Os Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) devem estar em conformidade com a norma IEC 61643-1 e ser selecionados com base nas seguintes características mínimas: nível de proteção, máxima tensão de operação contínua, suportabilidade a sobretensões temporárias, corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso, e suportabilidade à corrente de curto-circuito. Além disso, quando utilizados em cascata em mais de um ponto da instalação, a empresa contratada deve selecionar os DPS considerando também a sua coordenação.

É fundamental que o nível de proteção dos DPS seja compatível com a categoria II de suportabilidade a impulsos. Por exemplo, em uma instalação com tensão nominal de 220/380 V, o nível de proteção Up do DPS não deve exceder 2,5 kV. Este requisito é específico para a proteção em modo comum, especialmente quando o DPS é único e está localizado no ponto de entrada ou no quadro de distribuição principal. DPS adicionais, especialmente aqueles destinados à proteção de equipamentos alimentados entre fase e neutro (proteção diferencial), devem ter um nível de proteção menor.

A eficácia da proteção proporcionada por um DPS depende da correta instalação e, portanto, da observância das prescrições relevantes contidas nesta Norma.

5.11. Aterramento

5.11.1. Aterramento para Proteção

O aterramento para proteção é a conexão de um ponto de um equipamento ou sistema à terra por razões de segurança. Seu principal objetivo é proteger pessoas e propriedades de falhas, como curto-circuito, conforme estabelecido pela NBR 5410, norma que regula as instalações elétricas de baixa tensão.

Os motivos para utilizar aterramento de proteção em instalações fotovoltaicas incluem:

- a) Prevenção de Ferimentos: Evitar ferimentos causados por diferenças de potencial em relação ao solo ou por arcos elétricos provocados por falhas.
- b) Proteção de Equipamentos: Evitar danos aos equipamentos devido a falhas no isolamento ou arcos elétricos provocados por falhas.
- c) Dispersão de Sobretensões: Fornecer um caminho de aterramento de baixa impedância para permitir a rápida dispersão de sobretensões.
- d) Retorno de Corrente de Falha: Fornecer caminhos de retorno efetivos para o fluxo de corrente de falha, garantindo um desempenho previsível de relés, fusíveis e dispositivos similares.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

e) Proteção Contra Sobretensão: Proteger o equipamento contra falhas de operação causadas por excesso de tensão ou acoplamento de corrente com fontes externas.

f) Redução da Corrosão: Fornecer caminhos adequados para pequenas correntes de fuga, minimizando a corrosão que pode ocorrer em caminhos dispersos.

A implementação adequada do aterramento de proteção é essencial para garantir a segurança e a integridade das instalações fotovoltaicas.

5.11.2. Sistema

A CONTRATADA deve garantir que a instalação elétrica do sistema fotovoltaico esteja em conformidade com a norma NBR 5410, a qual exige que todas as novas instalações ou reformas possuam uma infraestrutura de aterramento adequada.

Se no local da instalação não houver um sistema de aterramento, a CONTRATADA deve providenciar a implementação do mesmo. Caso o sistema de aterramento existente não esteja de acordo com as normas vigentes, ele deve ser readequado, considerando-se como uma reforma na instalação elétrica.

Se o sistema de aterramento existente já estiver em conformidade com a NBR 5410, ele poderá ser utilizado na nova instalação. Cabe ao projetista decidir se o número de hastes deve ser mantido ou ampliado.

A norma NBR 16690 estabelece que todos os elementos condutores expostos, tanto do lado de corrente contínua (CC) quanto do lado de corrente alternada (CA), devem ser conectados a um mesmo barramento de equipotencialização e posteriormente aterrados.

Garantir a conformidade com essas normas é essencial para a segurança e eficiência das instalações fotovoltaicas.

5.11.3. O que deve ser aterrado

A CONTRATADA deve garantir a implementação de proteções contra choques elétricos em conformidade com a NBR 5410, seguindo as especificações dos seguintes subitens:

a) Todas as partes metálicas (massas) de uma instalação devem estar conectadas a condutores de proteção.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

- b) Todas as partes metálicas da instalação situadas em uma mesma edificação devem estar ligadas à equipotencialização principal da edificação.
- c) Partes metálicas simultaneamente acessíveis devem estar ligadas a um mesmo eletrodo de aterramento.
- d) Todo circuito deve incluir um condutor de proteção ao longo de toda a sua extensão.

Assim, é essencial equipotencializar o sistema fotovoltaico para assegurar que as partes metálicas ou condutoras acessíveis não representem perigo, seja em condições normais de operação, seja em caso de falha que as torne acidentalmente energizadas.

5.11.4. Aterramento dos módulos fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos possuem furos específicos destinados ao aterramento, identificados com o símbolo correspondente. Para realizar a conexão do condutor de aterramento, siga estas etapas:

1. Posicionamento do Condutor: Coloque o condutor entre a arruela plana e a arruela côncava. Certifique-se de que a arruela côncava esteja voltada para cima e que o fio não esteja em contato direto com a moldura de alumínio para evitar corrosão galvânica. Conexões diretas entre cabos de cobre e componentes de alumínio devem ser evitadas, pois o cobre, sendo um material mais nobre, corroerá o alumínio ao longo do tempo, causando aquecimento e derretimento da conexão.
2. Fixação do Parafuso: Utilize uma arruela dentada para fixar o parafuso. Consulte o manual do fabricante para verificar o torque adequado de aperto. Todos os componentes, como parafusos, porcas, arruelas, arruelas de pressão e outros equipamentos relevantes, devem ser de aço inoxidável.
3. Métodos Alternativos de Aterramento: A CONTRATADA pode utilizar outros métodos de aterramento, mas deve sempre consultar o manual do fabricante para garantir a adequação dos métodos alternativos.

Todos os módulos devem ser protegidos por uma ligação ao condutor de proteção, que deve estar conectado ao barramento de equipotencialização.

As estruturas dos módulos, feitas de alumínio anodizado, também contribuem para a equipotencialização da instalação. Embora o alumínio seja um bom condutor, o processo de anodização aumenta significativamente sua resistência elétrica. A anodização cria uma camada





**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

de óxido na superfície do alumínio, estabilizando-a e impedindo oxidações adicionais. Esta camada de óxido atua como um isolante elétrico e pode ser pigmentada para fins estéticos.

Apesar de tornar o alumínio mais seguro, consistente e duradouro, a anodização impede que ele seja um condutor de aterramento adequado devido à alta resistência elétrica resultante. Portanto, é fundamental garantir que os condutores de aterramento sejam adequadamente conectados e não dependam da estrutura anodizada para a condução elétrica.

5.11.5. Aterramento da estrutura

Materiais condutores, como estruturas metálicas de fixação dos módulos, eletrodutos metálicos, eletrocalhas, caixas metálicas e outros componentes que possam eventualmente se tornar energizados, devem ser equipotencializados. Toda instalação elétrica está sujeita a possíveis falhas de isolamento, tornando a equipotencialização essencial para fornecer um caminho de baixa impedância para correntes de falha. Essa medida é crucial para garantir a segurança dos usuários e a integridade dos equipamentos, minimizando os riscos de choque elétrico e danos às instalações.

6. ESPECIFICAÇÃO MÍNIMA DE SERVIÇOS

6.1. SERVIÇOS PRELIMINARES

6.1.1. PLACA DE OBRA

Será confeccionada uma placa medindo 2,0m de altura x 3,00m de largura, conforme modelo fornecido pelo Governo Federal e Prefeitura Municipal de Ipaumirim, e instalada em suporte de madeira conforme orientação da fiscalização da obra

6.1.2. HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO JUNTO A CONCESSIONÁRIA LOCAL

A CONTRATADA será responsável por todo o processo de homologação do sistema, incluindo a vistoria e a troca do medidor para o modelo bidirecional pela concessionária.

O projeto a ser homologado deve ser submetido à prefeitura em formato .dwg. Esse projeto deve incluir um desenho detalhado indicando a disposição dos módulos fotovoltaicos, permitindo a identificação de cada string conectada ao inversor. Esse desenho deve possibilitar



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

a identificação física, no local de instalação, de cada string conectada ao inversor, facilitando a manutenção ou a realização de testes quando necessário.

6.2. SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

6.2.1. PAINEL SOLAR

A quantidade de painéis foi dimensionada respeitando os limites do espaço físico disponível e a capacidade do sistema, considerando a potência máxima disponível no local de instalação. As placas devem atender às seguintes características:

- Potência: 560W ou superior, respeitando os limites do inversor correspondente
- Eficiência: 21,7% ou superior
- Uniformidade: Todos os painéis fotovoltaicos devem ser do mesmo fabricante e modelo
- Compatibilidade: Os painéis devem possuir características compatíveis com o respectivo inversor, especialmente em relação às tensões e correntes máximas, além da potência máxima

Normas e Certificações:

- Normas IEC: IEC61215 (2016), IEC61730 (2016)
- Gestão da Qualidade: ISO 9001:2015
- Gestão Ambiental: ISO 14001:2015
- Saúde e Segurança Ocupacional: ISO 45001:2018

Características Técnicas:

- Tolerância de Potência: 0-+3%
- Degradação de Energia: Degradação anual de 0,55% e garantia de energia linear de 25 anos
- Resistência: Certificado para suportar carga de vento (2400 Pascal) e carga de neve (5400 Pascal)

Garantias:

- Garantia do produto: 12 anos
- Garantia de energia linear: 25 anos

- Célula Tipo P Monocristalina

- Estrutura: Liga de alumínio anodizado

- Caixa de Junção: Classificação IP68

- Vidro Frontal: 3,2 mm, com revestimento antirreflexo, alta transmissão, baixo teor de ferro, vidro temperado



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

- Classificação: Módulos classificados na classe A, conforme a norma IEC 61730-1, para assegurar a proteção contra choques elétricos. Devem estar devidamente etiquetados no sistema de etiquetagem do INMETRO

Identificação:

- Os módulos devem ser identificados de forma legível e indelével, contendo no mínimo as seguintes informações:
 - Nome ou marca comercial do fabricante
 - Modelo ou tipo do modelo
 - Número de série

Instalação:

- Estrutura de Montagem: A instalação dos módulos fotovoltaicos deve ser em estrutura própria montada no telhado, permitindo a livre circulação de ar entre o telhado e a parte traseira dos módulos. Esta configuração melhora a capacidade de produção de energia, apesar do aquecimento adicional devido à proximidade do telhado
- Temperatura Operacional: -40°C a +85°C

6.2.2. INVERSOR

A quantidade e a potência dos inversores devem ser dimensionadas conforme especificado para cada unidade administrativa, seguindo as diretrizes estabelecidas neste memorial e na planilha orçamentária. Além disso, os inversores devem atender às seguintes características:

- Quantidade de fases:3
- Tensão:380V/400V
- Frequência de rede: 60Hz
- Eficiência:98,8% ou superior
- MPPTs: mínimo de 2 para inversores de 15kW e 20kW
- Grau de proteção: IP65 ou superior
- Conexão CC: MC4
- Transformador: Sem transformador
- Arrefecimento: Inteligente
- Proteções:
 - Polaridade reversa CC



PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

- Interruptor CC
- Proteção de sobretensão CC tipo II
- Proteção contra curto-circuito de saída
- Monitoramento de falta à terra
- Anti-ilhamento
- Proteção de sobretensão CA tipo II, conforme PRODIST e normas técnicas da distribuidora ENEL-CE
- Certificações internacionais:
 - IEC61000-6/3
 - IEC62109-1/2
 - IEC61727
 - IEC62116
- Monitoramento: Wi-Fi incluso
- Corrente de saída: Deve ser menor do que o disjuntor do padrão de entrada e compatível com a capacidade de condução do cabo de entrada
- Garantia mínima: 10 anos
- Interrupção de fornecimento: O inversor deve interromper o fornecimento de energia à rede quando a frequência provida externamente à porta CA sair da faixa de operação, seguindo os tempos de atuação das proteções para condições de sub-frequência e sobre-frequência conforme especificado nas normas e portarias específicas

6.2.3. PROTEÇÃO CA E CC

Para cada sistema, deve ser instalado um Quadro de Proteção CA (stringbox CA) na saída CA do inversor. Esses quadros devem ser confeccionados em material não corrosivo, com dimensões adequadas para abrigar e proteger os equipamentos CA, incluindo:

- **Disjuntor Termomagnético:** Utilizado para proteger as saídas contra sobrecargas e curtos-circuitos, conforme o cabeamento utilizado. Podem ser usados disjuntores de uso geral de 2 e 3 polos - 51 cA. O nível de curto-circuito deve ser calculado e conferido para cada região, podendo ser necessários disjuntores com caixa moldada.



- **Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS):** A stringbox CA deve ser protegida por DPS classe 2, conforme a ABNT NBR 5419-2-2015, como regra geral, ou por DPS classe 1 se o QDG estiver localizado a menos de 30 metros da entrada de energia e esta não possuir a devida proteção contra surtos.

Na parte CC, o inversor selecionado deve incluir:

- **Seccionamento por Chave Seccionadora sob Carga:** Permitindo o manuseio seguro.
- **Proteção Interna por Dispositivos de Proteção contra Surtos (DPS) de Corrente Contínua (CC):** Devem estar em conformidade com a IEC 61643-1.
- **Sistema de Aterramento:** Especificado de acordo com a IEC 61643-1.

6.2.4. MONITORAMENTO

O inversor deve incluir soluções de registro de dados que permitam armazenamento sem a necessidade de um PC permanentemente conectado aos inversores, utilizando registradores de dados (dataloggers). Além disso, deve oferecer monitoramento de dados on-line por meio de portais desenvolvidos especificamente para essa finalidade. Isso permite que os proprietários dos sistemas fotovoltaicos (FV) monitorem o desempenho do sistema a partir de qualquer dispositivo conectado à internet, facilitando um melhor gerenciamento por parte dos administradores. Essa funcionalidade possibilita o acompanhamento contínuo da geração de energia e a verificação de erros de forma on-line, garantindo uma operação mais eficiente e segura.

6.2.5. CABOS E ELETRODUTOS

- **Identificação de Cabos:** Não deverão existir trechos com extensão superior a 15m sem identificação em qualquer dos cabos de fileira, assegurando que não haja risco de troca ou confusão dos cabos.
- **Condutores CC:** Devem ser apropriados para uso em sistemas solares, possuir isolamento EPR e conectores MC4.
- **Condutores CA:** Devem atender, no mínimo, às exigências da norma NBR 5410.
- **Identificação de Terminais:** Todos os terminais dos condutores devem ser identificados conforme os diagramas do projeto.
- **Proteção dos Condutores:** Os condutores devem ser protegidos por eletrodutos tanto acima quanto abaixo do telhado.
- **Materiais para Eletrodutos:** Devem ser utilizados eletrocalhas ou eletrodutos zincados, eletrodutos de aço carbono com galvanização a fogo para instalações aparentes e eletrodutos PEAD para instalações subterrâneas.
- **Descida dos Condutores:** Para a interligação aos inversores, não será permitido perfurar as telhas; deve-se prever outra forma de realizar esta parte da instalação.

6.2.6. SISTEMA DE ATERRAMENTO



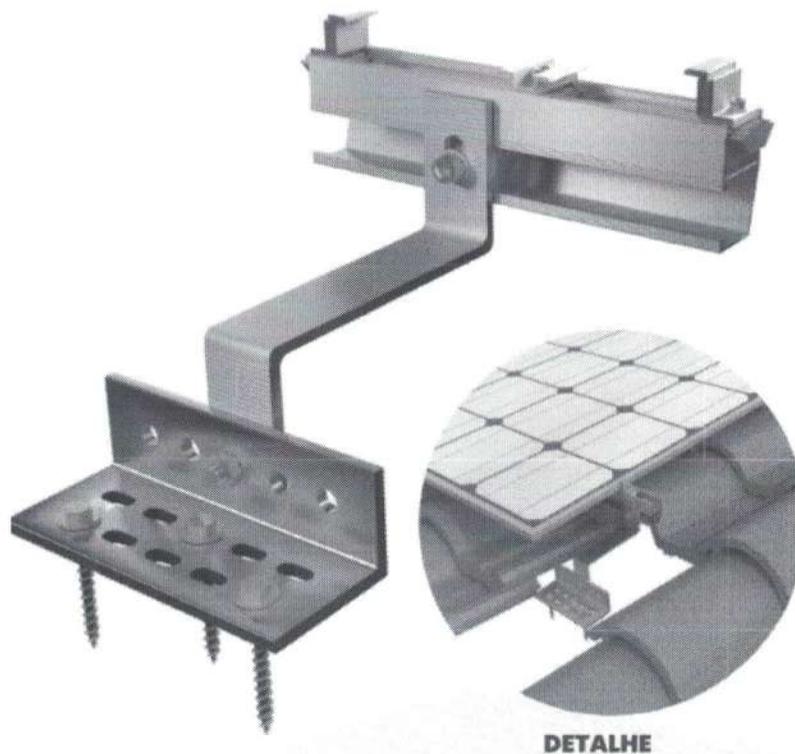
**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

Caso não exista um sistema de aterramento na edificação, deverá ser prevista a instalação de hastes de aterramento em cobre eletrolítico, com no mínimo 2,4m de comprimento, interligadas por cabo de cobre nu de até 50mm². A configuração geométrica das hastes deve ser preferencialmente triangular, com espaçamento entre elas igual ao comprimento das hastes.

O sistema de aterramento deve ser compatível com os padrões das normas da Distribuidora ENEL/CE, atendendo aos requisitos de segurança pessoal e de equipamentos. Deve ser realizado aterramento em todas as placas fotovoltaicas e inversores, utilizando cabo de cobre verde 6mm², 1000V antichamas, específico para instalações solares.

6.2.7. ESTRUTURAS

As estruturas de suportes devem ser projetadas para resistir aos esforços do vento conforme a NBR 6123/1988 e para ambientes de corrosão igual ou superior a C3, em conformidade com a ISO 9223. Abaixo segue um exemplo de estrutura de fixação:



A usina será instalada em estruturas de fixação próprias, utilizando trilhos de aço galvanizado ou alumínio fixados na cobertura da edificação. Essas estruturas devem atender ao requisito de durabilidade de 25 anos. Os procedimentos de instalação devem preservar a proteção contra corrosão, aplicável também aos parafusos, porcas e elementos de fixação em geral.



PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

- **Espaçamento:** Deve ser previsto espaço entre os módulos fotovoltaicos para facilitar a limpeza e futuras manutenções.
- **Proteção contra Corrosão:** Os procedimentos de instalação devem garantir a proteção contra corrosão.
- **Inclinação dos Módulos:** A inclinação mínima dos módulos deve ser de 10° para evitar o acúmulo excessivo de sujeira. Caso o telhado tenha uma inclinação inferior à especificada, deve-se prever uma estrutura dedicada ao suporte dos módulos sobre o telhado.

6.3. ADEQUAÇÃO E INFRAESTRUTURA DO TELHADO

6.3.1. RETELHAMENTO

Será efetuado o retelhamento das áreas de instalação das placas fotovoltaicas nos edifícios com telha cerâmica colonial. Este procedimento incluirá a substituição de 20% das telhas antigas por telhas novas, assegurando a integridade e durabilidade da cobertura.

6.3.2. MADEIRAMENTO

Será executado o reforço das estruturas de madeira nos prédios destinados à instalação dos painéis solares fotovoltaicos. Adicionalmente, será emitido um laudo estrutural para atestar a qualidade e segurança do serviço realizado.

6.3.3. LIMPEZA DE OBRA

Após a conclusão dos serviços, a empresa será responsável pela retirada completa de todos os entulhos, restos de materiais, resíduos de construção e reparos realizados.

6.4. SERVIÇOS COMPLEMENTARES E ENSAIOS

6.4.1. LAUDO ESTRUTURAL

Para cada instalação, deverá ser apresentado um Laudo Estrutural assinado por um engenheiro civil, assegurando que o telhado e seus apoios suportarão a carga adicional. Caso necessário, serão executados reforços no telhado para garantir a instalação segura dos painéis.

6.4.2. TESTAGEM E COMISSONAMENTO DE ENERGIA SOLAR

A CONTRATADA deverá realizar os seguintes testes de comissionamento em todas as instalações:

- **Verificação da Tensão de Circuito Aberto (Voc):** Realizar a verificação da tensão de circuito aberto dos módulos por meio de amostragem, selecionando aleatoriamente 4 painéis na instalação. Após a montagem de cada string, comparar os valores obtidos com os valores nominais e calculados.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

- **Inspecção Visual:** Realizar uma inspecção visual para identificar possíveis danos físicos nas placas.
- **Inspecção Termográfica:** Realizar uma inspecção termográfica utilizando um termovisor, com a elaboracção de um relatório para cada unidade instalada. Esta inspecção deve comprovar a inexistência de pontos quentes e células defeituosas nas placas fotovoltaicas. As análises termográficas devem ser realizadas com o sistema em funcionamento e devem incluir também inversores e quadros.

7. DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento do sistema fotovoltaico proposto utilizou-se os dados de irradiação solar diária mensal retirados do CRESESB (<http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>), os dados foram obtidos de acordo com os locais onde as placas serão instaladas, que é na sede do município. Os dados obtidos estão apresentados nas tabelas abaixo:

Tabela 02: Irradiação Solar na Sede do município.

Estação: Ipaumirim
Município: Ipaumirim, CE - BRASIL
Latitude: 6,801° S
Longitude: 38,749° O
Distância do ponto de ref. (6,78572° S; 38,718465° O): 3,8 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	6,04	6,06	6,00	5,72	5,25	6,03	5,33	6,06	6,51	6,57	6,71	6,32	6,97	1,68
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	7° N	5,78	5,91	5,99	5,87	5,53	6,36	5,65	6,30	6,67	6,45	6,43	6,01	6,99	1,22
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	6° N	5,82	5,93	5,99	5,85	5,49	6,32	5,61	6,27	6,67	6,47	6,48	6,05	6,99	1,26
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	12° N	5,56	5,76	5,94	5,94	5,68	6,66	5,84	6,43	6,68	6,32	6,20	5,75	6,96	1,02

Fonte: <https://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>

Considerando a média de irradiação do plano horizontal de 5,97 kWh/m².dia, e visando um dimensionamento mais preciso, utilizou uma margem de 93%, tendo assim como irradiação para efeito de cálculo de 5,55kWh/m².dia.

Conforme observou-se na tabela 01, a média anual do projeto é de 2090 kWh/mês. A partir desse dado podemos calcular a potência do sistema a atender essa demanda, esse valor de cálculo é dado em Wp (Watts-pico).

$$P_p = \frac{E}{F_d * R_f * 30}$$

Onde:



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

- P_p – Potencia de pico (kwp)
- E – Consumo médio da edificação (kw/dia)
- F_d – Fator de desempenho, considerou-se 77%
- R_f – Radiação Fotovoltaica
- 30 – Conversão de consumo mensal para diário

Desse modo tem-se:

$$P_p = \frac{2090}{0,77 * 5,55 * 30} = 16,30 \text{ kWp}$$

Com isso, dimensionou-se a quantidade de painéis. Utilizou-se o painel solar de 560w.

$$N^{\circ}_{\text{painéis}} = \frac{16,3}{0,56} = 30 \text{ unidades}$$

Com a finalidade de atender a demanda o referido empreendimento, e o excedente de geração atender outras repartições públicas, foi adotado a quantidade 43 painéis, que geração uma media mensal de 3.087 kWh/mês.

8. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações contidas neste relatório se destinam a regulamentar as disposições dos serviços CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA E EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ATENDER DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE IPAUMIRIM-CE.

Todo os serviços deverão serem executados por mão de obra qualificadas e deverão obedecer às condições contidas no caderno de encargos, bem como contidas nas disposições cabíveis do decreto N° 92.100 de 10.12.85 e as normas da ABNT

9. OBSERVAÇÕES GERAIS



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

A presente especificação técnica de procedimentos, estabelece as condições técnicas mínimas a serem obedecidas na execução da obra, fixando parâmetros mínimos a serem atendidos para materiais, serviços e equipamentos.

Todas as obras e serviços deverão ser executados rigorosamente em consonância com os projetos básicos fornecidos, ou modificações que venham a ser feitas durante a obra pela CONTRATADA, com as prescrições contidas neste material, com a ABNT, outras normas abaixo citadas em caso particular ou suas sucessoras e Legislação Federal, Estadual e Municipal vigentes e pertinentes.

Todos os materiais e técnicas construtivas a serem empregadas deverão satisfazer as exigências da ABNT e da prefeitura Municipal. Junto a obra deverá ficar uma via deste memorial descritivo e dos projetos devidamente aprovados pelas autoridades competentes, acompanhados pela Anotação de Responsabilidade Técnica pelo projeto e pela execução da obra.

Será de responsabilidade da empresa CONTRATADA o fornecimento de equipe capacitada responsável pela execução.

10. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO

Somente serão medidos os serviços expressamente autorizados pelo contratante, quando previstos em contrato e no projeto, e que estes tenham sido executados conforme condições estabelecidas nestas especificações.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda a obra deverá ser entregue em perfeito estado de limpeza e conservação. Todo o entulho deverá ser removido do terreno pela empreiteira.

Qualquer modificação no projeto terá que ter prévia aprovação do projetista. Todos os serviços e matérias empregados na obra deverão estar em conformidade com as normas da ABNT e normas locais.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM
SEINFRA – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA**

No caso de a empresa optar por produto similar, nos apontados como referência, deverá ser apresentado para aprovação da fiscalização da obra. Na entrega da obra, será procedida cuidadosamente verificação, por parte da fiscalização, das perfeitas condições e funcionamento e segurança.

12. OBSERVAÇÃO GERAL

Toda e qualquer etapa da obra que for desenvolvida em desacordo com este memorial descritivo, e não tiver a aprovação do responsável técnico, serão de inteira responsabilidade da contratada, que desenvolver tal atividade considerada em desacordo. Estando o proprietário em acordo com este parágrafo.

Documento assinado digitalmente

gov.br

CLAITON EILSON TAVARES DOS SANTOS

Data: 05/07/2024 17:54:49-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Claiton Eilson T. dos Santos
CPF: 056.116.132-0
CREAM: 051984719-7



PLANILHA ORÇAMENTÁRIA



OBRA:	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA E EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ATENDER DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE IPAUMIRIM-CE
DESCRIÇÃO:	ORÇAMENTO PARA INSTALAÇÃO, COMISSIONAMENTO E OPERAÇÃO DE SISTEMA SOLAR EM DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS
LOCAL:	SEDE DE IPAUMIRIM-CE
CLIENTE:	PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM-CE

DATA : 19/06/2024		BDI : 27,20%	
FONTE	VERSÃO	HORA	MES
ORSE	2024/04	112,54%	79,11%
SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%
SINAPI	2024/05 COM DESONERAÇÃO	4,85%	46,63%
Composições Próprias	PRÓPRIA	0,00%	0,00%

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	FONTE	UNID	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO R\$	PREÇO TOTAL R\$
1	SERVIÇOS PRELIMINARES						R\$ 5.396,53
1.1	C1937	PLACAS PADRÃO DE OBRA	SEINFRA	M2	6,00	R\$ 233,30	R\$ 1.399,80
1.2	COM-41299514	HOMOLOGAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO JUNTO A CONCESSIONÁRIA LOCAL	Composições Próprias	UN	1,00	R\$ 3.996,73	R\$ 3.996,73
2	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO						R\$ 91.480,14
2.1	INFRAESTRUTURA SOLAR - PARTE CORRENTE CONTINUA						R\$ 85.115,64
2.1.1	COM-25364554	PAINEL SOLAR 560W RESUN RS8I-560M-F30 MONO, EFICIENCIA DE 21.7 OU SUPERIOR, OU SIMILAR. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	Composições Próprias	UN	43,00	R\$ 1.004,08	R\$ 43.175,44
2.1.2	COMP-31911667	CABO SOLAR SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC PRETO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	Composições Próprias	M	150,00	R\$ 21,09	R\$ 3.163,50
2.1.3	COM-77039020	CABO SOLAR SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC VERMELHO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	Composições Próprias	M	150,00	R\$ 21,09	R\$ 3.163,50
2.1.4	COM-90900059	KIT ESTRUTURA DE SUPORTE PARA 04 PAINÉIS FOTOVOLTAICAS EM TELHADO COLONIAL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	Composições Próprias	UN	11,00	R\$ 1.294,12	R\$ 14.235,32
2.1.5	COM-31000673	CONECTOR MC4 ACOPLADOR - PAR (MACHO E FÊMEA) - FORNECIMENTO E MONTAGEM	Composições Próprias	UN	16,00	R\$ 40,78	R\$ 652,48
2.1.6	COM-67662215	INVERSOR 380V 2MPPT TRIFASICO 20KW WIFI	Composições Próprias	UN	1,00	R\$ 16.980,09	R\$ 16.980,09
2.1.7	COM-48879987	String Box Clamper 1040v 32a 4e/4s	Composições Próprias	UN	1,00	R\$ 2.316,52	R\$ 2.316,52
2.1.8	S03811	Canaleta plástica 25mm x 25mm, Schneider ou similar	ORSE	m	10,00	R\$ 50,97	R\$ 509,70
2.1.9	C0326	ATERRAMENTO COMPLETO C/ HASTE COPPERWELD 3/4"X 2.40M	SEINFRA	UN	1,00	R\$ 413,29	R\$ 413,29
2.1.10	91840	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PEAD, DN 40 MM (1 1/4"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM FORRO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 03/2023 PA	SINAPI	M	20,00	R\$ 25,29	R\$ 505,80
2.2	INFRAESTRUTURA SOLAR - PARTE CORRENTE ALTERNADA						R\$ 6.364,50
2.2.1	C0547	CABO EM PVC 1000V 10MM2	SEINFRA	M	160,00	R\$ 17,38	R\$ 2.780,80
2.2.2	C0556	CABO EM PVC 1000V 6MM2	SEINFRA	M	40,00	R\$ 13,20	R\$ 528,00
2.2.3	C1198	ELETRODUTO PVC ROSC.INCL.CONEXÕES D= 40mm (1 1/4")	SEINFRA	M	40,00	R\$ 40,82	R\$ 1.632,80
2.2.4	C1711	LUVA P/ELETRODUTO PVC ROSC. D= 40mm (1 1/4")	SEINFRA	UN	15,00	R\$ 7,12	R\$ 106,80
2.2.5	93673	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 50A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 10/2020	SINAPI	UN	1,00	R\$ 109,54	R\$ 109,54
2.2.6	C4562	DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS DE TENSÃO - DPS's - 40 KA/440V	SEINFRA	UN	4,00	R\$ 170,23	R\$ 680,92
2.2.7	C2072	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ SOBREPOR ATÉ 12 DIVISÕES 255X315X135mm, C/BARRAMENTO	SEINFRA	UN	1,00	R\$ 426,44	R\$ 426,44
2.2.8	101550	CONECTOR PERFURANTE, PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 07/2020	SINAPI	UN	5,00	R\$ 19,84	R\$ 99,20
3	ADEQUAÇÃO E INFRAESTRUTURA DO TELHADO						R\$ 16.388,85
3.1	C2200	RETELHAMENTO C/ TELHA CERÂMICA ATE 20% NOVA	SEINFRA	M2	128,82	R\$ 65,05	R\$ 8.379,74
3.2	C3005	MADEIRAMENTO P/TELHA CERÂMICA C/ REAPROVEITAMENTO	SEINFRA	M2	128,82	R\$ 57,39	R\$ 7.392,98
3.3	C1628	LIMPEZA GERAL	SEINFRA	M2	37,50	R\$ 16,43	R\$ 616,13
4	SERVIÇOS COMPLEMENTARES E ENSAIOS						R\$ 5.602,19
4.1	COM-98941394	SERVIÇO DE EXECUÇÃO DE LAUDO DE ESTABILIDADE ESTRUTURAL	Composições Próprias	UN	1,00	R\$ 2.997,54	R\$ 2.997,54
4.2	COM-62841385	TESTAGEM E COMISSIONAMENTO DE SISTEMA DE ENERGIA SOLAR	Composições Próprias	UN	1,00	R\$ 2.604,65	R\$ 2.604,65
VALOR BDI TOTAL:						R\$ 25.418,47	
VALOR ORÇAMENTO:						R\$ 93.449,24	
VALOR TOTAL:						R\$ 118.867,71	



RESUMO DO ORÇAMENTO

OBRA:	CONTRATAÇÃO DE EMPRESA ESPECIALIZADA PARA E EXECUÇÃO DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA ATENDER DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS DO MUNICÍPIO DE IPAUMIRIM-CE	DATA : 19/06/2024	BDI : 27,20%		
DESCRIÇÃO:	ORÇAMENTO PARA INSTALAÇÃO, COMISSIONAMENTO E OPERAÇÃO DE SISTEMA SOLAR EM DIVERSOS PRÉDIOS PÚBLICOS	FONTE	VERSÃO	HORA	MES
LOCAL:	SEDE DE IPAUMIRIM-CE	ORSE	2024/04	112,54%	70,11%
CLIENTE:	PREFEITURA MUNICIPAL DE IPAUMIRIM-CE	SEINFRA	028.1 COM DESONERAÇÃO	84,44%	47,48%
		SINAPI	2024/05 COM DESONERAÇÃO	84,85%	46,62%
		Composições Próprias	PRÓPRIA	0,00%	0,00%

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	PREÇO TOTAL	%
1	SERVIÇOS PRELIMINARES	R\$ 5.396,53	4,54%
2	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	R\$ 91.480,14	76,96%
3	ADEQUAÇÃO E INFRAESTRUTURA DO TELHADO	R\$ 16.388,85	13,79%
4	SERVIÇOS COMPLEMENTARES E ENSAIOS	R\$ 5.602,19	4,71%



VALOR BDI TOTAL:	R\$ 25.418,47	100,00%
VALOR ORÇAMENTO:	R\$ 93.449,24	
VALOR TOTAL:	R\$ 118.867,71	