



MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL
SECRETARIA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA

CADERNO DE ESPECIFICAÇÕES E ENCARGOS

INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE MICROGERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA POR MEIO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO NA PROCURADORIA DA REPÚBLICA NO ESTADO DO PARÁ

JULHO / 2023

I. OBJETIVO.....	4
II. CAMPO DE APLICAÇÃO.....	4
III. PRAZO DE ENTREGA.....	4
IV. GARANTIA DOS SERVIÇOS.....	4
V. REFERÊNCIAS.....	4
VI. CONVENÇÕES.....	4
VII. GENERALIDADES.....	5
VIII. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS.....	6
1. SERVIÇOS PRELIMINARES.....	6
1.1. PLACA DE OBRA.....	6
1.2. LICENÇAS, TAXAS E SEGUROS.....	6
1.3. APROVAÇÃO DE PROJETOS.....	6
1.4. CANTEIRO DE OBRAS.....	7
1.5. ADMINISTRAÇÃO LOCAL.....	7
1.6. SEGURANÇA.....	8
2. DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES.....	8
2.1. RECOMENDAÇÕES GERAIS.....	8
3. SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	9
3.1. DA DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	9
3.2. DO KIT FOTOVOLTAICO.....	9
3.3. INFRAESTRUTURA.....	14
3.4. MONTAGEM DO SUPORTE E MÓDULOS.....	15
3.5. ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS.....	16
3.6. COMISSIONAMENTO DO SISTEMA.....	18
3.7. GARANTIA.....	19
3.8. PROJETOS "AS BUILT" E MANUAIS DE OPERAÇÃO.....	19
3.9. NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES.....	19
3.10. FISCALIZAÇÃO.....	20
4. LIMPEZA DOS AMBIENTES.....	20
4.1. LIMPEZA DA OBRA.....	20

I. OBJETIVO

Estabelecer os requisitos, condições e diretrizes técnicas e administrativas necessárias, contidas neste caderno de especificações e encargos, na planilha orçamentária e no conjunto de pranchas (desenhos executivos), visando à execução da microgeração de energia elétrica por meio de sistema fotovoltaico nas instalações do edifício-sede da Procuradoria da República no Estado do Pará (PR/PA), localizado na Rua Domingos Marreiros, 690 - Bairro Umarizal, Belém/PA

II. CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento aplica-se à contratação do serviço de instalação de microgeração de energia elétrica por meio de sistema fotovoltaico conectado à rede no edifício-sede da Procuradoria da República no Estado do Pará.

III. PRAZO DE ENTREGA

Os serviços, objeto da presente especificação, deverão ser realizados no prazo máximo de 4 meses. Os interessados deverão considerar que os serviços poderão, a critério da Administração, ser realizados durante o período noturno e em finais de semana e feriados, pois a edificação encontra-se ocupada e em plena atividade.

IV. GARANTIA DOS SERVIÇOS

Os serviços deverão ter garantia por período não inferior a 5 (cinco) anos, contados a partir do recebimento definitivo.

V. REFERÊNCIAS

Constituem partes integrantes da presente especificação os seguintes documentos e projetos:

- a) Pranchas:
 - 1. ELE 01/01 – INSTRUÇÕES DE INSTALAÇÃO;
- b) Caderno de especificações e encargos;
- c) Planilha orçamentária (sintética e analítica);
- d) Cronograma físico-financeiro;
- e) Composição de BDI.

VI. CONVENÇÕES

- a) **Contratante:** Procuradoria da República no Estado do Pará;
- b) **Contratada:** Empresa vencedora de licitação que executará o serviço;

- c) **Fiscalização:** Engenheiro eletricista ou civil credenciado pela Contratante com objetivo de fiscalizar a execução da obra, ou comissão formalizada para este fim;
- d) **Fabricante:** Empresa fornecedora do material a ser empregado na obra;
- e) **Projeto:** Conjunto de documentos e pranchas, elaborado pela Secretaria de Engenharia e Arquitetura da PGR – SEA/PGR/MPF, contendo as informações técnicas necessárias para a realização dos serviços;
- f) **Planilha de Quantitativo de Serviços:** Planilha de relação e quantificação dos serviços a serem executados na obra;
- g) **Equivalente Aprovado:** Todos os materiais ou equipamentos citados na presente especificação técnica admitem substituição por outros equivalentes (mesma função e desempenho técnico), sob consulta e aprovação da SEA/PGR/MPF.

VII. GENERALIDADES

A execução dos serviços deverá obedecer rigorosamente, em todos os pormenores, aos seguintes itens:

- a) Desenhos, especificações e demais documentos integrantes do Projeto Executivo;
- b) As orientações do Manual de Obras Públicas – Edificações / Práticas da SEAP;
- c) Os serviços deverão ser executados de acordo com a presente especificação, sendo que qualquer solicitação de modificação deverá ser encaminhada à Fiscalização, para análise. Qualquer esclarecimento adicional sobre os serviços a serem executados, objeto da presente especificação, poderá ser obtido na SEA/PGR/MPF;
- d) Requisitos de Normas e/ou Especificações, Métodos de Ensaio e Terminologia, estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou formulados por laboratórios ou institutos de pesquisas tecnológicas brasileiros;
- e) Orientações das Notas Técnicas da Secretaria de Engenharia e Arquitetura do MPF;
- f) Recomendações, instruções e especificações de fabricantes de materiais para sua devida aplicação/installação;
- g) Antes do início da execução de cada serviço, deverão ser verificadas (diretamente na obra e sob a responsabilidade da Contratada) as condições técnicas e as medidas locais ou posições a que se destinar;
- h) Estão compreendidos todos os serviços e fornecimento de todos os materiais, incluindo andaime, equipamentos, ferramentas e acessórios necessários à execução de cada serviço;
- i) Todas as imperfeições verificadas nos serviços vistoriados, bem como discrepâncias destes em relação aos desenhos e especificações, deverão ser corrigidas antes do prosseguimento dos trabalhos.

- j) É facultada a vistoria por técnico especializado, representando a empresa licitante, nas dependências onde serão executados os serviços, para conhecimento das características, dificuldades e condições especiais para realização dos serviços a serem executados, quando serão prestados todos e quaisquer esclarecimentos adicionais à presente especificação;
- k) Considerando que a empresa a ser contratada tem qualificação técnica e comprovada capacidade para a execução dos serviços, objeto da presente especificação, não será aceita qualquer alegação, durante a execução do contrato, quanto a possíveis indefinições, omissões ou incorreções contidas no conjunto de elementos que constituem o presente Projeto, como pretexto para pretender cobrar materiais/equipamentos e/ou serviços ou alterar a composição de preços unitários.

VIII. DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS

O serviço de instalação de microgeração de energia elétrica por meio de sistema fotovoltaico conectado à rede no edifício-sede da Procuradoria da República no Estado do Pará será realizado na cobertura da edificação, compreendendo também a área técnica.

1. SERVIÇOS PRELIMINARES

1.1. PLACA DE OBRA

A CONTRATADA obriga-se a mandar confeccionar e conservar, durante todo o período da obra, a respectiva placa de obra, conforme exigido pela legislação e orientações da Nota Técnica nº 15/2016 – SEA, com área total de 1,60m² (1,60 x 1,00m).

1.2. LICENÇAS, TAXAS E SEGUROS

Engloba todas as taxas e emolumentos inerentes aos serviços, incluindo ART/RRT de projetos e de obra, seguros para risco de engenharia e de acidentes do trabalho, taxa de licença de obra de reforma com modificação, alvará de construção, entre outros. A obtenção das licenças respectivas é indispensável ao início das obras.

As taxas de aprovação de projetos poderão ser entregues à FISCALIZAÇÃO, na medida em que haja necessidade de projetos executivos serem desenvolvidos.

Todos esses ficarão à cargo da CONTRATADA.

1.3. APROVAÇÃO DE PROJETOS

Caso haja necessidade de aprovação dos projetos em concessionárias e órgãos de controle, eles serão de responsabilidade da CONTRATADA. A solicitação de acesso ao sistema da

Concessionária de energia elétrica, incluindo os projetos necessários para a sua aprovação, são de responsabilidade da CONTRATADA.

Também são de responsabilidade da CONTRATADA a execução do projeto conforme aprovado, a vistoria e correções de eventuais pendências, aprovação do ponto de conexão e a troca da medição para o início do sistema de compensação.

1.4. CANTEIRO DE OBRAS

A CONTRATADA constituirá toda estrutura e instalações do canteiro, composto de *container*, o qual se situará na área externa (estacionamento) do edifício-sede da Procuradoria da República no Estado do Pará, a ser indicado pela fiscalização.

O Canteiro deverá conter áreas para escritório, almoxarifado e depósito de materiais. O banheiro a ser utilizado será da edificação, a ser indicado pela fiscalização. O dimensionamento e projeto do Canteiro ficarão a cargo da CONTRATADA, conforme sua logística e deverá contemplar todas áreas e instalações necessárias para a perfeita execução dos serviços, além de proporcionar aos seus funcionários condições adequadas de trabalho, atendendo a legislação pertinente.

O projeto apresentado pela CONTRATADA deverá ser aprovado pela Fiscalização antes de sua execução, logo no início dos trabalhos.

Não será permitido que os funcionários da CONTRATADA utilizem instalações da Procuradoria, exceto a critério e se permitido pela fiscalização. O local exato a ser instalado será definido pela CONTRATANTE e sua mobilização, construção, demolição, desmobilização, guarda de materiais e equipamentos, bem como a circulação de seus funcionários, será de integral responsabilidade da CONTRATADA. Esta deverá obedecer **rigorosamente** às condições e regras apresentadas pela Administração da Procuradoria da República no Estado do Pará e atender às normas de segurança da Procuradoria.

Essas instalações deverão ser retiradas do local de trabalho após seu término e recebimento definitivo, devendo ser reconstituídas as condições iniciais dos locais em que as mesmas foram assentadas, em conformidade com as orientações da fiscalização.

1.5. ADMINISTRAÇÃO LOCAL

A CONTRATADA deverá manter uma equipe administrativa na obra contendo no mínimo:

- 1 (um) engenheiro eletricista ou 1 (um) profissional legalmente habilitado, em período mínimo de 04 horas/dia, com formação profissional devidamente comprovada, que assume, perante a FISCALIZAÇÃO do contrato, a responsabilidade de deliberar sobre qualquer determinação de urgência que se torne necessária, com visitas regulares à obra.

1.6. SEGURANÇA

Devem ser observados e respeitados com rigor as disposições constantes da NR-18, Norma Regulamentadora das Condições de Trabalho na Indústria da Construção, com especial atenção às disposições referentes à proteção contra quedas, item 18.13 e seus subitens.

Todos os projetos a serem desenvolvidos pela Contratada, decorrentes de serviços inerentes a este projeto, como uso de balancins, bandejas de proteção e que necessitem registro de ART, deverão ser providenciados pela Contratada às suas expensas.

Quaisquer serviços necessários que interfiram em edificações vizinhas, devem ser notificados previamente à Fiscalização, para que se defina como proceder. Da mesma forma, qualquer dano ocorrido deve ser comunicado imediatamente à Fiscalização para que sejam tomadas as providências cabíveis para a solução do problema.

2. DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES

2.1. RECOMENDAÇÕES GERAIS

Os serviços de demolição, nos locais em que haja atividade durante a obra, ocorrerão durante o horário previsto e permitido pela FISCALIZAÇÃO.

Antes do início dos serviços, a CONTRATADA deverá proceder a um detalhado exame e levantamento dos elementos de arquitetura e de instalações a serem demolidos.

As demolições deverão ser convencionais, executadas progressivamente, utilizando ferramentas portáteis elétricas ou manuais, de acordo com as recomendações da Norma NBR 5682.

Toda a metodologia utilizada para a demolição deverá observar a segurança de pessoas, mobiliário, instalações e da própria edificação.

Deverá ser evitado o acúmulo de entulho na obra em quantidade que possa causar transtornos ao funcionamento do prédio ou sobrecarga excessiva sobre pisos e paredes.

Deverão ser recuperados todos os revestimentos e acabamentos danificados em função das adequações.

Os materiais, equipamentos e procedimentos, a serem utilizados na execução dos serviços de demolições e remoções deverão atender às seguintes prescrições:

- a) Códigos, Leis, Decretos, Portarias, e Normas Federais, Estaduais e Distritais, inclusive normas de concessionárias de serviços públicos;
- b) Instruções e Resoluções dos órgãos do Sistema CREA-CONFEA e CAU.

3. SISTEMA FOTOVOLTAICO

3.1. DA DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

3.1.1. Das instalações do edifício-sede da PR/PA

3.1.1.1. Da execução dos projetos

Os módulos fotovoltaicos deverão ser instalados na cobertura do edifício-sede da Procuradoria da República no Estado do Pará (PR/PA) por meio de estrutura de fixação específica para instalação em telhado metálico (telha termoacústica). Sistemas de fixação adaptados de outros métodos de instalação (por exemplo, uso adaptado de estrutura de fixação para telhado cerâmico) não serão aceitos.

A disposição dos módulos apresentada em projeto deve ser obedecida, de forma a minimizar as interferências por sombreamento de conjuntos adjacentes, a não ser que outra disposição seja apresentada e justificada pela CONTRATADA. As conexões de paralelismo de módulos apresentadas em projeto também devem ser observadas de modo a evitar a circulação de corrente entre módulos.

As conexões entre módulos adjacentes de um mesmo conjunto deve ser feita de acordo com o método “*leap-frog*” com o objetivo de reduzir os laços existentes e, por consequência, a severidade dos eventuais efeitos de surtos de tensão. Quando não for possível se adequar a este método, por inviabilidade do módulo escolhido, o lançamento dos cabos deve ser feito de forma a minimizar a formação de laços.

Deverão ser observadas as prescrições previstas em projeto, em especial a presença da caixa de junção (*string-box*). Elementos de proteção incorporados ao inversor não serão aceitos como os substitutos daqueles previstos nas caixas de junção.

O encaminhamento dos condutores deve ser feita em condutos específicos para os fins ao que se destinam: condutos previstos para condutores em corrente contínua devem ser de uso exclusivo para circuitos em corrente contínua, valendo o mesmo para a corrente alternada. Apesar de serem utilizados cabos unipolares, que dispensam o uso de infraestrutura, em todos os trechos em que for possível a instalação de infraestrutura, esta deve ser executada.

3.2. DO KIT FOTOVOLTAICO

O *kit* fotovoltaico é composto por todos os elementos necessários para a conexão e instalação dos inversores aos módulos fotovoltaicos, exceto as instalações em corrente alternada.

A potência determinada para os *kits* fotovoltaicos são de 36,72 kWp e 69,12 kWp (equivalente ao somatório das potências dos módulos fotovoltaicos em cada *kit*). Para a confecção dos *kits* foi considerado o uso de módulos fotovoltaicos com 540 W de potência (68 módulos para o *kit* 36,72 kWp e 128 módulos para o *kit* de 69,12 kWp), além de um inversor de 30 kW de potência e um

inversor de 60 kW de potência ambos trifásicos 380/220 V. Também são considerados os demais elementos apresentados em projeto, tais como as caixas de junção (*string-box*), os suportes de fixação dos módulos em telhado metálico (telha termoacústica) e os demais elementos necessários para a conexão dos módulos ao inversor, tais como os conectores MC4 e os cabos unipolares. É prevista a utilização de 2 *kits* no SFCR da unidade.

3.2.1. Dos módulos fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos devem ter registro válido no INMETRO e ser da categoria “A”. O comprimento dos cabos de conexão dos módulos deve ser suficiente para montagem alternada entre eles, no método de instalação denominado “*leap frog*”, caso não seja possível cumprir com este requisito, algum outro método para redução da área do laço formado pelo conjunto dos módulos deve ser adotado.

A substituição dos módulos de referência do projeto pode ser feita desde que a potência resultante dos 2 *kits* sejam de pelo menos a potência inicial prevista para eles (1 *kit* de 36,72 kWp e 1 *kit* de 69,12 kWp), garantida a padronização de todos os módulos. Os arranjos de módulos equivalentes devem atender às prescrições normativas da NBR 16690:2019 – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisitos de projeto, em especial os itens relativos às condições de instalação (orientação, inclinação e paralelismo de módulos). As características dos módulos equivalentes devem ser equivalentes ou superiores àquelas do módulo de referência. Apenas a potência do módulo pode ser inferior à do módulo de referência, desde que a instalação proposta caiba na área indicada em projeto.

A utilização de módulos que ensejem novas proposições de arranjos fotovoltaicos deve ser apresentadas à Fiscalização para aprovação. As características do módulo de referência são apresentadas na tabela a seguir:

Características do módulo fotovoltaico de referência	
Potência nominal STC:	540 W
Tipo de material:	Silício monocristalino
Eficiência do módulo:	> 21 %
Material da estrutura:	Liga de alumínio anodizado
Temperatura máxima do módulo para operação contínua:	85°C
Grau de proteção:	IP67
Tensão máxima do sistema:	1000 V
Número de células:	72 ou 144
Tipo de conector CC:	MC4
Garantia do produto:	10 anos
Garantia de saída de potência linear:	25 anos @ 80%
Modelo de referência	JINKO JKM540M-72HL4-V

3.2.2. Dos inversores

Os inversores utilizados devem possuir certificado emitido por laboratório acreditado que garanta a característica de anti-ilhamento do inversor.

A substituição dos inversores de referência do projeto pode ser feita desde que seja garantida a relação de potência do conjunto de módulos e da potência do inversor entre 100% e 130%. Cada kit deve ser alimentado por um inversor apenas e ele deve possuir tantas conexões e MPPTs quantos os arranjos propostos de acordo com os módulos fotovoltaicos. Somente arranjos de módulos com mesma orientação e inclinação serão aceitos em um mesmo MPPT.

O projeto elétrico considerou o uso de um inversor de 30 kW e outro de 60 kW para o dimensionamento de proteções e de cabeamento. Caso haja interesse por parte da CONTRATADA em oferecer um equipamento com potência distinta, TODOS os elementos dependentes da potência do inversor devem ser redimensionados, garantindo os mesmos critérios e desempenho daquilo que foi projetado para o caso do inversor de 30 kW e 60 kW. Para efeitos de cálculo, o fator de potência da instalação deve ser considerado como 0,92 e as características de instalação compatíveis com o projeto a ser executado.

Os inversores fotovoltaicos devem possuir módulo de comunicação para acesso e configuração remota deles. Também serão aceitos sistemas de comunicação por rede Wi-Fi;

A relação de potência do conjunto de módulos e a potência do inversor deve estar contida entre 100% e 130%. A utilização de inversores que ensejem novas proposições de projeto deve ser apresentadas à Fiscalização para aprovação. As características do inversor de referência são apresentadas nas tabelas a seguir:

Características gerais do inversor 1 – 30 kW	
Faixa de temperatura operacional:	-25°C ... +60°C
Topologia:	Sem transformador
Resfriamento:	Natural ou forçado (ventilador embutido)
Garantia do produto:	5 anos
Grau de proteção:	IP65
Características de entrada do inversor	
Tensão máxima de entrada CC:	1000 V
Número de MPPT:	3
Strings por MPPT:	2
Características de saída do inversor	
Potência máxima:	30 kW
Tensão nominal:	380/220 V

Número de fases:	3
Rendimento:	> 98%
Fator de potência ajustável	0,8 (I) ... 1 ... 0,8 (C)
Taxa de distorção harmônica:	< 3%
Modelo de referência	GROWATT – MID 30KTL3-X

Características gerais do inversor 2 – 60 kW

Faixa de temperatura operacional:	-25°C ... +60°C
Topologia:	Sem transformador
Resfriamento:	Natural ou forçado (ventilador embutido)
Garantia do produto:	5 anos
Grau de proteção:	IP65

Características de entrada do inversor

Tensão máxima de entrada CC:	1000 V
Número de MPPT:	3
Strings por MPPT:	4

Características de saída do inversor

Potência máxima:	60 kW
Tensão nominal:	380/220 V
Número de fases:	3
Rendimento:	> 98%
Fator de potência ajustável	0,8 (I) ... 1 ... 0,8 (C)
Taxa de distorção harmônica:	< 3%
Modelo de referência	GROWATT – MAC 60KTL3-X LV

3.2.3. Caixas de junção (*string-box*)

As caixas de junção devem ser compostas por dispositivos especificamente projetados para o fim a que se destinam: proteção de circuitos em corrente contínua. A natureza da corrente contínua inviabiliza a utilização de alguns dos componentes projetados para corrente alternada.

Além do dispositivo de seccionamento dos arranjos fotovoltaicos, as caixas de junção devem dispor de dispositivos de proteção contra sobrecarga e contra sobretensão. Os dispositivos de seccionamento e proteção contra sobrecarga podem ser incorporados em um só, por exemplo, disjuntor para aplicação em corrente contínua.

A instalação das caixas de junção deve ser feita o mais próximo possível dos inversores, e devem possuir dispositivos para manter os cabos firmemente fixados nela, por exemplo, prensa cabos. O número de entradas e de saídas das caixas de junção devem estar de acordo com o número de arranjos e o número de entradas do inversor.

Cada caixa de junção deve contar com pelo menos as seguintes proteções e funções: proteção contra correntes de curto-circuito; proteção contra correntes de sobrecarga; proteção contra sobretensão; e seccionamento. As proteções contra correntes de sobrecarga, curto circuito e seccionamento podem ser feitas por dispositivo do tipo disjuntor, desde que seja específico para uso em corrente contínua e a CONTRATADA apresente resultados de testes em laboratório de que o disjuntor seja capaz de interromper correntes conforme suas características nominais.

3.2.4. Conectores MC4

Os conectores MC4 devem ser montados com as ferramentas adequadas para garantir o perfeito encaixe entre as peças e a estanqueidade da conexão, além de terem especificações compatíveis com o projeto. As conexões devem ser fixadas na estrutura de fixação dos módulos por meio de braçadeiras de nylon ou outro material adequado, a fim de evitar possíveis tensões mecânicas na conexão e contato com a água.

3.2.5. Cabos para corrente contínua

Os cabos de ligação entre os módulos fotovoltaicos, caixas de junção e inversores, ou seja, toda a parte em corrente contínua deve utilizar cabos adequados para este fim e em conformidade com a norma NBR 16.612 – Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores – Requisitos de desempenho. A seção do cabo deve ser compatível com o projeto apresentado (seção mínima de 6 mm²).

3.2.6. Estrutura de fixação

As estruturas de suporte dos módulos fotovoltaicos devem ser previstas para este fim, de acordo com o modelo e fabricante escolhidos. Dada a possibilidade de corrosão, nenhuma peça em material diferente de alumínio ou aço inoxidável (AISI 304) deve entrar em contato com os módulos fotovoltaicos.

Os trilhos devem ser fabricados em alumínio anodizado, bem como os elementos de fixação do módulo no suporte. Os elementos que são fixados nas telhas metálicas (telha termoacústica) devem possuir elemento de vedação adequado, a fim de evitar a infiltração de água nos pontos de fixação. A estrutura deve manter os módulos fotovoltaicos espaçados pelo menos 10 centímetros da cobertura existente, para dissipação do calor e eventual condensação sob os módulos.

Para a instalação sobre telhado deve ser prevista estrutura de fixação adequada para tal finalidade, com os devidos suportes para garantir a estabilidade do conjunto e a estanqueidade da cobertura após a instalação. Devem ser instalados dispositivos de vedação em cada inserção de parafuso na telha, para garantir que não haja a entrada de água pelo ponto de perfuração.

3.3. INFRAESTRUTURA

3.3.1. Rede de Eletrodutos

NÃO PERFURAR O PISO DA LAJE PARA FIXAÇÃO DOS ELETRODUTOS: LAJE IMPERMEABILIZADA COM MANTA ASFÁLTICA. Fixar os eletrodutos em suporte de concreto (bloco de concreto ou meio-fio).

Os dutos somente poderão ser cortados perpendicularmente ao seu eixo, retirando cuidadosamente as rebarbas deixadas nas operações de corte ou de abertura de novas roscas. As extremidades dos dutos, quer sejam internos ou externos, embutidos ou não, serão protegidas por buchas.

A junção dos dutos será feita de modo a permitir e manter, permanentemente, o alinhamento e a estanqueidade. Antes da confecção de emendas, verificar-se-á se os dutos e luvas estão limpos. O aperto entre os dutos e a luva far-se-á com auxílio de uma chave para tubo, até que as pontas se toquem no interior da luva.

As curvas nos tubos rígidos devem ser evitadas ao máximo e, se estritamente necessário, deve-se optar por curvas pré-fabricadas ou realizar este processo de forma adequada, utilizando equipamentos corretos para esta prática e garantindo a qualidade da tubulação.

Os comprimentos máximos admitidos para as tubulações serão os recomendados pela NBR 5410.

Os dutos aparentes serão instalados, sustentados por braçadeiras fixadas a cada 1,5 metro. Em todos os lances de tubulação serão passados arames-guia de aço galvanizado de 1,65 mm de diâmetro, que ficarão dentro das tubulações, presos nas buchas de vedação, até a sua utilização para puxamento dos cabos. Estes arames correrão livremente.

3.3.2. Cabos e fios

Puxamento de cabos e fios

No puxamento de cabos e fios em dutos, não serão utilizados lubrificantes orgânicos, somente grafite. O puxamento dos cabos e fios será efetuado manualmente, utilizando alça de guia e roldanas, com diâmetro pelo menos três vezes superior ao diâmetro do cabo ou grupo de cabos, ou pela amarração do cabo ou fio em pedaço de tubo. Os cabos e fios serão puxados, continua e lentamente, evitando esforços bruscos que possam danificá-los ou soltá-los. Os cabos devem ser esticados naturalmente, sem nenhum esforço, antes de serem instalados.

Ocupar no máximo **40%** da seção da tubulação. Quando do lançamento, proteger e guiar o cabo para evitar danificar sua isolamento. O lançamento de cabos longos será feito por etapas nas caixas de passagem. Manter um instalador onde houver curvas ou caixas de passagem para guiar os cabos. Não submeter os cabos a pressões ou pesos sobre sua superfície.

Fixação dos cabos

Em instalações aparentes, a fixação dos cabos será feita por fitas de velcro dupla face ou equivalente, espaçadas de 50 cm. Em trechos curvos, as braçadeiras serão fixadas no início e no

fim de cada curva, e serão adotados os raios mínimos de curvatura recomendados pela Norma NBR 5410.

Condição de instalação dos cabos

Tão logo quanto possível, os cabos devem ser protegidos por infraestrutura resistente às intempéries a que eles estão sujeitos e esforços mecânicos. A infraestrutura deve ser adequada para aplicação ao sol, principalmente ser resistente aos raios UV. Enquanto forem lançados sob os módulos fotovoltaicos, eles podem ser fixados à estrutura de fixação por meio de braçadeiras de nylon ou outro material adequado.

3.4. MONTAGEM DO SUPORTE E MÓDULOS

Suporte do módulo

Os suportes devem ser montados de acordo com as instruções do fabricante para o perfeito encaixe e alinhamento dos módulos fotovoltaicos. Deve-se observar o espaçamento necessário de pelo menos 10 centímetros entre os módulos fotovoltaicos e a cobertura, a fim de proporcionar as condições de trocas de calor e a dissipação de condensação.

As estruturas devem prever uma inclinação otimizada para a geração de energia e a manutenção da limpeza dos módulos de forma natural com a chuva. Inclinações diferentes das anteriores devem ser devidamente justificadas e, quando possível, evitadas.

Aterramento

O aterramento dos módulos NÃO DEVE ser conectado aos captadores do SPDA, devendo haver espaçamento entre as cordoalhas de aterramento dos módulos e os captadores do SPDA, incluindo o telhado metálico.

O ramal principal do aterramento previsto em projeto deve ser montado sobre espaçadores nas áreas de concreto e fixados na estrutura de fixação dos módulos nas áreas do telhado. A partir do ramal principal devem ser derivados os aterramentos individuais dos módulos. A derivação é feita com um parafuso fendido em latão.

A extremidade da cordoalha de aterramento do módulo deve possuir um conector em liga de cobre. O terminal não deve ter contato elétrico com a estrutura do módulo fotovoltaico, sob risco de corrosão no local. Para tanto, deve ser utilizada arruela em inox entre o terminal e o módulo fotovoltaico, mantendo assim a condutividade elétrica entre as partes. Deve ser conferida a condutividade elétrica entre os módulos e a cordoalha de aterramento. Nenhum metal diferente de alumínio ou aço inox (AISI 304) deve entrar em contato com o módulo fotovoltaico.

O aterramento dos módulos deve ser feito nos orifícios já existentes e próprios para este fim no módulo. Não devem ser feitos novos furos na moldura dos módulos. Não será aceita a utilização de parafuso autobrocante para a execução do aterramento dos módulos.

É prevista a equipotencialização de todos os módulos a partir de uma cordoalha de cobre nu lançada nos trechos principais da infraestrutura do cabeamento em corrente contínua. Esta equipotencialização é feita com o uso de condutor de cobre de mesma seção do cabeamento em corrente contínua, com conexão de todos os módulos de forma sequencial, a cada conjunto de módulos.

Módulo

Os módulos devem ser fixados na estrutura de suporte com peças específicas para este fim, de acordo com as recomendações do fabricante do suporte. As distâncias entre apoios da estrutura de suporte devem estar de acordo com as recomendações do fabricante do módulo fotovoltaico.

A montagem elétrica e mecânica dos módulos fotovoltaicos deve ser acompanhada por engenheiro eletricista ou profissional legalmente habilitado da CONTRATADA. Nenhum metal diferente de alumínio ou aço inox (AISI 304) deve entrar em contato com o módulo fotovoltaico. Os conectores elétricos devem ser fixados na estrutura de suporte, a fim de evitar tensões mecânicas nos cabos e contato com água.

Os arranjos fotovoltaicos devem ser montados de acordo com a disponibilidade de áreas na cobertura e possibilidade de sombreamento ao longo do dia. Arranjos fotovoltaicos com características de montagem e posicionamento distintos não devem ser conectados em paralelo. A montagem de arranjos com características de instalação distintas favorece a circulação de corrente entre os módulos, mesmo com o dispositivo de seccionamento aberto.

Os arranjos devem ser dispostos conforme projeto básico e a conexão elétrica entre eles deve ser feita de forma alternada, conforme apresentado nas pranchas do projeto, de modo a minimizar eventuais surtos de tensão. Para tanto, o tamanho do chicote deve ser suficiente para este tipo de montagem.

3.5. ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

Eletrodutos

Os eletrodutos devem ser fabricados em aço galvanizado, de acordo com norma técnica NBR 5.624, NBR 5.597, NBR 5.598, NBR 5.597 ou NBR 13.057.

Conduletes

Os conduletes metálicos para sistemas de eletrodutos devem ser fabricados em alumínio, de acordo com norma técnica NBR 15.701. As conduletes devem possuir tampa e elementos de vedação para as furações que não sejam utilizadas.

Buchas, arruelas e box reto para eletroduto

Buchas, arruelas e box reto utilizados para a fixação dos eletrodutos nos quadros devem ser fabricados em alumínio fundido.

Braçadeiras

As braçadeiras utilizadas na fixação dos eletrodutos devem ser fabricadas em chapa galvanizada #18.

Eletrocalhas

As eletrocalhas utilizadas devem estar firmemente fixadas aos quadros, possuir tampa e ser fabricadas em chapa perfurada galvanizada #18.

Cabos para corrente alternada

Os cabos de ligação entre os inversores e os quadros terminais deve ser feita em cabos adequados para este fim e em conformidade com a norma NBR 7.288 – Cabos de potência com isolamento sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1 kV a 6 kV – Especificação, ou em conformidade com a norma NBR 7.286 – Cabos de potência com isolamento extrudada de borracha etileno propileno (EPR) para tensões de 1 a 35 kV – Requisitos de desempenho.

Cordoalhas de cobre nu

As cordoalhas de cobre nu devem ser fabricadas em cobre eletrolítico de alta pureza, de acordo com a NBR 6.524 ou NBR 5.111.

Quadros elétricos

Os quadros elétricos devem ser construídos em chapa metálica com pintura epóxi pó na cor branca ou cinza. Os barramentos devem ser de cobre e totalmente protegidos contra contatos pela estrutura do quadro ou por chapa de policarbonato.

Devem possuir suporte para disjuntores do tipo DIN e para disjuntor do tipo caixa moldada (disjuntor principal). Os barramentos de neutro e terra devem ser dimensionados de acordo com o nível de corrente do disjuntor principal.

Todos os elementos no interior do quadro devem ser identificados e deve haver também a fixação do diagrama multifilar do quadro, além dos avisos previstos pela NBR 5.410, na porta do mesmo (avisos na parte externa e diagrama multifilar na parte interna).

A CONTRATADA deve fornecer e instalar placas de advertência no padrão da Concessionária de energia elétrica na porta de todos os quadros (quadro dos inversores, quadro de força do ar-condicionado, quadro geral de baixa tensão e no quadro de proteção da subestação) informando: “CUIDADO! RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA”.

Para o quadro da central de água gelada (QDAC-CAG) já existente (a partir do qual é feita a conexão dos inversores), deve ser feita a instalação de 2 disjuntores tripolares termomagnéticos, conforme projeto. Os disjuntores dos inversores devem ser do tipo caixa moldada, com capacidade mínima de interrupção de curto-circuito de 10 kA.

3.6. COMISSIONAMENTO DO SISTEMA

A CONTRATADA deve proceder com o comissionamento de todas os sistemas fotovoltaicos instalados, atendendo aos critérios da NBR 16.274 - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.

Deve ser realizado, no mínimo, inspeção e ensaio de categoria 1, conforme a NBR 16.274. Todos os ensaios e inspeções devem ser documentados e entregues à Fiscalização para avaliação. O comissionamento do sistema deve ser informado à Fiscalização, para que esta possa acompanhar todas as atividades relacionadas.

Os testes que devem ser realizados são os seguintes:

- Continuidade dos condutores de aterramento de proteção ou ligação equipotencial;
- Ensaio de polaridade;
- Ensaio de caixa de junção;
- Série fotovoltaica – Medição de corrente – Ensaio de curto-circuito;
- Série fotovoltaica – Medição da tensão de circuito aberto;
- Ensaios funcionais;
- Ensaio de resistência de isolamento do arranjo fotovoltaico.

Para os ensaios que dependam do desempenho dos módulos, isto é, dependam diretamente do nível de irradiação solar, especialmente os ensaios de medição de corrente de curto-circuito e de medição da tensão de circuito aberto, eles devem ser realizados em condições de forma a atingir, pelo menos, 90% dos valores nominais STC (sejam de corrente de curto-circuito ou de tensão de circuito aberto). Desta forma, tais ensaios devem ser realizados em horários entre 12 e 13 horas, com condições estáveis de irradiação (tempo sem nuvens). Caso os valores não sejam atendidos nas condições especificadas, a CONTRATADA deve realizar os testes em outra ocasião e, por fim, justificar o não atendimento aos requisitos.

Os testes de continuidade devem ser feitos entre o ponto de aterramento da *string-box* e o último módulo do conjunto, de forma a garantir a boa execução do aterramento. Devem ser utilizados equipamentos com injeção ativa de corrente (micro-ohmímetro ou miliohmímetro) e que forneçam os valores da resistência medida, a serem apresentados no relatório de comissionamento. Não serão aceitos testes de continuidade realizados com multímetros.

Os ensaios da resistência de isolamento devem ser feitos com equipamento capaz de fazer os ensaios separados nos condutores positivos e nos condutores negativos dos arranjos fotovoltaicos com tensão de 1000 V. Os valores medidos devem ser apresentados no relatório do comissionamento.

Todas as medidas dos equipamentos devem ser fotografadas e anexadas no relatório de comissionamento para comprovação das medidas. As medidas devem ser apresentadas conforme

os arranjos aos quais pertençam. Devem ser informados os horários de realização dos testes e os equipamentos utilizados para a conferência da FISCALIZAÇÃO.

3.7. GARANTIA

O sistema fotovoltaico a ser instalado será garantido pelo prazo de 5 anos a contar da data do recebimento definitivo.

A garantia abrangerá os reparos e substituições necessárias provenientes de falhas de material, montagem ou componentes defeituosos.

3.8. PROJETOS "AS BUILT" E MANUAIS DE OPERAÇÃO

A CONTRATADA deverá, no final da obra, antes do recebimento provisório, entregar todos os manuais de operação e termos de garantia dos equipamentos instalados, juntamente com os projetos atualizados e cadastrados de acordo com a execução da obra ("*As Built*") à fiscalização da obra. Os projetos deverão ser entregues em formato digital com extensão DWG.

Além dos manuais dos equipamentos, deverá ser elaborado um manual com as rotinas necessárias para a manutenção do sistema, englobando as rotinas de limpeza, verificação e operação do sistema fotovoltaico. Tais rotinas deverão ser dimensionadas em relação à necessidade e especificidade de mão de obra e frequência de realização.

3.9. NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

A execução de serviços de instalações do sistema fotovoltaico deverá atender também às seguintes Normas e Práticas Complementares:

- Práticas de Projeto, Construção e Manutenção de Edifícios Públicos Federais;
- Normas trabalhistas, em especial a NR-10 e NR-35;
- Normas da ABNT e do INMETRO:
 - NBR 5.410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Procedimento;
 - NBR 16.690 – Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos - Requisitos de projeto;
 - NBR 16.274 - Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;
- Normas Estrangeiras:
- Códigos, Leis, Decretos, Portarias e Normas Federais, Estaduais e Municipais, inclusive normas de concessionárias de serviços públicos;
- Instruções e Resoluções dos Órgãos do Sistema CREA/CONFEA.

3.10. FISCALIZAÇÃO

A Fiscalização poderá realizar as seguintes atividades específicas:

- Liberar a utilização dos materiais entregues na obra, após comprovar que as características e qualidade satisfazem às recomendações contidas nas especificações técnicas e no projeto;
- Acompanhar a execução dos serviços, observando se são respeitadas todas as recomendações e exigências contidas no projeto;
- Exigir a colocação de fios de arame galvanizado nas tubulações em que os cabos serão passados posteriormente;
- Acompanhar a realização de todos os testes previstos nas instalações os seus resultados;
- Efetuar a aceitação dos serviços de instalação do sistema em duas etapas: a primeira (provisória) ocorrerá após a entrega, em operação aprovada, dos equipamentos, tendo sido realizados a contento todos os testes necessários; e a segunda (final), efetuada após a operação experimental, por prazo estipulado no contrato de fornecimento;

4. LIMPEZA DOS AMBIENTES

4.1. LIMPEZA DA OBRA

4.1.1. Limpeza permanente

Ao final de cada dia será procedida à limpeza geral da obra de modo a evitar o acúmulo de entulhos e materiais que possam prejudicar o bom andamento dos serviços. Os entulhos deverão ser acondicionados em recipientes apropriados, fornecidos pela Contratada, que serão removidos da obra tão logo estejam cheios.

4.1.2. Limpeza final

Ao término dos serviços deverá ser procedida a limpeza final, com a remoção cuidadosa de todas as manchas com produtos e técnicas apropriadas. Os custos referentes às operações de limpeza dos ambientes deverão estar contemplados nos valores apresentados para a execução dos respectivos serviços.

Será removido todo o entulho do terreno, sendo cuidadosamente limpos e varridos os acessos. Todas as alvenarias de pedra, pavimentações, revestimentos, cimentados, ladrilhos, pedras, azulejos, vidros, aparelhos sanitários, etc., serão limpos abundantemente e cuidadosamente lavados, de modo a não serem danificadas outras partes da obra por esses serviços de limpeza.

A lavagem de rodapés/soleiras/peitoris será procedida com sabão neutro, perfeitamente isento de álcalis cáusticos. As pavimentações ou revestimentos de pedra, destinados a polimento e lustração, serão polidos em definitivo.

Será procedida cuidadosa verificação, por parte da Fiscalização, das perfeitas condições de limpeza, funcionamento e segurança de todas as instalações de água, esgoto, águas pluviais, aparelhos sanitários, equipamentos diversos, esquadrias e demais sistemas.