



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
COMISSÃO REGIONAL DE OBRAS 5  
(Comissão General Plínio Tourinho)**

## **ANEXO III – CADERNO DE ENCARGOS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

**(PROCESSO ADMINISTRATIVO: TR 26008)**

**CONSTRUÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA**

**63º BATALHÃO DE INFANTARIA – FLORIANÓPOLIS/SC**

## ÍNDICE DE ASSUNTOS

|       |                                                                                                                                        |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | ESPECIFICAÇÕES DE APLICAÇÃO GERAL .....                                                                                                | 4  |
| 1.1   | DESCRIÇÃO SUCINTA DO OBJETO .....                                                                                                      | 4  |
| 1.2   | ETAPAS .....                                                                                                                           | 4  |
| 1.3   | CONVENÇÕES, ABREVIATURAS E SIGLAS .....                                                                                                | 4  |
| 1.4   | NORMAS .....                                                                                                                           | 5  |
| 1.4.1 | LEGISLAÇÃO REFERENCIADA .....                                                                                                          | 6  |
| 1.5   | MEDICINA E SEGURANÇA DO TRABALHO .....                                                                                                 | 7  |
| 1.6   | TRANSPORTES DIVERSOS .....                                                                                                             | 8  |
| 1.7   | MATERIAIS E EQUIPAMENTOS .....                                                                                                         | 8  |
| 1.7.1 | SUBSTITUIÇÃO DE MATERIAIS ESPECIFICADOS .....                                                                                          | 9  |
| 1.7.2 | PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE .....                                                                                                     | 9  |
| 2     | ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DETALHADAS .....                                                                                               | 12 |
| 2.1   | SERVIÇOS TÉCNICO-PROFISSIONAIS .....                                                                                                   | 12 |
| 2.1.1 | ART – EXECUÇÃO .....                                                                                                                   | 12 |
| 2.1.2 | ART PROJETO (OBRA OU SERVIÇO CONTRATO ATÉ R\$15.0000,00) .....                                                                         | 12 |
| 2.1.3 | PROJETOS EXECUTIVOS – USINA FOTOVOLTAICA, REDE DE DISTRIBUIÇÃO e estruturas metálicas .....                                            | 12 |
| 2.2   | SERVIÇOS AUXILIARES E ADMINISTRATIVOS .....                                                                                            | 15 |
| 2.2.1 | ADMINISTRAÇÃO LOCAL .....                                                                                                              | 15 |
| 2.3   | CANTEIRO DE OBRAS .....                                                                                                                | 16 |
| 2.3.1 | PLACA DE OBRAS .....                                                                                                                   | 16 |
| 2.3.2 | CONTAINER E DEPÓSITO DE MATERIAL .....                                                                                                 | 17 |
| 2.4   | SERVIÇOS complementares .....                                                                                                          | 17 |
| 2.4.1 | SONDAGEM DE SOLO .....                                                                                                                 | 17 |
| 2.4.2 | ENSAIO DE ISOLAÇÃO EM CABOS DE MÉDIA TENSÃO .....                                                                                      | 18 |
| 2.5   | SERVIÇOS PREELIMINARES .....                                                                                                           | 19 |
| 2.5.1 | Escavação manual de valas .....                                                                                                        | 19 |
| 2.5.2 | reaterro manual de valas .....                                                                                                         | 19 |
| 2.5.3 | LIMPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL, VEGETAÇÃO E PEQUENAS ÁRVORES (DIÂMETRO DE TRONCO MENOR QUE 0,20 M), COM TRATOR DE ESTEIRAS ..... | 19 |
| 2.5.4 | DEMOLIÇÃO DE PISO DE CONCRETO SIMPLES, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE .....                                                         | 20 |
| 2.5.5 | REMOÇÃO DE POSTE DE CONCRETO, INCLUSO MUNCK. ....                                                                                      | 20 |
| 2.5.6 | DESTINAÇÃO DE MATERIAIS .....                                                                                                          | 20 |
| 2.6   | MOVIMENTO DE TERRA .....                                                                                                               | 20 |
| 2.6.1 | REGULARIZAÇÃO DO TERRENO .....                                                                                                         | 20 |
| 2.6.2 | TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE .....                                                                                               | 21 |
| 2.7   | FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS .....                                                                                                           | 21 |
| 2.7.1 | ESTRUTURA DE SUPORTE DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS .....                                                                                    | 21 |
| 2.7.2 | ESTACA MOLDADA IN LOCO .....                                                                                                           | 24 |
| 2.8   | CABINE DE MEDIÇÃO – ESTRUTURA E ALVENARIA .....                                                                                        | 29 |
| 2.8.1 | RADIER .....                                                                                                                           | 29 |
| 2.8.2 | ACABAMENTO DO PISO DE CONCRETO .....                                                                                                   | 30 |
| 2.8.3 | ALVENARIA ESTRUTURAL .....                                                                                                             | 30 |
| 2.8.4 | LAJE DE COBERTURA pré-MOLDADA .....                                                                                                    | 31 |
| 2.8.5 | IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE DE COBERTURA .....                                                                                           | 32 |
| 2.8.6 | CHAPISCO .....                                                                                                                         | 32 |

|        |                                                        |    |
|--------|--------------------------------------------------------|----|
| 2.8.7  | MASSA ÚNICA (EMBOÇO PAULISTA).....                     | 33 |
| 2.8.8  | PINTURAS .....                                         | 34 |
| 2.9    | INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....                            | 36 |
| 2.9.1  | RECOMENDAÇÕES GERAIS .....                             | 36 |
| 2.9.2  | ENTRADA DE ENERGIA – REDE DE 13,8 kV.....              | 37 |
| 2.9.3  | ENTRADA DE ENERGIA – REDE DE BT – POUPEX.....          | 41 |
| 2.9.4  | REDE DE DISTRIBUIÇÃO – 13,8 KV.....                    | 41 |
| 2.9.5  | MÓDULO FOTOVOLTAICO .....                              | 48 |
| 2.9.6  | INVERSORES.....                                        | 50 |
| 2.9.7  | SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE.....               | 51 |
| 2.9.8  | ISOLAÇÃO E PROTEÇÃO.....                               | 52 |
| 2.9.9  | CONECTOR SOLAR PARA MÓDULO FOTOVOLTAICO .....          | 52 |
| 2.9.10 | CABO DE COBRE PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS .....        | 53 |
| 2.9.11 | STRING BOX DC (CAIXA DE JUNÇÃO).....                   | 54 |
| 2.9.12 | DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS - DPS .....      | 55 |
| 2.9.13 | CHAVE SECCIONADORA CORRENTE CONTÍNUA.....              | 55 |
| 2.9.14 | DISJUNTORES DE PROTEÇÃO.....                           | 56 |
| 2.9.15 | QUADRO DE DISJUNTORES.....                             | 56 |
| 2.9.16 | IDENTIFICAÇÃO DOS QUADROS, DISJUNTORES E CABOS .....   | 58 |
| 2.9.17 | CONDUTORES ELÉTRICOS COM ISOLAÇÃO DE 0,6/1KV .....     | 59 |
| 2.9.18 | CONDUTORES ELÉTRICOS COM ISOLAÇÃO DE 450/750V .....    | 59 |
| 2.9.19 | ELETRODUTO DE PEAD CORRUGADO .....                     | 60 |
| 2.9.20 | ELETRODUTO FLEXÍVEL.....                               | 60 |
| 2.9.21 | ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO.....                          | 61 |
| 2.9.22 | ELETRODUTOS METÁLICOS .....                            | 61 |
| 2.9.23 | ATERRAMENTO DAS INSTALAÇÕES.....                       | 62 |
| 2.9.24 | MURETA DE ALVENARIA.....                               | 64 |
| 2.9.25 | TRANSFORMADOR 150 kVA / CLASSE 15 kV / 380-220 V ..... | 64 |
| 2.9.26 | POSTES.....                                            | 64 |
| 2.9.27 | CERCA MISTA.....                                       | 65 |
| 2.9.28 | MANTA GEOTÊXTIL.....                                   | 65 |

## 1 ESPECIFICAÇÕES DE APLICAÇÃO GERAL

### 1.1 DESCRIÇÃO SUCINTA DO OBJETO

Tabela 1 – Descrição Sucinta do Objeto

|                            |                                                                            |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Organização Militar        | 63º Batalhão de Infantaria (63º BI)                                        |
| Local                      | R. Gen. Eurico Gaspar Dutra, 831 - Estreito, Florianópolis - SC, 88070-001 |
| Objeto                     | Construção de Usina Fotovoltaica                                           |
| Potência Mínima do Sistema | 110,88 kWp / 90 kW                                                         |
| Tipo de instalação         | Instalação em solo                                                         |
| Prazo de Execução          | 180 dias                                                                   |

### 1.2 ETAPAS

O serviço compreenderá, em linhas gerais, os seguintes serviços:

- i. *Elaboração de projeto executivo de sistema fotovoltaico e entrada de energia;*
- ii. *Aprovação de projeto executivo junto à concessionária de energia local;*
- iii. *Instalação de canteiro de obras;*
- iv. *Emissão da ART de execução;*
- v. *Aquisição e transporte de todos os materiais necessários à obra;*
- vi. *Instalação da placa de obra;*
- vii. *Implantação de sistema fotovoltaico de 90 kW de potência nominal;*
- viii. *Em paralelo ao item anterior Implantação da nova entrada de energia e rede de distribuição;*
- ix. *Execução de testes de funcionamento;*
- x. *Limpeza final de obra;*
- xi. *Agendamento e relacionamento com a Concessionária de energia para vistoria e validação do sistema;*
- xii. *Entrega dos projetos “as built”;*
- xiii. *Recebimento Provisório;*
- xiv. *Recebimento Definitivo.*

### 1.3 CONVENÇÕES, ABREVIATURAS E SIGLAS

Para fins desta Especificação os termos abaixo têm os seguintes significados:

Tabela 2 – Abreviaturas e Siglas

| SIGLA         | DESCRIÇÃO                                                                          |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| FISCALIZAÇÃO  | Engenheiro ou preposto credenciado pela CRO 5                                      |
| CONTRATANTE   | Organização Militar que contrata a obra                                            |
| CONTRATADA    | Firma com a qual for contratada a execução das obras                               |
| SUBCONTRATADA | Empresa ou profissional que execute parte dos serviços com anuência da contratante |
| DEC           | Departamento de Engenharia e Construção                                            |
| DOM           | Diretoria de Obras Militares                                                       |
| GPT E         | Grupamento de Engenharia                                                           |
| 63 BI         | 63º Batalhão de Infantaria                                                         |
| EB            | Exército Brasileiro                                                                |
| OM            | Organização Militar                                                                |
| ABNT          | Associação Brasileira de Normas Técnicas                                           |
| CREA          | Conselho Regional de Engenharia e Agronomia                                        |
| CAU           | Conselho de Arquitetura e Urbanismo                                                |
| ART           | Anotação de Responsabilidade Técnica                                               |
| DRT           | Delegacia Regional do Trabalho                                                     |
| SST           | Segurança e Saúde no Trabalho                                                      |
| ENIT          | Escola Nacional da Inspeção do Trabalho                                            |
| PCMAT         | Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho                                  |
| PPRA          | Programa de Prevenção dos Riscos Ambientais                                        |
| INMETRO       | Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial              |
| EPI           | Equipamentos de Proteção Individual                                                |
| EPC           | Equipamentos de Proteção Coletiva                                                  |
| CONAMA        | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                                 |
| IBAMA         | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis           |
| ENCE          | Etiqueta Nacional de Conservação de Energia                                        |
| PROCEL        | Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica                               |

## 1.4 NORMAS

Os serviços deverão ser realizados obedecendo integralmente à documentação fornecida: os desenhos, especificações técnicas, planilhas e outros documentos afins que indiquem como os serviços devam ser executados.

Serão documentos complementares a este, independente de transcrição:

- a. Toda legislação federal relativa ao objeto;
- b. Todas as normas da ABNT relativas ao objeto;
- c. Instruções Técnicas e catálogos de fabricantes;
- d. Código de Segurança contra Incêndio e Pânico e outras normas do Corpo de Bombeiros;
- e. Legislação sobre segurança e medicina do Trabalho;
- f. As normas estaduais e de suas concessionárias de Serviços Públicos; e

- g. As normas municipais.

Em caso de divergência, será adotada a seguinte prevalência:

- a. Legislação e projetos: Normas da ABNT e Legislação > Normas das concessionárias de serviços públicos > Projetos > Caderno de Encargos;
- b. As cotas prevalecem sobre as medidas tomadas em escala; e
- c. Os desenhos de maior escala (mais detalhes) prevalecem sobre os de menor escala (menos detalhes).

Nos casos omissos ou suscetíveis de dúvida, a Contratada deverá recorrer à Fiscalização para esclarecimentos ou orientação, sendo as decisões finais sempre comunicadas por escrito.

#### 1.4.1 LEGISLAÇÃO REFERENCIADA

1. **Secretaria de Inspeção do Trabalho.** Normas de Segurança e Saúde no Trabalho (SST). Brasil : s.n., 2019.

2. —. Consulta de CA. *CAEPI - Certificado de Aprovação de Equipamento de Proteção Individual*. [Online] <http://caeapi.mte.gov.br/internet/ConsultaCAInternet.aspx>.

3. **Presidência da República.** Lei nº 14.133. *Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências*. Brasil, 2021.

4. —. Decreto nº 7.746. *Regulamenta o art. 5º da Lei nº 14.133, de 1 de abril de 2021, para estabelecer critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal*. Brasil, 2012.

5. **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.** Avaliação da Conformidade. *Cerflor: Certificação Florestal*. [Online] <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/cerflor.asp>.

6. **Associação Brasileira de Normas Técnicas.** NBR 14790. *Manejo florestal sustentável — Cadeia de custódia — Requisitos*. Rio de Janeiro : s.n., 2014.

7. —. NBR 17790. *Manejo florestal sustentável — Cadeia de custódia — Requisitos para organismos de certificação que realizam certificação em conformidade com a ABNT NBR 14790*. Rio de Janeiro : s.n., 2014.

8. **Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.** Instrução Normativa nº 9. *Estabelece procedimentos para conversão de produto florestal processado em produto florestal bruto e a comutação de volume de produto florestal bruto em área para reparação de dano ambiental indireto*. Brasil : s.n., 2016.

9. **Presidência da República.** Lei nº 12.305. *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 fev 98, e dá outras providências*. Brasil : s.n., 2010.

10. **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Resolução CONAMA nº 307. *Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil*. Brasil : s.n., 2002.

11. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária.** Serviços da Anvisa. *Consulta a Saneantes Regularizados*. [Online] <http://portal.anvisa.gov.br/saneantes/consultas>.

12. **Conselho Nacional do Meio Ambiente.** Resolução CONAMA nº 359. *Dispõe sobre a regulamentação do teor de fósforo em detergentes em pó para uso em todo o território nacional e*

dá outras providências. Brasil : s.n., 2005.

13. **Associação Brasileira de Normas Técnicas.** *NBR 15465: Sistemas de eletrodutos plásticos para instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos de desempenho.* Rio de Janeiro : s.n., 2008.

14. —. *NBR 15715: Sistemas de dutos corrugados de polietileno (PE) para infra-estrutura de cabos de energia e telecomunicações - Requisitos.* Rio de Janeiro : s.n., 2018.

15. **Telecommunications Industries Association.** *ANSI/TIA-568: Estabelece as bases para um sistema genérico de cabeamento estruturado.* Arlington : American National Standards Institute.

16. **Associação Brasileira de Normas Técnicas.** *NBR 14106: Cordão óptico.* Rio de Janeiro : s.n., 2012.

17. —. *NBR 7008-1: Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente Parte 1: Requisitos.* Rio de Janeiro : s.n., 2012.

18. —. *NBR 7013: Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente — Requisitos gerais.* Rio de Janeiro : s.n., 2013.

## 1.5 MEDICINA E SEGURANÇA DO TRABALHO

A Contratada será responsável pelas medidas de proteção aos empregados e a terceiros, devendo cumprir e fazer com que o seu pessoal cumpra os procedimentos e as normas de segurança do trabalho contidas nas Normas Reguladoras da Secretaria de Inspeção do Trabalho (1). As empresas, inclusive prestadoras de serviços subcontratadas, que não cumprirem às exigências de Segurança e Medicina do Trabalho serão penalizadas na forma da lei.

Todos os funcionários deverão estar devidamente identificados com uniforme da empresa, utilizando em local visível um crachá com seu nome e função. Nos termos da NR 18 deverá ser observado, principalmente:

- a) A obrigatoriedade de fornecimento de água potável, filtrada e fresca, garantindo que não haja deslocamento superior a 100 m do posto de trabalho ao ponto de água.
- b) A apresentação do comprovante da comunicação à DRT, conforme item 18.2.
- c) A apresentação do PCMAT, de acordo com o item 18.3, sempre que a legislação o exigir, contendo:
  - Memorial sobre condições e meio ambiente de trabalho, levando em consideração os riscos de acidentes e doenças do trabalho e as respectivas medidas preventivas;
  - Layout do canteiro de obras, contemplando inclusive o dimensionamento das áreas de vivência;
  - Programa educativo de prevenção de acidentes e doenças do trabalho com, no mínimo, 6 horas de carga horária.

A Contratada deverá manter rigorosamente em dia todas as taxas, impostos e contribuições indicadas pelas leis em vigência, bem como manter a execução de todos os serviços dentro das normas de segurança estipuladas pela lei.

Todos os sinistros, eventuais danos, principalmente acidentes de trabalho, ou quaisquer outras situações que repercutam na imagem do Exército devem ser informados de **imediato** à Fiscalização.

a) A divulgação de comunicados à imprensa deve ser previamente informada à Fiscalização, apresentando seu conteúdo com antecedência mínima de 04 horas.

b) Se houver, direta ou indiretamente, menção ao Exército, a divulgação depende de prévia anuência do Alto Comando.

c) A emissão de Comunicação de Acidente do Trabalho – CAT é obrigatória, deve ser feita nas condições e prazos legais, e a Fiscalização poderá exigir documentação que comprove.

d) O disposto anteriormente também se aplica a empregados de subcontratadas ou cessionárias.

Ainda com relação à segurança, conforme prevê a NR 7, a Contratada deverá manter no canteiro de obras os materiais básicos de primeiros socorros e um profissional treinado para utilizá-lo. Com relação à Proteção Contra Incêndio, deverá orientar e adotar o que prescreve o item 18.26 da NR 18.

A Contratada deverá fornecer todos os EPI discriminados em norma e cobrar seus funcionários quanto ao uso, não será permitida a permanência no canteiro de qualquer pessoa em desacordo com as normas de segurança. Deverá estar previsto, também, EPI para visitantes.

A Contratada deve consultar antes da compra se todos os EPI contém o número do CAEPI (Certificado de Aprovação de Equipamento de Proteção Individual) dentro do prazo de validade. Este documento é expedido pela Secretária de Inspeção do Trabalho – SIT para garantir a qualidade e funcionalidade de um determinado EPI (2) e poderá ser cobrado pela Fiscalização.

A Contratada deverá fornecer todos os EPC, as máquinas e equipamentos deverão possuir os itens de segurança previstos pela legislação e as áreas circunvizinhas ao canteiro de obras deverão ser isoladas e sinalizadas de forma que pessoas que transitarem nas proximidades não se acidentem.

## **1.6 TRANSPORTES DIVERSOS**

Todos os transportes de pessoal e material correrão por conta da Contratada, devendo estar previstos em sua proposta inicial.

A Contratada fica ciente que todas as responsabilidades oriundas dos serviços de bota-fora, como a escolha do local ou danos causados no local de bota-fora, são exclusivamente dessa, não cabendo à Fiscalização qualquer responsabilidade ou correção de valor contratado para suprir eventuais danos causados por este serviço.

## **1.7 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**

Todos os materiais a serem empregados nos serviços deverão ser comprovadamente de primeiro uso, atender rigorosamente aos padrões especificados, estar de acordo com as normas da ABNT e devem ser aprovados pela Fiscalização.

A Fiscalização poderá exigir a substituição imediata de material, equipamentos ou instalações que não estejam em conformidade, sem qualquer ônus para a mesma.

Será de responsabilidade da Contratada o rígido controle tecnológico de todas as atividades da construção e de todos os materiais a serem empregados na obra, incluindo a realização dos ensaios e testes necessários, seja em conformidade com as normas brasileiras, ou por solicitação da

### **1.7.1 SUBSTITUIÇÃO DE MATERIAIS ESPECIFICADOS**

Na impossibilidade de se utilizar os materiais referenciados nos projetos e especificações técnicas, esses poderão ser substituídos por outros similares mediante consulta à Fiscalização. Os critérios de similaridade são:

- Qualidade reconhecida ou testada;
- Equivalência técnica (critérios de desempenho);
- Aspectos visuais (aparência / acabamento);
- Materiais de fabricação;
- Funcionalidade / Ergonomia; e
- Mesma grandeza de preço.

A comprovação de similaridade deverá ser feita por intermédio de catálogos de fabricantes, ensaios (elaborados e assinados por profissionais habilitados) ou por documentos de certificação expedidos por órgão público ou da iniciativa privada, com o devido credenciamento. O procedimento cabe à Contratada e são de sua responsabilidade os custos da comprovação.

A substituição só poderá ser efetuada após aprovação formal do material pela Fiscalização (registro em Diário de Obras ou outro documento semelhante). Eventual ônus por compras não autorizadas não poderá ser repassado à Contratante.

Se a impossibilidade se der pela descontinuação da fabricação, a Contratada apresentará uma proposta para aprovação ou a Fiscalização indicará o substituto. Em todo caso, a apresentação de proposta de substituição deverá conter:

- Declaração que a substituição se fará sem ônus para a Contratante; e
- Apresentação de provas de similaridade (laudo de exame comparativo, efetuado por laboratório idôneo, é peça fundamental, mas poderá ser dispensado pela Fiscalização).

Mesmo que a CONTRATADA tenha apresentado em sua proposta de preços o valor do material supostamente similar ao previsto, isto não será considerado como justificativa para a mudança da especificação.

### **1.7.2 PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE**

Tendo em vista o comprometimento com a efetividade da política de sustentabilidade ambiental, conforme Art. 3 da Lei 8.666 (3) e Decreto 7.746 (4), que determina critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, orienta-se à Contratada a adotar, de maneira geral:

- Baixo impacto sobre recursos naturais como flora, fauna, ar, solo e água;
- Preferência para materiais, tecnologias e matérias-primas de origem local;
- Maior eficiência na utilização de recursos naturais como água e energia;
- Maior geração de empregos, preferencialmente com mão de obra local;
- Maior vida útil e menor custo de manutenção do bem e da obra;
- Uso de inovações que reduzam a pressão sobre recursos naturais;

- Origem sustentável dos recursos naturais utilizados nos bens, nos serviços e nas obras; e
- Utilização de produtos florestais madeireiros e não madeireiros originários de manejo florestal sustentável ou de reflorestamento.

E de maneira específica os subitens a seguir.

#### 1.7.2.1 PRODUTOS FLORESTAIS

Os produtos e subprodutos florestais de origem nativa da flora brasileira aplicados na obra deverão ser, obrigatoriamente, provenientes de empresas que pratiquem o manejo sustentável, que possam comprovar a origem através de um plano de manejo aprovado pelo IBAMA, com nota fiscal e Documento de Origem Florestal – DOF, ou através de Certificação Florestal, como do Sistema de Certificação Florestal Brasileiro do INMETRO - CER-FLOR (5), regulada pelas normas brasileiras (6) (7).

Nos termos da regulação do IBAMA (8), estão sujeitos ao controle os seguintes produtos:

Tabela 3 – Produtos de Origem Controlada

| PRODUTO BRUTO                                     | PRODUTO PROCESSADO                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| MADEIRA EM TORA                                   | MADEIRA SERRADA DEVIDAMENTE CLASSIFICADA - ANEXO III DA IN <sup>Fonte bibliográfica inválida especificada.</sup>                                                                                                           |
| TORETE                                            | PISO, FORRO (LAMBRIL) E PORTA LISA FEITOS DE MADEIRA MACIÇA - ANEXO III DA IN <sup>Fonte bibliográfica inválida especificada.</sup>                                                                                        |
| POSTE NÃO IMUNIZADO                               | RODAPÉ, PORTAL OU BATENTE, ALISAR, TACOS E DECKING FEITOS DE MADEIRA MACIÇA E DE PERFIL RETO, E MADEIRAS APLAINADAS EM 2 OU 4 FACES (S2S E S4S) - ANEXO III DA IN <sup>Fonte bibliográfica inválida especificada.</sup>    |
| ESCORAMENTO                                       | ÂMINA TORNEADA E LÂMINA FAQUEADA                                                                                                                                                                                           |
| ESTACA E MOURÃO                                   | MADEIRA SERRADA CURTA, OBTIDA POR MEIO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS PROVENIENTES DO PROCESSAMENTO DE PEÇAS DE MADEIRA CATEGORIZADAS NA ALÍNEA “A” - ANEXO III DA IN <sup>Fonte bibliográfica inválida especificada.</sup> |
| ACHA E LASCA NAS FASES DE EXTRAÇÃO / FORNECIMENTO | RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MADEIREIRA PARA FINS ENERGÉTICOS OU PARA FINS DE APROVEITAMENTO INDUSTRIAL, EXCETO SERRAGEM - ANEXO III DA IN <sup>Fonte bibliográfica inválida especificada.</sup>                                  |
| LENHA                                             | DORMENTES                                                                                                                                                                                                                  |
| PALMITO                                           | CARVÃO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MADEIREIRA                                                                                                                                                                                 |
| XAXIM                                             | CARVÃO VEGETAL NATIVO, INCLUSIVE O EMPACOTADO NA FASE DE SAÍDA DO LOCAL DA EXPLORAÇÃO FLORESTAL E/OU PRODUÇÃO                                                                                                              |
|                                                   | ARTEFATOS DE XAXIM NA FASE DE SAÍDA DA INDÚSTRIA                                                                                                                                                                           |
|                                                   | CAVACOS EM GERAL                                                                                                                                                                                                           |
|                                                   | BOLACHA DE MADEIRA                                                                                                                                                                                                         |

A Contratada fica obrigada a apresentar as notas fiscais expedidas na compra desses produtos sempre que a Fiscalização solicitar, discriminando produto e quantidade em metros cúbicos, o número do Documento de Origem Florestal – DOF, Guias Florestais e quaisquer outros documentos instituídos para controle da venda.

#### 1.7.2.2 GESTÃO DE RESÍDUOS

Deverá ser aplicado o disposto na Lei nº 12.305 (9), que Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que prevê a prevenção e a redução na geração de resíduos, bem como a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

A Contratada deve classificar os resíduos de construção de acordo com a Resolução CONAMA (10) e dar correta destinação a estes.

- CLASSE A – Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.

- CLASSE B – Resíduos recicláveis para outras destinações.
- CLASSE C – Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.
- CLASSE D – Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.

Portanto, se não puder destiná-los, fica a Contratada obrigada a coletar os resíduos para fins de devolução ao fabricante ou importador, responsáveis pela sua destinação final ambientalmente adequada.

### **1.7.2.3 PRODUTOS DE LIMPEZA**

Se necessário o uso de saneantes, seja na construção ou canteiro de obras, que seja dada preferência para os produtos ecológicos, de fornecedores que possuam selo de certificação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (11), e apresentem as seguintes características:

- Produtos concentrados e que possuam refil;
- Sabões e detergentes isentos de fósforo, ou cujo teor respeite o limite de concentração de fósforo (12);
- Os produtos saneantes domissanitários de qualquer natureza devem utilizar substâncias tensoativas biodegradáveis; e
- Esponjas fabricadas com solvente à base d'água.

Produtos oriundos da madeira, para fins sanitários, tais como, papel higiênico, toalha, guardanapo, lenço, devem observar os critérios da rastreabilidade e da origem dos insumos de madeira a partir de fontes de manejo sustentável, conforme apresentado no item 1.7.2.1.

### **1.7.2.4 EQUIPAMENTOS**

Deve-se optar pelo uso de produtos aprovados no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO que possuam o selo PROCEL da classe de maior eficiência, representada pela letra “A”. Podem ser aceitos produtos das demais classes quando as condições de mercado assim o exigirem.

Equipamentos de telecomunicações e demais produtos eletrônicos não deverão conter certas substâncias nocivas ao meio ambiente como mercúrio, chumbo, cromo hexavalente, cádmio, bifenil-polibromados, éteres difenilpolibromados, em concentração acima da recomendada pela Diretiva 2002/95/EC do Parlamento Europeu também conhecida como diretiva RoHS (*Restriction of Certain Hazardous Substances*).

Com relação aos veículos automotores, orienta-se: para os veículos leves, que utilizem combustível renovável ou na forma da tecnologia “flex”, apresentem maior eficiência energética e menor consumo de combustível dentro de cada categoria; para os médios e grandes, apresentem a ENCE das classes de maior eficiência, preferencialmente classes “A” ou “B”.

### **1.7.2.5 MÃO-DE-OBRA**

Na aquisição de uniformes ou outras vestimentas utilize-se, preferencialmente, produtos menos poluentes e agressivos ao meio ambiente que utilizem tecidos que tenham em sua composição fibras oriundas de material reciclável e/ou algodão orgânico, bem como devem conter

Fator de Proteção Ultravioleta (proteção UV) para trabalhos cuja realização se dê com exposição à luz solar em ambiente externo.

Oferecer treinamento aos seus funcionários quanto à correta separação dos resíduos para destinação, bem como práticas de economia de energia e água.

## **2 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DETALHADAS**

### **2.1 SERVIÇOS TÉCNICO-PROFISSIONAIS**

#### **2.1.1 ART – EXECUÇÃO**

A CONTRATADA deverá apresentar, antes do início dos trabalhos, a ART – Anotação de Responsabilidade Técnica – referente à execução da obra. O documento deverá ser emitido em 03 (três) vias, de tal forma que:

- a. 1ª Via: Profissional – destina-se ao arquivo do Profissional e/ou Empresa;
- b. 2ª Via: Órgãos Públicos – destina-se à apresentação nos órgãos da Administração Pública (cartórios, entre outros);
- c. 3ª Via: Local da Obra – destina-se à apresentação para as equipes de fiscalização do CREA, logo deve permanecer integralmente no local da obra/serviço.

Todas as vias deverão ser assinadas pelas partes (Contratante e Contratada) e quitadas, cuja verificação se dará através do comprovante de pagamento. É fator condicionante para a primeira medição da obra.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Em unidade (un), após apresentação da documentação.

#### **2.1.2 ART PROJETO (OBRA OU SERVIÇO CONTRATO ATÉ R\$15.0000,00)**

A CONTRATADA deverá apresentar, após o aceite formal do projeto, a ART do mesmo. O documento deverá ser emitido em 03 (três) vias, de forma semelhante à de execução, assinados pelas partes (Contratante e Contratada) e quitados. Condicionada a entrega dos projetos conforme item específico.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Em unidade (un), após o aceite do projeto pela Fiscalização e apresentação da documentação.

#### **2.1.3 PROJETOS EXECUTIVOS – USINA FOTOVOLTAICA, REDE DE DISTRIBUIÇÃO E ESTRUTURAS METÁLICAS**

A CONTRATADA deverá elaborar projeto executivo de implantação de sistema fotovoltaico na ordem de 110,88 kWp / 90kW, rede de distribuição e entrada de energia, conforme projeto básico. O projeto deverá seguir rigorosamente as normas técnicas da CELESC. Ainda, o projeto deverá ser discutido com a Fiscalização técnica do contrato, na figura de engenheiro eletricista nomeado.

O projeto deve abordar todas as características técnicas do projeto: dimensionamento das

proteções, arranjos fotovoltaicos, diagramas unifilares e multifilares, características dos módulos solares e inversores, estruturas de suporte e fixação, posicionamento dos quadros, ligação em corrente contínua, ligação em corrente alternada, interligação com a rede existente e qualquer tipo de característica intrínseca das instalações elétricas.

Seguem algumas exigências mínimas que o projeto deverá conter:

- Memória de cálculo dos projetos;
- Caderno de especificações dos projetos;
- Planta geral da entrada de energia, com as informações necessárias para aprovação na Concessionária de Energia;
- Planta da rede de distribuição, com detalhamentos de dimensionamento, e ligação com a rede existente;
- Planta geral do sistema de geração fotovoltaico, nos formatos dwg e pdf, indicando a disposição dos módulos fotovoltaicos sobre a área em solo, disposição e localização dos inversores e outros componentes (cabos, caixas de junção, sistemas de medição, etc) que perfazem a instalação;
- Projeto com detalhamento, nos formatos dwg e pdf, das bases de fixação dos módulos, indicando carga aplicada, dimensionamento e forma de fixação das estruturas em solo;
- Diagramas unifilares, nos formatos dwg e pdf, contendo as conexões elétricas entre os módulos, caixas de junção e inversores, conexão entre inversores, quadro geral de baixa tensão e interligação com a rede da concessionária – devem ser detalhados todos os cabeamentos e dispositivos de proteção utilizados;
- Projetos dos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) para o sistema fotovoltaico.
- Projetos dos sistemas de comunicação entre usina fotovoltaica e rede de distribuição – com detalhamento do esquema de ligação entre inversores e relés;
- Estudo de seletividade e proteção da entrada nova de energia, com representação de diagrama de impedâncias. Devem ser implementados relés de proteção que garantam seletividade entre as proteções da concessionária e cliente.
- Elaboração do manual de uso, operação e manutenção, após aprovação da concessionária.

Os projetos acima listados serão fornecidos pela CONTRATADA, os quais deverão ser enviados para aprovação da FISCALIZAÇÃO e após aprovação, a CONTRATADA deverá encaminhar o projeto (como um todo) e acompanhar o processo de aprovação junto à concessionária de energia local (CELESC).

A CONTRATADA deve fornecer ART relativa ao projeto executivo.

Quaisquer despesas para a elaboração de projetos (tais como aquelas decorrentes de obtenção de licenças prévias ou definitivas, de aprovação, obtenção de visto ou regularização de projetos em órgãos governamentais) ocorrerão por conta da CONTRATADA.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Conforme o item de serviço (unidade ou área), após o aceite formal e

recebimento dos entregáveis. Será medido em **40% após aprovação da Fiscalização, 50% após a aprovação da concessionária de energia e 10% após entrega do manual de uso operação e manutenção da usina.**

#### **2.1.3.1 MANUAL DE USO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O manual de uso, operação e manutenção do sistema fotovoltaico deve ser elaborado de acordo com a NBR 14037 e Art. 50 do Código de Defesa do Consumidor. Serão exigidos, minimamente, os seguintes conteúdos:

- a. Informar aos usuários as características técnicas sistema fotovoltaico implantado;
- b. Descrever procedimentos recomendáveis e obrigatórios para a conservação, uso e manutenção da edificação, bem como para a operação dos equipamentos;
- c. Informar e orientar os usuários, em linguagem adequada e de forma didática, com relação às suas obrigações no tocante à realização de atividades de manutenção e conservação, e de condições de utilização do sistema;
- d. Informar e orientar os usuários acerca do sistema de monitoramento dos inversores, de modo a ensinar como monitorar os dados de geração;
- e. Recomendar ações para prevenir a ocorrência de falhas ou acidentes decorrentes de uso inadequado; e
- f. Recomendar ações para contribuir para que sistema atinja a vida útil de projeto.

A tabela 1 recomenda, ainda, a estrutura de disposição dos conteúdos, sugerindo os temas, capítulos e as subdivisões dos itens básicos que devem estar contidos no manual, devendo ser complementada e adaptada conforme a necessidade específica do empreendimento:

Tabela 4 - Extrato da tabela 1 da NBR 14037

| <b>Capítulo</b>                    | <b>Subdivisões</b>                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Apresentação                    | Índice; Introdução; Definições                                                                                                                                                                                                 |
| 2. Garantias e Assistência Técnica | Garantias e Assistência Técnica                                                                                                                                                                                                |
| 3. Sistema de Monitoramento        | Software e acesso ao sistema de monitoramento                                                                                                                                                                                  |
| 4. Fornecedores                    | Relação de fornecedores, projetistas e serviços de utilidade pública                                                                                                                                                           |
| 5. Operações, uso e limpeza        | Sistemas (hidrossanitário, eletroeletrônicos, SPDA, ar condicionado, automação, comunicações); fundações e estruturas; vedações; revestimentos; pisos; coberturas; paisagismo; esquadrias e vidros; ligação com a rede pública |
| 6. Manutenção                      | Programa de manutenção preventiva; registros; inspeções                                                                                                                                                                        |
| 7. Informações Complementares      | Meio ambiente e sustentabilidade; segurança; operação dos equipamentos e suas ligações; documentação técnica e legal; elaboração e entrega do manual; atualização do manual                                                    |

O manual definitivo deverá ser entregue no dia do Recebimento Provisório da Obra, quando

a edificação é entregue ao usuário, oportunidade na qual a contratada deverá apresentar o material aos usuários e Fiscalização, explicando de maneira geral o seu conteúdo.

## **2.2 SERVIÇOS AUXILIARES E ADMINISTRATIVOS**

### **2.2.1 ADMINISTRAÇÃO LOCAL**

A Contratada deverá indicar os seus representantes para fins de contato e demais providências inerentes à execução do contrato, pois as convocações da Contratante devem ser atendidas em, no máximo, 24 horas.

A Contratada se obriga a atender, às suas custas, todas as leis, regulamentos e posturas referentes a obras públicas e sua segurança; também ao pagamento das despesas decorrentes da legislação trabalhista, os impostos e taxas que forem devidos pelo seu trabalho. Portanto ao final da obra deverão ser entregues:

- Certidão Negativa de Débitos com o INSS;
- Certidão de Regularidade de Situação perante o FGTS; e,
- Certidão de Quitação do ISS referente ao contrato.

A Contratada deverá sempre empregar mão de obra qualificada. No início dos serviços e em toda substituição de pessoal, a Contratada deverá fornecer à Fiscalização uma relação nominal de todos os funcionários, suas respectivas atribuições na obra e cópia de suas Carteiras de Trabalho e Previdência Social, a fim de comprovar o vínculo empregatício na forma da lei. Cabe à contratada a vigilância, transporte, alojamento e alimentação do pessoal durante todo o período da obra, além de manter seus funcionários sempre uniformizados.

Os EPI, EPC, ferramentas e demais materiais (combustíveis, lubrificantes, limpeza, saúde, expediente) são de responsabilidade da Contratada.

É de responsabilidade da Contratada, também, os gastos com as concessionárias de serviço público (água, esgoto e energia elétrica). Deverá, portanto, fazer os contatos para as ligações provisórias e manter as cobranças em dia.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Ainda que o cálculo envolva insumos em “horas” ou “mês”, ou o cronograma da administração seja constante, os pagamentos do item deverão ser proporcionais à execução financeira da obra.

#### **2.2.1.1 ENGENHEIRO ELETRICISTA OU ELETROTÉCNICO**

A CONTRATADA deverá dispor de um ENGENHEIRO ELETRICISTA ou ELETROTÉCNICO, profissional responsável por gerenciar os serviços a serem executados desde o início até a conclusão. A participação do profissional na administração da obra e na solução dos problemas técnicos encontrados será atestada pela FISCALIZAÇÃO e comprovada por meio da folha de pagamento que a CONTRATADA apresentará para fins de medição, ficando a CONTRATADA passível das punições cabíveis e glosa de pagamentos caso não disponha integralmente do profissional na obra. Além disso, o engenheiro deve preencher e assinar diariamente o Livro de Diário de Obras,

assim como acompanhar a elaboração e assinar as planilhas de medição.

## 2.3 CANTEIRO DE OBRAS

### 2.3.1 PLACA DE OBRAS

Cabe à Contratada a responsabilidade de fornecer e instalar no canteiro a placa de obra do Sistema de Obras Militares do Exército. A placa será constituída por um quadro de madeira e fechamento em chapa metálica ou lona.

A dimensão será de 2,40 m x 1,20 m, as cores são definidas pelo Manual de uso da marca do Governo Federal – Obras e o texto de conteúdo é adaptado ao Ministério da Defesa, informado pela Contratante. A placa deverá ser instalada em posição de destaque no canteiro de obras, e sua localização e composição devem ser verificadas e aprovadas pela Fiscalização.

Figura 1 - Placa de Obra: referência do Governo Federal para obras públicas



Figura 2: Adaptação para as obras conveniadas com o Ministério da Defesa



As especificações de fonte e cores devem seguir as orientações disponíveis em:

<https://www.gov.br/secom/pt-br/acompanhe-a-secom/central-de-conteudo/guias-e->

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Por área (m<sup>2</sup>) de placa instalada.

### **2.3.2 CONTAINER E DEPÓSITO DE MATERIAL**

A CONTRATADA deverá instalar container para abrigo de pessoal e material, e ainda se responsabilizar por todos os custos associados aos serviços e instalações durante suas atividades na obra, incluindo todos os serviços públicos, escritórios temporários, alojamentos/acomodações e facilidades de alimentação e transporte.

O local a ser instalado o container deverá ser previamente discutido com a FISCALIZAÇÃO, a qual indicará o melhor local de instalação.

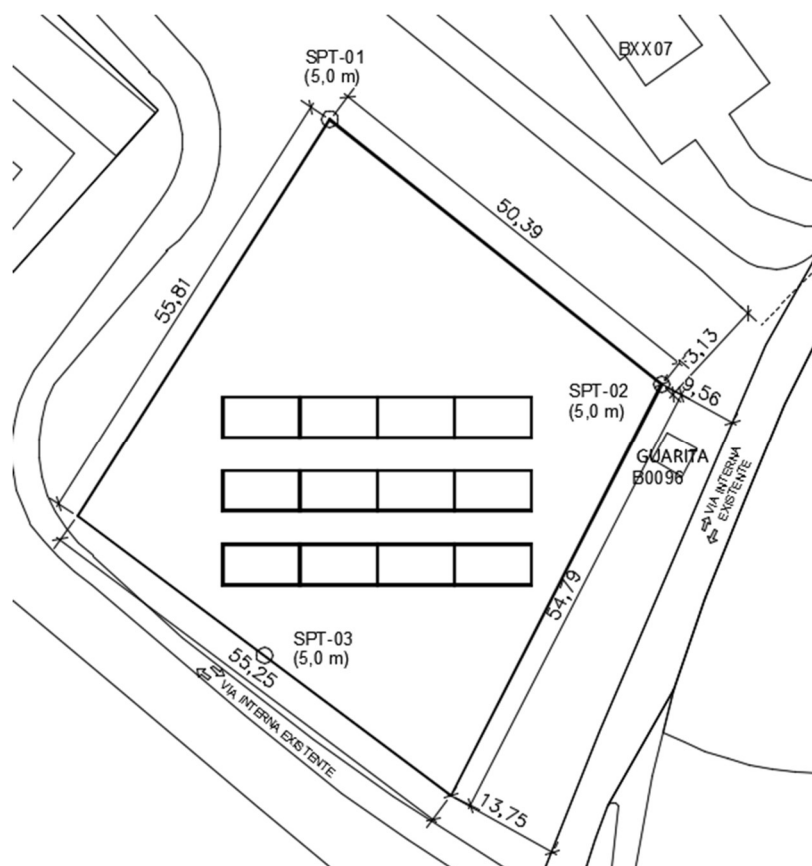
No container, deverão permanecer sempre todos os documentos relacionados à execução do serviço: lista nominal dos trabalhadores, ART's, Diário de Obras, projetos e demais documentos a serem destacados pela FISCALIZAÇÃO.

Ainda, o container deve ser utilizado como depósito para armazenamento de materiais e equipamentos a serem empregados nos serviços.

## **2.4 SERVIÇOS COMPLEMENTARES**

### **2.4.1 SONDAGEM DE SOLO**

A contratada será responsável pela execução da sondagem de solo tipo Standard Penetration Test (SPT) para a elaboração do projeto executivo de fundação. Estão previstos 3 furos com 5,0 m de profundidade cada, totalizando 15,0 m de investigação.



Localção dos furos de sondagem SPT

A execução dos serviços de sondagem ocorrerá conforme as seguintes etapas:

- Mobilização da equipe;
- Locação, em campo, dos furos de sondagem conforme planta fornecida pela Fiscalização;
- Realização dos furos de sondagem, na quantidade e profundidade especificada pela Fiscalização;
- Coleta das amostras para análise em laboratório;
- Desmobilização da equipe de sondagem;
- Elaboração do relatório de sondagem, emissão e pagamento da ART referente à execução dos serviços.

## 2.4.2 ENSAIO DE ISOLAÇÃO EM CABOS DE MÉDIA TENSÃO

Após a finalização dos serviços, os trechos dos circuitos de média tensão instalados conforme recomendações da NBR 14039 – incluindo no mínimo os seguintes:

- Continuidade elétrica dos condutores de proteção e ligações equipotenciais;
- Resistência de isolamento das instalações e equipamentos;
- Ensaio de tensão aplicada;
- Ensaio para determinação da resistência de aterramento;

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Após emissão do laudo dos ensaios.

## **2.5 SERVIÇOS PREELIMINARES**

### **2.5.1 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS**

- **Objetivo:** Executar valas e cavidades necessárias para o enterramento de dutos elétricos, cabos subterrâneos, postes de entrada, e fundações de equipamentos.
- **Execução:**
  - As escavações deverão ser feitas conforme as dimensões especificadas no projeto, observando a profundidade mínima de acordo com o tipo de instalação (geralmente 0,6 m a 1,0 m para eletrodutos e cabos).
  - Garantir que as paredes da vala estejam estáveis, evitando desmoronamentos. Utilizar escoramento se necessário.
  - O fundo da vala deve ser regularizado e compactado adequadamente antes da instalação de dutos ou cabos.
  - Caso as escavações atravessem redes de esgoto, água, gás ou cabos existentes, o serviço deverá ser coordenado para evitar interferências e danos.
  - Após a instalação dos eletrodutos ou cabos, realizar o reaterro com material adequado, compactando em camadas de no máximo 20 cm, garantindo que não haja deformações nos dutos.

### **2.5.2 REATERRO MANUAL DE VALAS**

- **Objetivo:** Repor o solo nas áreas escavadas após a colocação dos dutos ou bases de concreto, garantindo estabilidade e acabamento superficial.
- **Execução:**
  - O reaterro deve ser feito com material livre de pedras, detritos ou qualquer tipo de contaminante.
  - Compactar o solo em camadas de 15 a 20 cm, utilizando compactadores manuais, para garantir a estabilidade e evitar recalques.
  - Em áreas de trânsito de pessoas ou veículos, a compactação deverá ser reforçada para garantir a integridade da pavimentação ou calçadas.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Por volume (m<sup>3</sup>) escavado e reaterrado.

### **2.5.3 LIMPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL, VEGETAÇÃO E PEQUENAS ÁRVORES (DIÂMETRO DE TRONCO MENOR QUE 0,20 M), COM TRATOR DE ESTEIRAS.**

A CONTRATADA deverá realizar a limpeza da camada superficial vegetal de maneira mecanizada de forma a preparar o terreno para instalação da estrutura fotovoltaica, conforme caderno de serviços do SINAPI.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Por área (m<sup>2</sup>) de terreno a limpo.

#### **2.5.4 DEMOLIÇÃO DE PISO DE CONCRETO SIMPLES, DE FORMA MECANIZADA COM MARTELETE**

A CONTRATADA deverá realizar a demolição com martetele do trecho de calçada e pisos necessários para construção do radier que abrigará a cabine de medição seccionamento e proteção da OM.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Por volume (m<sup>3</sup>) demolido.

#### **2.5.5 REMOÇÃO DE POSTE DE CONCRETO, INCLUSO MUNCK.**

A CONTRATADA deverá realizar a remoção dos postes, conforme projeto básico. A menos que explicitado o contrário, a infraestrutura de passagem de cabeamento dos postes deverá ser reaproveitada.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Por unidade (und) removida.

#### **2.5.6 DESTINAÇÃO DE MATERIAIS**

Não é permitida a incineração de materiais no canteiro. Todo material retirado que possa ser reaproveitado pela OM, deverá ser reservado e posteriormente comunicado à Fiscalização para providências. Caso não seja reaproveitado, deverá ser retirado pela Contratada.

Todo o material retirado da obra deverá ser fragmentado em dimensões compatíveis com o emprego do equipamento de carga e transporte e com a conformação do local de bota fora.

A Contratada deverá tomar todas as precauções para que durante o carregamento e o transporte, o pó, e detritos, não prejudiquem as atividades normais da Fiscalização, efetuando a limpeza constante nas áreas afetadas pelos serviços de bota-fora.

Todas as responsabilidades oriundas dos serviços de bota-fora são exclusivamente da Contratada, não cabendo à Fiscalização ou Contratante qualquer responsabilidade/correção de valor contratado para suprir eventuais danos causados por este serviço.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Em volume (m<sup>3</sup>) de material demolido, atestado pela entrega do Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) e do CDF (Certificado de Destinação Final).

### **2.6 MOVIMENTO DE TERRA**

#### **2.6.1 REGULARIZAÇÃO DO TERRENO**

O local onde será levantada a cabine de medição deverá ser nivelado e deixado na cota definitiva tal como definida pelo projeto. O nivelamento deverá ser submetido à apreciação e aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Os solos para os aterros deverão ser isentos de matérias orgânicas. Turfas e argilas orgânicas não devem ser empregadas. O solo utilizado deverá ser aprovado pela FISCALIZAÇÃO antes do seu emprego, sendo necessário estar compactado com grau de compactação de 100% do Proctor Normal.

A execução dos aterros compreende a descarga, espalhamento, homogeneização, conveniente umedecimento ou aeração, compactação dos materiais selecionados procedentes de cortes ou empréstimos (com 100% do Proctor Normal), para a construção do corpo do aterro até a cota definida em projeto. O lançamento do material para a construção dos aterros deve ser feito em camadas sucessivas, em extensões tais, que permitam seu umedecimento e compactação. Para o corpo dos aterros a espessura da camada compactada não deverá ultrapassar 20 cm.

Deverá ser feita a retirada da obra, para um local apropriado, das terras escavadas que não tiverem aplicação bem como do entulho restante. Nenhum empréstimo para aterro será feito em áreas destinadas à conservação futura.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Os quantitativos serão medidos contabilizando o volume (m<sup>3</sup>) do serviço pronto. Já considerando o empolamento para todos os serviços de movimentação de terra sejam eles escavação, aterro, reaterro, regularização ou compactação.

## **2.6.2 TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE**

O material escavado para execução do radier da cabine de medição deverá ser transportado até o bota-fora do 63º Batalhão de Infantaria, localizado nas proximidades do depósito de materiais do Pelotão de Obras. A distância considerada para o transporte interno é de 600m.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** considerado o volume (m<sup>3</sup>) x a distância do local de retirada do material até o bota-fora (km), a ser medido após a descarga do material no local indicado pela Fiscalização.

## **2.7 FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS**

### **2.7.1 ESTRUTURA DE SUPORTE DAS PLACAS FOTOVOLTAICAS**

Os painéis solares serão montados sob estruturas metálicas e possuirão ajuste de inclinação, conforme projeto executivo.

É de responsabilidade do fornecedor da estrutura a análise de suportabilidade de carga das estruturas em que serão instalados os sistemas fotovoltaicos, bem como análise dos esforços provocados pelos ventos.

As estruturas deverão estar devidamente aterradas, por meio de condutor com dimensões adequadas. Tal aterramento deverá utilizar conectores, parafusos, arruelas e porcas com dimensões compatíveis.

A estrutura de suporte deverá apresentar resistência a todas as ações que possam produzir efeitos significativos nos elementos que a compõem, considerando os estados limites últimos e de

serviço.

Para o dimensionamento desta estrutura, além da consideração de peso próprio do suporte e dos painéis fotovoltaicos, faz-se necessária a análise do terreno para determinação da pressão do vento máximo solicitante e capacidade resistente do solo para elaboração do projeto executivo da fundação.

As estruturas de fundação serão executadas de acordo com o projeto executivo estrutural elaborado pela CONTRATADA e aprovado pelo CONTRATANTE. É prevista solução para a fundação com a execução de estacas escavadas com trado mecânico, sem fluido estabilizante. Poderá ser solicitada a memória de cálculo do dimensionamento da fundação pela FISCALIZAÇÃO.

A norma ABNT NBR 6123 (Forças devidas ao vento em edificações) estabelece as condições para consideração das forças devidas às ações estática e dinâmica do vento, para efeitos de projeto de edificações (em sentido amplo), abrangendo edifícios, torres, chaminés, ginásios, pontes e outras obras de engenharia civil, e incluindo a estrutura como um todo ou em partes, componentes estruturais e acessórios. Conforme a nota 4 do item 1 desta mesma norma, para o caso de estruturas de formas e dimensões ou condições de vizinhança não contempladas nesta Norma, a determinação das forças devidas ao vento e seus efeitos é realizada com o auxílio de estudos especiais, envolvendo conhecimentos técnico-científicos e normativos consolidados e/ou ensaios de modelos físicos reduzidos em túnel de vento, com simulação das principais características do vento natural.

O projeto e execução da fundação da estrutura de suporte deverá seguir as especificações presentes na norma ABNT NBR 6122 – Projeto e execução de fundações, e especificações do concreto conforme ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto.

Referencias normativas para elaboração do projeto executivo e execução dos suportes:

- ABNT NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 8681: Ações e segurança nas Estruturas;
- ABNT NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
- ABNT NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
- AA (ASD/LRFD): Aluminum Design Manual (Aluminum Association);
- ABNT NBR 7700: Alumínio e suas ligas – Produtos extrudados com ou sem trefilação – Propriedades mecânicas;
- ABNT NBR 8261: Tubos de aço-carbono, com e sem solda, de seção circular, quadrada ou retangular para usos estruturais – Requisitos;
- ABNT NBR 6323: Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido – Especificação;
- AWS D1.1/D1.1M: Código de soldagem estrutural – Aço (American Welding Society);
- ABNT NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto;
- ABNT NBR 6122: Projeto e execução de fundações.

### 2.7.1.1 MATERIAIS

A estrutura de suporte dos painéis deverá ser em aço-carbono galvanizado a fogo ou de alumínio, e atender às exigências das normas brasileiras. Na ausência de norma nacional vigente, deverá ser seguida uma norma técnica internacional aplicável. Os parafusos e chumbadores deverão obrigatoriamente ser galvanizados ou em aço inox.

Ademais, a estrutura deverá atender minimamente os seguintes critérios técnicos:

- **Tipo de Aço:** as estruturas devem ser em aço galvanizado ou alumínio;
- **Espessura do Aço:** espessura mínima de 2 mm para aço galvanizado, podendo variar conforme o projeto executivo;
- **Tratamento de Superfície**
  - Galvanização:** conforme as normas ISO 1461 e ASTM A123, com espessura mínima de 80 µm. Não será permitida a substituição do tratamento superficial através de processo de galvanização por pintura.
- **Configuração e Tipos de Suporte**
  - Suporte Fixo:** estrutura inclinada de acordo com o ângulo de inclinação ideal para a latitude local de modo a otimizar a incidência solar.
- **Cálculo e Capacidade de Carga**
  - Carga de Vento:** as estruturas devem ser projetadas para suportar a carga de vento máxima da região, de acordo com a norma ABNT NBR 6123.
- **Fundação**
  - Estaca escavada com trado mecânico:** a fundação prevista é do tipo escavada com trado mecânico, sem fluido estabilizante, em concreto armado, atendendo às especificações da norma ABNT NBR6122:2022, em especial ao Anexo I desta norma.
- **Geometria da Estrutura**
  - Altura dos Módulos:** Recomenda-se uma altura mínima de 0,5 m do solo na borda inferior dos módulos para facilitar a manutenção e reduzir o sombreamento por vegetação.
- **Acessórios e Fixações**
  - Parafusos e Conexões:** Parafusos em aço galvanizado ou inoxidável. Atentar à seleção dos materiais e elaboração do projeto prevenindo a possível formação de corrosão galvânica.
- **Normas de Segurança e Manutenção**

**Normas de Segurança Estrutural:** Estrutura deve ser projetada de acordo com as normas aplicáveis, como IEC 61215 e IEC 61730, para garantir resistência e segurança contra intempéries.

– **Outras Considerações**

**Compatibilidade com Módulos:** Estrutura deve ser compatível com o tamanho e o peso dos módulos fotovoltaicos escolhidos.

Ilustração de montagem e apoio em solo



Exemplo de estrutura de fixação dos módulos fotovoltaicos



### 2.7.2 ESTACA MOLDADA IN LOCO

A fundação será profunda com estacas escavada mecanicamente, em concreto armado, atendendo às especificações da norma ABNT NBR 6122:2022, em especial ao Anexo I.

**Conforme item 3.27 da NBR 6122, a ponta da estaca deve ficar apoiada em uma profundidade superior a oito vezes a sua menor dimensão em planta e no mínimo 3,0 metros.**

**A classe de agressividade ambiental, conforme ABNT NBR 6118:2026, pertence ao grupo III, forte, ambiente marinho. Para esta classificação, estacas moldadas in loco devem ter concreto com resistência característica mínima a compressão de 40 MPa, e comprimento útil mínimo de 2,0 m.**

Para a consideração dos serviços e materiais para execução da fundação, ficou adotado uma

distribuição de estacas escavadas mecanicamente com diâmetro de 30 cm e comprimento de 3,0 m, espaçadas a cada 2,62 m, totalizando um total de 45 estacas.

**A concretagem de estacas deve ser feita preferencialmente no mesmo dia da perfuração, ou em até 24 horas.**

Concreto C40 com abatimento entre 100 mm e 160 mm S 100, diâmetro de agregado de 9,5 mm a 25 mm e teor de exsudação inferior a 4 %. Consumo mínimo de cimento de 360 kg/m<sup>3</sup> e fator a/c ≤ 0,45.

Vale ressaltar que o quantitativo final será apresentado no PROJETO EXECUTIVO DE FUNDAÇÃO, a ser elaborado pelo CONTRATADO e aprovado pelo CONTRATANTE.

Exemplo de solução de fundação profunda



Deverão ser obedecidas rigorosamente as instruções das seguintes Normas Brasileiras:

- NBR 14931/2023 (Execução de estruturas de concreto – Procedimento);
- NBR 6118/2023 (Projeto de estruturas de concreto – Procedimento);
- NBR 6122/2022 (Projeto e execução de fundações);

É de responsabilidade da CONTRATADA, manter o local da obra limpo e organizado, obedecendo as Normas de Higiene e Segurança do Trabalho, selecionando os locais para estocagem de materiais e local para bota-fora, que deverão ser previamente aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

A execução da fundação e da estrutura é de inteira responsabilidade da CONTRATADA, devendo esta, providenciar e apresentar à FISCALIZAÇÃO, a anotação de responsabilidade técnica (ART) referente à execução desta fase da obra.

#### **2.7.2.1 RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS**

Todos os materiais aplicados nas fundações e estruturas *in loco* deverão ser recebidos e

armazenados conforme estabelecido nas normas relacionadas da ABNT.

Desde o recebimento até o momento da utilização, os materiais deverão estar fisicamente separados e perfeitamente identificados no que se diz respeito à classe, graduação e bitola. Cópias de todos os documentos referentes à origem, características e qualidade dos materiais deverão ser entregues à FISCALIZAÇÃO.

O aço, o cimento, os agregados e possíveis adições deverão ser armazenados de forma que não ocorra contato com o solo.

### 2.7.2.2 ARMADURA

O aço utilizado nas armaduras será do tipo CA50 e CA60 e deverá atender às características exigidas pela NBR 7480. Em nenhum caso deverá ser utilizado tipo de aço diferente do especificado no projeto.

As barras de aço não deverão apresentar ferrugem, manchas de óleo, argamassa aderente ou qualquer outra substância que impeça uma perfeita aderência ao concreto. Armaduras levemente oxidadas por exposição ao tempo por até três meses em ambiente de agressividade fraca ou moderada (conforme NBR 6118), sem produtos destacáveis e sem redução de seção poderão ser empregados na estrutura de concreto.

O dobramento e o corte das barras deverão ser feitos com os raios de curvatura e comprimentos previstos no projeto, permitindo-se tolerância de 5 mm para as medidas lineares ao longo do eixo da barra, e sempre feitos a frio ou por processos que não alterem as características mecânicas do material. Os diâmetros mínimos dos pinos de dobramento especificados na NBR 6118 deverão ser atendidos e estão descritos abaixo:

Tabela 5 - Armadura

| BITOLA (mm)      | TIPO DE AÇO |          |
|------------------|-------------|----------|
|                  | CA-50       | CA-60    |
| $\phi \leq 10$   | 3 $\phi$    | 3 $\phi$ |
| $10 < \phi < 20$ | 5 $\phi$    | -        |
| $\phi \geq 20$   | 8 $\phi$    | -        |

A armadura deverá ser posicionada e fixada nas formas de forma que, durante o lançamento e adensamento do concreto a posição prevista no projeto seja assegurada.

A montagem da armadura deverá ser feita por amarração utilizando arames. Amarração por pontos de solda somente será permitido em aços soldáveis. Para as armaduras de distribuição das lajes não especificadas em projeto, deverá ser adotada armadura CA-60 de 5 mm de diâmetro e 30 cm de espaçamento.

O cobrimento especificado em projeto deverá ser garantido por meio de espaçadores plásticos ou de concreto ou argamassa, desde que apresentem mesma resistência especificada para o concreto estrutural e relação água/cimento menor ou igual a 0,5. Espaçadores metálicos somente poderão ser utilizados se as partes em contato com a forma forem revestidas com material plástico ou similar.

Cuidado especial deverá ser dado aos espaçamentos mínimos entre armaduras longitudinais, obedecendo aos limites estabelecidos na NBR 6118.

Os estribos dos pilares, obrigatoriamente, deverão ser mantidos no cruzamento com vigas e lajes.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** A armadura será considerada em peso (kg) de armadura montada conforme projeto na forma.

### **2.7.2.3 PREPARO, LANÇAMENTO, CURA E CONTROLE DO CONCRETO**

O concreto deve ser preparado e atender aos critérios de preparo, lançamento e controle de qualidade previstos na NBR 14931 e na NBR 12655. Em caso de concreto dosado em central deve-se ainda respeitar as exigências estabelecidas na NBR 7212. A cópia da documentação relativa ao cumprimento destas prescrições e disposições deve ser enviada à CONTRATANTE.

É de total responsabilidade da CONTRATADA a garantia de qualidade do concreto e o atendimento às especificações de projeto e das normas relacionadas. A CONTRATADA deverá realizar o controle tecnológico do concreto através de uma empresa especializada, contratada para esta finalidade, em acordo com as orientações da NBR 12655.

O controle tecnológico compreenderá as verificações relativas à dosagem, à trabalhabilidade e à resistência mecânica do concreto.

A cada carga de concreto recebida, deverá ser executado o “Slump Test”, de maneira a garantir a trabalhabilidade e o bom rendimento nos serviços de concretagem. Os corpos de prova serão moldados de acordo com a NBR 5739, com formas cilíndricas de 10x20 cm. Serão moldados os corpos de prova em quantidade suficiente para a realização do controle estatístico por amostragem parcial, no mínimo aos 7 e 28 dias.

Cimento de alta resistência inicial, cimento de alto-forno ou outros cimentos especiais somente poderão ser utilizados com autorização prévia da FISCALIZAÇÃO, sendo a CONTRATADA incumbida de apresentar documentação com a justificativa para a utilização.

Aditivos com a finalidade de modificação das condições de pega, endurecimento, resistência, trabalhabilidade, durabilidade e permeabilidade do concreto, só poderão ser usados após aprovação da FISCALIZAÇÃO, sendo que os mesmos deverão obedecer às especificações nacionais ou, na falta destas, suas propriedades devem ser verificadas experimentalmente em laboratórios idôneos.

Todos os equipamentos utilizados no lançamento do concreto deverão estar limpos e em condições de utilização.

Antes do lançamento do concreto, a superfície das formas deverá estar ser limpa, isenta de incrustações de argamassa, podendo ser exigido pela CONTRATANTE, a limpeza das formas com ar comprimido e, em pontos mais baixos (de difícil acesso), a abertura de furos ou janelas para remoção da sujeira.

O meio transporte do concreto na obra não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda sensível de água

Quando a concretagem ocorrer em temperaturas elevadas ( $\geq 35^{\circ}\text{C}$ ) e, principalmente, quando a umidade relativa do ar for baixa ( $\leq 50\%$ ) e a velocidade do vento alta ( $\geq 30 \text{ m/s}$ ) deve ser

adotada medidas para reduzir a perda sensível de água, pasta ou argamassa por vazamento ou evaporação.

Em hipótese alguma, o concreto poderá ser lançado após o início da pega. E não poderá ser utilizado concreto contaminado com solo ou outros materiais não componentes do concreto.

Em concretagens da estrutura, onde a altura de queda ultrapasse 2,0 m de altura, deverão ser adotados cuidados, de modo a evitar a segregação e a falta de argamassa (como nos “pés” dos pilares). Dentre eles estão:

- Emprego de concreto com teor de argamassa e consistência adequados;
- Lançamento de 5 cm de argamassa com composição igual à da argamassa do concreto estrutural utilizado;
- Uso de dispositivos que conduzam o concreto, minimizando a segregação (funis, calhas, trombas, por exemplo).

Em nenhuma hipótese, será permitido o uso de concreto remisturado.

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado com equipamento adequado à sua consistência. O adensamento deve ser realizado de forma que o concreto preencha toda a forma, sem formação de ninhos de concretagem, e não ocorra segregação dos materiais. Deve-se ainda evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, prejudicando a aderência.

No adensamento com vibradores de imersão, a altura das camadas de concreto deve ser aproximadamente igual a  $\frac{3}{4}$  do comprimento da agulha, não podendo ultrapassar 20 cm. Ao vibrar uma camada de concreto, o vibrador deverá penetrar cerca de 10 cm da camada anterior.

Os vibradores de imersão não poderão ser deslocados horizontalmente. As distâncias entre os pontos de aplicação do vibrador serão da ordem de 6 a 10 vezes o diâmetro da agulha.

A agulha deverá ser colocada preferencialmente na posição vertical. Quando não for possível, a uma inclinação máxima de 45°.

Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deverá ser curado e protegido contra agentes prejudiciais. As lajes deverão ser curadas até que atinjam resistência característica à compressão (fck) de 15 MPa e pelo menos 7 dias para minimizar possível fissuração devido à retração do concreto. Demais elementos, deverão ser abundantemente umedecidos com água durante 3 dias após o lançamento do concreto. Alternativamente, poderá ser utilizado um agente químico de cura, mediante aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

Deve-se elaborar um plano de concretagem de forma a evitar as juntas de concretagem. Quando necessárias, as juntas deverão ser definidas com o responsável pelo projeto estrutural.

Se por alguma eventualidade, uma concretagem for interrompida por mais de 90 dias, as barras de espera deverão ser pintadas com pasta de cimento para proteção contra a corrosão. Para retomada da concretagem, essas barras deverão ser suficientemente limpas, de modo a permitir boa aderência com o concreto.

Em juntas de concretagem, antes de reiniciar o lançamento do concreto, deve ser removida a nata de cimento (vitrificada) e feita a limpeza da superfície da junta com a retirada do material solto. Imediatamente antes do lançamento do novo concreto, todas as juntas de concretagem deverão ser molhadas e a água parada deverá ser removida. A nata superficial pode ser retirada

logo após o fim da pega com aplicação de jato de água sob forte pressão.

Devem ser tomadas precauções para garantir a resistência aos esforços, que podem agir na superfície das juntas.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: O concreto será medido em volume ( $m^3$ ) de elemento concretado.

Aplicar lona plástica de 200 micras na interface da sub-base e concreto.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: volume de sub-base de brita graduada tratada com cimento (metros cúbicos) e proteção de lona por área (metros quadrados).

## **2.8 CABINE DE MEDIÇÃO – ESTRUTURA E ALVENARIA**

### **2.8.1 RADIER**

A fundação será do tipo radier com espessura de 15cm, concreto de  $f_{ck} = 25\text{MPa}$ . A armadura a ser utilizada é a tela soldada Q138, aço CA-60, tanto para camada da face superior, quanto inferior, conforme especificado no projeto executivo.

O solo deverá apresentar características de terreno de corte ou aterro bem compactado. Deverá ser adotado o processo de compactação mecânica do solo.

Lançar e espalhar a camada do lastro de material granular (areia, brita 0, brita 1, brita 2, ou outro), que deverá ter espessura de 10cm, sobre o solo previamente compactado e nivelado, compactar com compactador à percussão e nivelar a superfície.

Sobre o lastro, dispor a lona, garantindo sobreposição de mínimo de 30cm das emendas para impedir o escoamento da nata de cimento e a umidade ascendente. Posicionar os espaçadores soldados (treliças) de forma a garantir o cobrimento mínimo e não oferecer riscos de deslocamentos das armaduras durante a concretagem.

Distribuir as telas de acordo com as especificações do projeto, observando nas seções de emenda das telas os transpasses especificados. Enrijecer o conjunto de armaduras mediante amarração com arame recozido, de forma que não ocorra movimentação durante a concretagem da laje. Antes do lançamento do concreto, assegurar-se que as armaduras atendem a todas as disposições do projeto estrutural.

Verificar a trabalhabilidade (abatimento / “slump”), adensá-lo com uso de vibrador de imersão de forma que toda a armadura e os componentes embutidos sejam adequadamente envolvidos na massa do concreto. Realizar o acabamento com sarrafo com movimentos de vai-e-vem, regularizar a superfície utilizando rodo de corte, executar a cura do concreto e promover a retirada das formas somente quando o concreto atingir resistência suficiente para suportar as cargas, conforme NBR 14931:2004. Logo após a desforma, fazer a limpeza das peças e armazená-las de forma adequada.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Por área ( $m^2$ ) de radier executado.

### 2.8.2 ACABAMENTO DO PISO DE CONCRETO

Limpar a superfície de base por varredura e lavagem, no caso de capeamento executado sobre base já endurecida (laje de concreto). Dividir a superfície em painéis, formando quadriculado de 1,80m com juntas plásticas.

Quando não indicado em projeto, em ambientes internos deve-se considerar uma declividade mínima de 0,5% em direção a bueiros, ralos ou saídas e em áreas externas a declividade mínima será de 0,3%. O acabamento é feito com desempenadeira de aço após o polvilhamento com cimento (queima).

No caso de cimentado pigmentado, esperar de 12 a 24 horas e polvilhar a mistura de cimento e pó xadrez, na proporção 1:1, fortemente comprimida, com uma espessura mínima de 2mm. O processo de cura é iniciado imediatamente após o fim da pega. Deve-se garantir a cura úmida de 7 dias cobrindo a superfície com um colchão de areia de 3 a 4cm de espessura permanentemente molhado.

As juntas plásticas devem ficar aparentes e niveladas. As bordas do piso devem ter arestas chanfradas ou levemente boleadas, não sendo admitidos cantos vivos. A tolerância máxima, para desvio nas medidas, deve ser de 2%.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Será medido por área (m<sup>2</sup>) de acabamento executada.

### 2.8.3 ALVENARIA ESTRUTURAL

Os blocos estruturais deverão atender a NBR 6136 e NBR 16868. Podem ser utilizadas argamassas produzidas nas obras ou industrializadas, desde que atendam as especificações de  $F_a = 4,0$  MPa (Tipo N), além das disposições da norma NBR 13281 com requisitos para argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos.

Em locais especificados no projeto, deverá ser utilizado graute com resistência  $F_{gk} = 15$  Mpa para preenchimento dos blocos e canaletas. A critério da FISCALIZAÇÃO podem ser utilizados aditivos com finalidade de expansão, para evitar que a retração de secagem comprometa o caráter monolítico da célula nucleada.

Adicionalmente serão dispostas fiadas de verga e contraverga em todas as aberturas de janelas e portas.

Nos trechos grauteados deverão ser utilizadas armaduras CA-50, como barras horizontais, conforme projeto. Todas as dimensões e quantidades deverão obedecer aos detalhes nas pranchas.

No processo executivo, primeiramente a posição da alvenaria deverá ser demarcada e os blocos de canto posicionados. Deverão ser colocadas linhas-guia garantindo a horizontalidade das fiadas.

Nas elevações das alvenarias deverá ocorrer o assentamento dos componentes com a utilização de argamassa aplicada com palheta, formando-se dois cordões contínuos.

Figura 3 – Dois cordões de argamassa de assentamento



Após a colocação dos elementos de ancoragem, deverá ocorrer o grauteamento dos pontos verticais previstos no projeto. Deverão ser grauteados também, as vergas e contravergas.

Durante a execução deverão ser verificados a conformidade geométrica com o indicado em projeto, o posicionamento das armaduras conforme indicado em projeto, o nivelamento dos elementos executados e o alinhamento vertical.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: área ( $m^2$ ) de alvenaria de blocos de concreto estrutural executada, volume do graute ( $m^3$ ) e peso do aço (kg) serão medidos separadamente.

#### **2.8.4 LAJE DE COBERTURA PRÉ-MOLDADA**

Posicionar as linhas de escoras de madeira e as travessas conforme previsto em projeto, nivelando as travessas (tábuas de 20cm posicionadas em espelho) recorrendo a pequenas cunhas de madeira sob os pontaletes. O escoramento deve ser contraventado nas duas direções para impedir deslocamentos laterais do conjunto e, quando for o caso, a flambagem local dos pontaletes.

Caso o projeto estrutural preveja a adoção de contraflechas, adotar escoras de maior comprimento ou calços mais altos nos apoios intermediários, obedecendo a cotas estabelecidas.

Com o escoramento já executado, apoiar as vigotas nas extremidades, observando espaçamento e paralelismo entre elas, para tanto, utilizar as próprias lajotas (tabelas) para determinar o afastamento entre as vigotas. As vigotas devem manter apoio nas paredes ou vigas periféricas conforme determinado no projeto estrutural, com avanço nunca menor do que 5cm.

Conferir alinhamento e esquadro das vigotas e apoiar as lajotas sobre as vigotas, garantindo a justaposição para evitar vazamentos durante a concretagem. Nas operações de montagem, os trabalhadores devem caminhar sobre tábuas apoiadas na armadura superior das treliças de aço, nunca pisando diretamente sobre as lajotas.

Posicionar as armaduras de distribuição, negativa e das nervuras transversais. Molhar abundantemente as lajotas cerâmicas antes da concretagem para que não absorvam a água de amassamento do concreto. Lançar o concreto de forma a envolver completamente todas as tubulações embutidas na laje e atingir a espessura definida em projeto.

Realizar o acabamento com desempenadeira de modo a se obter uma superfície uniforme. Enquanto a superfície não atingir endurecimento satisfatório, executar a cura do concreto com água potável. Promover a retirada dos escoramentos somente quando o concreto atingir resistência

suficiente para suportar as cargas, conforme NBR 14931:2023, que deve ser feita de forma progressiva, e sempre no sentido do centro para os apoios.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: por área (m<sup>2</sup>) de laje executada.

### 2.8.5 IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE DE COBERTURA

Impermeabilizante à base de emulsão asfáltica modificada com elastômeros sintéticos conforme NBR 9685, monocomponente, na cor preta, para moldagem a frio “in loco”, formando uma membrana elástica e flexível, sem emendas. Uso de tela industrial estruturante, de poliéster ou nylon, malha 2x2mm, para tratamento de ralos.

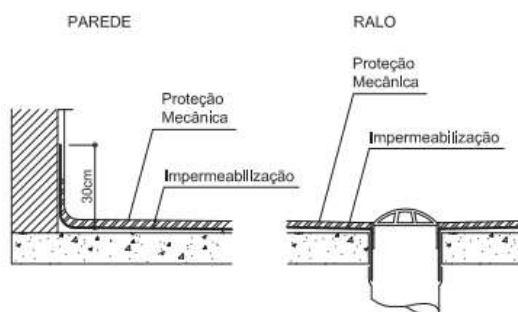
A superfície deve estar limpa, seca e isenta de partículas soltas, pinturas, graxa, óleo ou desmoldantes. Cantos e arestas devem ser arredondados (raio de 5 cm).

Deverá ser aplicado em 4 demãos cruzadas (ou até atingir o consumo recomendado), aguardando secagem completa entre elas, conforme orientação de cada fabricante. A primeira demão deve ser diluída com água, na proporção indicada pelo fabricante.

A pintura com a emulsão asfáltica deve subir 30 cm nas paredes laterais, deve descer dentro dos ralos e deve observar também um prolongamento de 20 cm além da superfície horizontal a ser impermeabilizada.

O serviço de impermeabilização não deve ser executado em dias muito frios, muito úmidos ou chuvosos. Após cura completa (de 5 a 7 dias, conforme fabricante), executar teste de estanqueidade por 72 horas, antes da execução da proteção mecânica.

Figura 4 - Detalhe da impermeabilização



REFERÊNCIA: Sika, vedacit, viapol ou similares.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Será medido por área aplicada (m<sup>2</sup>).

### 2.8.6 CHAPISCO

O chapisco é uma argamassa de cimento e areia (traço 1:3 em volume) que tem a finalidade de melhorar a aderência entre a alvenaria e o emboço.

Chapisco comum: Argamassa de traço 1:3, cimento Portland e areia grossa, diâmetro de 3 até 5mm.

Aplicação: Em alvenarias de tijolos ou blocos de concreto ou cerâmicos de superfície de concreto para recebimento posterior do emboço.

**Execução:** Testar a estanqueidade de todas as tubulações de água e esgoto antes de iniciar o chapisco. A superfície deve receber aspersão com água para remoção de poeira e umedecimento da base. Os materiais da mescla devem ser dosados a seco. Deve-se executar quantidade de mescla conforme as etapas de aplicação, a fim de evitar o início de seu endurecimento antes de seu emprego.

A argamassa deve ser empregada no máximo em 2,5 horas a partir do contato da mistura com a água e desde que não apresente qualquer vestígio de endurecimento. O chapisco comum é lançado diretamente sobre a superfície com a colher de pedreiro. No teto, o chapisco deve ser aplicado com rolo. A camada aplicada deve ser uniforme e com espessura de 0,5cm e apresentar um acabamento áspero. O excedente da argamassa que não aderir à superfície não pode ser reutilizado, sendo expressamente vedado reamassá-la.

**Normas:** NBR 7200:1998 - Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Por metragem quadrada líquida (m<sup>2</sup>) de chapisco aplicado.

### **2.8.7 MASSA ÚNICA (EMBOÇO PAULISTA)**

Camada de regularização de parede, com espessura de 20mm, constituído por argamassa mista de cimento, cal e areia média (traço 1:2:8 em volume), com preparo mecânico.

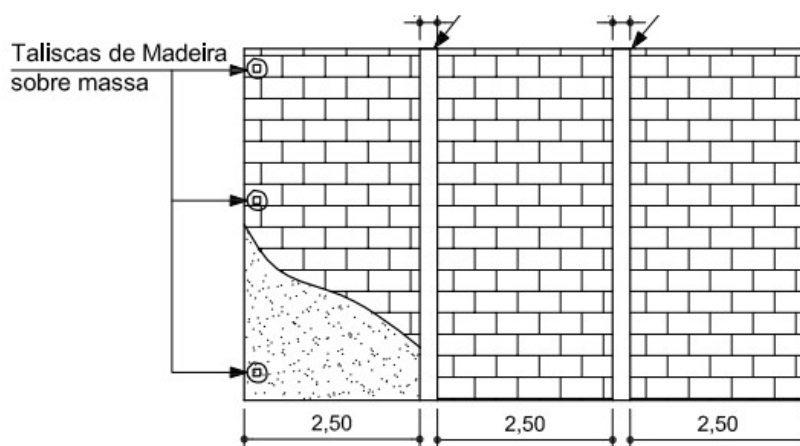
**Aplicação:** Em alvenarias de tijolos ou blocos (cerâmicos ou de concreto) ou em superfícies lisas de concreto que já tenham recebido o chapisco. O emboço deve ser aplicado no mínimo 24 horas após a aplicação do chapisco.

**Execução:** Dosar os materiais da mescla a seco. Inicialmente deve ser preparada mistura de cal e areia na dosagem 1:4. É recomendável deixar esta mescla em repouso para hidratação completa da cal. Somente na hora de seu emprego, adicionar o cimento, na proporção de 158kg/m<sup>3</sup> da mistura previamente preparada. A superfície deve receber aspersão com água para remoção de poeira e umedecimento da base.

Utilizar a argamassa no máximo em 2,5 horas a partir da adição do cimento e desde que não apresente qualquer sinal de endurecimento. Aplicar a argamassa em camada uniforme de espessura nivelada, fortemente comprimida sobre a superfície a ser revestida, atingindo a espessura máxima de 2cm. O emboço deverá ser desempenado e se constituir na última camada do revestimento.

No emboço desempenado a superfície deve ficar bem regularizada para receber a pintura final. O emboço deve ser umedecido, principalmente nos revestimentos externos, por um período de aproximadamente 48 horas após sua aplicação. Assentar com a argamassa, pequenos tacos de madeira (taliscas), deixando sua face aparente a uma distância aproximada de 15mm da base. As duas primeiras taliscas devem ser assentadas próximas do canto superior nas extremidades da alvenaria e depois com auxílio do fio prumo, assentar duas taliscas próximo ao piso e depois assentar taliscas intermediárias de modo que a distância entre elas fique entre 1,50 e 2,50m.

Figura 5 - Massa única com uso de taliscas



Aplicar argamassa numa largura de aproximadamente 25cm entre as taliscas, comprimindo-a com uma régua apoiada em duas taliscas constituindo as guias-mestras ou prumadas-guias.

Normas: NBR 7200 - Revestimentos de paredes e tetos com argamassas - materiais - preparo, aplicação e manutenção.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Por metragem quadrada líquida ( $m^2$ ) emboçada. Será reservado 20% do valor total do serviço para os requadros.

## 2.8.8 PINTURAS

### 2.8.8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Todas as cores devem seguir o padrão existente atualmente na OM. Em caso de dúvidas, comparar as tonalidades por meio de amostras.

Para os serviços de emassamento, aplicação de fundo selador e pintura, a superfície deve estar firme, coesa, limpa, seca, sem poeira, gordura, graxa, sabão ou mofo antes de qualquer aplicação (NBR 13245). Quando o ambiente a ser pintado não estiver vazio, os objetos devem ser protegidos de danos com respingos, devendo ser cobertos com jornais, plásticos, etc. Não aplicar com temperaturas inferiores a 10 graus centígrados e umidade relativa do ar superior a 90%. Evitar pintura em áreas externas em dias chuvosos ou com ocorrência de ventos fortes que possam transportar poeira ou partículas suspensas no ar para a pintura. A tinta deve ser diluída com água potável de acordo com recomendações do fabricante. A aplicação pode ser feita com pincel, rolo, trincha ou pistola, de acordo com instruções do fabricante.

Normas seguidas para o serviço de pintura:

- NBR 11702 - Tintas para construção civil – Tintas para edificações não industriais – Classificação
- NBR 13245 - Tintas para construção civil — Execução de pinturas em edificações não industriais — Preparação de superfície.
- NBR 15303 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de

tintas para edificações não industriais - Determinação da absorção de água de massa niveladora.

- NBR 15312 - Tintas para construção civil - Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais - Determinação da resistência à abrasão de massa niveladora.
- NBR 15348 - Tintas para construção civil - Massa niveladora monocomponente à base de dispersão aquosa para alvenaria - Requisitos.

### **2.8.8.2 FUNDO SELADOR**

O fundo selador deverá ser aplicado em todas as superfícies que receberão pintura no pavilhão, tanto interna quanto externas. Resina à base de dispersão aquosa de copolímero estireno acrílico utilizada para uniformizar a absorção e selar superfícies externas ou internas, como alvenaria, reboco, concreto e gesso.

- Rendimento médio selador: 5,0 m<sup>2</sup> por litro;
- Rendimento médio líquido selador: 9 a 11 m<sup>2</sup> por litro;
- Rendimento médio fundo preparador: 8 a 13 m<sup>2</sup> por litro;
- Diluente: água.

Aplicar 1 demão de fundo (se necessário 2 demãos), de acordo com recomendações do fabricante. Proteger o local durante o tempo necessário para a secagem final, conforme indicação do fabricante (4 a 6 horas).

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: Por metragem quadrada líquida (m<sup>2</sup>) selada.

### **2.8.8.3 TINTA ACRÍLICA**

Tinta à base de dispersão aquosa, fosca, linha standard, em conformidade à NBR15079:

- Poder de cobertura de tinta seca: mínimo 5,0m<sup>2</sup>/L (NBR 14942);
- Poder de cobertura de tinta úmida: mínimo 85% (NBR 14943);
- Resistência à abrasão úmida com pasta abrasiva: mínimo 40 ciclos (NBR 14940);
- Rendimento médio: 12 m<sup>2</sup> / litro / demão;
- Diluente: água potável.

A aplicação pode ser feita com pincel, rolo ou revólver, de acordo com instruções do fabricante. Deve receber uma demão primária de fundo de acordo com indicação do fabricante. Após secagem do fundo, aplicar 2 a 3 demãos, com intervalo conforme indicado pelo fabricante (4 a 6 horas). Proteger o local durante o tempo necessário para a secagem final, conforme indicação do fabricante (4 a 12 horas).

Nos trabalhos de pintura, deverão ser tomados cuidados especiais para evitar salpicos de tinta em superfície não destinada à pintura, tais como: piso, esquadrias, etc.

As cores e tonalidades das tintas deverão ser previamente submetidas à aprovação da FISCALIZAÇÃO por meio de amostras pintadas. Verificar as cores das instalações próximas ao pavilhão construído, a fim de manter o padrão encontrado no aquartelamento.

As paredes deverão receber tantas demãos de tinta quanto for necessário para uma apresentação uniforme da pintura, mas nunca inferior a duas demãos.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: será medido por área pintada, em metros quadrados (m<sup>2</sup>). A primeira demão representará 40% do serviço, a segunda demão 50% e a limpeza final, com remoção de fitas e respingos, corresponderá a 10% do serviço.

## **2.9 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

### **2.9.1 RECOMENDAÇÕES GERAIS**

A CONTRATADA deverá executar os serviços conforme especificações fornecidas pela CONTRATANTE.

A CONTRATADA tem por obrigação esclarecer suas dúvidas no que concerne à perfeita execução dos projetos e serviços, assim como de informar a CONTRATANTE a respeito de quaisquer fatos ou dados que venham a causar algum óbice na conclusão de item.

Considerar-se-á a CONTRATADA como altamente especializada nos serviços em questão e que, por conseguinte, deverá ter computado, no valor da proposta, também, as complementações e acessórios por acaso omitidos nos projetos, mas implícitos e necessários ao perfeito e completo funcionamento de todas as instalações, infraestruturas e equipamentos.

A CONTRATADA deve manter, fornecer, instalar, testar e ativar de forma completa com infraestrutura civil e elétrica as instalações da implantação do sistema fotovoltaico e redes correlatas, conforme projeto, especificação técnica e demais documentos de referência. Dentre tal infraestrutura civil e elétrica, ressalta-se a interligação dos módulos, inversores e quadro elétrico de distribuição, bem como a interligação do sistema com a rede da concessionária de energia.

A CONTRATADA deverá considerar todas as precauções e zelar permanentemente para que as suas operações não provoquem danos físicos ou materiais a terceiros, cabendo-lhe, exclusivamente, todos os ônus da reparação de eventuais danos causados.

Todos os serviços executados devem estar em perfeito estado final de acabamento, de forma a preservar os aspectos estético e funcional da edificação.

Após a conclusão dos serviços e antes da energização dos circuitos, deverão ser realizados testes de funcionamento para garantir que toda a instalação esteja em perfeitas condições de uso.

Todos os materiais e equipamentos utilizados nas instalações devem ser submetidos à aprovação da FISCALIZAÇÃO e deverão ser de boa qualidade, novos, livres de falhas e em conformidade com as especificações técnicas.

Os principais materiais a serem fornecidos são:

- Módulos fotovoltaicos;
- Inversores;

- Estruturas metálicas de suporte e fixação dos módulos;
- Infraestrutura necessária para acomodação dos inversores, proteções, cabos e demais itens a serem definidos em projeto;
- Todos os cabos, materiais elétricos e infraestrutura (quadros elétricos, proteções, eletrodutos, caixas de passagem, barramentos, etc.) dos circuitos de corrente contínua e dos circuitos de corrente alternada desde os painéis fotovoltaicos até a interligação à rede de distribuição;
- Todo o material (hastes, suportes, elementos de fixação, cabos, BEP, etc.) necessários para instalação, atualização e adequação do SPDA e aterramento de toda estrutura;
- Cabine de medição, seccionamento e proteção, com relés de proteção e acessórios;
- Cabeamento de distribuição em 13,8kV e posteamento relacionado;

#### Normas Específicas Básicas:

- ABNT NBR 5410:2004 “Instalações Elétricas de Baixa Tensão”;
- ABNT NBR 5471 “Condutores elétricos”;
- ABNT NBR 16690:2019 “Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos”;
- ABNT NBR 11876:2010 “Módulos fotovoltaicos – Especificação”;
- ABNT NBR 16274:2014 “Sistemas fotovoltaicos conectados à rede”;
- NBR IEC 62116:2012 “Procedimento de ensaios de encilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica”;
- IEC 61215 “Qualificação de Módulos Fotovoltaicos”;
- IEC 61646 “Módulos Fotovoltaicos”;
- NR 10: Segurança em Instalações em Serviços em Eletricidade;
- ABNT NBR 5419-1:2015 “Proteção contra descargas atmosféricas”;
- Normas da Companhia Energética da localidade de execução da obra (COPEL);
- Memorial Descrito Sucinto e Especificações de Materiais.

As medições serão realizadas, orientando-se pelos itens da PLANILHA DE ORÇAMENTO, conforme as unidades correspondentes. Não serão medidos serviços incompletos, materiais não instalados ou circuitos que não estejam funcionando, portanto, definem-se SERVIÇOS COMPLETOS como sendo aqueles nos quais nenhum serviço, ainda que seja pequeno, esteja ainda por fazer, completar ou ajustar.

**Ainda, durante a execução dos serviços, cumpre salientar que no máximo serão medidos 90% dos serviços relacionados à instalação de módulos fotovoltaicos, instalação de estruturas metálicas de suporte e instalação de inversores. A medição dos últimos 10% destes três itens estará condicionada à verificação da funcionalidade do sistema e aprovação (acompanhada de vistoria) das instalações elétricas da usina fotovoltaica por parte da concessionária de energia local.**

#### 2.9.2 ENTRADA DE ENERGIA – REDE DE 13,8 kV

Todos os itens referentes à entrada de energia (do ponto de conexão com a rede pública

existente até a cabine de medição) deverão ser executados conforme projeto executivo a ser aprovado, e normas pertinentes da CELESC, em especial a Norma Técnica N-321.0002 - FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO PRIMÁRIA DE DISTRIBUIÇÃO.

### 2.9.2.1 CABINE DE MEDIÇÃO

A cabine de medição é uma estrutura projetada para abrigar equipamentos elétricos de média tensão, como **disjuntores, seccionadoras, transformadores de corrente e potencial**, e outros dispositivos de manobra, seccionamento e proteção. Sua principal função é isolar e proteger os componentes contra intempéries, interferências externas, e garantir segurança aos operadores e ao ambiente ao redor.

#### 2.9.2.1.1 ESTRUTURA E ALVENARIA

- Conforme item 2.8 destas Especificações Técnicas.

#### 2.9.2.1.2 COMPARTIMENTOS

A cabine será dividida em compartimentos independentes para alojar os diferentes equipamentos de manobra, proteção e seccionamento. Cada compartimento será acessível por portas separadas, com mecanismos de intertravamento, garantindo que o operador só tenha acesso a uma seção segura quando o sistema estiver desenergizado. A entrada e saída da cabine serão subterrâneas, apesar do ramal de ligação ser aéreo, devido às limitações de espaço.

#### 2.9.2.1.3 EQUIPAMENTOS ABRIGADOS

##### **Seccionadora de Média Tensão**

- Seccionadora tripolar com comando manual ou motorizado, com capacidade para operar até **15 kV**, projetada com lâmina de aterramento e dispositivo de bloqueio mecânico, tipo abertura sob carga ou com intertravamento de operação com disjuntor.
- O compartimento da seccionadora deverá permitir o isolamento seguro dos cabos de entrada e saída, com intertravamento que impeça a abertura da porta enquanto o circuito estiver energizado.

##### **Barramento de cobre para média tensão**

- Os barramentos deverão ser de cobre nu, vergalhão ou barra, obrigatoriamente pintado nas seguintes cores: Vermelho - fase R; Branco - fase S; Marrom - fase T, com o seu dimensionamento e o afastamento seguindo as recomendações da NBR 14039;

##### **Disjuntor de Média Tensão**

- Disjuntor tripolar de média tensão, com capacidade de interrupção adequada para a corrente de curto-circuito prevista, com operação automática e manual. O disjuntor previsto para o projeto deverá possuir classe de tensão 17,5 kV, corrente nominal de 630 A, e

corrente de interrupção máxima de 25 kA. Caso seja necessário o modelo pode ser alterado em virtude do estudo de proteção e seletividade. Referência: DISJUNTOR MT 17,5KV - 0630A - EASYPACT EXE 25KA 185MM FIXO

- Equipado com relés de proteção ajustáveis para sobrecorrente, curto-circuito, e falhas à terra, garantindo a proteção adequada do sistema, além das funções 30/32 para uso do sistema fotovoltaico “Grid-Zero”. Relé de referência: Relé de Proteção URP 6000-5A – Pextron ou similar.
- A cabine deve permitir o acesso ao painel de controle do disjuntor sem comprometer a segurança do operador.

#### **Transformadores de Corrente e Potencial**

- Transformadores de Corrente (TCs) e Transformadores de Potencial (TPs) dimensionados conforme o projeto, para medição e proteção do sistema de média tensão. Deverão ser instalados também transformadores auxiliares para alimentação da rede de BT da cabine;

#### **Painel de Medição e Faturamento**

- Deverá ser instalado Painel de Medição e Faturamento, para consumidores livres, conforme as recomendações do item 5.13.4 da Norma Técnica N-321.0002 – CELESC, juntamente com ligações de comunicação com a usina fotovoltaica;
- O painel deverá comportar todo o sistema de comunicação necessário para realização da coleta de dados nos medidores, com fonte de alimentação auxiliar capacitiva em caso de falta de energia, conforme projeto aprovado na concessionária.

#### **Painel auxiliar**

- Deverá ser instalado quadro de baixa tensão, ligado à TP auxiliar específico do circuito de MT para alimentação da iluminação e outros equipamentos pertinentes à subestação abrigada, conforme Norma Técnica N-321.0002 – CELESC.
- A iluminação deverá estar localizada em local adequado, distante, no mínimo 1,50m da média tensão na horizontal e nunca sobre locais destinados aos equipamentos principais da subestação, em luminária fechada.
- Deverá ser instalado bloco autônomo de iluminação de emergência, com autonomia mínima de 2 (duas) horas.

### **2.9.2.1.4 INSTALAÇÃO DA CABINE METÁLICA**

#### **Localização**

- A cabine de medição será instalada em uma área externa devidamente preparada, próxima à entrada de energia da edificação, em uma fundação de concreto projetada para suportar o peso total da cabine e dos equipamentos, conforme projeto.
- A fundação deverá ser nivelada, com a previsão de conduítes para passagem de cabos

elétricos de média e baixa tensão.

### **Portas, janelas e telas de proteção**

- Os cubículos dos equipamentos deverão ser protegidos por telas de proteção, estas deverão ser fixadas através de parafuso ou pino de encaixe, com aberturas para área de circulação providas de limitadores e dispositivo para lacre e cadeado.
- As portas da cabine de medição deverão ser de material incombustível (metálica), abrir para fora, com venezianas, trinco e fechadura (chave entregue para CELESC), com dimensões conforme projeto e de modo que seja possível a passagem dos equipamentos internos à cabine.
- Deverá ser instalada de janela fixa para iluminação natural, com vidro aramado de 7,0mm de espessura (malha de 10 x 10mm) de dimensões mínimas 100 x 50cm (largura x altura, com reforço no meio da largura) ou área equivalente, a 120cm do piso na subestação abrigada, nos cubículos de medição para faturamento, de proteção (local do disjuntores) e transformação, sempre que a subestação estiver localizada em posição que permita esta iluminação. Estas janelas devem ficar na frente ou lateral (fora) do cubículo de TCs e TPs (da medição para faturamento) e na posição que melhor ilumine os demais cubículos, preferencialmente na parede dos fundos do cubículo, conforme projeto.

### **Aterramento**

- Todas as partes metálicas da cabine, incluindo portas, tampas e painéis, deverão ser devidamente aterradas, conforme a **NBR 5419** e as recomendações de proteção contra descargas atmosféricas.
- O sistema de aterramento deverá ser executado com hastes de cobre e interligado ao sistema de aterramento geral da edificação.

### **Ventilação**

- A cabine será dotada de aberturas protegidas com venezianas, garantindo a ventilação natural sem a entrada de partículas, água ou animais.

CRITÉRIO DE MEDIÇÃO: 90% dos valores dos itens na instalação e os 10% finais após vistoria de aprovação da Concessionária de Energia.

## **2.9.2.2 CABO DE COBRE UNIPOLAR 35MM<sup>2</sup> - BLINDADO – CLASSE 15 KV**

Os cabos de cobre deverão ser instalados em eletrodutos subterrâneos para alimentação da cabine de medição, conforme projeto. Os cabos deverão possuir isolamento em XLPE/EPR, temperatura nominal de operação de 105°C e capa em PVC. A conexão será realizada em muflas. Os eletrodutos subterrâneos deverão ser concretados caso instalados em passagem

de veículos. E em todo o comprimento da rede subterrânea uma fita de proteção deverá ser instalada antes do eletroduto, de forma a sinalizar em caso de futuras escavações, conforme normas pertinentes.

Referência: Cabo Prysmian Compact 105 12/20kV (Cobre/Unipolar)

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** conforme metro (m) de cabo instalado.

### **2.9.3 ENTRADA DE ENERGIA – REDE DE BT – POUPEX**

Deverá ser executada nova entrada de energia pra a unidade consumidora de baixa tensão que alimenta as instalações do POUPEX no 63° BI. A entrada deverá ser em poste, com ramal de ligação aéreo, com quadro de medição embutido no poste – “kit postinho”. Conforme memorial descritivo, considerou-se a carga com demanda entre 38 e 45kVA, trifásica 380/220V, com proteção geral por disjuntor DIN 70 A.

O ramal de entrada aéreo deverá ser de cobre, conforme norma Celesc, e o ramal da carga será de cabo de alumínio multiplex de 25mm<sup>2</sup>, no qual será realizada a ligação com as instalações internas à benfeitoria.

O aterramento desta unidade consumidora deverá ser interligado à malha da cabine de medição de MT ao lado.

**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** 90% dos valores dos itens na instalação e os 10% finais após vistoria de aprovação da Concessionária de Energia.

### **2.9.4 REDE DE DISTRIBUIÇÃO – 13,8 KV**

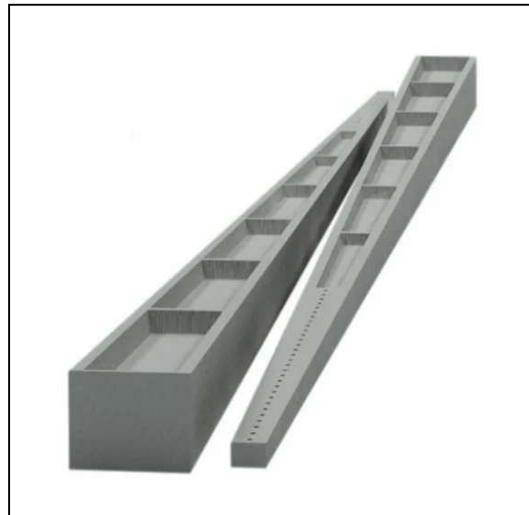
Todas as estruturas, materiais e equipamentos listados a seguir foram extraídos de Normas Técnicas da CELESC.

#### **2.9.4.1 POSTES**

Os postes serão concreto duplo T, com altura de 11m e carga nominal de 600kg;

Os engastamentos dos postes devem ser realizados de acordo com o especificado no manual técnico da CELESC.

Figura 6: Poste de Concreto Duplo T



#### 2.9.4.2 ESTRUTURA C3

As figuras abaixo mostram a estrutura C3. Alternativamente, poderá ser utilizada alça pré-formada para cabos de alumínio coberto 15 kV, NTC 812154/58, porém deve-se dar preferência ao grampo de ancoragem.

Figura 7: Estrutura C3 (vista lateral)

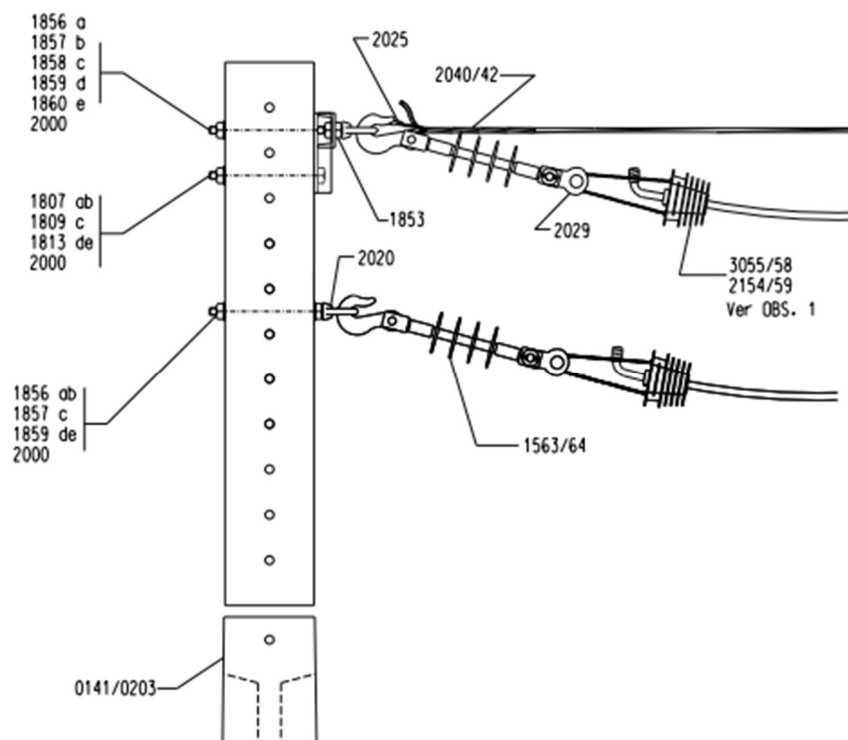
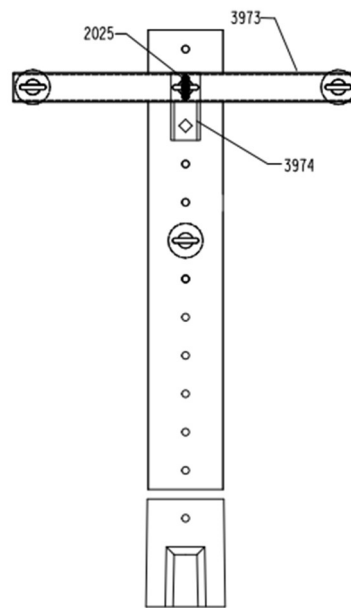
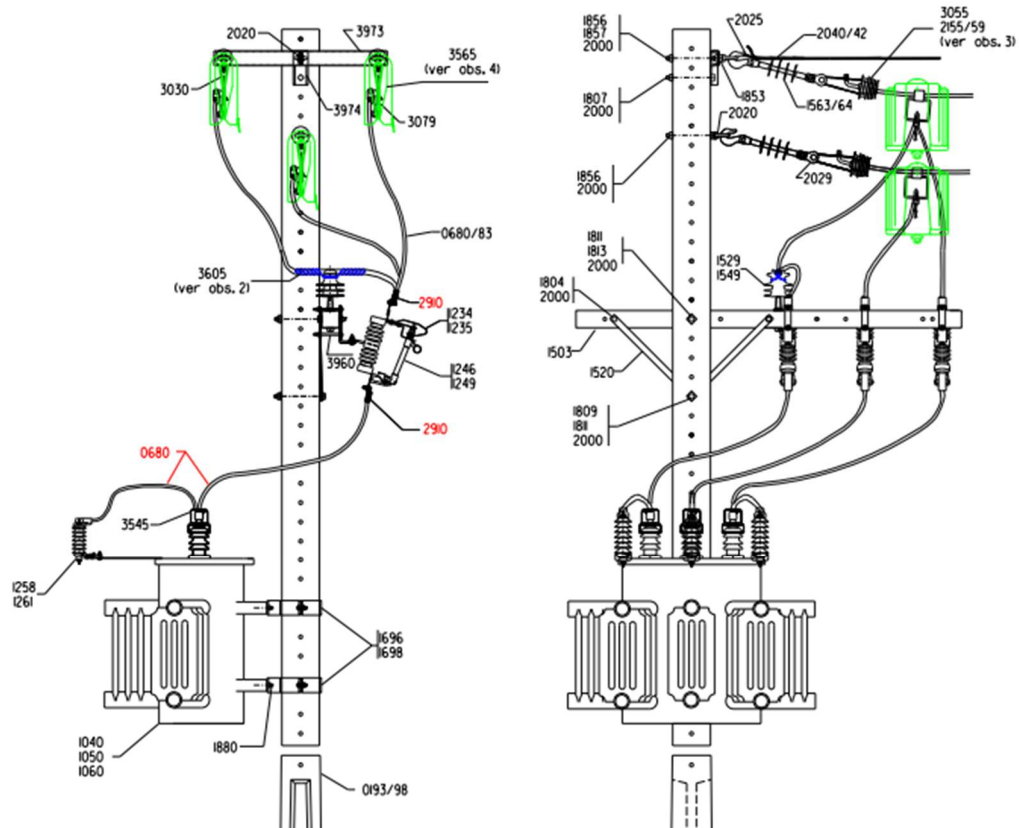


Figura 8: Estrutura C3 (vista frontal – só com ferragens)



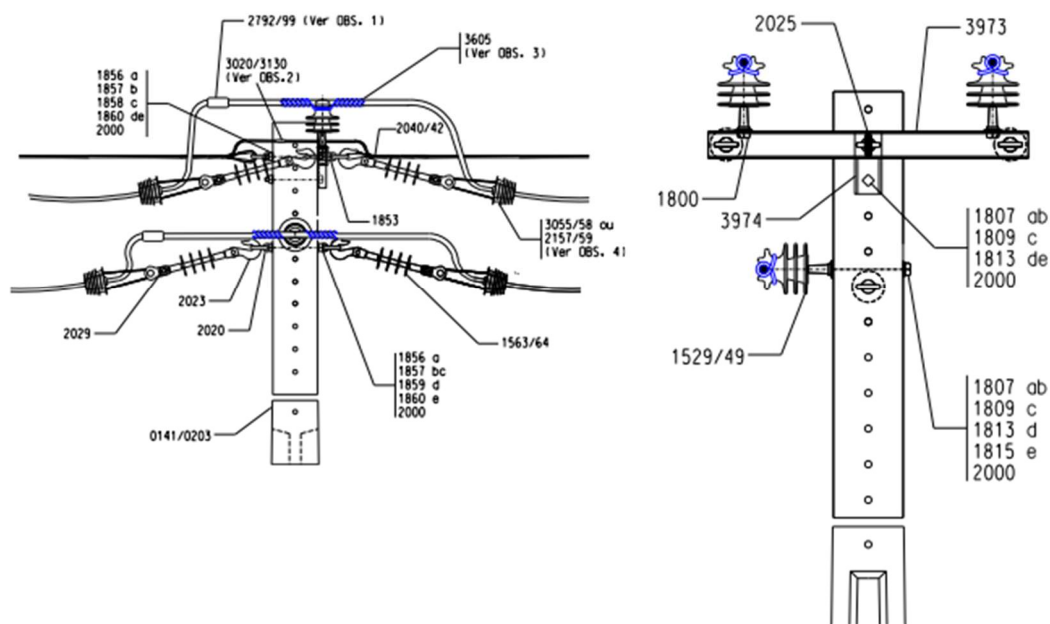
### 2.9.4.3 ESTRUTURA C3 – MSCF – TT PR

Figura 9: Estrutura C3 – MSCF – TT PR



#### 2.9.4.4 ESTRUTURA C4

Figura 10: Estrutura C4



#### 2.9.4.5 TRANSFORMADOR DE POTÊNCIA

O transformador de potência para a rede, em todas as suas partes, deverá constar em lista aprovada pela Concessionária de Energia CELESC, satisfazendo as condições fixadas pela ABNT NBR 5440 nas suas mais recentes publicações ou revisões e, ainda ter as características:

- O nível de isolamento, no lado de tensão superior deverá ser de 15 KV e no lado de tensão inferior 1,2 KV;
- O nível básico de impulso, no lado da tensão superior deverá ser de 95 KV e no lado de tensão inferior 30 KV;
- Deverá ter o enrolamento primário ligado triângulo, e com “taps” para ligação de 13.800, 13.200, 12.600, 12000 e 11400 Volts, e o enrolamento secundário ligado em estrela, com neutro acessível para as tensões de 380/220 Volts;
- Possuir em seu corpo suporte para para-raios válvula classe 15kV;
- No corpo do Transformador deverá ser pintado a inscrição da potência.

O transformador a ser instalado deverá ter laudos técnicos dos ensaios realizados na fábrica. Todos os transformadores terão tensão primária de 13,2/12,6/12,0/11,4/10,8 KV; Ligação delta/estrela; Nº de fases: 3 (três) e Frequência: 60 Hz.

Deverá ser etiquetado pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem de Transformadores e das

Condições para aceitação de transformadores em Instalações Particulares.

Obedecer a Portaria Interministerial n. 104, de 22/Mar/2013, do Ministério de Minas e Energia e, Portaria no 378, de 28/Set/2010, do Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial - INMETRO, a fim de contemplar a exigência da Etiquetagem do INMETRO, para transformadores de distribuição a óleo (poste e pedestal) até 300 kVA.

A CONTRATADA deverá fornecer e instalar os transformadores, obedecendo todas as normas COPEL, critérios e detalhes especificados no projeto.

O transformador deve ser aterrado. O aterramento será constituído por hastes tipo COPPERWELD, com 5/8" x 2,40m, interligadas entre si por meio de cabos de cobre nu de 35 mm<sup>2</sup> e ligados à malha terra do tanque do transformador bem como a todos os fins de linha de baixa tensão.

Figura 11: Transformador Trifásico



#### 2.9.4.6 PROTEÇÃO

A proteção do transformador contra curto-circuito em média tensão será feita por chaves fusíveis com elos fusíveis dimensionados em projeto, instaladas nas cruzetas das plataformas dos transformadores. A proteção contra sobretensões na rede de média tensão será feita por meio de para-raios poliméricos 15kV a serem instalados nas cruzetas dos transformadores.

A proteção adicional para o transformador deverá ser realizada por disjuntor termomagnético trifásico a ser instalado em quadro geral de baixa tensão, conforme projeto elétrico.

#### 2.9.4.7 CABOS COM ISOLAÇÃO 15KV

Os cabos aéreos deverão ser de alumínio, cobertos com XLPE (composto extrudado de polietileno termofixo), isolação 15kV, bitola 35 mm<sup>2</sup> para os trechos de rede aérea compacta, e de alumínio nu 02 CA para os trechos de rede aérea convencional (se houver).

#### **2.9.4.8 ESPAÇADOR LOSANGULAR CLASSE 15 kV**

O espaçador losangular classe 15 kV deve ser produzido em material polimérico com alta densidade, cor cinza e alta durabilidade. O espaçador losangular classe 15 kV deve ser homologado na a CELESC.

Figura 12: Espaçador Losangular Classe 15 kV



#### **2.9.4.9 TERMINAL MODULAR/MUFLA CLASSE 15 kV**

Deve se constituir de um sistema para terminação de cabos de potência com isolamento extrudada. Deve-se possibilitar a instalação em espaços limitados, ambientes externos ou internos, podendo ser instalados em posição invertida. Devem apresentar elevada resistência a radiação UV, ao trilhamento elétrico e à erosão.

Figura 13: Mufla Classe 15 kV. Ref: Prysmian ou similar



#### 2.9.4.10 ISOLADOR POLIMÉRICO DE SUSPENSÃO CLASSE 15 kV

Deve ser composto por núcleo de resina epóxi com fibra de vidro, envolto em um composto de borracha de silicone (fixado nas ferragens de conexão por meio de uma compressão radial). As ferragens poderão ser de aço forjado ou ferro fundido galvanizadas a quente, em acordo com a NORMA NBR 6323. Ainda, deve possuir as seguintes características:

- Elevada resistência mecânica (tração e impacto);
- Elevada resistência ao trilhamento elétrico;
- Cor: cinza claro;
- Resistência aos raios ultra violeta e intempéries;
- Isoladores ecológicos em sua utilização.

Figura 14: Isolador Polimérico Classe 15 kV



#### 2.9.4.11 LUMINÁRIA DE LED PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA – 33 W até 50 W

Nos locais que deverão ser retirados os postes de iluminação pública para instalação dos novos deverá ser instalada nova luminária, do tipo LED. As conexões de BT deverão ser reaproveitadas.

#### 2.9.5 MÓDULO FOTOVOLTAICO

O sistema fotovoltaico deverá utilizar módulos de alto desempenho, do mesmo tipo e modelo, os quais devem totalizar uma potência instalada mínima de **110,88 kWp / 90kW**.

A área disponível para a instalação dos módulos fotovoltaicos é localizada no 63° BI e está destacada na planta de situação componente do projeto básico.

Os módulos devem ser posicionados direcionados, sempre que possível, para o norte geográfico ou em disposição que maximize a produção de energia do sistema.

Os módulos devem atender às seguintes especificações:

- Módulo constituído por lâminas de silício monocristalino ou policristalino;
- Potência de módulo fotovoltaico: 585 a 660 Wp;
- Eficiência do módulo fotovoltaico:  $n > 20\%$ ;
- Conexão: através de cabos 4 ou 6 mm<sup>2</sup> com conector MC4 ou compatível;
- Caixa de conexão IP 68, com bornes e diodos de passagem (by-pass) já montados;
- Certificação IEC 61730 - Photovoltaic module safety qualification;
- Certificação IEC 61215 - Crystalline silicone terrestrial photovoltaic modules – Design qualification and type approval;
- Certificação INMETRO (Portaria INMETRO 004/2011 – RTAC001652);
- Empresa classificada como **A ou superior**, segundo o PV Tech em qualquer dos relatórios do ano de 2025 ou 2026;
- Variação máxima de potência nominal nas STC em relação à de placa de  $\pm 5\%$ ;
- Coeficiente de temperatura para potência máxima de no máximo  $-0.46\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- Coeficiente de temperatura para tensão de máxima potência de no máximo  $-0.48\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- Coeficiente de temperatura para corrente de máxima potência de no máximo  $0.02\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- Coeficiente de temperatura para tensão de circuito aberto de no máximo  $-0.36\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- Coeficiente de temperatura para corrente de curto circuito de no máximo  $0.06\%/^{\circ}\text{C}$ ;
- Resistência à Amônia;
- Garantia de, no mínimo, 10 anos para substituição de módulos que apresentam defeitos;
- Garantia de potência de, no mínimo, 20 anos para substituição de módulos que apresentem uma degradação de potência acima de:
  - 10% relativo à potência nominal nos primeiros 10 anos, e

- 20% relativo à potência nominal em 20 anos.

Deverá ser garantido que os módulos fotovoltaicos oferecidos atendam as especificações e recomendações dos inversores conectados à rede.

Figura 15 - Módulo Fotovoltaico – Referência TRINA SOLAR – Módulo Monocristalino Bifacial de Vidro Duplo TSM-DEG21C.20



Figura 16 – Características Módulo Fotovoltaico – Referência TRINA SOLAR – Módulo Monocristalino Bifacial de Vidro Duplo TSM-DEG21C.20

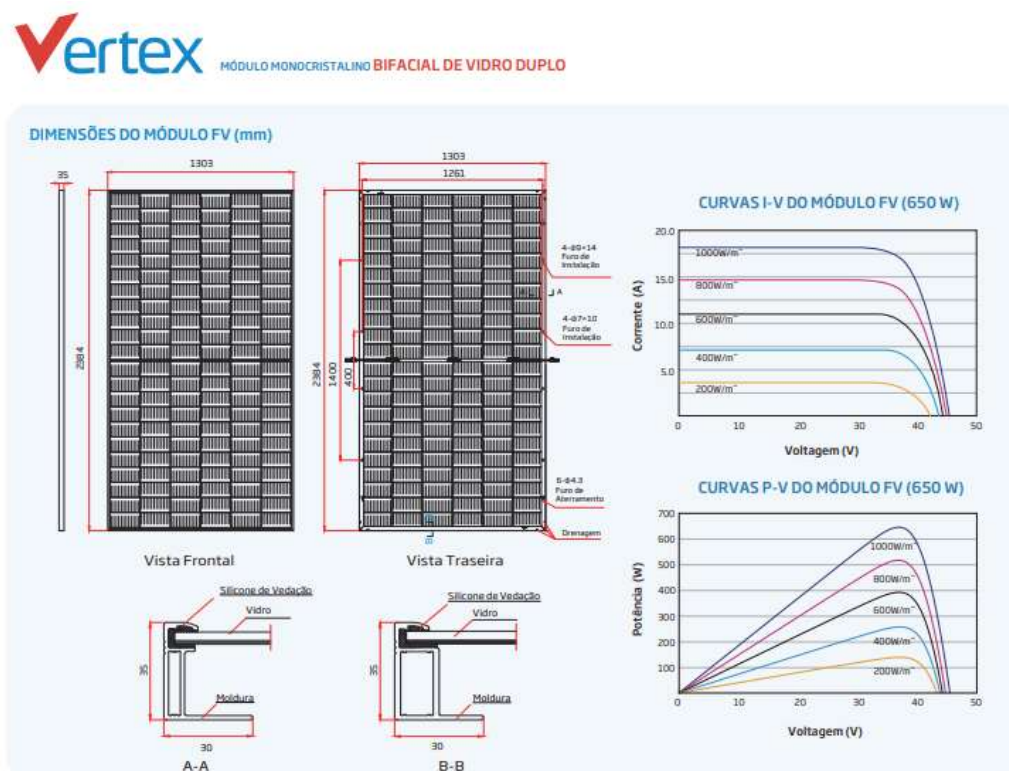


Figura 17 – Características Módulo Fotovoltaico – Referência TRINA SOLAR – Módulo Monocristalino Bifacial de Vidro

## Duplo TSM-DEG21C.20

### DADOS ELÉTRICOS (STC)

|                                             |        |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potência Máxima de Pico - $P_{MAX}$ (Wp)*   | 635    | 640   | 645   | 650   | 655   | 660   | 665   | 670   |
| Tolerância de Potência - $P_{MAX}$ (W)      | 0 ~ +5 |       |       |       |       |       |       |       |
| Tensão de Potência Máxima - $V_{MPV}$ (V)   | 37.1   | 37.3  | 37.5  | 37.7  | 37.9  | 38.1  | 38.3  | 38.5  |
| Corrente de Potência Máxima - $I_{MPV}$ (A) | 17.15  | 17.19 | 17.23 | 17.27 | 17.31 | 17.35 | 17.39 | 17.43 |
| Tensão de Circuito Aberto - $V_{OC}$ (V)    | 44.9   | 45.1  | 45.3  | 45.5  | 45.7  | 45.9  | 46.1  | 46.3  |
| Corrente de Curto Circuito - $I_{SC}$ (A)   | 18.21  | 18.26 | 18.31 | 18.35 | 18.40 | 18.45 | 18.50 | 18.55 |
| Eficiência $\eta$ (%)                       | 20.4   | 20.6  | 20.8  | 20.9  | 21.1  | 21.2  | 21.4  | 21.6  |

STC: Irradiação 1000W/m<sup>2</sup>, Temperatura da Célula 25°C, Massa de Ar AM1.5. \*Tolerância de Medição: ±3%.

### Características Elétricas para Respectivas Potências (10% de Relação de Irradiação)

|                                             |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potência Total Equivalente - $P_{MAX}$ (Wp) | 680   | 685   | 690   | 696   | 701   | 706   | 712   | 717   |
| Tensão de Potência Máxima - $V_{MPV}$ (V)   | 37.1  | 37.3  | 37.5  | 37.7  | 37.9  | 38.1  | 38.3  | 38.5  |
| Corrente de Potência Máxima - $I_{MPV}$ (A) | 18.35 | 18.39 | 18.44 | 18.48 | 18.52 | 18.56 | 18.60 | 18.63 |
| Tensão de Circuito Aberto - $V_{OC}$ (V)    | 44.9  | 45.1  | 45.3  | 45.5  | 45.7  | 45.9  | 46.1  | 46.3  |
| Corrente de Curto Circuito - $I_{SC}$ (A)   | 19.48 | 19.54 | 19.59 | 19.63 | 19.69 | 19.74 | 19.79 | 19.84 |
| Relação de Irradiação (Traseira/Frontal)    | 10%   |       |       |       |       |       |       |       |

Potência Bifacial: 70±5%

### DADOS ELÉTRICOS (NOCT)

|                                             |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potência Máxima - $P_{MAX}$ (Wp)            | 480   | 484   | 488   | 492   | 495   | 499   | 504   | 508   |
| Tensão de Potência Máxima - $V_{MPV}$ (V)   | 34.6  | 34.7  | 34.9  | 35.1  | 35.2  | 35.4  | 35.6  | 35.7  |
| Corrente de Potência Máxima - $I_{MPV}$ (A) | 13.90 | 13.94 | 13.98 | 14.01 | 14.05 | 14.10 | 14.16 | 14.20 |
| Tensão de Circuito Aberto - $V_{OC}$ (V)    | 42.3  | 42.5  | 42.7  | 42.9  | 43.0  | 43.2  | 43.4  | 43.6  |
| Corrente de Curto Circuito - $I_{SC}$ (A)   | 14.67 | 14.71 | 14.75 | 14.79 | 14.83 | 14.87 | 14.91 | 14.95 |

NOCT: Irradiação 800W/m<sup>2</sup>, Temperatura Ambiente 20°C, Velocidade do Vento 1m/s.

### DADOS MECÂNICOS

|                       |                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Células               | Monocristalinas                                                                                                                                                            |
| No. de Células        | 132 células                                                                                                                                                                |
| Dimensões dos Módulos | 2384 × 1303 × 35 mm (93.86 × 51.30 × 1.38 polegadas)                                                                                                                       |
| Peso                  | 38.7 kg (85.3 lb)                                                                                                                                                          |
| Vidro Frontal         | 2.0 mm (0.08 polegadas), Alta Transmissão, Anti Reflexo, Termopendurecido                                                                                                  |
| Material Encapsulante | POE/EVA                                                                                                                                                                    |
| Vidro Traseiro        | 2.0 mm (0.08 polegadas), Termopendurecido                                                                                                                                  |
| Moldura               | 35mm (1.38 polegadas), Liga de Alumínio Anodizado                                                                                                                          |
| J-Box                 | IP 68 rated                                                                                                                                                                |
| Cabos                 | Cabo de Tecnologia Fotovoltaica 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 polegadas <sup>2</sup> ),<br>Retrato: 280/280 mm (11.02/11.02 polegadas)<br>O comprimento do cabo é customizável |
| Conectores            | MC4 EV02 / TS4*                                                                                                                                                            |

\*Consultar vendedor local para saber o conector utilizado

### COEFICIENTES DE TEMPERATURA

|                                            |             |
|--------------------------------------------|-------------|
| NOCT (Temp. Nominal de Operação da Célula) | 43°C (±2°C) |
| Coefficiente de Temp. $P_{MAX}$            | -0.34%/°C   |
| Coefficiente de Temp. $V_{OC}$             | -0.25%/°C   |
| Coefficiente de Temp. $I_{SC}$             | 0.04%/°C    |

### LIMITES OPERACIONAIS

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| Temperatura Operacional  | -40 ~ +85°C    |
| Tensão Máxima do Sistema | 1500V DC (IEC) |
|                          | 1500V DC (UL)  |
| Capacidade Max. Fusível  | 30A            |

### GARANTIA

|                                           |
|-------------------------------------------|
| 12 Anos de Garantia do Produto            |
| 30 Anos de Garantia de Entrega de Energia |
| 2% Degradação do Primeiro Ano             |
| 0.45% Degradação Anual de Potência        |

(Consultar documento de garantia para detalhes)

A CONTRATADA poderá propor um equipamento de outro fabricante, desde que tenha o mesmo nível de qualidade e seja certificado pelo INMETRO e pelas normas técnicas vigentes, em especiais as da ABNT e IEC, de valor similar e que seja submetido à FISCALIZAÇÃO para aprovação. Deve-se atentar para a compatibilidade técnica de tensão e corrente entre o inversor e os módulos.

## 2.9.6 INVERSORES

Os locais de instalação dos inversores serão abrigos em alvenaria a serem construídos. As posições e detalhes construtivos dos abrigos constam no projeto básico. A CONTRATADA será responsável por toda infraestrutura civil e elétrica da instalação e conexão dos inversores ao sistema, bem como interligação com a rede elétrica existente.

Os inversores devem ser capazes de serem instalados em ambientes costeiros e de operar em condições extremas de calor e poeira, ainda devem ser instalados de forma que não sejam expostos diretamente a luz solar.

Ademais, os inversores devem atender aos seguintes requisitos:

- Inversor trifásico e projeto para operar conectado em rede elétrica de 60Hz;
- Grau de proteção mínimo IP65;
- Temperatura máxima de trabalho maior que 60°C;
- Distorção harmônica de corrente total (THDi) inferior a 3%;
- Eficiência igual ou superior a 98% qual o carregamento for igual ou superior a 50%;
- No mínimo 2 entradas mppt;
- Entrada por conectores MC4 ou compatível;

- Os inversores devem incluir software de monitoramento, em tempo real, das variáveis relevantes ao fluxo de energia, bem como estado dos alarmes;
- Deve possuir interface de comunicação via Wi-fi;
- Interface de comunicação RJ45. Caso o equipamento não forneça conexão direta para configuração, start e monitoramento, todos os acessórios devem ser fornecidos e instalados pela CONTRATADA. Não serão elaborados aditivos no que diz respeito a tais acessórios;
- Garantia mínima de 10 anos;
- Certificação IEC 61727:2004 e IEC 62116:2014;
- Registro no programa brasileiro de etiquetagem do INMETRO;
- Deve estar homologado para utilização na área de concessão da CELESC;
- A razão entre a potência nominal do inversor e a potência total de módulos fotovoltaicos deve estar situada entre 0,88 e 1,25;
- Indicação de alarmes, falhas e incompatibilidade de programação.

Os inversores devem ser submetidos à FISCALIZAÇÃO para aprovação.

Figura 18 - Inversor – Referência GROWATT MID 30KTL3-X2, Sungrow, Huawei, Fronius ou similar



**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Fornecimento e instalação: após a instalação e fixação dos módulos e inversores por kWp. 5% dos valores do fornecimento dos equipamentos será medido após os testes de funcionamento.

### 2.9.7 SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE

Deverá ser fornecido um sistema de supervisão, controle e aquisição de dados para monitorar o desempenho e funcionamento dos equipamentos do sistema.

O sistema de monitoramento deverá apresentar as seguintes funcionalidades e exibir as

seguintes variáveis:

- O sistema de monitoramento deve proporcionar dados a nível de módulo para permitir que a operação e manutenção sejam eficientes;
- Energia AC injetada no ponto de conexão (kWh);
- Potência instantânea (W);
- Energia AC de saída de cada inversor;
- Energia produzida diariamente e energia total para todo o sistema;
- Gráficos;
- Dados de sensores locais, se instalados;
- Informação a nível de módulo (a cada par de módulos);
- Deve cumprir as normas IEC 62053, IEC 60051-1 e IEC 61036.

### **2.9.8 ISOLAÇÃO E PROTEÇÃO**

A CONTRATADA deve projetar o sistema de forma que cada inversor e cada módulo fotovoltaico possam ser isolados individualmente para manutenção e reparo/substituição.

Os inversores devem ser capazes de detecção de arco.

A CONTRATADA deve instalar um relé de proteção anti-ilhamento para isolar o sistema fotovoltaico da rede em caso de falha. Os relés de proteção devem cumprir com IEC 60255.

O disjuntor para seccionamento da rede AC precisa ser adequado para operação com fluxo de energia inverso (backfeed).

### **2.9.9 CONECTOR SOLAR PARA MÓDULO FOTOVOLTAICO**

Os conectores devem ser compatíveis com o módulo e inversor ofertado.

A conexão entre os módulos fotovoltaicos deverá ser realizada por conectores solares apropriados (modelo do conector MC4 ou equivalente) para o tipo de instalação, do tipo macho e fêmea e com as seguintes características mínimas:

- Conector (macho e fêmea) – corrente nominal compatível com o ponto de aplicação do conector, tensão 1000V (DC), resistentes às intempéries e radiação ultravioleta (UV), atendimento aos requisitos da norma EM 50521:2008, compatível com as seções de cabo condutor padrão solar utilizado na instalação elétrica, temperatura de operação de até 85°C, grau de proteção IP 67 (IEC 60529:1989) e garantia mínima de 10 anos.

Figura 19 - Conector tipo MC4



Os conectores deverão ser posicionados dentro de infraestrutura existente na estrutura de suporte (eletroduto ou eletrocalha), de modo a não sofrerem movimentação por vento e não ficarem em contato com água.

Quanto à montagem dos conectores, eles possuem um terminal metálico interno, ao qual o cabo deverá ser fixado por compressão, processo chamado de crimpagem. Nesse processo, o cabo é fixado ao terminal metálico por deformação plástica de ambos, resultante de compressão por ferramenta especial. A crimpagem deverá ser realizada de acordo com as instruções do fabricante e utilizando as ferramentas indicadas.

O cabo deverá ser decapado, com ferramenta adequada, somente no momento da crimpagem, e deverá ser mantido perfeitamente limpo e isento de umidade, inclusive sem que a mão do operador entre em contato com a parte metálica exposta (cobre estanhado), para evitar a contaminação por suor, gordura ou outros resíduos carregados na mão.

A crimpagem somente deverá ser realizada com ferramentas apropriadas, indicadas pelo fabricante do conector e, depois de concluída, deverá ser verificada visualmente e mecanicamente por meio de tração.

Após a verificação da crimpagem o conector deverá ser fechado e vedado, utilizando ferramentas apropriadas e indicadas pelo fabricante, com torque adequado, de modo a garantir o índice de proteção IP 67 (IEC 60529:1989).

#### **2.9.10 CABO DE COBRE PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**

Deverá ser utilizado cabo elétrico, padrão solar, para interligação em corrente contínua entre elementos existentes na instalação. Os requisitos técnicos mínimos que estes cabos devem possuir são:

- Seção: a seção dos cabos CC deve ser determinada com base nos critérios de seção mínima, capacidade de condução de corrente e queda de tensão (conforme projeto);
- A queda de tensão máxima no condutor deve ser de 2%, quando percorrido pela corrente nominal;
- Condutor Flexível: Cabo formado por fios de cobre eletrolítico, estanhado, têmpera mole, encordoamento classe 5. O condutor deve estar conforme a norma IEC 60228;
- Isolação: Termofixo à base de etileno-propileno (HEPR), apropriado para temperatura de operação no condutor em regime permanente de até 90°C e composto termofixo extrudado suportando até 20.000 horas a temperatura de 120°C – sem propagação de

- chamas, auto extinção de chama e ausência de halogênios;
- Cobertura: Camada extrudada de cloreto de polivinila – PVC (ST2), com características especiais de resistência à chama, resistente ao UVB, intempéries e livre de chumbo (isento de metais pesados);
  - Tensão de trabalho: AC em 0,6/1 kV e DC em 1,1/1,8 kV;
  - Temperatura de operação: -40°C a 120°C;
  - Temperatura de trabalho até 120°C em serviço contínuo, 160°C em sobrecarga e 250°C em curto-circuito;
  - Padrão de cores: vermelha para condutor ligado ao polo positivo do sistema fotovoltaico; preta para condutor ligado ao polo negativo do sistema fotovoltaico; verde ou verde-amarelo para condutor de aterramento do sistema.

Figura 20 - Cabo Solar



**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** Após instalação dos cabos, interligando os módulos e o(s) inversor(es).

#### **2.9.11 STRING BOX DC (CAIXA DE JUNÇÃO)**

Quadro com dispositivos de proteção e seccionamento conectados ao lado CC, permitindo a manutenção do sistema elétrico e proteção contra sobrecarga e curto-circuito, assim como surtos de sobretensão. Além disso, possui conexão com o inversor e também ao quadro de proteção da rede elétrica.

Deverá ser dimensionado conforme o nível de tensão dos módulos em série e pela corrente dos módulos em paralelo. Ainda, deve possuir entradas suficientes para todas as strings.

Deverá possuir, minimamente, as seguintes características:

- Montado em caixa de PVC reforçado, com nível de proteção mínimo IP 65;
- Entrada para conexão em bornes;
- Protetores de surto indicados para utilização em sistemas fotovoltaicos DC;
- Deverá possuir porta fusível e fusível para cada entrada (positiva e negativa);
- Deverá ser montado conforme projeto executivo;
- Adequado para uso externo;
- Atender norma EN 50539-11 (Certificado UL-BR19:1204);
- Grau de proteção IP 20.

Figura 21 - String Box – Referência Proauto ou similar



### 2.9.12 DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS - DPS

Para este sistema, deve ser instalado um DPS Classe I o mais próximo possível dos módulos fotovoltaicos e um DPS Classe II a cada 15 metros de cabeamento CC, até a string box, ou quadro, que também deverá possuir um conjunto de DPS Classe II.

Os dispositivos de proteção (DPS) deverão atender aos seguintes requisitos:

- DPS Classe I:
  - Corrente de Impulso ( $10/350\mu s$ )  $\geq 12,5$  KA
  - Corrente de descarga nominal  $\geq 30kA$
  - Corrente de descarga máxima  $\geq 60kA$
- DPS Classe II
  - Corrente de descarga nominal  $\geq 20kA$
  - Corrente de descarga máxima  $\geq 40kA$
- Proteção Térmica;
- Máxima corrente de curto circuito sem fusível backup  $>5kA$ ;
- Sinalização do status de operação;
- Tempo de resposta:  $< 25ns$ ;
- Tecnologia Varistor;
- Detecção eletrônica de surto.

Figura 22 - DPS. Protótipo Comercial – Referência Clamper ou similar



### 2.9.13 CHAVE SECCIONADORA CORRENTE CONTÍNUA

Dispositivo que possibilita a interrupção do fluxo de corrente em situações de emergência e manutenção. Serve também de atuador para o controle da operação do sistema.

Serão instaladas nas caixas de junção, de modo a promover a proteção dos arranjos fotovoltaicos (strings).

Deverão ser dimensionadas conforme a potência e configuração do sistema e ser instalada conforme projeto, em CC e CA.

Figura 23 - Chaves seccionadoras – Referência ABB ou similar



#### 2.9.14 DISJUNTORES DE PROTEÇÃO

Os disjuntores terão função de proteção, interrompendo dado circuito em caso de curto-circuito e/ou sobrecarga. Deverão ser instalados na saída de cada inversor e em barramento para seccionamento geral da planta fotovoltaica.

Ainda, os disjuntores devem ser dimensionados conforme projeto executivo a ser elaborado e deverão atender aos seguintes requisitos:

- Disjuntor caixa moldada unipolar, bipolar ou tripolar, conforme projeto;
- Corrente nominal a 30°C, conforme projeto elétrico;
- Mecanismo de disparo: termomagnético, curva C;
- Tensão nominal mínima: 250V para disjuntores mono e bipolares e 380V para disjuntores trifásicos;
- Frequência nominal 50/60Hz;
- Capacidade de interrupção nominal mínima de 4,5KA para circuitos terminais;
- Capacidade de interrupção nominal mínima de 15KA para proteção geral;
- Norma DIN (padrão europeu) e normas NBR 60898 e NBR IEC 60947-2;
- Certificação INMETRO obrigatória.

Figura 24 - Disjuntores termomagnéticos norma DIN. Ref.: Siemens ou similar



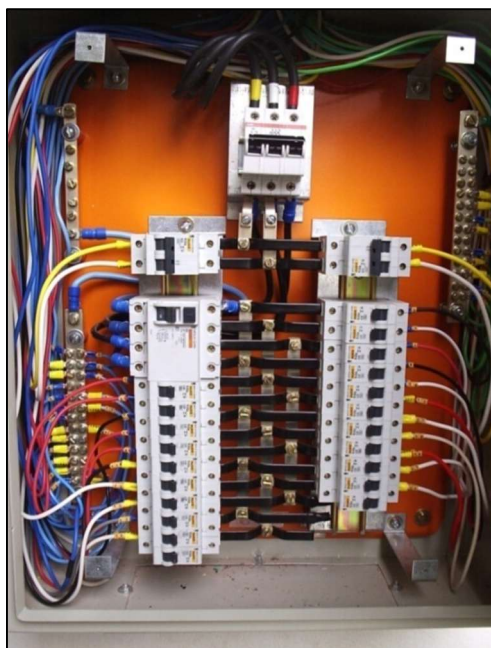
#### 2.9.15 QUADRO DE DISJUNTORES

Será metálico, com capacidade de abrigar os dispositivos de proteção (inclusive espaços-reserva) indicados nos respectivos quadros de cargas e diagramas unifilares anotados em plantas. O fornecedor deverá apresentar certificação do painel conforme NBR-IEC-60439-1. O tamanho do quadro será compatível com a quantidade de disjuntores.

Deverão atender aos seguintes requisitos:

- Instalação de luminárias;
- Instalação de pontos de força;
- Sobrepor ou de embutir, conforme projeto;
- Graus de proteção IP 54;
- Espessura de chapa #16 BWG;
- Tipo do fecho: triangular metálico;
- Dimensões conforme PROJETO ELÉTRICO;
- Tratamento interno e externo c/ pintura epóxi a pó;
- Barramento conforme projeto e isolado por material termo retrátil (termo contrátil);
- Barra de neutro e aterramento separados;
- Espelho de proteção interno em acrílico transparente de no mínimo 2mm de espessura;
- Os recortes do espelho deverão estar de acordo c/ os equipamentos instalados, não permitindo a introdução de objetos ou toque acidental nas partes energizadas;
- Identificação de componentes e circuitos conforme o projeto;
- Utilização de terminais de compressão, conforme as bitolas dos cabos;
- Utilização de anilhas nos cabos com a numeração dos circuitos;
- O quadro deve atender a NR 10;
- Em tamanho compatível com diagrama unifilar do projeto.

Figura 25 - Quadro de disjuntores



### 2.9.16 IDENTIFICAÇÃO DOS QUADROS, DISJUNTORES E CABOS

As seguintes inscrições deverão constar como identificação aos elementos das instalações elétricas, lógicas e telefônicas, sendo que em caso de dúvidas, a CONTRATADA deverá contatar a FISCALIZAÇÃO.

#### QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO (ELÉTRICOS)

Identificação: QD-xx, onde xx é o nº sequencial do quadro.

Material: plástico ABS e pintura especial na cor preta com as letras brancas.

#### DISJUNTORES

Identificação: etiqueta com o nº do circuito colado ao lado do disjuntor.

Material: plástico ABS e pintura especial na cor preta com as letras brancas.

Colar no lado interno da tampa do quadro uma folha relacionando o nº do circuito com o local onde foram instaladas as tomadas ou luminárias.

Figura 26 - Identificação dos disjuntores no quadro



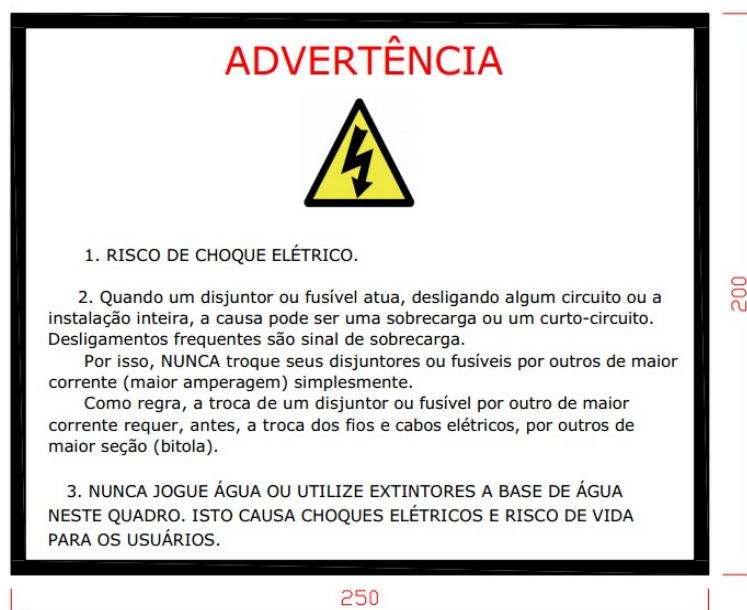
#### CONDUTORES ELÉTRICOS

Todos os circuitos serão devidamente identificados nos quadros de disjuntores e nas caixas de passagem através de anéis plásticos com o número do circuito, da marca SISA ou similar.

#### ETIQUETA DE ADVERTÊNCIA

A CONTRATADA deverá fixar uma etiqueta de advertência indicada a seguir, no quadro de disjuntores, de forma que não seja facilmente removível. A etiqueta deverá ser impressa digitalmente em vinil autoadesivo medindo aproximadamente 250x200mm.

Figura 27 – Modelo de etiqueta de advertência



### 2.9.17 CONDUTORES ELÉTRICOS COM ISOLAÇÃO DE 0,6/1KV

Deverão atender aos seguintes requisitos:

- Compostos de fios de cobre nú com têmpora mole;
- Encordoamento classe 5;
- Flexível;
- Isolação de composto termofixo em dupla camada de borracha HEPR;
- Cobertura em composto termoplástico de PVC Flexível, sem chumbo, resistente a chama;
- Temperatura de 90°C em serviço contínuo, 130°C em sobrecarga e 250°C e, curto-circuito;
- Não propagação e auto extinção de fogo;
- Deve apresentar na parte externa de seu isolamento as seguintes informações: marca, seção nominal e norma da ABNT a que atendem;
- Cor preto, devendo a CONTRATADA identificar as extremidades com fita isolante colorida, conforme padrão de cores;
- Em conformidade com a NBR NM 280 e NBR 7286.

Protótipo comercial: Eprotenax Gsette EPR 0,6/1KV, da PRYSMIAN ou similar.

### 2.9.18 CONDUTORES ELÉTRICOS COM ISOLAÇÃO DE 450/750V

Deverão atender aos seguintes requisitos:

- Compostos de fios de cobre nu com têmpora mole;
- Encordoamento classe 5;

- Flexível;
- Isolação dupla com a camada interna e externa em PVC antichama e sem chumbo;
- Temperatura de 70°C em serviço contínuo, 100°C em sobrecarga e 160°C e, curto-circuito;
- Não propagação e autoextinção de fogo;
- Deve apresentar na parte externa de seu isolamento as seguintes informações: marca, seção nominal e norma da ABNT a que atendem;
- Cores diversas, conforme especificado no item conforme padrão de cores;
- Em conformidade com a NBR NM 280, NBR 247-2 e NBR 247-3;

Protótipo comercial: Superastic Flex Dupla Camada 750V, da PRYSMIAN.

### 2.9.19 ELETRODUTO DE PEAD CORRUGADO

Duto corrugado com padrão de dimensão, resistência a compressão e impacto, conforme as normas do Comission Elettrotechnique Internationale, European Standard EN50086 e a ABNT NBR 15715 (linha techduto NBR).

A corrugação interna e externa deve manter uma ótima flexibilidade, minimizando o seu raio de curvatura. Ser fabricado em polietileno de alta densidade (PEAD), com alta resistência a agressões químicas e baixo coeficiente de atrito. Ser específico para utilização na proteção de condutores elétricos, de telecomunicações, TV a cabo e em instalações subterrâneas.

Figura 28 - Eletroduto PEAD, Techduto ou similar



### 2.9.20 ELETRODUTO FLEXÍVEL

Os eletrodutos de PVC flexível deverão ser utilizados somente nas instalações embutidas, seja nas paredes, piso, lajes ou diretamente no solo. Deverão ser colocados de modo a evitar sua deformação e a entrada de argamassa ou nata de concreto durante a concretagem.

Deverão atender às normas (13) (14) e aos seguintes requisitos:

- Material: PVC flexível corrugado, para bitola de até 1", e PEAD, para bitolas acima;
- Receber tratamento antichamas;
- Tipo médio, para até 1", e pesado, para acima;
- Resistência diametral mínima de 750 N/cm para 1";
- Acabamento na cor laranja, para 1", e cor cinza ou preta, acima;
- Superfícies externas e internas isentas de irregularidades, saliências, reentrâncias; e

- Deverá apresentar certificação do INMETRO.

Figura 29 - Tubo Flexível



### 2.9.21 ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO

As derivações, emendas, curvas e juntas deverão ser feitas com peças acessórias específicas para eletrodutos de PVC, de forma a garantir qualidade e robustez. Deverão atender às normas (13) e aos seguintes requisitos:

- Material de PVC rígido, com tratamentos antichamas (autoextinguível);
- Classe A;
- Com rosca nas duas extremidades;
- Espessura mínima de parede de 2,0 mm ou maior, conforme o diâmetro nominal;
- Acabamento na cor cinza, nas instalações elétrica, telefônicas e SPDA; e cor vermelha, nas instalações de alarme de incêndio; e
- Superfície externa e interna isenta de irregularidades, saliências, reentrâncias.

Tabela 6 - Espessura mínima de parede de acordo com diâmetro nominal

| Diâmetro Nominal | Espessura mínima de parede (mm) |
|------------------|---------------------------------|
| 3/4"             | 2,3                             |
| 1"               | 2,7                             |
| 1 1/4"           | 2,9                             |
| 1 1/2"           | 3,0                             |
| 2"               | 3,1                             |
| 2 1/2"           | 3,8                             |
| 3"               | 4,0                             |
| 4"               | 5,0                             |

Figura 30 - Tubo PVC rígido, conexões e acessórios



### 2.9.22 ELETRODUTOS METÁLICOS

#### Especificação do Material:

- Material: aço carbono rígido;
- Com luva em uma das extremidades e protetor de rosca na outra;
- Os eletrodutos deverão ser do tipo semipesado (médio), figura 12.
- Medidas: barras de 3000mm, espessura mínima da chapa 0,90mm;
- Diâmetro conforme solicitado no projeto;
- Acabamento: Zincado a Fogo (“Galvanizado a Fogo”) quando instalada externamente e Pré Zincado quando instalada internamente;
- Superfícies externa e interna isentas de irregularidades, saliências, reentrâncias.
- Norma Técnica: NBR 13057.

Figura 31 - Eletroduto metálico, conforme NBR 13057. Protótipo Comercial: Elecon ou similar



### 2.9.23 ATERRAMENTO DAS INSTALAÇÕES

Todas as partes metálicas da instalação fotovoltaica, não destinadas a conduzir corrente, tais como: estruturas de suporte, eletrodutos, eletrocalhas, caixas de quadros elétricos (CC ou CA), entre outros, devem ser protegidas por meio da interconexão elétrica das mesmas, mantendo isolamento da parte energizada e conexão à malha terra do sistema de aterramento. Esse processo deve ser executado seguindo as determinações das normas NBR 5410:2004 e NBR 5419:2015, no que for aplicável.

As estruturas de suporte, os módulos fotovoltaicos, os inversores e todos os demais componentes da UFV deverão ser aterrados.

#### 2.9.23.1 HASTE DE ATERRAMENTO

Deverão atender aos seguintes requisitos:

- Material: Aço carbono ABNT 1010 a 1045, trefilado, revestido com cobre eletrolítico com, no mínimo 95% de pureza e sem traços de zinco;
- Espessura mínima da camada de cobre: 0,254mm;
- Dimensões: 5/8" x 3,0m;
- Acabamento: deve ser lisa, cilíndrica, isenta de torceduras, talhos, incrustações,

arranhões profundos, empenos, marcas de fieiras ou qualquer outra imperfeição que possa afetar a sua resistência ou interferir no processo de emenda por solda exotérmica. Não deve apresentar imperfeições no revestimento de cobre.

Figura 32 - Haste de aterramento. Ref.: MAGNET ou similar



### 2.9.23.2 CAIXA DE INSPEÇÃO

Deverão atender aos seguintes requisitos:

- Caixa de inspeção em polipropileno reforçado Ø300x300mm;
- Tampa em ferro fundido reforçada e articulada.

Figura 33 - Caixa de inspeção cimento c/ tampa de ferro fundido. Ref.: TEL 552 e TEL 536 ou similares



### 2.9.23.3 CAIXAS DE PASSAGEM

Serão instaladas enterradas, para a acomodação dos cabos provenientes da usina fotovoltaica.

Devem ser instaladas conformes dimensões e condições do projeto, com robustez suficiente para enfrentar as condições ambientais e garantir a durabilidade da instalação.

**Corpo da Caixa:** Fabricada em material resistente à corrosão, como polietileno reforçado com fibra de vidro (GRP) ou concreto polímero. Para locais com alto risco de impacto mecânico, considerar concreto de alta resistência.

**Tampa:** Deve ser fabricada em material resistente a cargas pesadas e aos raios UV. Em geral, utiliza-se GRP, concreto reforçado ou ferro fundido galvanizado.

**Largura e Comprimento:** Dimensões mínimas internas de 500 x 500 mm, ajustáveis conforme a quantidade de cabos que a caixa acomodará.

**Profundidade:** Profundidade mínima de 400 mm, ou conforme o especificado no projeto, para garantir o espaço adequado para a organização e o manuseio dos cabos.

**Grau de Proteção:** Mínimo IP68 para evitar a entrada de água e poeira, especialmente em

áreas suscetíveis a alagamentos.

Figura 34 - Caixa de passagem



#### 2.9.24 MURETA DE ALVENARIA.

Está prevista a construção de uma mureta de alvenaria para abrigo dos inversores do projeto.

A mureta deverá ser construída no local determinado em projeto executivo, para acomodar um quadro de proteção geral da instalação, inversores e rack de lógica. A mureta deverá ser construída conforme projeto, com acabamento e cobertura.

#### 2.9.25 TRANSFORMADOR 150 KVA / CLASSE 15 KV / 380-220 V

Este transformador será instalado na entrada de energia do quartel, permitindo a conexão com a rede de distribuição de energia elétrica na potência adequada.

**Tipo de Transformador:** Transformador de potência trifásico, com isolamento a óleo mineral isolante, dependendo das especificações do projeto executivo.

**Frequência Nominal:** 60 Hz.

**Potência Nominal:** 150 kVA.

**Grau de Proteção:** IP54.

**Classe de Isolamento:** Classe 15 kV.

**Tensão Primária:** 13800 V  $\pm 5\%$ .

**Tensão Secundária:** 380/220 V.

**Base de Instalação:** Instalar em poste, conforme projeto.

#### 2.9.26 POSTES

Serão instalados postes para interligar a usina fotovoltaica à rede de média tensão existente na organização militar. Para tanto, a rede deve sair em baixa tensão do quadro fotovoltaico e se conectar ao disjuntor geral da instalação através de rede subterrânea (em parte) e aérea (em parte), conforme previsto no projeto elétrico. Estes postes devem suportar as cargas elétricas e mecânicas

impostas pelos cabos e isoladores. Está previsto a instalação de rede multiplexada em baixa tensão em conjunto com a rede existente.

**Concreto Armado ou Pré-Moldado:** Fabricado com concreto de alta resistência (mínimo  $f_{ck}$  de 30 MPa).

**Altura do Poste:** 11 m.

Capacidade de Carga: 600 daN.

### 2.9.27 CERCA MISTA

Toda a área de usina fotovoltaica deverá ser cercada com cerca mista, de modo a isolar a área da usina fotovoltaica.

**Cerca de Alambrado:** Estrutura física de proteção, de material resistente a intempéries.

**Altura Total:** A altura total da cerca deve ser de, no mínimo, 3 metros, cravados 0,5m no solo.

**Espaçamento dos Postes:** Postes com distância máxima de 2,5 metros entre si para garantir estabilidade.

**Tipo de Malha:** Tela de alambrado galvanizada, com arame de no mínimo 2,77 mm de diâmetro e malha quadrada de 5 cm x 5 cm.

**Postes de Sustentação:** Postes de aço galvanizado ou concreto com proteção anticorrosiva, de acordo com as normas NBR 8451 e NBR 8452 para resistência mecânica.

**Base de Fixação:** Fundação de concreto para cada poste, com no mínimo 30 cm de profundidade e largura, para garantir estabilidade e resistência à tração.

Figura 35 - Cerca Mista



### 2.9.28 MANTA GEOTÊXTIL

Deverá ser instalada, após a limpeza do terreno, em área demarcada em projeto manta do tipo geotêxtil, do tipo "Bidim". A função da manta é garantir que não cresça vegetação no local demarcado pela usina, de modo a facilitar a manutenção desta.

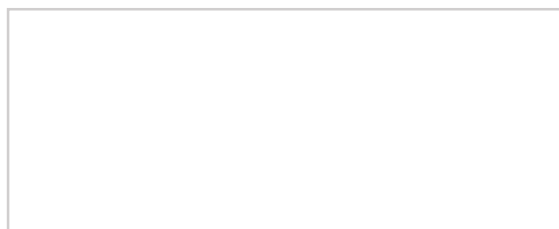
**CRITÉRIO DE MEDIÇÃO:** por m<sup>2</sup> instalado.

Curitiba, PR, 08 de julho de 2026.

Autor:



**MATHEUS CAZUZA** DE LIMA – Capitão  
Eng. Eletricista CREA CE 0618499830  
Adjunto da Seção Técnica da CRO 5



**LUISE CAROLINE DANIEL MIELKE** – 2º Tenente  
Eng. Civil CREA PR 116.846/D  
Adjunta da Seção Técnica