ANEXO II - TERMO DE REFERÊNCIA
PREGÃO ELETRÔNICO Nº 015/2020

FACULDADE DO GAMA – FGA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

0A	Emissão Inicial		UnB		UnB
N°	DISCRIMINAÇÃO DAS REVISÕES	DATA	CONF.	DATA	APROV.

Universidade de Brasília

CEB DISTRIBUIÇÃO

FINATEC
Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos

Sistema de Geração Solar Fotovoltaica

Projeto Básico do Sistema de Geração Solar Fotovoltaica de 146 kWp – Requisitos Técnicos Mínimos

Sumário

1. Introdução 3
2. Definições e terminologia 3
3. Serviços a serem prestados 4
3.1. Elaboração de projeto executivo 4
3.2. Fornecimento de materiais 5
3.3. Montagem mecânica 6
3.4. Montagem de instalações elétricas 6
3.5. Elaboração de documentação técnica 7
3.6. Comissionamento e avaliação de desempenho 7
3.7. Treinamento de equipe de manutenção 7
4. Local de Instalação 7
5. Requisitos Técnicos Mínimos 9
5.1. Estrutura metálica 9
5.2. Módulos fotovoltaicos 10
5.3. Conector solar para módulos fotovoltaicos 12
5.4. Cabo elétrico, padrão solar; 13
5.5. Eletrodutos e Eletrocalhas 15
5.6. Caixa de junção módulos fotovoltaicos 15
5.7. Quadro geral de baixa tensão (QGBT) – Planta fotovoltaica 17
5.8. Inversores solar 19
5.9. Multimedidor de grandezas elétricas 21
5.10. Aterramento das instalações 22
5.11. Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) 23
5.12. Estação Solarimétrica 23
5.13. Comissionamento e documentação 30
5.14. Manutenção 30
5.15. Peças de Reposição 31
6. Condições para contratação 31
7. Valor máximo aceitável 32
8. Garantia 31
8.1. Garantia da instalação 32
8.2. Garantia de desempenho 32
9. Pagamento, Prazos e Cronograma de Execução 34

1. Introdução

O presente documento se insere no âmbito do projeto "Geração Distribuída no Campus da Universidade de Brasília Integrada a Rede de Distribuição da CEB", as quais estão previstas nos acordos de cooperação 501/2018 e 502/2018, celebrados entre Fundação Universidade de Brasília (FUB), FINATEC e CEB Distribuição. O mesmo tem por finalidade a apresentação dos requisitos técnicos mínimos para o projeto, montagem, comissionamento e avaliação de desempenho do Sistema de Geração Fotovoltaica de 146 kWp, a ser instalado em edificações da Universidade de Brasília (UnB), sendo 131kWp na cobertura do prédio LDTEA da Faculdade do Gama (FGA)e 15kWp na cobertura do prédio MASP, no campus da Faculdade do Gama (FGA).

2. Definições e terminologia

As terminologias utilizadas neste documento tomam por referência o documento NBR 10899:2013: Energia Solar Fotovoltaica - Terminologia. A seguir, são apresentados os principais termos utilizados ao longo deste documento:

- Arranjo fotovoltaico ou *Array*: conexão de strings fotovoltaicas em paralelo.
- Caixa de junção ou String Box: Quadro elétrico CC que contém dispositivos de proteção, seccionamento e medição, aplicado para a conexão de strings fotovoltaicas em paralelo.
- Condições padrão de teste (*Standard Test Conditions* – STC): Condições de ensaio para células e módulos fotovoltaicos, especificadas na IEC 61836:2016. Tais condições são: irradiância de 1.000 W/m^2, normal à superfície; temperatura da junção da célula igual a 25°C e massa de ar (AM) igual a 1,5.
- Crimpagem: Processo de fixação de cabo elétrico a um terminal metálico, por deformação plástica de ambos, resultante de compressão por ferramenta específica.
- Inversor: Conversor eletrônico de potência que converte o sinal contínuo do gerador fotovoltaico para alternado, compatível com a rede elétrica.
- Irradiância solar: Taxa de incidência de radiação solar em uma superfície, por unidade de área, normalmente medida em watt por metro quadrado (W/m^2).
- Módulo fotovoltaico: Conjunto de células fotovoltaicas, interligadas eletricamente e encapsuladas, com o objetivo de gerar energia elétrica.
- Potência nominal ou potência de pico: Potência em um ponto da curva característica de um gerador fotovoltaico, onde o produto da corrente pela tensão é máximo. É medida sob as condições padrão de ensaio (STC) e especificada em watt-pico (Wp).

- Série fotovoltaica ou String: Circuito no qual os módulos fotovoltaicos são ligados em série com o intuito de gerar a tensão de saída desejada para um arranjo fotovoltaico.
- Rastreador do ponto de máxima potência (*Maximum Power Point Tracking* – MPPT): Circuito de entrada do inversor utilizado para maximizar a potência fornecida pelo arranjo fotovoltaico em função das condições de operação.
- Usina Fotovoltaica – UFV: Sistema fotovoltaico conectado à rede de médio a grande porte.

3. Serviços a serem prestados

Os serviços a serem prestados pela contratada estão especificados nas próximas seções.

3.1. Elaboração de projeto executivo

O projeto executivo deve estar em português, seguir as normas técnicas relativas à instalações elétricas, sistemas fotovoltaicos e saúde/segurança e conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Planta geral do sistema de geração fotovoltaico, no formato CAD, indicando a disposição dos módulos fotovoltaicos sobre a cobertura, disposição e localização dos inversores e outros componentes (cabos, caixas de junção, sistemas de medição, etc.) que perfazem a instalação;
- Diagramas unifilares, no formato CAD, contendo: conexões elétricas entre módulos fotovoltaicos; conexão entre módulos fotovoltaicos, caixas de junção e inversores; conexão entre inversores e quadros gerais de baixa tensão; os diagramas unifilares devem conter as especificações e características dos componentes da instalação;
- Lista dos materiais empregados na planta fotovoltaica, e seus respectivos quantitativos, indicando a marca e modelo. Os catálogos técnicos de todos os equipamentos deverão acompanhar a lista de materiais;
- Detalhamento dos locais de instalação dos inversores, no formato CAD, contendo sua disposição e a indicação de janelas, portas, eletrocalhas e/ou eletrodutos e outros itens pertinentes;
- Memorial de cálculo do projeto elétrico, contendo a especificação de todos os componentes do sistema fotovoltaico, tais como cabos CC e CA, sistemas de proteção (fusíveis, disjuntores, seccionadores, proteção contra surtos, etc.) entre outros equipamentos elétricos;

- Memorial de cálculo do projeto de aterramento, contendo a especificação de todos os componentes do sistema, tais como cabos, conectores e outros componentes;
- Análise estrutural das coberturas onde serão instalados os módulos fotovoltaicos;
- Memorial de cálculo do projeto das estruturas de sustentação e fixação dos módulos fotovoltaicos, considerando as premissas mínimas estabelecidas na seção 05 - Requisitos Técnicos Mínimos;
- Projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas para a planta fotovoltaica, a qual deverá ser integrada aos sistemas já existentes na instalação;
- Simulação do sistema em software especializado gerando um relatório de geração, porcentagem de perdas e demais características relevantes. Tal relatório deve ser entregue em mídia virtual em formato PDF, assinado pelo responsável pelo projeto de modo a atestar a validade da simulação.
- Memorial de cálculo de todos os elementos não referenciados nos itens anteriores;
- Cronograma para execução dos trabalhos.

Além dos requisitos anteriores, deve-se observar as seguintes condições:

- A contratada deve fornecer ART relativa ao projeto executivo.
- Após a montagem e comissionamento do sistema fotovoltaico, todas as informações devem ser atualizadas, como construído - *as built* - para compor a documentação técnica do projeto.

3.2. Fornecimento de materiais

Todos os materiais a serem fornecidos pela CONTRATADA deverão ser novos, estar em embalagens originais no momento da entrega e em perfeitas condições de funcionamento. Todos os manuais deverão ser entregues ao fim da instalação.

Os materiais devem atender aos requisitos mínimos detalhados na seção 05 - Requisitos Técnicos Mínimos, bem como às normas técnicas aplicáveis e aos mais altos padrões de qualidade existentes no mercado.

Os principais materiais a serem fornecidos são:

- Módulos fotovoltaicos;
- Inversores;
- Estruturas de sustentação para os módulos fotovoltaicos e fixação sobre as coberturas, sejam de telhas metálicas ou de laje;
- Infraestrutura necessária para acomodação dos inversores, proteções, cabos e demais itens da planta fotovoltaica;

- Todos os cabos, materiais elétricos e dispositivos (quadros elétricos, proteções, etc.) dos circuitos de corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA);
- Todos os materiais elétricos e acessórios necessários (proteções, barramentos, etc.) para adequação dos Quadros de Distribuição existentes, nos quais será realizada a conexão à rede elétrica;
- Medidores de energia, seguindo os requisitos especificados na seção 05 - Requisitos Técnicos Mínimos, para medição da energia injetada nos pontos de conexão à rede elétrica;
- Todo o material (hastes, suportes, elementos de fixação, isoladores, cabos, etc.) necessários para instalação, atualização e adequação do SPDA;
- Todos os materiais e peças de reposição necessários para a CONTRATANTE realizar trabalhos de operação e manutenção, conforme definido neste documento.

3.3. Montagem mecânica

Os serviços de montagem mecânica consistem em:

- Montagem das estruturas de suporte e fixação dos módulos fotovoltaicos;
- Fixação dos módulos nas respectivas estruturas de suporte;
- Montagem e fixação de todo equipamento e materiais elétricos nos locais e ambientes especificados no projeto executivo;
- Montagem das caixas de junção e inversores;
- Vedação dos pontos de fixação ou aberturas realizadas, com impermeabilização que não permita o acúmulo de água.

3.4. Montagem de instalações elétricas

Os serviços de montagem elétrica consistem em:

- Instalação dos elementos do circuito em corrente contínua, especificados no projeto executivo;
- Instalações dos elementos do circuito em corrente alternada, especificados no projeto executivo;
- Montagem, instalação e configuração dos inversores;
- Montagem dos quadros elétricos e colagem do diagrama unifilar dos mesmos.
- Etiquetagem e identificação, por meio de etiquetas, tubos ou anilhas indeléveis, duráveis e resistentes a intempérie e à radiação ultravioleta (UV), dos elementos da planta fotovoltaica: módulos, inversores, caixas de junção, medidores, cabos, quadros, entre outros elementos.

3.5. Elaboração de documentação técnica

A CONTRATADA deverá elaborar e fornecer, ao final da instalação e comissionamento, Documentação Técnica, em português, contendo diagramas, plantas e todas as informações da planta fotovoltaica, no formato "como construído" (*as built*). Além do mais, dever-se- incluir um Manual de Operação e Manutenção.

A Documentação Técnica deverá estar de acordo com os itens e subitens especificados na norma técnica ABNT NBR 16274:2014: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.

3.6. Comissionamento e avaliação de desempenho

O comissionamento e a avaliação de desempenho incluem uma série de ensaios, definidos na norma ABNT NBR 16274:2014, que devem ser efetuados para comprovar o correto funcionamento de todos os componentes e da planta fotovoltaica como um todo. Os ensaios de comissionamento compreendem a realização de medições por meio de instrumentos apropriados.

Os requisitos para o comissionamento e avaliação de desempenho estão informados na seção 05 - Requisitos Técnicos Mínimos.

3.7. Treinamento de equipe de manutenção

A CONTRATADA deverá ministrar treinamento para o pessoal técnico e outros profissionais a serem designados pela CONTRATANTE, com o objetivo de qualificar pessoal para operação e manutenção da planta fotovoltaica UFV. O (s) instrutor (es) deverá (ão) ser profissional (is) com experiência comprovada em treinamento na área de energia solar fotovoltaica e deverá possuir duração de, pelo menos, 08 horas, abrangendo os seguintes temas:

- Operação da planta fotovoltaica e configuração dos inversores;
- Treinamento de manutenção da planta fotovoltaica;
- Limpeza dos módulos fotovoltaicos;
- Utilização do software de monitoramento.

4. Local de Instalação

A área disponível para a instalação dos módulos fotovoltaicos corresponde à cobertura do prédio LDTEA da Faculdade do Gama (FGA) da Universidade de Brasília e a cobertura do prédio MASP. Caso a cobertura do prédio se apresente insuficiente para a acomodar todos

os equipamentos da planta fotovoltaica, em virtude de sua potência nominal, a cobertura do prédio MASP poderá ser utilizada para a instalação dos equipamentos sobressalentes. Tais prédios estão localizados no St. Leste Projeção A - Gama Leste, Brasília - DF, 72444-240, conforme apresentado na Figura 1.

Os proponentes poderão agendar, em uma data específica a realização de uma visita técnica no local da instalação do sistema. A partir desta visita, deverão apresentar atestado de "Visita Técnica" comprovando que o Responsável Técnico da licitante proponente, futuro responsável pela execução dos serviços, vistoriou o local onde os serviços serão realizados e que tem pleno conhecimento das condições e das dificuldades porventura existentes para o cumprimento do objeto, assumindo total responsabilidade por esse fato e informando que não as utilizará para quaisquer questionamentos futuros. Caso a visita não seja realizada, o proponente deve enviar um termo de conformidade no qual explicitará que não realizou a visita e está de acordo com o projeto, não podendo usar isto como justificativa futura.

Figura 1: Localização dos prédios – Universidade de Brasília, Campus FGA

5. Requisitos Técnicos Mínimos

Esta seção descreve os requisitos técnicos mínimos que o sistema fotovoltaico e seus componentes devem atender.

5.1. Estrutura metálica

Os requisitos gerais da estrutura metálica para fixação e sustentação dos módulos fotovoltaicos são:

- As estruturas de apoio e sustentação dos módulos fotovoltaicos devem estar projetadas para resistir ao peso dos módulos fotovoltaicos associado a seus acessórios de fixação, bem como a ventos de, no mínimo, 120 km/h. Estes mesmos critérios devem ser aplicados para os pontos de fixação da estrutura na edificação e pontos de fixação da estrutura aos módulos fotovoltaicos. Além disso, devem suportar a maior chuva registrada nos últimos 10 anos na região.
- As estruturas de suporte e posicionamento devem ser feitas de alumínio ou aço galvanizado e deverão atender ao requisito de duração (vida útil) de 25 anos. Os procedimentos de instalação devem preservar a proteção contra corrosão, considerando ambientes classificados igual ou maiores que C3, em conformidade com ISO 9223:2012. Isto também é aplicável aos parafusos, porcas e elementos de fixação em geral. Caso sejam utilizados blocos de concreto ou qualquer tipo de estrutura pré-moldada para fixação dos painéis, deve-se garantir que o painel tenha a inclinação ideal para geração.
- É de responsabilidade do fornecedor da estrutura a análise de suportabilidade de carga das edificações em que serão instalados os sistemas fotovoltaicos. Caso necessário, dever-se-á realizar as adequações necessárias;
- Suportes, ganchos e parafusos deverão ser de material inoxidável e sua especificação deverá garantir que a junção de dois materiais não levará a ocorrência de corrosão galvânica;
- As estruturas metálicas deverão estar com todos os acabamentos realizados antes da instalação dos módulos. Após a fixação dos módulos, em nenhuma hipótese, serão permitidos trabalhos de tratamento de superfície e acabamento da estrutura que poderão causar impactos ou afetar os módulos.
- A disposição das estruturas não deve perturbar a passagem da equipe de manutenção dos módulos fotovoltaicos;

- Eletrodutos ou eletrocalhas galvanizadas devem estar fixados à estrutura de apoio e sustentação dos módulos fotovoltaicos, tendo em vista a passagem e acomodação dos condutores e conectores elétricos;
- A instalação da estrutura de suporte deverá ser realizada de forma a garantir a estanqueidade, não permitindo o acúmulo de água;
- Os furos e as aberturas, realizados em lajes, telhas ou outro elemento da edificação para fixação de estruturas de suporte ou passagem de eletrodutos e eletrocalhas, deverão receber vedação e acabamento com impermeabilizantes adequados, de modo a impedir a infiltração ou o acúmulo de água. Furos e aberturas realizados em locais nos quais não haja possibilidade de penetração de água deverão ser fechados com material equivalente e receber acabamento adequado, conforme o local e de forma a garantir as características contrafogo originais.
- As estruturas de suporte dos módulos fotovoltaicos devem estar devidamente aterradas, por meio de condutor com dimensões adequadas, conforme requisitos da NBR 5410:2004 – Instalações elétricas em baixa tensão. Tal aterramento deve utilizar conectores, parafusos, arruelas e porcas com dimensões compatíveis;
- No que tange as presilhas (grampos) de fixação lateral e intermediária (central) dos painéis fotovoltaicos, as mesmas devem possuir as seguintes características gerais:
    - As presilhas de fixação devem ser alocadas em concordância com as posições de montagem, as quais são indicadas pelo fabricante do módulo fotovoltaico, em seu manual de montagem;
    - Material: alumínio anodizado ou aço galvanizado;
    - As presilhas devem acompanhar parafusos, porcas e arruelas de fixação em perfil estruturado de alumínio.
- Garantia dos materiais de sustentação e fixação dos painéis
    - Defeitos de fabricação e materiais: mínimo de 5 anos.

5.2. Módulos fotovoltaicos

Os requisitos técnicos mínimos que os módulos fotovoltaicos devem possuir estão apresentadas na sequência:

- O sistema de geração fotovoltaica deve ser constituído por módulos fotovoltaicos do mesmo tipo e modelo, os quais são associados em série/paralelo e devem totalizar uma potência instalada de 131 kWp;
- Os módulos fotovoltaicos devem possuir potência mínima de 340Wp;
- Os módulos devem contar com as certificações IEC 61215:2016;
- Os módulos devem contar com certificações IEC 61730:2016;
- Os módulos devem contar com certificação INMETRO;
- Os módulos devem contar com certificação PROCEL A, conforme tabela PROCEL vigente na data do certame;
- Os módulos devem ser resistentes à degradação induzida por tensão (PID – *Potential Induced Degradation*);
- A potência nas condições padrão de teste (STC – *Standard Test Condition*) dos geradores fotovoltaicos, medida na entrada de cada inversor, deve ser igual ou superior a 93% da potência nominal correspondente, ou seja, a soma das perdas por degradação inicial, dispersão de características ou *mismatching* e cabeamento não pode superar 7% da potência nominal;
- Com o inversor operando normalmente (injetando potência na rede elétrica) e em ausência de sombras, os módulos fotovoltaicos não devem exibir nenhum fenômeno de “ponto quente”.
- Cuidados e manuseio dos módulos:
    - Os módulos fotovoltaicos deverão ser armazenados, transportados e instalados seguindo os cuidados e instruções indicados pelo fabricante, as quais estão descritas no Manual de Instalação ou outro documento semelhante emitido pelo fabricante.
    - Além das instruções do fabricante, deverão ser tomadas todas as precauções para evitar queda ou impactos nas superfícies dos módulos, o que poderá ocasionar microfraturas nas células fotovoltaicas, normalmente invisíveis a olho nu, que comprometerão o desempenho do módulo.
    - Especial atenção deverá ser dada ao equipamento de proteção individual (EPI) dos instaladores, principalmente os tipos de luvas, bem como a ferramentas e acessórios para o manuseio dos módulos, como por exemplo, o uso de ventosas, que permitem o manuseio seguro e preciso.
- Conexão dos módulos fotovoltaicos
    - Os módulos fotovoltaicos serão conectados em série, de modo a fornecer um valor de tensão para o arranjo fotovoltaico compatível com a entrada do inversor.

    - As strings serão conduzidas a uma Caixa de Junção CC, a qual se caracteriza por um quadro elétrico CC em que as strings são conectadas em paralelo;
- Garantia dos módulos fotovoltaicos
    - Defeitos de fabricação e materiais: mínimo de 10 anos;
    - Perda de potência STC: 3% o primeiro ano, 0,7% linear nos 24 anos seguintes;

5.3. Conector solar para módulos fotovoltaicos

A conexão entre os módulos fotovoltaicos deverá ser realizada por conectores solares apropriados para este tipo de instalação, do tipo macho e fêmea, com as especificações mínimas apresentadas a seguir.

- Conectores macho, corrente nominal compatível o ponto de aplicação do conector, tensão 1000 V (DC), resistentes à intempéries e radiação ultravioleta (UV), atendimento aos requisitos da norma EN 50521:2008, compatível com as seções de cabo condutor padrão solar utilizado na instalação elétrica, faixa de temperatura de -40 °C a 85 °C, grau de proteção IP 65 (IEC 60529:1989).
- Conectores fêmea, corrente nominal compatível o ponto de aplicação do conector, tensão 1000 V (DC), resistentes à intempéries e radiação ultravioleta (UV), atendimento aos requisitos da norma EN 50521:2008, compatível com as seções de cabo condutor padrão solar utilizado na instalação elétrica, faixa de temperatura de -40 °C a 85 °C, grau de proteção IP 65 (IEC 60529:1989).

Condições gerais para fornecimento deste equipamento:

- Os conectores deverão ser posicionados dentro de eletroduto ou eletrocalhas existente na estrutura de suporte, de modo a não sofrerem movimentação por vento e não ficar em contato com água.
- Montagem dos conectores:
    - Os conectores de módulos fotovoltaicos possuem um terminal metálico interno, ao qual o cabo deverá ser fixado por compressão, processo este, normalmente, 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).

- Garantia dos conectores
  - Defeitos de fabricação e materiais: mínimo de 10 anos;

5.4. Cabo elétrico, padrão solar;

Este projeto contempla a utilização de cabo elétrico, padrão solar, para interligação entre elementos em corrente contínua existentes na instalação. Os requisitos técnicos mínimos que estes cabos devem possuir estão apresentadas na sequência:

- Características dos cabos CC:
  - Seção: a seção dos cabos CC deve ser determinada com base, no mínimo, nos critérios de seção mínima, capacidade de condução de corrente e queda de tensão, atendendo os seguintes critérios:
    - Seção mínima: 6 mm^2;
    - Capacidade de condução: deve-se considerar as correntes nominais circulantes na instalação;
    - Queda de tensão: a queda de tensão de máxima no condutor deve ser de 2%, quando percorrido pela corrente nominal;
    - Deverá ser adotado o maior valor de seção transversal advinda da aplicação dos três critérios anteriores.
  - Tipo flexível, condutor simples, composto de fios de cobre estanhado, com têmpera mole, encordoamento classe 5, conforme ABNT NBR-NM 280:2011;
  - Dupla isolação, com materiais de baixa emissão de fumaça, não propagação de chamas, autoextinção de chama e ausência de halogênios;
  - Tensão de isolação CC de 1,8 kV e CA de 0,6/1 kV;
  - Faixa de 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;
- Resistência à intempérie e à radiação ultravioleta (UV).
- 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 fotovoltaico.

- Instalação dos cabos CC
  - Os cabos CC deverão ser posicionados em eletroduto existente na estrutura de suporte, de modo a não sofrerem movimentação por vento e não ficar em contato com água.
  - Não serão admitidas emendas em qualquer dos cabos do circuito CC, para aumento de sua extensão.
  - Nas extremidades dos cabos CC, que não utilizam conectores solares, deverão ser utilizados terminais (conectores) pré-isolados, adequados ao tipo de conexão.
  - Os cabos CC deverão ser instalados sem formar voltas abertas, como uma espira, o que apresentaria maior possibilidade de indução de sobretensões devidas a descargas atmosféricas. A Figura 2(a) mostra o cabo da instalação formando uma volta, que deverá ser evitada, e a Figura 2(b) mostra o modo de instalação que deverá ser empregado, pois minimiza a indução de descargas atmosféricas. Eletrodutos ou eletrocalhas deverão ser fixadas na estrutura de suporte, para atendimento a este critério;

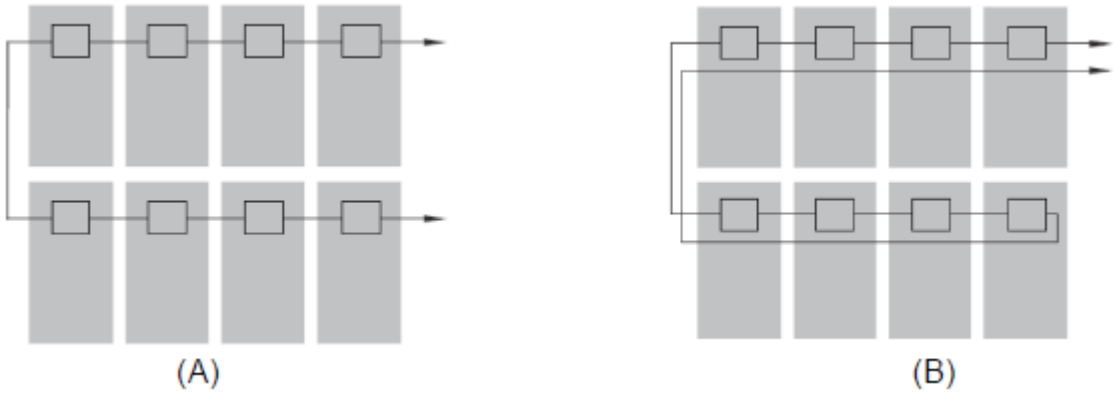

Figura 2: Método de instalação dos cabos CC. (a) Método não permitido para a instalação fotovoltaica (b) Método a ser considerado na instalação fotovoltaica, para minimizar indução de descargas atmosféricas

5.5. Eletrodutos e Eletrocalhas

Todos os cabos CC e CA da instalação devem ser instalados em eletrodutos ou eletrocalhas, de acordo com os requisitos da norma NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão. Assim, tais dispositivos oferecem proteção mecânica para fios e cabos nas instalações.

Os eletrodutos e eletrocalhas devem ser materiais galvanizado, resistente à corrosão e oxidação por um período mínimo de 25 anos e com dimensões compatíveis para a passagem de cabos.

Os eletrodutos e eletrocalhas devem estar acompanhados de elementos de fixação (abraçadeiras, parafusos, buchas, etc.), também feitos de material galvanizado, resistente à corrosão e oxidação por um período mínimo de 25 anos e com dimensões compatíveis ao eletroduto. Além do mais, deverão ser previstas caixas de passagem, com tampa e parafusos de fixação da tampa.

Além dos aspectos anteriores, as seguintes condições gerais para a montagem de eletrodutos e eletrocalhas devem ser atendidas:

- A montagem dos eletrodutos e eletrocalhas não poderão permitir o acúmulo de água;
- Os furos e as aberturas, realizados em lajes, telhas ou outro elemento da edificação para fixação de estruturas de suporte ou passagem de eletrodutos e eletrocalhas, deverão receber vedação e acabamento com impermeabilizantes adequados, de modo a impedir a infiltração ou o acúmulo de água. Furos e aberturas realizados em locais nos quais não haja possibilidade de penetração de água deverão ser fechados com material equivalente e receber acabamento adequado, conforme o local e de forma a garantir as características contrafogo originais.

5.6. Caixa de junção módulos fotovoltaicos

Caixa de junção são quadros elétricos CC que contém dispositivos de proteção, seccionamento e medição, aplicado para a conexão de strings fotovoltaicas em paralelo. Cada caixa de junção deve conter, no mínimo, os seguintes materiais:

- Caixa de proteção, com grau de proteção IP 65 (IEC 60529:1989); resistente à intempéries e radiação UV; Isolação para tensão contínua igual ou maior que 1 kV;
- Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS) para instalações em corrente contínua
    - Características elétricas:
        - Limitador de tensão composto por varistor de óxido de zinco;
        - Temperatura de operação: de -40°C a 70°C

        - Sinalização local, para indicação do estado de operação - SERVIÇO/DEFEITO -, por meio de bandeirola verde/vermelha ou outro dispositivo assemelhado.
    - Instalação
        - Todos os DPS deverão ser interconectados equipotencialmente e interligados ao condutor de aterramento.
- Fusíveis e porta fusíveis, compatíveis com a corrente nominal da string, destinados à proteção contra sobrecorrentes;
- Fusíveis e porta fusíveis, compatíveis com a corrente nominal do array, destinados à proteção contra sobrecorrentes;
- Chave seccionadora CC, com capacidade de manobra sob carga, compatíveis com a corrente de saída da string box;
- Barramento de proteção.
- As conexões internas da string box deverão ser realizadas por cabo padrão solar, com seções compatíveis com as correntes nominais do sistema e com as seguintes características elétricas:
    - Tipo flexível, condutor simples, composto de fios de cobre estanhado, com têmpera mole, encordoamento classe 5, conforme ABNT NBR-NM 280:2011;
    - Dupla isolação, com materiais de baixa emissão de fumaça, não propagação de chamas, autoextinção de chama e ausência de halogênios;
    - Tensão de isolação CC de 1,8 kV e CA de 0,6/1 kV;
    - Faixa de 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;
    - Resistência à intempérie e à radiação ultravioleta (UV).
    - Certificado pelo INMETRO
- Adesivos para identificação dos circuitos. A identificação dos componentes deverá ser feita de acordo com a norma NBR 16274:2014 e os requisitos para sinais e etiquetas de sistemas fotovoltaicos são detalhados na norma IEC 60364-7-712:2017, bem como conforme NR-10.
- Aviso de risco de choque elétrico, conforme NR-10. A identificação dos componentes deverá ser feita de acordo com a norma NBR 16274:2014 e os requisitos para sinais e etiquetas de sistemas fotovoltaicos são detalhados na norma IEC 60364-7-712:2017, bem como conforme NR-10. Tais avisos devem indicar que as partes vivas, existentes no interior da caixa, ainda continuam energizadas, mesmo após a desconexão do inversor da rede elétrica ou após a rede ser desenergizada, visto que

este componente é alimentado por um arranjo fotovoltaico, o qual fornece tensão/corrente quanto exposto à luz solar;

- Barreira de proteção de elementos energizados, conforme NR-10;
- A string box deve conter espaço para a instalação futura de dispositivos de monitoramento e supervisão de produção;
- 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 fotovoltaico.

5.7. Quadro geral de baixa tensão (QGBT) – Planta fotovoltaica

O quadro geral de baixa tensão da planta fotovoltaica contém dispositivos de proteção, seccionamento e medição e deve conter, no mínimo, os seguintes elementos:

- Caixa de proteção com grau de proteção IP 65 (IEC 60529:1989); resistente à intempéries e radiação UV,
- Disjuntores termomagnéticos, instalados na saída de cada inversor, tripolares CA, de comando frontal, 380 V, 100 kA e corrente nominal compatível com a corrente de saída do inversor. Estes disjuntores devem atender os requisitos do fabricante do inversor, bem como as normas NBR IEC 90947-2:2013 e NBR 5410:2008;
- Disjuntor tripolar CA, para seccionamento geral da planta fotovoltaica, de comando frontal, 380 V, 100 kA e corrente nominal compatível com a corrente de saída da planta fotovoltaica. Este disjuntor deve atender os requisitos do fabricante do inversor, bem como as normas NBR IEC 90947-2:2013 e NBR 5410:2008;
- Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS) para circuitos em corrente alternada.
    - Características elétricas:
        - Limitador de tensão composto por varistor de óxido de zinco;
        - Temperatura de operação: de -40°C a 70°C
        - Sinalização local, para indicação do estado de operação - SERVIÇO/DEFEITO -, por meio de bandeirola verde/vermelha ou outro dispositivo assemelhado.
    - Instalação
        - Todos os DPS deverão ser interconectados equipotencialmente e interligados ao condutor de aterramento.
- Dispositivos de supervisão e monitoramento, instalados na saída de cada inversor, para controle de produção de cada conjunto de painéis fotovoltaicos. Estes dispositivos são multimedidores de grandezas elétricas, com as características descritas na seção 5.9.

- Cabos unipolares ou multipolares CA, para interligação do QGBT da planta fotovoltaica ao QGBT da edificação, com as seguintes características elétricas:
    - Seção: deverá ser calculada segundo os critérios especificados na NBR 5410:2004 – Instalações elétricas de baixa tensão;
    - Tipo flexível, composto de fios de cobre, com têmpera mole, encordoamento classe 2, conforme ABNT NBR-NM 280:2011;
    - Isolação de PVC sem chumbo, com materiais de baixa emissão de fumaça, não propagação de chamas, autoextinção de chama e ausência de halogênios;
    - Tensão de isolação CA de 0,6/1 kV;
    - Faixa de temperatura de operação: -40°C a 120°C;
    - Temperatura de trabalho até 70°C em serviço contínuo, 100°C em sobrecarga e 160°C em curto-circuito;
    - Certificado pelo INMETRO
- O quadro deve conter barramentos de cobre, com seções compatíveis com a corrente nominal do sistema, destinado à interconexão entre as fases, bem como barramentos de neutro e proteção;
- Os barramentos de cobre devem ser instalados via isoladores epóxi, com dimensões compatíveis com o barramento;
- Adesivos para identificação dos circuitos. A identificação dos componentes deverá ser feita de acordo com a norma NBR 16274:2014 e os requisitos para sinais e etiquetas de sistemas fotovoltaicos são detalhados na norma IEC 60364-7-712:2017, bem como conforme NR-10;
- Aviso de risco de choque elétrico, conforme NR-10. A identificação dos componentes deverá ser feita de acordo com a norma NBR 16274:2014 e os requisitos para sinais e etiquetas de sistemas fotovoltaicos são detalhados na norma IEC 60364-7-712:2017, bem como conforme NR-10;
- Barreira de proteção de elementos energizados, conforme NR-10;
- Condições gerais de instalação do quadro geral CA:
    - No local do QGBT da planta fotovoltaica deverá ser colocado um diagrama unifilar correspondente aos equipamentos instalados, suas características, configurações do inversor e informações do instalador.
    - Padrão de cores: azul para condutor neutro, verde ou verde-amarelo para condutor de aterramento.
    - As partes metálicas da caixa de proteção, quando aplicável, devem estar equipotencializadas.

5.8. Inversores solar

O sistema de geração fotovoltaica do prédio LDTEA deve ser constituído por, no mínimo, 2 inversores solares, e o prédio MASP por 1 inversor dedicado. As unidades devem seguir as características técnicas mínimas apresentadas na sequência.

- Características elétricas do lado em corrente contínua do inversor:
    - Número de entradas MPPT:
        - Inversores com potência nominal maior e igual a 50 kVA: mínimo de 4 entradas MPPT independentes;
        - Inversores com potência nominal menor que 50 kVA: mínimo de 2 entradas MPPT independentes;
    - Tensão máxima CC: 1100 V;
    - Incluir chave seccionadora do lado CC;
- Características elétricas do lado em corrente alternada do inversor:
    - Inversor trifásico, sem transformador de acoplamento;
    - Tensão nominal de saída: 220/380 V;
    - Frequência nominal: 60 Hz;
    - Distorção harmônica total da corrente de saída: menor que 3%;
    - Rendimento: superior a 97,5%;
- Tipos de proteções:
    - Proteção contra inversão de polaridade no lado CC;
    - Proteção contra surtos de tensão na entrada CC;
    - Proteção contra surtos de tensão na entrada CA;
    - Monitoramento de corrente de fuga do inversor;
    - Monitoramento de falha de string
    - Proteção contra sobrecorrente e curto-circuito na saída CA;
- Características gerais:
    - Interface de comunicação: no mínimo, incluir sistema de comunicação Ethernet, USB, RS485;
    - Monitoramento remoto: os inversores devem incluir software de monitoramento, em tempo real, das variáveis relevantes ao fluxo de energia, bem como estado dos alarmes;
    - Temperatura de operação: 10 °C a 60°C. Os inversores devem ser capazes de operar normalmente à potência nominal com uma temperatura ambiente de, no mínimo, 40º C;
    - Grau de proteção: IP 65 (IEC 60529:1989);

- Os inversores deverão conter a certificação IEC 62109-1-2:2010, IEC 61727:2004, IEC 62116:2014, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, VDE 4120;
- Os inversores devem atender aos requisitos definidos nas normas ABNT NBR 16149:2013 e ABNT NBR 16150:2013;
- Os inversores devem possuir registro no programa brasileiro de etiquetagem do INMETRO;
- Os inversores devem estar dentre aqueles homologados para utilização na área de concessão da CEB. Tal condição é validada mediante "Parecer de Acesso", "Vistoria" e/ou "Fiscalização" realizadas pela equipe da CEB ou representantes nas instalações fotovoltaicas;
- A razão entre a potência nominal do inversor e a potência total de módulos fotovoltaicos conectado ao inversor deve estar situada entre 0,9 e 1,1;
- Incluir manual de utilização e documentação técnica do inversor no formato digital;
- A contratada deve fornecer o sistema de fixação do inversor e o mesmo deve estar de acordo com as recomendações do fabricante. Especial atenção deverá ser prestada ao aspecto de ventilação, seja na instalação individual ou no caso de inversores instalados lado a lado, ou ao lado de outro equipamento. As recomendações do fabricante deverão ser seguidas estritamente e, caso necessário, deverão ser providos meios adicionais de ventilação (ventilador/exaustor) no ambiente da instalação para atender aos requisitos do fabricante;
- Conexão do inversor ao sistema elétrico:
    - Os inversores e a instalação devem atender aos requisitos da norma técnica de distribuição da concessionária CEB (NTD - 6.09:2016 - Requisitos para a conexão de acessantes ao sistema de distribuição CEB-D - Conexão em Baixa e Média Tensão) e às normas às quais faz referência.
    - Os furos e as aberturas, realizados em telhas ou outro elemento da edificação para fixação de estruturas de suporte ou passagem de eletrodutos e eletrocalhas, deverão receber vedação e acabamento com impermeabilizantes adequados, de modo a impedir a infiltração ou o acúmulo de água. Furos e aberturas realizados em locais nos quais não haja possibilidade de penetração de água deverão ser fechados com material equivalente e receber acabamento adequado, conforme o local e de forma a garantir as características contrafogo originais.

- Garantia dos inversores
  - Garantia contra defeitos de fabricação e materiais: mínimo de 5 anos;
- Conexão dos inversores a rede de internet
  - Ao final da instalação e comissionamento do sistema fotovoltaico, os inversores deverão estar conectados à rede de internet da UnB, de forma que os dados de geração possam ser monitorados via acesso ao sistema supervisório do próprio inversor. Caso o contrante opte por utilizar os módulos de conexão Wi-fi existentes nos inversores, é de responsabilidade do contratante a instalação de infraestrutura para configuração de rede Wi-fi, englobando: a disponibilização de um roteador, padrão de conexão IEEE 802.11, com banca de até 300Mbps; a disponibilização de cabo, CAT 6, blindado, 4 pares, sem emendas, segundo requisitos das normas ANSI/TIA-568-C.2 Categoria 6 e ISO/IEC-11801 para conexão do roteador ao distribuidor existente na edificação. A extensão de cabeamento deverá ser calculada pela contratada.

5.9. Multimedidor de grandezas elétricas

As características do multimedidor de grandezas elétricas, a ser instalado no QGBT da planta fotovoltaica, são:

- Grandezas Medidas: tensão; corrente; potência ativa, reativa e aparente; fator de potência; Demanda Ativa Total, Demanda Reativa Total, Rateio de Custos de Energia;
- Comunicação Ethernet;
- Relógio de Tempo real;
- Integração com software de Gestão de Energia;
- Protocolo de comunicação MODBUSs encapsulado TCP/IP;
- Conectividade com. WiFi, 3G, 4G e demais tecnologias para Telemetria de Sistemas;
- Memória de Massa com autonomia de 60 dias integrada em 15 minutos;
- Alimentação 80 a 300 Vac/Vdc;
- Consumo: 10VA;
- Temperatura de Operação 0 a 50 °C;
- Medição de Tensão: 30 a 300 Vac (Fase-Neutro);
- Precisão de Tensão 0,5%;
- Sobrecarga de Tensão 1,5XVn;

- Precisão de Corrente:0,5%;
- Sobrecarga de Corrente: 1,5In;
- Precisão de Angulo de Fase: <5 graus;
- Precisão de Potência 1,0%;
- Defasagem tensão/Corrente: -90° a 90°;
- Frequência: 45 a 75 Hz (0,1HZ);
- Isolação 2kV;

Para cada medidor, deve ser previsto conjunto de sensor de corrente com as seguintes características:

- 3 unidades por medidor;
- Faixa de Medição: compatível com a corrente nominal do inversor 5 a 3000 A;
- Precisão: 0,5% entre 5 e 100 A, 1% entre 50 e 3000 A;
- Diâmetro: 160 mm;
- Isolação 600 V ;
- Grau de Proteção IP65;
- Defasagem Angular <1 grau;
- Faixa de Frequência: 0 até 3k Hz;
- Comprimento do cabo: 2 metros;
- Diâmetro da Bobina: 13 mm;
- Temperatura: 0° C a 60° C;

    - Conexão dos Medidores a rede de internet:
        - Ao final da instalação e comissionamento do sistema fotovoltaico, os medidores de grandezas elétricas deverão estar conectados à rede de internet da UnB. A conexão deverá ser realizada por cabo, CAT 6, blindado, 4 pares, sem emendas, segundo requisitos das normas ANSI/TIA-568-C.2 Categoria 6 e ISO/IEC-11801. A extensão de cabeamento deverá ser calculada pela contratada, tendo em vista o local de instalação do quadro geral de baixa tensão e o distribuidor existente na edificação.

5.10. Aterramento das instalações

As seguintes características gerais devem ser atendidas:

- 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. Esse processo deve ser executado seguindo as determinações da norma NBR 5410:2004 e da norma 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;
- Os polos dos arranjos fotovoltaicos, positivo ou negativo, não deverão ser aterrados, exceto se esse procedimento não for especificamente recomendado pelos fabricantes dos módulos e dos inversores. Caso seja necessário, deverá ser realizado com acessório especificado pelos fabricantes de módulo e inversor;
- A infraestrutura de aterramento deve ser instalada de acordo com as normas NBR 5410:2004 e NBR 14039:2005, de forma a: atender os requisitos de segurança, operar de forma satisfatória nos casos de falhas e não ocasionar danos às novas e antigas instalações.

5.11. Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA)

A planta de geração fotovoltaica deve conter sistema de proteção contra descargas atmosféricas, satisfazendo as normas técnicas ABNT NBR 5419:2015 e IEC 60364-7-712:2017.

5.12. Estação Solarimétrica

A Estação Solarimétrica (ES) tem por objetivo subsidiar o acompanhamento de desempenho do sistema fotovoltaico, no que tange a respectiva produção de energia, e deverá ser constituída pelos seguintes instrumentos de medição e acessórios:

- 01 piranômetro para medir irradiância.
- 01 sensor de temperatura do módulo fotovoltaico, a ser instalado na parte traseira de um módulo fotovoltaico;
- 01 sensor de temperatura ambiente e umidade relativa do ar;
- 01 sensor de direção e velocidade do vento;
- 01 data logger, para registro das informações;
- Estrutura metálica para fixação e suporte dos equipamentos da ES.

As características e requisitos mínimos para os instrumentos da ES estão especificadas na sequência.

5.12.1 Medidor de irradiância (Piranômetro)

O piranômetro deve possuir as seguintes características mínimas:

- Tipo de sensor: piranômetro a termopilha;
- Classe: Classe C - Second Class, conforme ISO 9060:2018;
- Índice de proteção: IP 65 ou superior;
- Sinal de saída compatível com o data logger;
- Cabos para instalação, fornecidos pelo fabricante, em comprimentos adequados para interligação do sensor ao data logger. Tais cabos não podem possuir emendas;
- Suportes para instalação fornecidos pelo fabricante, ou confeccionados em aço inoxidável, segundo as recomendações e desenhos do fabricante;
- Certificado de calibração de cada medidor, com indicação dos valores de calibração e validade de 2 anos,
- Os sinais disponibilizados pelo piranômetro devem ser compatíveis com o datalogger, permitindo as medições nas faixas indicadas.

5.12.2 Sensor de temperatura do módulo

O sensor de temperatura destinado ao módulo fotovoltaico deve possuir as seguintes características mínimas:

- Tipo de sensor: PT1000, para montagem em superfície;
- Com invólucro adequado para instalação em ambiente aberto;
- Sinal de saída compatível com o data logger;
- Índice de proteção: IP 65 ou superior;
- Os sinais disponibilizados pelo sensor devem ser compatíveis com o datalogger.

5.12.3 Sensor de temperatura e umidade relativa do ambiente

O sensor de grandezas ambientes deve incorporar a medição de temperatura e umidade relativa do ar, desde que atendidas as seguintes características mínimas:

- Faixa mínima de medição de temperatura: -40°C até +85°C;
- Faixa de medição de umidade: 0 a 100%;
- Precisão da medição de temperatura: menor que 0,5 ºC;
- Precisão da medição de umidade: menor que 2,5%;
- Com defletor de proteção contra intempéries, adequado para instalação em ambiente aberto, com dimensões compatíveis com os sensores;
- Índice de proteção: IP 65 ou superior;
- Sinal de saída compatível com o data logger;

- Cabos para instalação, fornecidos pelo fabricante, nos comprimentos adequados para interligação dos sensores com o data logger;
- Suportes para instalação fornecidos pelo fabricante, ou confeccionados em aço inoxidável, segundo as recomendações e desenhos do fabricante;
- Certificado de calibração, com indicação dos valores de calibração e validade mínima de 1 (um) ano;
- Os sinais disponibilizados pelos sensores devem ser compatíveis com o datalogger, permitindo as medições nas faixas indicadas;

5.12.4 Medidor de direção e velocidade do vento

O sensor para direção e velocidade do vento deve possuir as seguintes características mínimas:

- Anemômetro de eixo vertical, com 3 conchas, de material à base de fibra de carbono e/ou plástico;
- Corpo em alumínio anodizado com resistência a corrosão e partes internas protegidas contra umidade e poeira;
- Sinal de saída compatível com o data logger;
- Cabos para instalação, fornecidos pelo fabricante, nos comprimentos adequados;
- Suportes para instalação de aço inoxidável, segundo as recomendações e desenhos do fabricante;
- Certificado de calibração, com indicação dos valores de calibração e validade mínima de 1 (um) ano;
- Os sinais disponibilizados pelos sensores devem ser compatíveis com o datalogger, permitindo as medições nas faixas indicadas;

5.12.5 Data Logger

O ES deve possuir data logger compatível com todos os sensores existentes na estação solarimétrica, com as seguintes características mínimas:

- Entradas analógicas: pelo menos, 8 entradas em canais simples;
- Contadores de pulsos: pelo menos, 02 contadores;
- Conversor Analógico-Digital de, no mínimo, 12-bits;
- Memória interna de, pelo menos, 4 MB;
- Portas de comunicação: pelo menos Ethernet, Wi-fi IEEE 802.11, USB e/ou RS232;
- Protocolos de comunicação: pelo menos Modbus, TCP e/ou UDP;

- O dispositivo deve ser compatível para alimentação em rede elétrica CA, com tensão nominal de 220 V;
- Involucro para uso em ambientes externos;
- Incluso sistema supervisório para monitoramento das grandezas;

5.12.6 Sistema de Monitoramento.

O Data Logger deve possuir sistema de software que permita a aquisição, monitoramento e supervisão das grandezas da estação solarimétrica.

5.12.7 Estrutura metálica

Os requisitos gerais da estrutura metálica para fixação e sustentação dos equipamentos da estação solarimétrica são:

- As estruturas de apoio e sustentação devem estar projetadas para resistir ao peso dos módulos fotovoltaicos associado a seus acessórios de fixação, bem como a ventos de, no mínimo, 120 km/h. Estes mesmos critérios devem ser aplicados para os pontos de fixação da estrutura na edificação e pontos de fixação da estrutura aos módulos fotovoltaicos;
- As estruturas de suporte e posicionamento devem ser feitas de alumínio ou aço galvanizado e deverão atender ao requisito de duração (vida útil) de 25 anos. Os procedimentos de instalação devem preservar a proteção contra corrosão, considerando ambientes classificados igual ou maiores que C3, em conformidade com ISO 9223:2012. Isto também é aplicável aos parafusos, porcas e elementos de fixação em geral;
- É de responsabilidade do fornecedor da estrutura a análise de suportabilidade de carga das edificações em que serão instalados os sistemas fotovoltaicos. Caso necessário, dever-se-á realizar as adequações necessárias;
- Suportes, ganchos e parafusos deverão ser de material inoxidável e sua especificação deverá garantir que a junção de dois materiais não levará a ocorrência de corrosão galvânica;
- As estruturas metálicas deverão estar com todos os acabamentos realizados antes da instalação dos módulos. Após a fixação dos módulos, em nenhuma hipótese, serão permitidos trabalhos de tratamento de superfície e acabamento da estrutura que poderão causar impactos ou afetar os módulos.
- A disposição das estruturas não deve perturbar a passagem da equipe de manutenção dos módulos fotovoltaicos;

- Eletrodutos ou eletrocalhas galvanizadas devem estar fixados à estrutura de apoio e sustentação, tendo em vista a passagem e acomodação dos condutores e conectores elétricos;
- A instalação da estrutura de suporte deverá ser realizada de forma a garantir a estanqueidade, não permitindo o acúmulo de água;
- Os furos e as aberturas, realizados em lajes, telhas ou outro elemento da edificação para fixação de estruturas de suporte ou passagem de eletrodutos e eletrocalhas, deverão receber vedação e acabamento com impermeabilizantes adequados, de modo a impedir a infiltração ou o acúmulo de água. Furos e aberturas realizados em locais nos quais não haja possibilidade de penetração de água deverão ser fechados com material equivalente e receber acabamento adequado, conforme o local e de forma a garantir as características contrafogo originais.
- As estruturas de suporte dos módulos fotovoltaicos devem estar devidamente aterradas, por meio de condutor com dimensões adequadas, conforme requisitos da NBR 5410:2004 – Instalações elétricas em baixa tensão. Tal aterramento deve utilizar conectores, parafusos, arruelas e porcas com dimensões compatíveis;

5.12.8 Condições gerais de fornecimento

- Todos os instrumentos de medição instalados na ES deverão ter os certificados de calibração atuais, os quais farão parte da Documentação Técnica a ser fornecida pela CONTRATADA, que incluirá também relação de todos os equipamentos de medição instalados, com suas respectivas características técnicas, detalhes do local de instalação e data de instalação.
- O local para instalar a ES da UFV deverá atender a critérios, tais como: ausência de sombreamento; estabilidade e nivelamento da superfície onde serão instalados os instrumentos de medição; acesso fácil, para verificação, manutenção e limpeza periódica dos instrumentos.

5.12.9 Serviços a serem prestados

Os serviços a serem prestados pela contratada estão especificados nas próximas seções.

5.12.9.1 Elaboração de projeto executivo

O projeto executivo deve estar em português, seguir as normas técnicas relativas à instalações elétricas, sistemas fotovoltaicos e saúde/segurança e conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Planta geral de locação da ES, em como detalhes de montagem, no formato CAD, indicando a disposição dos componentes que perfazem a instalação;
- Diagramas unifilares, no formato CAD, contendo as conexões elétricas e disposição de fiação; os diagramas unifilares devem conter as especificações e características dos componentes da instalação;
- Lista dos materiais empregados na instalação;
- Análise estrutural das coberturas onde serão instalados os módulos fotovoltaicos;
- Memorial de cálculo do projeto das estruturas de sustentação e fixação dos módulos fotovoltaicos;
- Projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas para a planta fotovoltaica, a qual deverá ser integrada aos sistemas já existentes na instalação;

Além dos requisitos anteriores, deve-se observar as seguintes condições:

- A contratada deve fornecer ART relativa ao projeto executivo.
- Após a montagem e comissionamento do sistema fotovoltaico, todas as informações devem ser atualizadas, como construído - as built - para compor a documentação técnica do projeto.

5.12.9.2 Fornecimento de materiais

Todos os materiais a serem fornecidos pela CONTRATADA deverão ser novos, estar em embalagens originais no momento da entrega e em perfeitas condições de funcionamento.

Os materiais devem atender aos requisitos mínimos, bem como às normas técnicas aplicáveis e aos mais altos padrões de qualidade existentes no mercado.

Os principais materiais a serem fornecidos são:

- 01 piranômetro, a ser instalado em posição horizontal;
- 01 piranômetro, a ser instalado com inclinação igual à dos módulos.
- 01 sensor de temperatura do módulo fotovoltaico, a ser instalado na parte traseira de um módulo fotovoltaico;
- 01 sensor de temperatura ambiente e umidade relativa do ar;
- 01 sensor de direção e velocidade do vento;
- 01 data logger, para registro das informações;
- Estrutura metálica para fixação e suporte dos equipamentos da ES.
- Todos os cabos, materiais elétricos e dispositivos (quadros elétricos, proteções, etc.) dos circuitos de corrente contínua (CC) e corrente alternada (CA);

5.12.9.3 Montagem mecânica

Os serviços de montagem mecânica consistem em:

- Montagem das estruturas de suporte e fixação de equipamentos;
- Vedação dos pontos de fixação ou aberturas realizadas, com impermeabilização que não permita o acúmulo de água.

5.12.9.4 Montagem de instalações elétricas

Os serviços de montagem elétrica consistem em:

- Instalação dos sensores especificados no projeto executivo;
- Instalações dos elementos do circuito em corrente alternada, especificados no projeto executivo;
- Etiquetagem e identificação, por meio de etiquetas, tubos ou anilhas indeléveis, duráveis e resistentes a intempérie e à radiação ultravioleta (UV), dos elementos da planta fotovoltaica: módulos, inversores, caixas de junção, medidores, cabos, quadros, entre outros elementos.

5.12.9.5 Elaboração de documentação técnica

A CONTRATADA deverá elaborar e fornecer documentação Técnica, em português, contendo diagramas, plantas e todas as informações da planta fotovoltaica, no formato "como construído" (*as built*). Além do mais, dever-se- incluir um Manual de Operação e Manutenção.

5.12.9.6 Treinamento de equipe de manutenção

A CONTRATADA deverá disponibilizar manual de operação da estação solarimétrica, com o objetivo de qualificar pessoal para operação e manutenção da planta fotovoltaica UFV.

5.12.10 Garantia

A CONTRATADA fornecerá todos os materiais, instalará a estação solarimétrica e deverá apresentar garantia dos serviços prestados pelo período de 5 (cinco) anos, respondendo por

sua solidez e segurança, conforme o Art. 1245 do Código Civil Brasileiro. Tal período independe das garantias individuais contra defeitos de fabricação dos equipamentos junto aos respectivos fabricantes e será contado a partir da data da assinatura do Certificado de Recebimento do sistema fotovoltaico. Dentro desse período de garantia, de 5 (cinco) anos, a CONTRATADA deverá corrigir qualquer problema encontrado por ocasião das atividades periódicas de inspeção e monitoramento do sistema.

A CONTRATADA deverá apresentar os certificados de garantia das estruturas de suporte e fixação dos módulos contra defeitos de fabricação e corrosão com validade mínima de 5 (cinco) anos, a contar da data de assinatura do Termo de Recebimento da planta fotovoltaica, bem como de todos os equipamentos elétricos e eletrônicos, juntamente com o Manual de Instruções para Manutenção.

A CONTRATADA deverá apresentar um "Cronograma de Garantias" contendo todos os materiais e equipamentos fornecidos, com as respectivas descrições e identificação conforme consta no Projeto Executivo, e os respectivos prazos de garantia em meses. Esse "Cronograma de Garantias" tem o principal objetivo de apresentar de forma clara a abrangência de todas as garantias.

5.13. Comissionamento e documentação

O proponente deverá atender aos requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho previstos na norma ABNT NBR 16274:2014.

O proponente deverá realizar ensaios de categoria 1 e 2 no sistema fotovoltaico. Os resultados deverão ser descritos em um relatório de comissionamento, em que se identifica a adequação do sistema aos requisitos da norma técnica supramencionada.

Além do mais, o projeto executivo (plantas e desenhos de engenharia) deve ser atualizado, para conter as informações da instalação no formato “como construído” (as bulit), sendo disponibilizado no formato CAD.

5.14. Manutenção

A contratada deverá apresentar plano de manutenção periódica do sistema de geração fotovoltaica.

O plano de manutenção periódica deverá fazer parte de conteúdo programático de treinamento específico, conforme especificado no item 3.7.

5.15. Peças de Reposição

O sistema fotovoltaico deve contar como as seguintes peças de reposição:

- 5 módulos fotovoltaicos, do mesmo tipo e modelo daqueles instalados no sistema de geração;
- 10 Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS) para instalações em corrente contínua, do mesmo tipo e modelo daqueles instalados no sistema de geração;
- 10 Dispositivos de Proteção contra Surto (DPS) para instalações em corrente alternada, do mesmo tipo e modelo daqueles instalados no sistema de geração;
- 15% dos fusíveis existentes no sistema fotovoltaico, do mesmo tipo e modelo daqueles instalados no sistema de geração.

6. Condições para contratação

As seguintes condições deverão ser atendidas pela contratada:

- A contratada deverá comprovar experiência prévia na instalação de sistema de geração fotovoltaica com potência mínima de 140 kWp, por meio de acervo técnico emitido pelo CREA, devidamente comprovado pelas respectivas certidões, demonstrando que esses profissionais executaram serviços de características técnicas similares às do objeto licitado.
- Certidão de Registro e Quitação da empresa e de seu (s) responsável (is) técnico (s), expedida pelo CREA e averbada no CREA da sede da Contratada, comprovando que seu quadro de profissionais inclui pessoal técnico capacitado e disponível para realizar o objeto desta licitação, de acordo com a qualificação de cada profissional.

7. Do Valor Máximo Aceitável

O valor máximo aceitável para a execução do objeto é de R$ 497.860,24 (quatrocentos e noventa e sete mil, oitocentos e sessenta reais e vinte e quatro centavos).

8. Garantia

Os serviços prestados neste documento devem contar com as garantias especificadas nas próximas seções.

8.1. Garantia da instalação

A CONTRATADA fornecerá todos os materiais, instalará a planta fotovoltaica e deverá apresentar garantia dos serviços prestados pelo período de 5 (cinco) anos, respondendo por sua solidez e segurança, conforme o Art. 1245 do Código Civil Brasileiro. Tal período independe das garantias individuais dos equipamentos junto aos respectivos fabricantes e será contado a partir da data da assinatura do Certificado de Recebimento do sistema fotovoltaico.

Dentro desse período de garantia, de 5 (cinco) anos, a CONTRATADA deverá corrigir qualquer problema encontrado por ocasião das atividades periódicas descritas no item 8.2 ou por solicitação da CONTRATANTE, em um prazo máximo de 15 (quinze) dias úteis.

A CONTRATADA deverá apresentar os certificados de garantia das estruturas de suporte e fixação dos módulos contra defeitos de fabricação e corrosão com validade mínima de 5 (cinco) anos, a contar da data de assinatura do Termo de Recebimento da planta fotovoltaica, bem como de todos os equipamentos elétricos e eletrônicos, juntamente com o Manual de Instruções para Manutenção.

A CONTRATADA deverá apresentar um "Cronograma de Garantias" contendo todos os materiais e equipamentos fornecidos, com as respectivas descrições e identificação conforme consta no Projeto Executivo, e os respectivos prazos de garantia em meses. Esse "Cronograma de Garantias" tem o principal objetivo de apresentar de forma clara a abrangência de todas as garantias.

8.2. Garantia de desempenho

Conforme a NBR 16274:2014, o desempenho é avaliado por parâmetros anuais, um dos quais é denominado desempenho global anual, correspondendo ao parâmetro tratado na literatura técnica especializada por taxa de desempenho (TD) ou, em inglês, por *performance ratio* (PR). Assim, o desempenho global anual deverá ser calculado segundo os procedimentos apresentados na NBR 16274:2014, Seção 10 - Avaliação de desempenho e no Anexo 3: Comissionamento e Avaliação de Desempenho. A finalidade da avaliação do desempenho é verificar se a UFV está produzindo o valor de energia (kWh) em determinado período, em função da potência instalada, conforme especificado pela CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá garantir o valor de geração mínima e o desempenho global anual, estimados e apresentados no Projeto Executivo. Nesse contexto, destaca-se que o projeto executivo deve apresentar uma taxa de desempenho superior a 0,75.

As medições e ensaios para avaliação do desempenho serão executados pela CONTRATADA com acompanhamento de representante designado pela contratante. A CONTRATADA fornecerá todo o equipamento e medidores específicos para a realização das medições e ensaios, assim como o equipamento de proteção individual (EPI) indicado para as atividades.

Após a conclusão das medições e ensaios, registro dos dados, cálculos e avaliação dos resultados a CONTRATADA deverá redigir um relatório de avaliação de desempenho da planta fotovoltaica e enviar à CONTRATANTE, para revisão, correção e posterior aprovação pelo representante. Caso os valores obtidos na avaliação de desempenho anual sejam inferiores aos apresentados pela CONTRATADA no Projeto Executivo, esta deverá realizar uma análise dos possíveis motivos, corrigi-los e apresentar um Relatório Técnico com todas as informações relativas a esse processo. Além disso, a energia não gerada durante este período em relação a geração projetada será valorada segundo o preço vigente do PLD e deve ser ressarcida pela CONTRATADA.

O processo de avaliação de desempenho é composto por avaliações iniciais e avaliações de desempenho anuais, conforme especificado na sequência:

- Avaliações iniciais de desempenho: a avaliação inicial de desempenho deverá ser nos primeiros 45 (quarenta e cinco) dias após o início de operação da planta fotovoltaica, utilizando, no que for aplicável, os procedimentos apresentados na norma NBR 16274:2014, Seção 10, Avaliação de desempenho. As avaliações iniciais de desempenho serão de dois tipos, realizadas com dois períodos de medição e aquisição de dados:
    - · Avaliação de curta duração, com 2 dias de medições e dados e
    - · Avaliação de longa duração, com 30 dias de medições e dados.

  O teste de longa duração poderá ser iniciado logo após o período de 2 (dois) dias do teste de curta duração. Se este último for realizado com êxito, comprovando desempenho adequado, aprovado por representante da contratante, as medições e dados obtidos no período de 2 (dois) dias poderão ser considerados para o período de 30 dias do teste de longa duração.

- Avaliações de desempenho anual: Estão previstas duas avaliações anuais de desempenho, a serem realizadas durante o período de garantia da instalação, sendo efetuadas, respectivamente, após um ano de operação e após dois anos de operação. Nas avaliações anuais será calculado o desempenho global anual do sistema, segundo os procedimentos apresentados na NBR 16274:2014, Seção 10 - Avaliação de desempenho

Os resultados das avaliações de desempenho da UFV deverão ser apresentados em relatórios, com todos os dados de medições e ensaios realizados, conforme detalhados na Seção 10 - Avaliação de desempenho, da norma NBR 16274:2014.

9. Pagamento, Prazos e Cronograma de Execução

A CONTRATADA terá um prazo **de 120 dias (Cento e vinte dias)** corridos a partir da assinatura do contrato para realizar a instalação e comissionamento do sistema, conforme cronograma abaixo:

Produtos	Apresentação (em dias após a assinatura do contrato)	Valor (%)
Produto 01 **1.1** Entrega e aprovação do Projeto Executivo da Instalação do Sistema Fotovoltaico. **1.2** Entrega e aprovação do Projeto Executivo da Instalação da Estação Solarimétrica **1.3** Registro da ART junto ao órgão competente	15 dias	5%
Produto 02 **2.1** Entrega de materiais e equipamentos do Sistema Fotovoltaico **2.2** Entrega de materiais e equipamentos da Estação Solarimétrica	60 dias	30%
Produto 03 **3.1** Montagem mecânica **3.2** Montagem e instalações elétricas; **3.3** Elaboração de documentação técnica; **3.4** Aprovação do projeto junto a concessionária de energia e início de operação do sistema.	90 dias	60%
Produto 04 **4.1** Comissionamento e avaliação de desempenho; **4.2** Treinamento de equipe de manutenção;	90 dias	5%

Loana Nunes Velasco
Coordenadora do Projeto