**ANEXO II – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS**

**O presente documento é composto pelos seguintes cadernos:**

1 – Disposições Gerais

2 – Serviços Iniciais

3 – Despesas Administrativas

4 – Itens de Adesão da Ata de Registro de Preço

5 – Normas

6 – Escopo e Características Gerais da Contratação

7 – Projeto Executivo

8 – Especificações dos Materiais e Equipamentos

9 – Sistema de Gerenciamento e Monitoramento

10 – Testes

11 – Aferição de Performance

12 – Anexos

1. **DISPOSIÇÕES GERAIS**

Para efeito das presentes especificações, o termo CONTRATADA define o proponente vencedor do certame licitatório, a quem for adjudicado o objeto, o termo FISCALIZAÇÃO define a equipe que representa o Tribunal de Contas da União perante a CONTRATADA e a quem esta última deverá reportar-se e o termo CONTRATANTE define o Tribunal de Contas da União – TCU.

Antes de apresentar sua proposta, o licitante deverá analisar todos os documentos do edital, sendo recomendada a vistoria do local dos serviços, executando todos os levantamentos necessários ao desenvolvimento de seus trabalhos, de modo a não incorrer em omissões, as quais não poderão ser alegadas em favor de eventuais pretensões de acréscimo de preços.

Possíveis indefinições, omissões, falhas ou incorreções dos projetos ora fornecidos não poderão constituir pretexto para a CONTRATADA cobrar “serviços extras” e/ou alterar a composição de preços unitários.

Se, para facilitar seus trabalhos, a CONTRATADA necessitar elaborar desenhos de execução adicionais, além dos detalhamentos constantes dos desenhos apresentados pela FISCALIZAÇÃO, deverá fazê‑lo às suas expensas exclusivas, submetendo‑os à aprovação da FISCALIZAÇÃO.

Os desenhos de execução adicionais, cuja responsabilidade for da CONTRATADA, se necessários, poderão ser entregues por partes, de acordo com as prioridades e em função do cronograma dos serviços. Os serviços contidos nestes desenhos não poderão ser iniciados sem aprovação formal da FISCALIZAÇÃO.

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

A CONTRATADA fornecerá as máquinas, os equipamentos, as ferramentas, os materiais, a mão de obra (inclusive os encargos sociais e trabalhistas), os insumos, todos os tipos de transporte e tudo mais que for necessário para a execução, a conclusão e a manutenção dos serviços, sejam eles definitivos ou temporários. Os custos relativos a esses itens deverão estar embutidos nas propostas apresentadas.

Também serão de responsabilidade da CONTRATADA todos os tributos, emolumentos, alvarás e encargos necessários à execução dos serviços. Nenhum pagamento adicional será efetuado em remuneração aos serviços descritos nesse documento.

Considera-se sempre que a CONTRATADA dispõe da totalidade dos conhecimentos técnicos, gerenciais, operacionais e administrativos e dos meios de produção necessários, suficientes e adequados à execução dos serviços para a realização do objeto, os quais deverá mobilizar e empregar com eficiência e eficácia no cumprimento do Contrato que celebrar. Não caberá qualquer pleito de alteração dos valores contratados pela substituição de métodos e meios de produção incompatíveis com o conjunto dos serviços a realizar nas quantidades, prazos e qualidade requeridos.

**As propostas elaboradas pela CONTRATANTE são instrumentos para a elaboração do orçamento estimativo. Cada licitante deve elaborar suas próprias propostas incluindo todos os materiais, equipamentos e mão de obra que entenderem necessário para a conclusão do serviço de acordo com a especificação técnica. Não poderá haver nenhum pleito de alteração de valores do contrato em função das propostas apresentadas pela CONTRATANTE.**

Os serviços serão medidos e pagos de acordo com itens específicos constantes dos cadernos desta especificação, seguindo criteriosamente as unidades de medida estabelecidas.

**Perdas, sobras, quebras de unidades, ineficiência de mão de obra e outros, deverão ser considerados na proposta, não sendo, em hipótese alguma, considerados na medição.**

Os materiais a serem empregados e os serviços a serem executados deverão obedecer, rigorosamente:

* Às normas e especificações constantes deste caderno;
* Às normas da ABNT;
* Às disposições legais da União;
* Aos regulamentos das empresas concessionárias;
* Às prescrições e recomendações dos fabricantes;
* Às normas internacionais consagradas, na falta das normas da ABNT;
* Às normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho;
* Às práticas SEAP – Projetos, execução e manutenção.

Para elaboração das estratégias sustentáveis deverão ser seguidos os manuais e recomendações do CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável), bem como a legislação específica vigente, em especial a Lei nº 12.305, de 2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a IN nº 1 – SLTI/MPOG, de 2010, que estabelece critérios de sustentabilidade ambiental na contratação de obras pela administração pública federal e o Decreto nº 7.746, de 2012, que regulamenta o artigo 3º da Lei nº 8.666, de 1993, e estabelece critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal.

A análise, pela FISCALIZAÇÃO, dos materiais e sistemas aplicados nos serviços será rigorosa quanto aos critérios de eficiência energética, redução de impactos ambientais e sustentabilidade.

Deverão ser utilizados materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental, que promovam a conservação e o uso racional da água, a eficiência energética e a especificação de produtos com certificação ambiental, sempre que possível e que os custos forem compatíveis com o praticado no mercado.

Quaisquer dos itens mencionados no presente caderno e não incluídos nos desenhos de execução dos projetos, ou vice-versa, terão a mesma significação como se figurassem em ambos, sendo a sua execução de responsabilidade da CONTRATADA.

Os casos não abordados nesta especificação serão definidos pela FISCALIZAÇÃO, de maneira a manter o padrão de qualidade previsto para os serviços em questão.

No caso de divergência de informações entre os desenhos de execução dos projetos, a planilha orçamentária e as especificações, prevalecerá primeiramente o contido nas especificações, seguido da planilha orçamentária e, por último, dos desenhos, sempre consultada a FISCALIZAÇÃO.

Em caso de divergência entre desenho de escalas diferentes, prevalecerão sempre os de maior escala. Na divergência entre cotas dos desenhos e suas dimensões medidas em escala, prevalecerão as primeiras, sempre consultada a FISCALIZAÇÃO.

Caso haja dúvidas entre as especificações, detalhamentos e plantas do projeto, prevalecerão as informações com a seguinte ordem: 1º Caderno de especificações; 2º Detalhamentos; 3º Plantas, sempre consultada a FISCALIZAÇÃO.

Durante a execução, deverá ser comunicado à FISCALIZAÇÃO qualquer divergência encontrada entre o projeto de instalações e os demais projetos de execução, com a finalidade de definir a solução a ser adotada.

Nenhuma modificação poderá ser feita nos desenhos e nas especificações dos projetos sem autorização expressa da FISCALIZAÇÃO.

Os equipamentos que a CONTRATADA levar para o canteiro, ou as instalações por ela executadas e destinadas ao desenvolvimento de seus trabalhos, só poderão ser retirados com autorização formal da FISCALIZAÇÃO.

Todos os materiais a serem empregados deverão obedecer às especificações dos projetos e deste memorial e serem de primeiro uso.

A substituição de materiais especificados por outros equivalentes pressupõe, para que seja autorizada, que o novo material proposto possua, comprovadamente, equivalência nos itens qualidade, resistência e aspecto.

**As marcas e produtos referenciados nas plantas, especificações e listas de material admitem o equivalente, se devidamente comprovado seu desempenho por meio de testes e ensaios previstos por normas, desde que previamente aceitos pela FISCALIZAÇÃO.**

**A equivalência indicada é em relação ao atendimento aos requisitos e critérios mínimos de desempenho especificados e normatizados, coincidência de aspectos visuais (aparência/acabamento), de materiais de fabricação, de funcionalidade e de ergonomia. A equivalência será avaliada pela FISCALIZAÇÃO, antes do fornecimento efetivo, mediante apresentação do material proposto pela CONTRATADA, juntamente com laudos técnicos do material ou produto, laudos técnicos comparativos entre o produto especificado e o produto alternativo, emitidos por laboratórios autorizados pelo INMETRO, com ônus para a CONTRATADA.**

Se julgar necessário, a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar à CONTRATADA a apresentação de informação, por escrito, dos locais de origem ou de certificados de conformidade ou de ensaios relativos aos materiais, aparelhos e equipamentos que pretende aplicar, empregar ou utilizar, para comprovação da sua qualidade. Os ensaios e as verificações serão providenciados pela CONTRATADA sem ônus para a CONTRATANTE e executados por laboratórios reconhecidos pela ABNT ou outros aprovados pela FISCALIZAÇÃO.

Cada lote ou partida de material será confrontado com respectiva amostra previamente aprovada pela FISCALIZAÇÃO.

Os materiais que não atenderem às especificações não poderão ser estocados no canteiro de obras.

A FISCALIZAÇÃO não aceitará a alegação de atraso dos serviços devido ao não fornecimento tempestivo dos materiais pelos fornecedores de materiais e insumos e/ou de serviços subempreitados.

Os materiais inflamáveis só poderão ser depositados em áreas autorizadas pela FISCALIZAÇÃO, devendo a CONTRATADA providenciar para estas áreas os dispositivos de proteção contra incêndios determinados pelos órgãos competentes.

**A CONTRATADA deverá efetuar todos os procedimentos técnicos e administrativos para a realização da ligação definitiva de energia elétrica.**

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

**No caso em que a CONTRATADA venha a, como resultado das suas operações, danificar áreas não incluídas no setor de seu trabalho ou, mesmo, prejudicar o funcionamento ou operação das demais unidades do prédio, ela deverá recuperá-las deixando‑as conforme seu estado original.**

A CONTRATADA cuidará para que o estoque e transporte de todo o material, equipamentos e entulho sejam feitos sem causar danos ou interrupções nas áreas comuns do prédio. A movimentação e o estoque deverão ser previamente avaliados a fim de compatibilizar as solicitações com os meios de acesso disponíveis.

Atenção especial deverá ser dada ao estoque de material, equipamento ou entulho sobre as lajes da edificação, de forma que seja respeitada a sobrecarga prevista no cálculo estrutural.

A CONTRATADA cuidará para que os serviços a serem executados acarretem a menor perturbação possível aos demais condôminos, aos serviços públicos, às vias de acesso, e a todo e qualquer bem, público ou privado, interno ou externo ao prédio.

A CONTRATADA será responsável, nas áreas em que estiver executando os serviços, pela proteção de toda a propriedade pública e privada, linhas de transmissão de energia elétrica, adutoras, telefone, fibra ótica, dutos de água, esgoto e drenagem pluvial e outros serviços de utilidade pública, nas áreas da CONTRATANTE e adjacentes, devendo corrigir imediatamente, às suas expensas, quaisquer avarias que nelas provocar, deixando‑as conforme seu estado original.

Os detritos resultantes das operações de transporte ao longo de qualquer via pública serão removidos imediatamente pela CONTRATADA, às suas expensas.

**A remoção de todo entulho gerado nos serviços para fora do canteiro e para local permitido pela administração da cidade de Brasília-DF será feita pela CONTRATADA.**

Correrá por conta exclusiva da CONTRATADA a responsabilidade por quaisquer acidentes na execução dos serviços contratados, pelo uso indevido de patentes registradas e pela destruição ou danificação dos demais serviços em execução até sua definitiva aceitação.

Não acarretarão quaisquer acréscimos aos preços propostos as exigências da FISCALIZAÇÃO relativas à instalação, colocação, emprego ou utilização de equipamentos de proteção individual, coletiva e ambiental e outros que julgar necessários, visto que já deverão estar previstos em seus preços unitários.

As normas de segurança constantes destas especificações não desobrigam a CONTRATADA do cumprimento de outras disposições legais, federais e estaduais pertinentes, sendo de sua inteira responsabilidade os processos, ações ou reclamações movidas, por pessoas físicas ou jurídicas, em decorrência de culpa nas precauções exigidas no trabalho ou da utilização de materiais inaceitáveis na execução dos serviços.

**Não será admitida a utilização do canteiro e dos locais de execução dos serviços como dormitório pelos funcionários da CONTRATADA e suas subcontratadas.**

**Todas as questões, reclamações, demandas judiciais, ações por perdas ou danos e indenizações oriundas de danos causados pela CONTRATADA serão de sua inteira responsabilidade, não cabendo responsabilidade solidária ou subsidiária por parte da CONTRATANTE.**

Cumpre à CONTRATADA providenciar o pessoal habilitado necessário para a execução dos serviços até o cumprimento integral do Contrato.

Os representantes da FISCALIZAÇÃO dos serviços darão suas instruções diretamente ao preposto da CONTRATADA.

A equipe técnica da CONTRATADA responsável pelos serviços deverá contar com profissionais especializados e devidamente habilitados para desenvolverem as diversas atividades necessárias à execução dos serviços.

A qualquer tempo a FISCALIZAÇÃO poderá solicitar, justificadamente, a substituição de membro da equipe técnica da CONTRATADA, desde que entenda benéfico ao desenvolvimento dos trabalhos.

Os representantes da FISCALIZAÇÃO e toda pessoa autorizada pela mesma terão livre acesso aos locais dos serviços, ao canteiro e a todas as áreas onde estejam sendo realizados trabalhos, estocados e/ou fabricados materiais e equipamentos relativos à execução dos serviços contratados.

A CONTRATADA interromperá total ou parcialmente a execução dos trabalhos sempre que:

* Assim estiver previsto e determinado no Contrato;
* For necessário para execução correta e fiel dos trabalhos, nos termos de Contrato e de acordo com o projeto;
* Houver influências atmosféricas sobre a qualidade ou a segurança dos trabalhos na forma prevista no Contrato;
* Houver alguma falta cometida pela CONTRATADA, desde que esta, a juízo da FISCALIZAÇÃO, possa comprometer a qualidade dos trabalhos subsequentes; e
* A FISCALIZAÇÃO assim o determinar ou autorizar por escrito, no Diário de Obra.

A CONTRATADA deverá providenciar Diário de Obra como disposto nas condições do Edital e de acordo com padrão fornecido pela CONTRATANTE.

É da competência da CONTRATADA registrar no Diário de Obras todas as ocorrências diárias, bem como especificar detalhadamente os serviços em execução, devendo a FISCALIZAÇÃO, neste mesmo Diário, confirmar ou retificar o registro.

**O pagamento das medições dos serviços de instalação realizados e aprovados pela FISCALIZAÇÃO somente ocorrerá mediante a apresentação, pela CONTRATADA, do Diário de Obras devidamente preenchido até a data final do período da medição.**

A CONTRATADA cuidará para que todas as partes do canteiro e dos locais dos serviços permaneçam sempre limpos e organizados, com os materiais estocados e empilhados em local apropriado, por tipo e qualidade.

**É obrigatório que a CONTRATADA promova e cumpra a Gestão dos Resíduos Sólidos, conforme estabelece a Resolução do CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Tem-se, ainda, que observar, prevenir e fazer cumprir os artigos 46, 49 e 60 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.**

As instalações deverão apresentar sempre bom aspecto, não sendo admitidas construções desalinhadas, desleixo, barracões que não inspirem segurança e que sejam desconfortáveis à vista e ao uso.

Os níveis de segurança e higiene a serem providenciados pela CONTRATADA aos usuários das instalações no canteiro serão, no mínimo, os determinados pelo Departamento Nacional de Higiene e Segurança do Trabalho do Ministério do Trabalho.

Para os serviços objetos destas especificações e projetos, caberá à CONTRATADA fornecer e conservar equipamento mecânico e o ferramental necessários, usar mão de obra hábil e idônea, agrupando permanentemente em serviço uma equipe homogênea e suficiente de operários, mestres e encarregados que assegurem progresso satisfatório aos serviços, bem como obter os materiais necessários e em quantidades suficientes para a conclusão no prazo fixado.

A FISCALIZAÇÃO não aceitará a transferência de qualquer responsabilidade da CONTRATADA para outras entidades, sejam fornecedores, técnicos, subempreiteiros, entre outros.

**Qualquer profissional que porventura tenha prestado serviços de consultoria na fase de desenvolvimento de projetos básicos ou executivos do objeto dessa contratação não poderá ter vínculo empregatício ou societário com a CONTRATADA ou de qualquer dos subempreiteiros eventualmente contratados no decorrer dos serviços.**

Não será permitido que o pessoal da CONTRATADA permaneça no canteiro fora dos horários de trabalho definidos, exceto no caso dos postos de guardião de obra e de vigilante.

Não poderão ser realizados nos locais dos serviços processos industriais que empreguem produtos ou produzam e/ou desprendam resíduos corrosivos ou tóxicos sólidos, líquidos, pulverulentos ou gasosos, nem que sejam origem de ruídos que causem incômodo aos usuários do edifício ou à vizinhança.

São inaceitáveis nos locais dos serviços a decapagem ou limpeza química de metais ou qualquer processo de eletrodeposição química.

Processos industriais ruidosos, a exclusivo critério da FISCALIZAÇÃO, poderão ser empregados, desde que o local onde se desenvolvam sejam providos de tratamento acústico para que os níveis de ruído externo junto ao elemento divisor sejam inferiores a 85 dB em frequências < 100 Hz; 75 dB em frequências entre 100 e 500 Hz; 70 dB em frequências entre 500 e 1000 Hz e 65 dB em frequências > 1000 Hz.

O impedimento de realização de processos de industrialização nos locais dos serviços, apontado pela FISCALIZAÇÃO, não acarretará acréscimos aos preços propostos, sejam decorrentes de transportes, carga e descarga, embalagem ou acondicionamento, tributos de qualquer natureza, aumento de mão de obra ou quaisquer outros.

O julgamento da compatibilidade de métodos e meios de produção com os serviços será sempre faculdade intransferível e irrecorrível da FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA deverá efetuar rigoroso controle tecnológico dos elementos utilizados nos serviços. Deverá também verificar e ensaiar os elementos do serviço onde for realizado processo de impermeabilização, a fim de garantir a adequada execução da mesma.

Até o recebimento definitivo dos serviços e da usina, e durante todo o período de garantia, de 5 (cinco) anos, a CONTRATADA deverá fornecer toda a assistência técnica necessária à solução das imperfeições detectadas na execução, independentemente de terem sido consignadas na vistoria final, bem como as decorrentes de serviços mal executados, independentemente de sua responsabilidade civil.

Em caso de necessidade de revalidação e/ou regularização da aprovação dos projetos, esta será de responsabilidade da CONTRATADA.

Qualquer serviço de consultoria e/ou detalhamento complementar será executado pela CONTRATADA, com o acompanhamento da FISCALIZAÇÃO ou de empresa de projetos e/ou consultoria indicada pela FISCALIZAÇÃO. Poderá ser analisada a possibilidade de auxílio no desenvolvimento de algum detalhamento por parte da CONTRATANTE, o que em momento nenhum poderá justificar qualquer atraso no cronograma dos serviços, independentemente do prazo de execução do detalhamento por parte da CONTRATANTE.

Após a conclusão dos serviços de limpeza, a CONTRATADA deverá executar todos os retoques e arremates necessários apontados pela FISCALIZAÇÃO.

1. **SERVIÇOS INICIAIS**

# INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS

A CONTRATADA deverá providenciar o canteiro de obras, de acordo com as recomendações da NR 18, contendo escritórios, vestiários, sanitários, almoxarifado, refeitório, depósitos e demais ambientes para a sua completa instalação durante a execução da obra.

Os projetos dos barracões deverão ser fornecidos pela CONTRATADA e submetidos à aprovação prévia da FISCALIZAÇÃO.

Não poderão ser utilizadas vagas internas para do TCU para edificação do barracão. A Contratada deverá executar, em local designado pela Fiscalização, instalações de container para escritório, banheiro, vestiário e refeitório, adequadas para utilização de seus funcionários e para a guarda de ferramentas, móveis, utensílios, arquivos e demais materiais necessários à realização dos serviços, responsabilizando-se por sua segurança e limpeza, de acordo com as normas técnicas e orientações da Delegacia Regional do Trabalho.

A CONTRATADA deverá se responsabilizar por todos os custos associados aos serviços e instalações durante suas atividades na obra, incluindo todos os serviços públicos, escritórios temporários, alojamentos/acomodações e facilidades de transporte fornecidas por ela.

A CONTRATADA receberá água e eletricidade sem custo na quantidade necessária para a obra.

O pessoal da CONTRATADA não será acomodado na propriedade da CONTRATANTE. A CONTRATADA será responsável por organizar acomodações adequadas para o seu pessoal.

Para armazenamento temporário dos equipamentos e acessórios que serão aplicados na consecução da usina, poderá ser utilizada área em trechos do estacionamento subterrâneo, mediante prévia autorização da Fiscalização. A CONTRATADA deverá realizar o fechamento da área com tapume adequadamente vedado, com pintura de acabamento, bem como as portas de acesso e entrada e saída dos bens.

A depender da necessidade, as instalações provisórias poderão ser remanejadas, devendo também ser apresentado o projeto para aprovação da fiscalização.

# PLACA DE OBRA

A placa indicativa da obra deverá ser em chapa galvanizada montada em estrutura de madeira, pintada com tinta esmalte sintético, contendo as principais características do contrato, como nome da obra, órgão contratante e valor investido, conforme modelo a ser apresentado pelo TCU. Suas dimensões deverão ser de, no mínimo, 1,0m x 2,0m (altura x base), em local visível, de acordo com as exigências do CREA/DF.

1. **DESPESAS ADMINISTRATIVAS**

# EQUIPE TÉCNICA

Constituem-se nas despesas com pessoal da CONTRATADA ligadas diretamente aos serviços.

Como referência, foi considerada a seguinte equipe técnica e administrativa da CONTRATADA:

* + - 01 (um) engenheiro eletricista pleno para planejamento e execução: 44h/mês (quarenta e quatro horas por mês);
    - 01 (um) encarregado de obras: período integral.

O engenheiro será responsável pela supervisão e execução dos trabalhos. O encarregado de obra auxiliará o engenheiro e deverá possuir experiência comprovada, adquirida no exercício de função idêntica, em obras de características semelhantes à deste contrato.

# MÓVEIS E UTENSÍLIOS

A CONTRATADA deverá manter seu escritório dotado de móveis, equipamentos e utensílios mínimos capazes de permitir a adequada realização de todos os serviços, dentro do padrão técnico aqui especificados.

# LIMPEZA PERMANENTE DA OBRA

Refere-se à limpeza permanente da obra, incluindo pessoal e caçambas necessárias para o entulho.

A área de trabalho deverá ser limpa pelo menos uma vez por dia, devendo ser instalada caçamba específica para entulhos, em local acordado com a FISCALIZAÇÃO.

A caçamba de entulho deverá ser periodicamente removida e encaminhada à área de deposição liberada pelo órgão regional competente.

Em hipótese alguma será permitido o despejo próximo ao local da obra, ainda que fora do canteiro, ou em locais proibidos, sendo de responsabilidade da CONTRATADA o transporte até local adequado.

# MÁQUINAS E FERRAMENTAS

Deve ser englobado nos custos do objeto os gastos com máquinas, ferramental e mão e obra que não estejam diretamente envolvidos com serviços específicos, mas necessários à execução dos trabalhos.

# REUNIÕES

As reuniões de coordenação de projeto durante a construção deverão ser realizadas na Sede do TCU e deverão ter a participação do gerente da obra, no mínimo. Em até 07 (sete) dias consecutivos após emissão da ordem de serviço a CONTRATADA deverá agendar reunião (“kick-off meeting”) junto aos responsáveis técnicos da CONTRATANTE, objetivando dar início ao acompanhamento da execução do Contrato.

Na reunião de “kick-off”, a CONTRATADA deverá apresentar sua equipe de trabalho (administrativa e técnica).

# SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO

A CONTRATADA fornecerá aos funcionários todos os equipamentos de proteção individual exigidos pela NR 6 - Equipamentos de Proteção Individual (EPI), tais como: capacetes e óculos especiais de segurança, protetores faciais, luvas e mangas de proteção, botas de borracha e cintos de segurança, de conformidade com a natureza dos serviços e obras em execução.

Os operários deverão ser adequadamente treinados e usar uniformes, identificações e equipamentos de proteção individual previstos pelas normas de medicina sobre higiene e segurança do trabalho, cujo não atendimento poderá resultar na paralisação das obras pela FISCALIZAÇÃO.

A CONTRATADA manterá organizadas, limpas e em bom estado de higiene as instalações do canteiro de serviço, especialmente as vias de circulação, passagens e escadarias, coletando e removendo regularmente as sobras de materiais, entulhos e detritos em geral.

Caberá também à CONTRATADA a limpeza diária das áreas de uso do TCU (corredores, halls, salas técnicas etc.) que venham a receber qualquer sujeira decorrente da realização dos serviços.

A CONTRATADA deverá estocar e armazenar os materiais de forma a não prejudicar o trânsito de pessoas e a circulação de materiais, obstruir portas e saídas de emergência e impedir o acesso de equipamentos de combate a incêndio.

Caberá à CONTRATADA comunicar à FISCALIZAÇÃO e, nos casos de acidentes fatais, à autoridade competente, da maneira mais detalhada possível, por escrito, todo tipo de acidente que ocorrer durante a execução dos serviços e obras, inclusive princípios de incêndio.

Caberá a CONTRATADA obedecer a todas normas de segurança no trabalho (NR) pertinentes ao objeto contratado.

# ART – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

A CONTRATADA deverá fornecer ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) de todos os serviços executados, incluindo projetos e laudos. Todas as despesas relacionadas aos registros no CREA serão a cargo da CONTRATADA.

1. **ITENS DE ADESÃO DA ATA DE REGISTRO DE PREÇO**

Sistema de Minigeração Fotovoltaico a ser implantado nas coberturas dos Edifícios do Tribunal de Contas da União (TCU) sendo: Edifício Sede, Anexo I e Anexo II, e Anexo III.

Cada usina minigeradora constitui um item de adesão da Ata de Registro de Preços, podendo ser contratadas individualmente ou em conjunto, conforme as necessidades do Contratante.

Além das três usinas, constitui item independente da ata a Estação Meteorológica, que fornecerá as informações necessárias à avaliação da performance da(s) usina(s) após a entrada em operação.

* 1. **EDIFÍCIO SEDE**

Implantação de Sistema de Minigeração Fotovoltaica na cobertura do Edifico Sede.

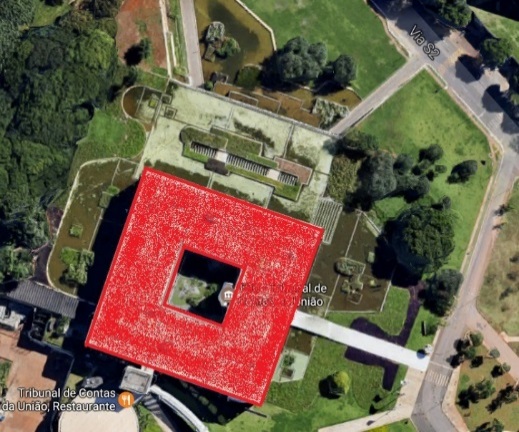


Imagem 01: Vista da cobertura do Edifício Sede do TCU

|  |  |
| --- | --- |
| CARACTERÍSTICAS | REQUISITOS |
| Área disponível | 4.000m² |
| Potência Instalada | Maior ou igual a 500kWp |
| Local de instalação dos módulos | Cobertura do Edifício Sede |
| Local de instalação dos inversores | Subsolo do Edifício Sede |
| Paralelismo com a rede da Concessionária | Sim |
| Potência dos Inversores de tensão | Potência do Inversor ≥ 50kW\* |
| Potência dos módulos | Maior ou igual a 325Wp |

Tabela 01: Características gerais da Minigeração Fotovoltaica do Edifício Sede do TCU.

\* Serão admitidas outras combinações de inversores de potência diferentes da referência para cada Usina, desde que maior ou igual a 50KW, que sejam da mesma marca, mesma linha e mesma potência nominal. O somatório das potências dos inversores instalados não poderá ser inferior a 85% da potência total instalada em módulos fotovoltaicos. Todas as demais especificações previstas neste Termo de Referência deverão ser atendidas.

* 1. **ANEXOS I E II**

Implantação de Sistema de Minigeração Fotovoltaica nas coberturas dos Anexos I e II;



Imagem 02: Vista da cobertura dos Anexos I e II do TCU

|  |  |
| --- | --- |
| CARACTERÍSTICAS | REQUISITOS |
| Área disponível | 2.000m² |
| Potência Instalada | Maior ou igual a: 115kWp para o Anexo I e 140kWp para o Anexo II |
| Local de instalação dos módulos | Coberturas dos Anexos I e II |
| Local de instalação dos inversores | Subsolo do Anexo II |
| Paralelismo com a rede da Concessionária | Sim |
| Potência dos Inversores de tensão | Potência do Inversor ≥ 50kW\* |
| Potência dos módulos | Maior ou igual a 325Wp |

Tabela 02: Características gerais da Minigeração Fotovoltaica dos Anexos I e II do TCU.

\* Serão admitidas outras combinações de inversores de potência diferentes da referência para cada Usina, desde que maior ou igual a 50KW, que sejam da mesma marca, mesma linha e mesma potência nominal. O somatório das potências dos inversores instalados não poderá ser inferior a 85% da potência total instalada em módulos fotovoltaicos. Todas as demais especificações previstas neste Termo de Referência deverão ser atendidas.

* 1. anexo iii

Implantação de Sistema de Minigeração Fotovoltaica na cobertura do Anexo III.



Imagem 03: Vista da cobertura Anexo III do TCU.

|  |  |
| --- | --- |
| CARACTERÍSTICAS | REQUISITOS |
| Área disponível | 1.000m² |
| Potência Instalada | Maior ou igual a 115kWp |
| Local de instalação dos módulos | Cobertura do Anexo III |
| Local de instalação dos inversores | Subsolo do Anexo III |
| Paralelismo com a rede da Concessionária | Sim |
| Potência dos Inversores de tensão | Potência do Inversor ≥ 50kW\* |
| Potência dos módulos | Maior ou igual a 325Wp |

Tabela 03: Características gerais da Minigeração Fotovoltaica do Anexo III do TCU.

\* Serão admitidas outras combinações de inversores de potência diferentes da referência para cada Usina, desde que maior ou igual a 50KW, que sejam da mesma marca, mesma linha e mesma potência nominal. O somatório das potências dos inversores instalados não poderá ser inferior a 85% da potência total instalada em módulos fotovoltaicos. Todas as demais especificações previstas neste Termo de Referência deverão ser atendidas.

* 1. Estação meteorológica

Será utilizada para coleta de dados a serem adotados para a Aferição de Performance da Usina Minigeradora.

Seus principais elementos são: piranômetro, anemômetro, sensor de umidade, sensor de temperatura e sistema coletor de dados.

1. **NORMAS**

Deverão ser observadas, no desenvolvimento deste empreendimento, as normas e códigos aplicáveis, sendo que as especificações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), Normas e Regulamentos Internos do TCU, em especial às especificações gerais e normas abaixo relacionadas, serão consideradas como elementos base para quaisquer serviços ou fornecimentos de materiais e equipamentos.

Onde essas faltarem ou forem omissas, deverão ser consideradas as prescrições, indicações, especificações normas e regulamentos internacionais reconhecidos pelo setor como referência técnica, bem como condições de instalação de equipamentos que compõem os sistemas.

Todas as instalações deverão ser executadas, ensaiadas e testadas de acordo com as especificações.

Devem ser observados os seguintes normativos, mas sem se limitar a isso:

* + - NBR 5410 – Execução de instalações elétricas de baixa tensão;
    - NBR 5471 – Condutores elétricos;
    - NBR 5419:2015 – proteção contra descargas atmosféricas;
    - NBR 16274:2014 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;
    - NBR 11876:2010 - Módulos fotovoltaicos - Especificação;
    - NBR 16149:2013 - Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;
    - NBR 16150:2013 - Sistemas fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição - Procedimento de ensaio de conformidade;
    - NBR IEC 62116:2012 - Procedimento de ensaios de encilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica;
    - NBR 6813 – Fios e cabos elétricos: Ensaio de resistência de isolamento;
    - NBR 13248 – Cabos de potência e condutores isolados;
    - NBR 10476 – Revestimento de zinco eletrodepositados sobre ferro ou aço;
    - NBR 5624/2012 – Eletroduto rígido de aço-carbono, com costura, com revestimento protetor e rosca;
    - NBR 11888/2015 – bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço carbono e aço de alta resistência;
    - NBR 7013: Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente;
    - NBR IEC 61643-1/2007 - Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão;
    - NBR 14039 - Instalações Elétricas de média tensão;
    - NBR 11876/2010 - Módulos Fotovoltaicos;
    - NBR 15749:2009 -  Medições de resistência de aterramento e potenciais na superfície do solo;
    - NBR 7117:2012 - Medição da resistividade e determinação da estratificação do solo;
    - NBR 15751:2009 - Sistemas de aterramento de subestações;
    - NBR 6649 - Bobinas e chapas finas a frio de aço-carbono para uso estrutural;
    - NBR 7348 - Pintura industrial;
    - NBR IEC 60947 - Dispositivos de manobra e comando de baixa tensão;
    - NBR IEC 60898: Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares;
    - NBR IEC 60439 - Conjuntos com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e conjuntos com ensaio de tipo parcialmente testado (PTTA);
    - Portarias 004/2011 e 351/2014 – INMETRO;
    - IEC 61215 - Qualificação de Módulos Fotovoltaicos;
    - IEC 61646 - Módulos Fotovoltaicos;
    - IEC 62116 - Procedimento de ensaio anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica;
    - IEC 61730 - Qualificação de segurança do módulo FV, Partes 1 e 2; requisitos para construção e testes, incluindo a classe de proteção II;
    - IEC 62108 - Qualificação do design e aprovação de tipo dos módulos CPV (concentrador fotovoltaico), de acordo com a IEC 62108:2007/EN 62108:2008;
    - IEC 61701 - Teste de corrosão para neblina salina (maresia); requisitos dos módulos FV numa atmosfera rica em sais;
    - IEC 62446 - Grid connected photovoltaic systems;
    - IEC 60364 - Eficiência energética para instalações elétricas;
    - IEC 61000 - Compatibilidade eletromagnética;
    - IEC 62109 - Segurança de conversores de energia para uso em sistemas fotovoltaicos;
    - IEC 62103 - Equipamentos eletrônicos para uso em instalações de potência;
    - IEC 61730 - Segurança de módulos fotovoltaicos classe 2;
    - IEC 61140 - Proteção contra choques elétricos;
    - IEC 60269-4 - Fusíveis de baixa tensão para proteção de dispositivos semicondutores;
    - Norma EN 50539-11 - Dispositivos de proteção contra surtos de baixa tensão;
    - Normas da Companhia Energética de Brasília (CEB);
    - NTD - 6.01, NTD - 6.05 e NTD - 6.09;
    - Documentos normativos da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL):
    - PRODIST MÓDULO 3;
    - RESOLUÇÃO 482/2012;
    - RESOLUÇÃO 687/2015.

1. **ESCOPO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CONTRATAÇÃO**
   1. A CONTRATADA deverá fornecer todos os equipamentos, materiais e componentes necessários para instalar a Usina Minigeradora Fotovoltaica.
   2. Para a consecução da Usina, o escopo inclui, mas sem se limitar a:
      1. Elaboração de Projeto Executivo, incluindo estudo de proteção e seletividade considerando as subestações existentes e a entrada da usina minigeradora fotovoltaica;
      2. Aprovação de projeto junto à concessionária local de energia e demais órgãos necessários;
      3. Fornecimento e Instalação dos Módulos Fotovoltaicos e Suportes;
      4. Fornecimento e Instalação das Caixas de Conexões dos Arranjos;
      5. Fornecimento e Instalação dos Inversores;
      6. Fornecimento e Instalação do Sistema de Aterramento;
      7. Fornecimento e Instalação de Estação Meteorológica;
      8. Fornecimento e Instalação do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento para atender todas as usinas previstas no objeto, incluindo toda a estrutura física de comunicação;
      9. Fornecimento e Instalação de todos os componentes necessários para as conexões elétricas de DC (corrente contínua);
      10. Fornecimento e Instalação de todos os componentes necessários para as conexões elétricas com a rede AC (corrente alternada), incluindo transformadores, proteções e dispositivos de comutação;
      11. Fornecimento e Instalação de Relés de Proteções e DPS (dispositivos de proteção contra surtos);
      12. Fornecimento e Instalação de dispositivos de medição;
      13. Fornecimento de todos os sobressalentes e ferramentas necessárias para possibilitar que a CONTRATANTE execute os trabalhos de operação e manutenção da Usina Minigeradora Fotovoltaica.
   3. A CONTRATADA deverá observar os mais altos padrões de qualidade existentes no mercado e atender aos requisitos mínimos da especificação técnica da ANEEL, CEB e INMETRO. Não serão aceitos itens usados, recondicionados ou de segunda mão.
   4. A CONTRATADA deverá fornecer todos os componentes e materiais necessários para a conexão da Usina Minigeradora Fotovoltaica com a rede elétrica da Concessionária de Energia, incluindo medidor de quatro quadrantes e aos “custos de eventuais melhorias ou reforços no sistema de distribuição em função exclusivamente da conexão de minigeração distribuída”, conforme RES 687/2015 da ANEEL. Eventuais custos referentes ao medidor junto à concessionária local de energia serão arcados pela CONTRATANTE. A CONTRATADA deve atentar-se a todos os prazos estabelecidos em norma.
   5. A CONTRATADA deverá realizar a gerência e supervisão do projeto, de modo a assegurar o cumprimento do contrato, inclusive o Termo de Referência e as presentes Especificações Técnicas, e do cronograma.
   6. A CONTRATADA deverá realizar a conexão com a rede de MT (média tensão), incluindo os cabos de BT (baixa tensão) e MT até o ponto de entrega, transformador elevador e estação de medição, além dos dispositivos de proteção e comutação.
      1. Caso, em decorrência de eventual limitação da concessionária local, não seja possível o aproveitamento do excedente produzido pela usina, esta deverá ser capaz de monitorar e gerenciar a potência elétrica injetada no barramento, com objetivo de não sobrecarregar a rede do CONTRATANTE.
   7. A CONTRATADA deverá realizar a parametrização dos relés das subestações existentes, para operação com fluxo bidirecional de corrente, e todas as demais adaptações que se fizerem necessárias nas instalações da subestação, inclusive instalação de relés de proteção.
   8. A CONTRATADA deverá fornecer a documentação do Sistema FV (fotovoltaico), incluindo todos os seus componentes.
   9. A CONTRATADA deverá realizar o monitoramento remoto para análise do desempenho da Usina Minigeradora Fotovoltaica por 60 meses, mediante pagamento mensal sujeito a ANS (acordo de nível de serviço).
   10. A CONTRATADA deverá obter as seguintes licenças, aprovações e solicitações:
       * 1. Licenciamento e registro da Usina Minigeradora Fotovoltaica junto à ANEEL e CEB;
         2. Conexão à rede da concessionária;
         3. Licença ambiental (IBRAM/SEMA), caso seja necessária;
         4. Proteção contra incêndios (Bombeiros);
         5. Proteção contra descargas atmosféricas (SPDA e DPS).
   11. **OBRAS CIVIL E MECÂNICA**
       1. A CONTRATADA deverá emitir laudo estrutural, com o devido registro no CREA, acompanhado das memórias de cálculo, no qual figure que a solução apresentada no projeto executivo atende às normas de engenharia e segurança. 
          1. O laudo estrutural deverá ser baseado no projeto estrutural dos edifícios. Tal Laudo Estrutural visará comprovar se a sobrecarga da usina será suportada pelas estruturas (lajes, vigas e pilares) com os suportes dos módulos das coberturas dos edifícios.
       2. A CONTRATADA deverá realizar a escavação de valas para cabos, construção das canaletas para cabos, colocação de dutos.
       3. A CONTRATADA deverá realizar a construção de gabinetes para a estação de medição e subestação.
       4. A CONTRATADA deverá realizar a montagem do sistema de suporte dos módulos no telhado. Para tanto, deverá considerar a seguinte situação das coberturas:
          1. Edifício Sede, Anexos I e II: Cobertura composta por laje maciça, apoiadas sobre vigas invertidas. Sobre estes elementos (estruturais) há contrapiso de regularização sob manta.
          2. Especificação da Manta: Manta de PVC (Policloreto de vinila) reforçada com tela de poliéster e resistente às intempéries (inclusive UV), espessura de 1,2 mm. Especificação: Sarnafil S327 -12 (Sika). Cor: branca
          3. Anexo III: Cobertura composta por laje maciça, apoiadas sobre vigas invertidas. Sobre estes elementos (estruturais) há contrapiso de regularização sob manta asfáltica e proteção mecânica sobre a manta.
       5. A solução de fixação e instalação do sistema deverá respeitar a impermeabilização das coberturas. Caso a sugestão apresentada resulte no rompimento da impermeabilização, será obrigatória a recomposição desta sem ônus a CONTRATANTE;
       6. A CONTRATADA deverá realizar a fixação dos equipamentos elétricos e eletrônicos nos gabinetes ou nas respectivas salas.
       7. A CONTRATADA deverá realizar a montagem dos módulos nas respectivas estruturas de suporte.
   12. **INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

As instalações elétricas devem incluir:

* + 1. Instalação do sistema elétrico de DC, incluindo:
       1. Conexão dos módulos FV;
       2. Instalação e configuração dos dispositivos de proteção como relés de proteção, DPS e caixas de distribuição;
       3. Instalação e configuração dos inversores.
    2. Instalação do sistema elétrico de AC, incluindo:
       1. Instalação dos cabos de AC nos níveis de BT e MT, incluindo a linha de elétrica de conexão à rede até o ponto de alimentação;
       2. Instalação e configuração dos dispositivos de proteção e comutação antes e depois do transformador;
       3. Instalação e configuração das interfaces necessárias com a rede da CEB e todos os equipamentos necessários para atender aos requisitos de conexão;
       4. Instalação do gabinete de medição.
    3. Estabelecimento da conexão com a rede, incluindo:
       1. Instalação dos dispositivos de medição em cooperação com a CEB;
       2. Estabelecimento da conexão com a rede em coordenação com o TCU.

1. **PROJETO EXECUTIVO** 
   1. A CONTRATADA deverá elaborar os Projetos Executivo e Complementares da instalação de Minigeração Fotovoltaica distribuída, que será submetido à concessionária local de energia elétrica, assegurando todo o acompanhamento das relações com a distribuidora de energia elétrica, desde a responsabilidade técnica, submissão do projeto, sua aprovação, conforme indicação da Norma Regulamentadora Aneel 687/2015 e Normas da CEB.
   2. O projeto terá de responder aos requisitos impostos pela Resolução Normativa Aneel nº 482/2012, e terá de ser elaborado em função das disposições dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, PRODIST, nomeadamente no seu Módulo 3.
   3. Deverão igualmente ser observadas as disposições da Norma Técnica de Distribuição, NTD-6.09, da CEB, Requisitos para a Conexão de Acessantes ao Sistema de Distribuição CEB-D – Conexão em Baixa e Média Tensão.
   4. A CONTRATADA deverá garantir que seus projetistas tenham a experiência e a capacidade requeridas para o projeto. A CONTRATADA garantirá que os projetistas estarão disponíveis para participar de discussões com a Fiscalização em qualquer momento necessário até o final do período de Aferição de Performance.
   5. As estimativas de produção deverão ser fundamentadas, com base nos dados disponíveis para cálculo de produção e com uso de software especializado, devidamente legalizado. Essa passa a ser denominada energia garantida pela Contratada e deverá ser efetivamente fornecida pela Usina Minigeradora Fotovoltaica, com as ressalvas previstas neste documento e em seus anexos.
   6. O projeto deverá propor uma adequada disposição da Usina Minigeradora Fotovoltaica, no âmbito da distribuição dos módulos fotovoltaicos na cobertura e da organização das fileiras, que contribua para minimizar as perdas de sombreamento de proximidade. Deverá utilizar software de simulação de energia solar para análise e estudo do projeto da Usina Minigeradora Fotovoltaica.
      1. A CONTRATADA é responsável por determinar os arranjos dos módulos para minimizar perdas devido a mismatching (não homogeneidade entre a potência máxima de módulos individuais “idênticos”) e manter máxima potência, assim como garantir uma degradação anual máxima dos módulos fotovoltaicos de 0,5% (este parâmetro não será avaliado na proposta, porém será exigido durante a operação da Usina Minigeradora Fotovoltaica).
      2. O ângulo de inclinação dos módulos fotovoltaicos na cobertura deve ser ajustado às seguintes condições:
         1. A altura do arranjo fotovoltaico deve se adequar aos requisitos de visibilidade;
         2. O ângulo de inclinação deve permitir produção otimizada sob as orientações dadas acima observadas as premissas de projeto;
         3. É da responsabilidade da CONTRATADA configurar o ângulo de inclinação, a fim de alcançar desempenho otimizado, respeitando o máximo valor de perda por sombreamento e a restrição de visibilidade. Deve-se buscar maior capacidade de produção e redução de perdas de sombra entre linhas.
   7. A CONTRATADA determinará o melhor tipo de estrutura de montagem a ser implantada sobre as coberturas, sendo que ela deverá assumir todas as responsabilidades pela estrutura de fixação e suportes dos módulos.
   8. Para elaboração do projeto detalhado da solução de fixação, CONTRATADA deverá consultar previamente os projetos dos Edifícios, para conhecer todas as suas  
      características estruturais. Qualquer interferência da estrutura de suporte da Usina Fotovoltaica do TCU nas estruturas já existentes dos Edifícios dependerá de prévia aprovação da Fiscalização.
   9. A CONTRATADA deverá, em princípio, utilizar as salas do QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão) dos Edifícios Sede, Anexo II e Anexo III, para a instalação dos inversores. Caso o estudo prévio a ser entregue pela CONTRATADA revele ser esta área inferior à necessária, a Fiscalização oferecerá outra (s) área (s) para a instalação desses equipamentos.
      1. Todas intervenções nas salas dos QGBT’s, tais como furações para passagens de cabos e dutos, que deixem seu interior exposto a ações do meio externo, devem ser aprovadas pela CONTRATANTE.
   10. A CONTRATADA deverá prever, se necessário, sistema de ventilação ou de climatização a fim de se atender as condições ideais de funcionamento dos equipamentos (inversores, transformadores, etc), conforme recomendações dos fabricantes.
   11. **O Projeto Elétrico deverá ser composto, no mínimo, dos seguintes itens:**
       1. Diagrama unifilar/trifilar;
       2. Uma descrição técnica dos componentes elétricos deve ser fornecida e deve determinar claramente o tipo de tecnologia do módulo a ser usado. Referências suficientes devem ser fornecidas para dar suporte à seleção da tecnologia.
       3. Um diagrama de cabos deve identificar claramente o número de módulos conectados em série, número de strings conectadas e de seguidores de Ponto de Máxima Potência (MPPT – Maximum Power Point Tracker) por inversor, incluindo a localização dos dispositivos de proteção contra sobretensão e localização dos inversores e dos medidores de energia (medidor de faturamento).
       4. Memorial descritivo contendo as características dos equipamentos que serão utilizados nas Usinas Minigeradoras Fotovoltaica;
       5. Projeto de localização dos módulos fotovoltaicos, incluindo o estudo de visibilidade dos módulos, em maquete eletrônica, entregue em arquivo editável em extensão “.dwg”, com imagens renderizadas, em alta resolução, e com ângulos de visualização que serão definidos em conjunto com a Fiscalização do TCU e em arquivos com extensão “.ifc” compatíveis com o sistema BIM;
       6. Projeto de localização dos demais componentes eletrônicos (inversores, transformadores, medidor, cabos elétricos.);
       7. Estudo de Proteção e Seletividade das Subestações e nas Usinas Minigeradoras Fotovoltaica;
       8. Projetos de aterramento;
       9. Projetos de conexão à rede da concessionária;
       10. Memórias de Cálculo:
           1. Cálculo de fluxo de potência e curto-circuito e demais estudos.
           2. Estudos de fluxo de carga e curto circuito, cálculos de falha cobrindo todos os sistemas DC.
           3. Estudos de fluxo de carga e curto circuito, cálculos de falha cobrindo todos os sistemas CA.
           4. Estudos de proteção e configurações de proteção cobrindo todos os sistemas DC.
           5. Estudos de proteção e configurações e instalação dos relés de proteção cobrindo todos os sistemas AC e a substituição dos existentes e instalação de novos relés; (incluindo inversores e conexão à rede de MT).
           6. Corrente de energização do transformador, estabilidade transitória e desempenho dinâmico, sobrecarga transitória, análise harmônica, flutuação de tensão, oscilação de tensão, estudos das condições de desbalanceamento da rede e correção do fator de potência como exigido pelo operador da rede.
           7. Cálculos de dimensionamento dos cabos e lista de cabos.
           8. Estudos das perdas elétricas.
           9. Cálculos do sistema de aterramento e de DPS para proteção contra descargas atmosféricas.
   12. **Diagrama Unifilar-Trifilar**

Uma configuração completa das Usinas Minigeradoras Fotovoltaica, incluindo a informação de número de módulos por string, número de strings por inversor/MPPT, número de transformadores, quadros elétricos, bitola/tamanho e comprimento de cabos (AC, DC, proteção), localização de fusíveis/disjuntores/DPS/dispositivos de segurança e proteção devem constar no diagrama elétrico unifilar e trifilar.

Informações como inclinação e orientação dos módulos, assim como a distância entre fileiras de módulos também devem ser demonstradas através dos seus respectivos desenhos.

* 1. **Estudo de Proteção e Seletividade da Subestação e Usina Minigeradora Fotovoltaica:**
     1. A CONTRATADA deverá fazer um estudo de seletividade e proteção dos edifícios Sede, Anexos I e II e Anexo III e das Usinas Minigeradoras Fotovoltaica.
     2. O objetivo maior de um estudo de seletividade é determinar os ajustes dos dispositivos de proteção, de forma que, na ocorrência de um curto-circuito, opere apenas o dispositivo mais próximo da falta, isolando a menor porção do sistema elétrico, no menor tempo possível e ainda protegendo os equipamentos e o sistema. Este estudo deve considerar a situação atual da subestação e dos quadros elétricos do TCU e a inserção de uma nova fonte que são as Usinas Minigeradoras Fotovoltaicas do TCU. O estudo deve indicar todos os ajustes necessários dos relés de proteção e troca e instalação de novos relés.
     3. Este trabalho deve contemplar:
        1. Estudos de fluxo de carga e curto circuito, cálculos de falha cobrindo todos os sistemas DC;
        2. Estudos de fluxo de carga e curto circuito, cálculos de falha cobrindo todos os sistemas AC;
        3. Estudos de proteção e configurações de proteção cobrindo todos os sistemas DC;
        4. Estudos de proteção e configurações e adequação dos relés de proteção cobrindo todos os sistemas AC e se for o caso a substituição dos existentes e instalação de novos relés (incluindo inversores e conexão à rede de MT);
        5. Corrente de energização do transformador, estabilidade transitória e desempenho dinâmico, sobrecarga transitória, análise harmônica, flutuação de tensão, oscilação de tensão, estudos das condições de desbalanceamento da rede e correção do fator de potência como exigido pelo operador da rede;
        6. Cálculos de dimensionamento dos cabos e lista de cabos;
        7. Estudos das perdas elétricas;
        8. Cálculos do sistema de aterramento e de DPS para proteção contra descargas atmosféricas;
        9. Estudo e indicação dos diodos de bloqueios nas strings.
  2. **Projeto DE CORRENTE ALTERNADA:**

O projeto da parte AC da Usina Minigeradora Fotovoltaica deve apresentar as características e requisitos para o bom e perfeito funcionamento da subestação, deve-se referir todos os relés de proteção, DPS, SPDA, sem limitar-se a isto.

O projeto executivo deverá prever que todas as proteções de baixa tensão deverão ser do tipo disjuntor termomagnético, manopla de comando frontal, frequência de trabalho 60 Hz, curva de disparo C, dimensionando a capacidade de interrupção de acordo com cada circuito, com classe de seletividade 3, grau de proteção 20, conexão de entrada por ambos os lados, com sinalização de posição dos contatos.

* 1. **Projeto Geral e Localizações:**

A passagem de cabos ou *bus way*, a critério da CONTRATADA, deve ser definida pela CONTRATADA, cabendo aprovação da CONTRATANTE.

* 1. **Subestação:**

Sendo necessário o uso de transformadores elevadores, estes devem ser a seco, de mesmo tamanho e potência, configurados de acordo com a respectiva potência de geração das suas strings. A impedância dos transformadores, se houver, deve atender as definições de requisitos de perdas e requisitos da CEB e resolução normativa da Aneel 687/2015.

* 1. **Conexão à rede:**

A conexão à rede de distribuição interna das instalações do TCU deve seguir as seguintes especificações do Projeto original das edificações e aos requisitos de normas brasileiras e internacionais. Cabe à CONTRATADA fazer a conexão à rede da concessionária local de energia, e solicitar instalação do medidor de quatro quadrantes, conforme Resolução Normativa Aneel nº 687/2015, de fornecimento exclusivo da CEB.

* 1. **LOCALIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS**

As placas deverão ser instaladas na cobertura do Edifício. Os inversores deverão ser instalados nas salas de quadros (QGBT), situadas nos subsolos, próximos às subestações.

* + 1. **Edifício Sede:**
* Distância aproximada entre a cobertura e sala QGBT: 60m
* Distância aproximada entre sala do QGBT e Subestação: 20m
  + 1. **Anexo I:**
* Distância aproximada entre a cobertura e sala QGBT: 70m
* Distância aproximada entre sala do QGBT e Subestação: 40m
  + 1. **Anexo II**
* Distância aproximada entre a cobertura e sala QGBT: 80m
* Distância aproximada entre sala do QGBT e Subestação: 50m
  + 1. **Anexo III:**
* Distância aproximada entre a cobertura e sala QGBT: 55m
* Distância aproximada entre sala do QGBT e Subestação: 35m
  1. **Critérios de Medição**

O Projeto Executivo será medido e efetivamente pago após entrega pela CONTRATADA, analisado e aprovado pela equipe de Engenharia do TCU, e após aprovação pela Concessionária CEB.

1. **MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**
   1. **MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

**Características:** Monocristalino ou Policristalino, potência igual ou superior a 325Wp, eficiência igual ou superior a 16,5%, coeficiente de temperatura na potência de ≤-0,41%/°C, tensão máxima do sistema de módulos coincidente com a tensão de eficiência máxima dos inversores, vidro temperado de alta transmissão igual ou superior a 3,2mm, mínimo 03 diodos de passagem por módulo.

Garantia de potência de 90% após os primeiros 10 anos e 80% após os 25 primeiros anos de operação, além da garantia contra defeitos de fabricação e funcionamento igual ou superior a 10 anos.

Referência Modelo CS6X-325P da Canadian Solar ou equivalente.

**Aplicações:** Serão instalados nas coberturas, sobre laje e estrutura específica, conforme previsto em projeto executivo.

* + 1. Todos os módulos fotovoltaicos fornecidos NÃO devem ter data de fabricação superior a 12 meses e devem possuir as mesmas características. Os módulos a serem usados devem ser módulos confiáveis com bom histórico no mercado.
    2. O fabricante deve possuir uma grande capacidade de produção e ser bem estabelecido no mercado. Todo o transporte, armazenamento, manejo e instalação dos módulos devem ser de acordo com as especificações do fabricante, para não invalidar a garantia de fábrica do módulo.
    3. Critérios de Qualidade do Módulo

O fornecedor/fabricante do modulo deve fornecer os principais parâmetros elétricos (Isc, Voc, Impp, Vmpp, Pmpp e FF), dados de medição de cada módulo individual fornecido para o local. O termo comum para estas informações de medição é chamado “Dados de Teste Flash”.

Será de responsabilidade da CONTRATADA verificar que todos os módulos são fornecidos com a potência nominal garantida e dentro das tolerâncias de potências determinadas. Para este fim, a potência no Ponto de Máxima Potência (MPP) na ficha de dados do teste flash deve ser verificado frente à potência nominal e tolerâncias de potência. O módulo que obtiver potência menor que a especificada deve ser rejeitado e o módulo com nível de potência adequado deve ser instalado.

* + 1. Critérios de Aceitação

Se os módulos FV atenderem às seguintes condições mencionadas, serão liberados para a instalação no local:

* + - * Dados do teste de flash do fabricante devem confirmar que todo módulo entregue ao local possui potência MPP com as faixas de tolerâncias definidas;
      * Inspeção visual executada na amostra de módulos de acordo com a cláusula 10.1 da IEC 61215 não deve detectar nenhum dano ou anormalidade;
      * Testes de potência na amostra de módulos devem confirmar que os módulos são fornecidos dentro da faixa de potência garantida e que a potência dos módulos está dentro dos limites de tolerâncias do fabricante.
  1. **INVERSORES**

 **Características:** Eficiência de conversão máxima igual ou superior a 98% conforme IEC 61683, eficiência igual ou superior a 97,5% conforme EM50530:2010/prA, temperatura de operação entre -10°C e 50°C ou superior, saída trifásica de 380V, não possuir transformador interno, distorção harmônica igual ou inferior a 3%, potência por unidade seja igual ou maior que 50kW.

Refrigeração forçada, detecção de falha na String, 60Hz, IP20 ou superior, possuir proteção contra sobretensão em corrente contínua e proteção contra surto atmosférico e transitório. O Inversor deverá possuir aquisição de dados contínua para Sistema de Gerenciamento e Monitoramento, incluindo parâmetros técnicos, eventos e status. Conexão de interface com o sistema utilizando protocolos e sistemas de conexão.

Referências: ABB, SMA, Schineider, Fronius modelo Agilo 100.0-3 ou equivalentes.

**Aplicações:** Conversão da corrente contínua em corrente alternada. Serão instalados próximos às salas dos quadros gerais de distribuição, nos subsolos.

* 1. **ESTAÇÃO METEOROLÓGICA**

 **Características:**

Piranômetro: Para medição da irradiação horizontal e inclinada, com características conforme ISO9060, Classe II, cabo de maior ou igual a 10m, faixa de medida de 285nm a 2800nm, irradiância máxima de 2000w/m², sensibilidade de 7 a 14 µVW-1m², temperatura de operação -40° a +80°C, sensibilidade de temperatura <4% (-10 a 40°C), nível de precisão de 1°.

Anemômetro: Para medição da velocidade do vento e direção, com cabo maior ou igual a 3,5m, 03 canecas, escala mínima de medida de 0 a 45m/s, resolução mínima de 0,45m/s, temperatura de operação de -30°C a +70°C e direção de 360°.

Sensor de Umidade: Faixa de leitura de 0% a 100%, precisão a 23°C de ±1% de 0% a 100%, resolução de 0,1%, sinal de saída de 0 a 1Vdc.

Sensor de Temperatura: Faixa de leitura de -40°C a +60°C, Precisão a 23°C de ±0,1°C, resolução de 0,1°C e sinal de saída de 0 a 1Vdc.

Torre meteorológica: Fabricada em alumínio, resistente a corrosão e altura mínima de 3m.

Todos os componentes deverão possuir garantia mínima de 2 anos. Juntamente com a torre, deverão ser fornecidos todos os documentos técnicos dos componentes, certificados de calibração e prazos de validade.

Coletor de Dados: DATALLOGER de no mínimo 16 bits e 4M Bytes, com teclado e display, transmissão de dados via ethernet, fibra ótica e GPRS/EDGE. Todo sistema deverá possuir proteção contra descargas atmosféricas, comunicação direta com notebooks, possuir bateria recarregável, regulador de voltagem 12V/24V e fonte de alimentação de 90V a 240V.

Deve possuir caixa selada inoxidável, com suporte para fixação na torre e conectores instalados na parte interior.

Deve possuir software para coleta de dados e transmissão dos dados coletados, mínimos e máximos de eventos, alertas além de todo monitoramento de desempenho da estação (nível de baterias, temperatura interna do quadro).

**Aplicações:** Será utilizada para coleta de dados a serem adotados na aferição de performance da Usina Minigeradora Fotovoltaica.

* 1. **SPDA E ATERRAMENTO**

A CONTRATADA deverá consultar o projeto existente de SPDA dos edifícios do TCU e deverá projetar a proteção contra descargas atmosféricas diretas e indiretas da Usina Minigeradora Fotovoltaica. Deverá, também, fazer todos os ajustes necessários na instalação existente.

Além da norma especifica ABNT NBR5419-2015 aplicam-se as seguintes regras técnicas para a proteção de sistemas fotovoltaicos contra descargas atmosféricas e sobre tensões:

* Como a edificação já possui um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), o gerador fotovoltaico deverá ser ligado ao mesmo;
* Toda estrutura metálica que compõe o sistema de geração fotovoltaica deverá ser conectada ao sistema de proteção existente no prédio;
* Toda estrutura metálica de cobertura deverá ser conectada às malhas formando uma superfície equalizada juntamente com o aterramento da estrutura metálica das cabines de transformação e de medição. Essa estrutura equalizada deverá ser conectada ao neutro acessível dos transformadores elevadores, bem como, a todos os equipamentos metálicos do interior das cabines, juntamente com o sistema de proteção contra descargas atmosféricas existente incorporado ao conjunto equipotencial.

O sistema deverá formar uma barra equipotencializada juntamente com os neutros dos transformadores e interligados com o neutro da concessionária através do neutro contínuo. O condutor geral de proteção ou de terra deve ser encaminhado através da via mais curta para as malhas de aterramento, preferencialmente em linha reta e vertical.

Os circuitos DC não devem criar laços de indução, ou seja, os condutores positivo e negativo devem ser conduzidos justapostos em paralelo.

Em toda instalação elétrica de média e baixa tensão para que se possa garantir, de forma adequada, a segurança das pessoas e o seu funcionamento correto deve ter uma instalação de aterramento.

O aterramento a ser provido pela Contratada deve ser adequado para lidar com fenômenos e eventos em baixa e alta frequências.

As malhas, além de outros materiais citados nas Normas, deverão ser confeccionadas com hastes de aterramento tipo copperweld eletrolítico com 99,9% de pureza, de tamanho e de dimensões de acordo com projeto executivo.

* 1. **QUADRO DC – CAIXAS DE JUNÇÃO (STRING BOXES)**

**Caixa de junção (String Box)**

**Características:**

Quadro (caixa): metálico de sobrepor ou embutir, conforme projeto executivo, completo para 25 Strings. A caixa deverá possuir índice de proteção mínima IP65 e resistência a raios UV, vir equipado com todos os conectores de entrada e saída dos cabos.

Interruptor seccionador: com operação sob carga manual e remoto, corrente mínima de 160A e 1500Vdc bipolar.

Porta fusível: 1000Vd.c. 25A, índice de proteção mínimo de IP20.

Fusível: tipo gPV e tensão de operação 1000V, 10 a 15A.

Disjuntor: Apropriado para corrente contínua e tensão e corrente de 230/400C 16A.

DPS: Específico para sistemas fotovoltaicos. Deve ser interligado ao sistema de aterramento existente observando-se a equalização do sistema de proteção.

**Aplicações:** Utilizados na conexão elétrica entre as strings dos módulos fotovoltaicos e os inversores.

**Conector tipo MC4 macho e fêmea**

**Características:** Conectores apropriados para instalação em área externa, à prova de intempéries e resistente a raios UV. Deverão ser compatíveis com os conectores dos módulos fotovoltaicos, possuir conexão tipo snap-lock com mecanismo interno de travamento para prevenir o desacoplamento acidental, ser resistentes a grandes variações de temperatura (-40°C a 80°C). Ter proteção IP67, classe II de nível de segurança (conforme IEC61140). Possibilitar a crimpagem de condutores elétricos com sessão de 6,0mm² ou 10,0mm² e corrente nominal maior ou igual a 30A.

Referência Phoenix Contact ou equivalente.

**Aplicações:** Utilizados na conexão elétrica entre os cabos das strings e os cabos das caixas de junção (string box) e também entre as caixas de junção e os inversores, conforme previsto em projeto.

* 1. **QUADROS AC – QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO**

Os quadros de força serão do tipo TTA para instalação abrigada.

**Quadro de Distribuição Metálico de sobrepor ou embutir**



**Características:** Quadro metálico de dimensões mínimas 600x400x200mm (no caso de o fabricante a ser cotado na proposta não possuir as dimensões indicadas, poderá ser selecionado quadro com dimensões próximas, porém, deve ser adequada para abrigar todos os equipamentos e ao local para montagem), de sobrepor ou de embutir conforme indicação em projeto, com pintura epóxi a, com espaço para disjuntor geral de até 800A, com barramentos das fases de até 200A, em cobre eletrolítico, barramento neutro e terra, em cobre eletrolítico, conforme seções mínimas segundo NBR 5410 instalados sobre isoladores epóxi adequados, corrente de curto circuito conforme projeto técnico, espaço para, no mínimo, 24 módulos DIN, proteção mecânica das partes vivas permitindo acesso somente aos comandos dos disjuntores e IDR, entrada e saída de cabos pela parte superior e inferior através de flanges moldados removíveis, ou através de furos para eletrodutos com uso de bucha e arruela de acabamento, pintado com pintura a pó epóxi cinza claro lisa, sistema de identificação dos disjuntores, com fecho (fornecido com duas chaves por quadro), porta documentos, grau de proteção IP43. Os disjuntores e IDR serão itens de montagem à parte e todos os demais itens constantes na especificação como barramentos, canaletas plásticas, sistemas de identificação, trilhos DIN, terminais dos cabos, sistema de fixação, parafusos de fixação etc. devem ser inclusos no orçamento deste. Referência: Modelo QuiXtra GE ou equivalente.

* 1. **ACESSÓRIOS**
     1. **PROCEDIMENTOS PARA EXECUÇÃO DOS ACESSÓRIOS**

Todas as partes metálicas da infraestrutura elétrica, como caixas, eletrocalhas, eletrodutos, quadros etc., deverão ser firmemente ligadas aos condutores de proteção (terra) para que o potencial de todos sejam os mesmos, minimizando, assim, a possibilidade de choque elétrico.

As eletrocalhas deverão ter cabo de cobre nu meio duro passando ao longo de todos os trechos presos com abraçadeiras do tipo D fixadas a cada metro. Os cabos de cobre deverão ser interligados e conectados aos barramentos de terra dos quadros. Estes cabos não poderão ser utilizados como condutor de proteção de nenhum dos circuitos elétricos. A bitola a ser utilizada é de 10mm². As emendas deverão ter transpasse de 20cm e utilizar no mínimo 3 (três) conectores que podem ser do tipo parafuso fendido ou grampos de aço galvanizado, alternativamente poderá ser utilizado emenda por compressão com três compressões em cada lado, observando que a compressão deverá ser feita por alicate específico com as matrizes corretas.

Durante a execução todas as junções entre eletrodutos e caixas deverão ser bem-acabadas, não sendo permitido rebarbas nas junções e deverá ser utilizado bucha e arruela em alumínio.

Todos os cabos deverão ser identificados através de anilhas ou fitas específicas para este fim, de forma indelével, nas caixas de saída e dentro dos quadros.

Todo material e equipamento devem possuir identificação de suas características mínimas e marca do fabricante.

Deverão ser obedecidas rigorosamente as maneiras de instalação recomendadas pelos fabricantes dos materiais. Particularmente deverá ser observado o seguinte:

**Quanto à Instalação de Caixas e Eletrodutos:**

As tubulações deverão ser fixadas por suportes rígidos, sempre de maneira a não interferir na estética ou funcionalidade do local.

A conexão dos eletrodutos com as caixas deverá ser feita com buchas e arruelas, com acabamento absolutamente sem saliências ou rebarbas.

A mudança de alinhamento de mais de 60° dos dutos deverá ser feita preferencialmente com caixas; será admitido curvatura nos eletrodutos flexíveis desde que, no máximo, duas em cada trecho entre caixas.

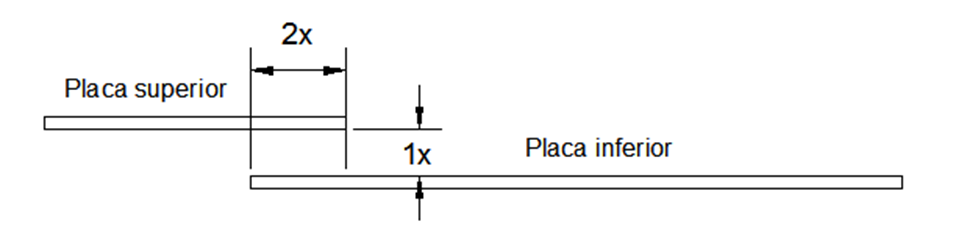
Deverá ser observada rigorosamente a continuidade do sistema de tubulação e caixas.

A fixação das caixas deverá ser feita pelo fundo, de modo que as tampas possam ser abertas pela frente.

A montagem dos quadros deverá ser feita de maneira organizada, com os condutores unidos através de braçadeiras plásticas e estas aparadas após o fechamento.

Os circuitos deverão ser todos identificados através de etiquetas apropriadas, de modo a se ter uma indicação inequívoca e indelével da localização das cargas vinculadas.

Deverá ser verificado e instalado proteção mecânica contra contato elétrico em acrílico ou policarbonato (a ser definido no detalhamento dos quadros) e acabamento arredondado e sem ranhuras, deixando acesso somente às manoplas de acionamento dos disjuntores e a proteção deverá ser fixada por isoladores em epóxi adequados à altura dos equipamentos, podem ser feitas placas em alturas diferentes para o disjuntor geral e as demais cargas, porém, deverá haver uma sobreposição da proteção de maior altura sobre a de menor altura de duas vezes o valor da diferença entre as alturas. Não será admitido o uso de material metálico para as proteções mecânicas em hipótese alguma.



Detalhe da sobreposição de placas isolantes de alturas diferentes

**Quanto ao Acabamento:**

O interior das caixas deve ser deixado perfeitamente limpo, sem restos de barramentos, parafusos ou qualquer outro material, sendo limpos diariamente ao final do expediente, sem exceção.

O padrão geral de qualidade da obra deve ser irrepreensível, devendo ser seguidas, além do aqui exposto, as recomendações das normas técnicas pertinentes, especialmente a Norma NBR-5410.

**Quanto aos Cabos:**

Todos os cabos devem ser constituídos por condutores de cobre, isentos de emendas, isolados em composto do tipo EPR ou XLPE para 90°C, classe 5 até a bitola de 16mm², com isolamento à prova de umidade, singelos e classe de tensão 0,6/1kV, nas seções indicadas em plantas.

Os cabos devem ser não halogenados e possuir resistência UV.

Os cabos não podem ser excessivamente forçados nem possuir raio de curvatura inferior a dez vezes os seus diâmetros externos.

Nos trechos verticais os condutores devem se apoiar na extremidade superior do eletroduto ou eletrocalha, em suportes isolantes com resistência mecânica adequada ao peso a suportar, de modo que não danifiquem sua isolação e a intervalos não superiores a:

* + - 30 metros para condutores de seção até 50 mm²;
    - 24 metros para condutores de seção maior que 50 mm² e até 120 mm²;
    - 18 metros para condutores de seção maior que 120 mm² e até 185 mm2;
    - 15 metros para condutores de seção maior que 185 mm² e até 240 mm².

Em todos os pontos de apoio deve haver acesso para inspeção.

No caso específico de leitos e eletrocalhas, os condutores devem ser amarrados com cordão encerado de modo a manter os circuitos separados por amarração e para manter a organização dos cabos.

Deverão ser obedecidas rigorosamente as maneiras de instalação recomendadas pelos fabricantes dos materiais. Particularmente deverá ser observado o seguinte:

* + - Deverão apresentar, após a enfiação, perfeita integridade da isolação que deverá ser confirmada através de teste de resistência de isolamento conforme NBR 6813 e apresentado laudo de medição das resistências de isolamento juntamente com a indicação no mapa de cabos;

Para facilitar a enfiação, poderá ser utilizada parafina ou talco industrial apropriado, não é permitido o uso de vaselina, graxa ou qualquer outro produto que não sejam os listados anteriormente.

Não serão admitidas emendas desnecessárias, bem como fora das caixas de passagem.

As emendas acima de 4mm deverão ter área de contato mínima de 5mm para cada 1mm² de seção e ser soldadas com estanho e isoladas com fita autofusão de boa qualidade e cobertas por fita isolante de PVC de boa qualidade. Será permitida emenda somente até a bitola de 10mm², a partir desta bitola as emendas somente poderão ser feitas por conector de compressão adequado à bitola que permita três compressões em cada cabo e isoladas com fita autofusão de boa qualidade e cobertas por fita isolante de PVC de boa qualidade.

A conexão dos condutores com barramentos e disjuntores deverá ser feita com terminais pré-isolados, tipo garfo, olhal ou pino, soldados com estanho.

Código de cores a observar (no caso dos circuitos terminais):

* + - Fase: preto, vermelho e branco
    - Neutro: azul-claro
    - Terra: verde

Nos cabos de alimentação interna de bitola igual ou superior a 16mm2 deverão ter cobertura na cor preta e as fases identificadas com fitas coloridas em ambas as pontas e sempre manter a sequência de fase desde a medição até os quadros finais, sendo:

* + - Fase R: vermelho;
    - Fase S: branco;
    - Fase T: marrom;
    - Neutro: azul;
    - Terra: verde.

Os cabos de alimentação dos quadros não poderão ser seccionados, sem exceção. Os demais cabos não deverão ser seccionados, exceto onde absolutamente necessário com o aval da FISCALIZAÇÃO. Em cada circuito, os cabos deverão ser contínuos desde o disjuntor de proteção até a última carga ou caixa de consolidação, sendo que, nas cargas intermediárias, serão permitidas derivações. As emendas deverão ser soldadas com estanho e isoladas com fita tipo autofusão e fita isolante. As emendas só poderão ocorrer em caixas de passagem. O fabricante deverá possuir certificação de qualidade do INMETRO.

Todos os cabos deverão possuir indicações do circuito e quadro a que pertencem, essa identificação será feita com anilhas plásticas em porta marcadores plásticos. Essa identificação é um acessório dos cabos e deve compor seu custo unitário.

Não será permitido o uso de cabo de bitola inferior a 6,0mm² nas instalações elétricas DC, em qualquer hipótese.

**Quanto à Instalação de Perfilados, Eletrocalhas e Leitos:**

A linha de sustentação e elementos de fixação devem seguir as mesmas características construtivas dos perfilados, eletrocalhas e leitos.

Nas aberturas em paredes, serão necessários os serviços de arremates de pedreiros e também a pintura do local, mantendo o padrão existente.

Os perfilados, eletrocalhas e leitos serão instalados através de suportes de perfil metálico galvanizado fixado ao chão com chumbador, espaçados a cada 1,5 metros. E serão montados paralelos ao piso.

A união dos perfilados, eletrocalhas e leitos deverá ser feita com conexão apropriada para tal do mesmo material dos perfilados, eletrocalhas e leitos correspondentes, e seu custo deverá estar incluído no custo por metro linear e devem ser feitas com parafusos auto-travante cabeça lentilha bicromatizado.

As derivações, curvas e demais acessórios deverão ser do mesmo material dos perfilados, eletrocalhas e leitos correspondentes, e seu custo deverá estar incluído no custo por metro linear. As mudanças de direção devem ser feitas sempre com o uso do acessório adequado. Em casos excepcionais, mediante prévia autorização da FISCALIZAÇÃO, mudanças de nível poderão ser efetuadas por meio do corte e montagem utilizando trechos retos. Nesses casos, deverá ser realizado perfeito acabamento do corte, de forma que não reste qualquer rebarba, e o trecho cortado deverá ser soldado para que seja feito o acessório, também devem ser pintados todas as áreas onde houve corte e solda com fundo preparador que proteja o material de oxidação e com tinta a óleo cinza de cor semelhante à da eletrocalha.

* + 1. **CABEAMENTO**

Todos os cabos na Usina Minigeradora Fotovoltaica devem ser presos adequadamente de maneira a evitar balanços e tensões mecânicas. Para o cabeamento das strings (entre os módulos ou, entre módulo e as caixas de junção ou, em caso de sistemas sem caixas de junção, entre módulo e inversor) requisitos especiais são aplicados.

Os cabos e/ou barramentos provenientes dos inversores e/ou transformadores, este último se houver, deverão ser interligados conforme o projeto a ser fornecido pela CONTRATADA, no mesmo barramento onde se encontram ligados os geradores que existem no TCU.

À CONTRATADA compete medir as distâncias e definir a circulação dos cabos e barramentos através dos prédios. O local de passagem dos cabos deve ser aprovado pela CONTRATANTE.

Em conformidade com a norma IEC 60364-7-712, o cabo da fileira das strings tem que ser capaz de transportar 1,25 vezes a corrente de curto-circuito do gerador FV, e estar protegido contra falhas de terra e curto-circuitos. Os cabos devem ser dimensionados de forma que a queda de tensão entre o gerador e o inversor seja inferior a 1,5%. A queda de tensão entre os inversores de tensão e o QGBT deverá ser no máximo de 1,5 %.

O dimensionamento dos cabos deverá ser feito pela CONTRATADA no seu projeto executivo.

* + 1. **CABOS DC**

Cabos FV e conectores não devem ser colocados em qualquer bandeja ou depressão, ou atrás de alguma barreira onde água pode se acumular. Deve-se assegurar que eles nunca irão cumular água.

Cabos FV e conectores devem ser protegidos contra qualquer força, incluindo vibrações induzidas pelo vento que podem instantaneamente ou no longo prazo (acima de 25 anos de vida útil) danificar os cabos e conectores FV.

Durante o processo de instalação, os conectores não podem ser abertos sem a tampa de proteção, exceto para o momento em que eles estão sendo conectados, para assegurar que água não possa entrar no encapsulamento IP65. Isto também significa que os módulos devem ser entregues no local curto circuitados (conectores positivo e negativo conectados) ou com tampas apropriadas que protegem o conector contra a entrada de água, névoa, poeira ou qualquer outra substancia que possa impactar no funcionamento do conector durante sua vida útil (> 25 anos).

* + - 1. **Cabo cobre estanhado classe 5 EPR/XLPE**

**Características:** Condutor de cobre estanhado, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolamento de composto termofixo HEPR 120°C ou XLPE 120°C resistente ao UV, com cobertura em termoplástico PVC com baixa emissão de gases tóxicos, antichama e resistente a umidade. Tensão de operação de 6,5kV AC ou 15kV DC, faixas de temperatura de 90°C a 120°C e que atenda a norma EM 50395. Referência: Linha Afumex Solar do fabricante Prysmian ou equivalente.

**Aplicação:** Utilizado nas conexões dos módulos até as caixas de junção.

* + 1. **CABOS AC**

Para o cálculo da secção transversal do cabo de alimentação AC, assume-se uma queda de tensão máxima admissível na linha de 1,5%, relativamente à tensão nominal da rede, porém deve-se respeitar a perda total no circuito.

* + - 1. **Cabo cobre classe 5 EPR/XLPE 0.6/1 KV**

**Características:** Condutor de cobre formado por fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolamento de composto termofixo EPR ou XLPE com cobertura em termoplástico PVC com baixa emissão de gases tóxicos, antichama e resistente a umidade para tensão de operação de 0,6/1kV, faixas de temperatura de 90°C em serviço contínuo, 130°C em sobrecarga e 250°C em curto circuito e que atenda a norma NBR 13248. Referência: Linha Afumex do fabricante Prysmian ou equivalente.

**Aplicação:** Utilizado para conexão entre as caixas de junção e inversores e inversores ao QGBT.

* + 1. **INFRAESTRUTURA**

Os condutores devem ser instalados em estruturas de modo a garantir que os esforços mecânicos não danifiquem o cabo e devem considerar:

* Ações permanentes: peso próprio dos cabos e condutores;
* Ações variáveis: vento, chuva e outras que sejam aplicáveis;

Não deverá haver movimentos do cabo que possam desgastar a sua cobertura ou isolamento.

A opção mais simples para fixar os cabos é com braçadeira. Tubos flexíveis de proteção, calhas e grampos também poderão ser usados como sistemas alternativos de fixação.

Os vários materiais da fixação, tais como as braçadeiras dos cabos, devem também ser resistentes aos agentes atmosféricos e contra raios UV.

O dimensionamento de todos os itens de infraestrutura deverá ser feito pela CONTRATADA no seu projeto executivo.

**Perfil, dutos e bandejas de cabos:**

Todos os eletrodutos e bandejamentos metálicos devem ser fabricados em chapas de aço SAE 1010/1020 para passagem de circuitos ou sistemas de alimentação e distribuição de energia elétrica, dados ou outros. Devem possuir sistema completo de suporte e elementos de fixação para serem utilizados em construções industriais e comerciais diversas.

Devem ser produzidos em galvanização eletrolítica de acordo com norma NBR 10476/88 ou alumínio.

**Caixas de passagem:**

O projeto construtivo deve contemplar, se necessário, a confecção de caixas de passagem em concreto armado, de alta resistência, com furação na base para escoamento de água em cama de brita.

A tampa para a caixa de passagem de concreto armado deve ser fabricada em ferro fundido com acabamento betumado, com resistência mínima de 12,5t. Deve possuir a inscrição ENERGIA.

* + - 1. **ELETRODUTOS**

**Eletroduto Metálico Flexível, inclusive acessórios e conexões**

**Características:** Eletroduto flexível, de interior metálico formado por uma fita de aço galvanizada eletrolítica, laminada a frio com revestimento exterior produzido por extrusão sob pressão em PVC antichama, resistente a movimentações e vibrações, incluindo acessórios como curvas, luvas, uniões, terminações etc. Fabricantes: Daisa, Tecno-Flex ou equivalente.



**Aplicação:** Prover passagem segura de cabos e fios elétricos, telefônicos, de dados etc em entre forro, embutidos em lajes, paredes e pisos, aparentes, sob piso elevado etc, ligando as caixas e equipamentos conforme indicado em projeto.

**Eletroduto em Aço Carbono Rígido galvanizado a fogo, inclusive acessórios e conexões**

**Características:** Eletroduto fabricado em aço carbono rígido galvanizado a fogo, fornecidos em peças de 3m com rosca nas duas extremidades, uma extremidade fornecida com luva e na outra com capa de proteção plástica, tipo leve, médio ou pesado conforme indicação de projeto, de acordo com NBR 5624, incluindo acessórios como curvas, luvas, terminações etc. Fabricante: Elecon ou equivalente.



**Aplicação:** Os eletrodutos rígidos galvanizados a fogo, são produzidos para serem aplicados na proteção de condutores elétricos em áreas expostas a intempéries.

* + - 1. **CONDULETES**

**Condulete múltiplo de alumínio**

**Características:** As caixas conduletes de alumínio deverão ser fabricadas corpo e tampa em Liga de Alumínio Copper Free de alta resistência mecânica e à corrosão, classe pesada, devem atender aos tipos B, C, E, LB, LL, LR, T e X, além de outras, possuir parafusos em aço inox, acabamento em epóxi-poliéster na cor cinza, junta de vedação em Neoprene e entradas rosqueadas. Fabricante: Wetzel, Cemar, Tigre, Tramontina ou equivalente.

**Aplicação:** indicados para instalações elétricas com eletrodutos metálicos aparentes e não embutidas.

* + - 1. **CAIXAS DE PASSAGEM**

**Caixa de Passagem Metálica com tampa lisa/ antiderrapante**

**Características:** Caixa de passagem metálica em liga de Alumínio Silício, de bom acabamento, alta resistência mecânica e à corrosão, com tampa removível e inversível com um lado antiderrapante e outro liso, fixada por parafusos de aço galvanizado ou inoxidável, dotadas de junta de vedação, indicadas para ligações elétricas em geral em ambientes úmidos e com emanação de gases não inflamáveis. Referência: fabricante Wetzel ou Tramontina.

**Aplicação:** Aplicada em instalações embutidas em paredes e piso ou de sobrepor em paredes, teto/laje ou entre forro.

* + - 1. **ELETROCALHAS E LEITOS**

Instaladas no entre forro ou aparente sob a laje apoiada e aparafusada com parafuso cabeça lentilha e porca sobre cantoneira ou perfilado e este suportado em laje através de dois tirantes, em paredes será fixada em perfilado por parafuso cabeça lentilha e porca e este fixado à parede com parafusos e buchas, conforme recomendações do fabricante. Os parafusos que fixam a eletrocalha às cantoneiras e/ou perfilados deverão ter sua cabeça voltada para o lado interno da eletrocalha e as porcas para o lado externo. Furações e/ou cortes deverão ser feitos com precisão e devem possuir acabamento livre de rebarbas, as furações deverão necessariamente ser conectadas a eletrodutos conforme especificação em projeto e fixados por meio de bucha e arruela. Deverá incluir todos os acessórios (curvas, conexões, derivações) definidos pelo fabricante e necessários à sua instalação.

**Eletrocalha galvanizada, inclusive acessórios e conexões**

**Características:** Eletrocalha perfurada ou lisa para cabos fabricada de chapa aço Nº18 zincada por imersão a quente (galvanização à fogo), classe pesado, identificado de forma legível e indelével, devem ser formados por uma chapa única, não tendo em seu processo construtivo qualquer tipo de solda, isento de rebarbas, fornecidos em peças de 3m, incluindo acessórios como parafusos com sistema de auto-trava, curvas, derivações, emendas, terminações etc. Fabricante: Cemar, Mopa ou equivalente.



**Aplicação:** utilizados para a passagem de cabos entre as caixas de junção (strings box) e a sala dos inversores ou, conforme indicação em projeto.

**Leito Galvanizado Pesado, inclusive acessórios e conexões**

**Características:** Leito para cabos, fabricado de chapa de aço zincada por imersão a quente (galvanização a fogo), classe pesado, identificado de forma legível e indelével, devem ser formados por duas longarinas longitudinais, unidas por barras transversais, fabricadas em chapa de aço galvanizada conformada a frio em máquina perfiladeira e unidos também por processo a frio (recravamento), no qual as propriedades da chapa não se alteram, não tendo em seu processo construtivo qualquer tipo de solda, fornecidos em peças de 3m, obedecendo às normas fixadas pela ABNT, incluindo acessórios como parafusos com sistema de auto trava, curvas, derivações, emendas, terminações, etc, largura e altura conforme projeto técnico. Fabricante: Cemar, Mopa ou equivalente.

**Aplicação:** utilizados para a passagem de cabos entre os inversores e o QGBT ou conforme indicação em projeto.

* 1. **ESTRUTURAS DE MONTAGEM E ESFORÇOS MECÂNICOS**

As instalações dos módulos fotovoltaicos sobre a cobertura dos edifícios do TCU deverão ter uma inclinação mínima de 10° e máxima de 19º, limitada a altura máxima determinada no estudo de visibilidade que comporá o Projeto Executivo. Eles deverão ser instalados através de suportes e fixadores apoiados diretamente sobre a cobertura. Não serão admitidas perfurações na manta de impermeabilização ou na sua camada de proteção mecânica. Deve-se evitar a corrosão oriunda do contado de diferentes materiais metálicos através da aposição de materiais como o EPDM ou equivalente.

A instalação dos módulos deverá levar em conta os requisitos arquitetônicos, sem interferir visualmente na estética do edifício. Portanto serão estabelecidos afastamentos das extremidades conforme indicados no estudo de visibilidade a ser realizado pela Contratada.

A CONTRATADA deverá assumir todas as responsabilidades pela estrutura de fixação e suportes dos módulos.

* 1. **ETIQUETAGEM DOS EQUIPAMENTOS** 
     1. Deverão ser executadas etiquetagem de todas as strings dos módulos;
     2. Etiquetagem de todos os equipamentos principais como inversores, caixas de junção e distribuição, transformadores etc, exceto módulos FV, já que estes são identificados pelos números de série;
     3. Etiquetagem de todos os cabos de entrada em todas as caixas de junção e em todos os inversores com uma marcação de plástico permanente;
     4. Etiquetagem de todos os outros cabos (DC, AC e equipamentos de medição, controle e comunicação) em ambas as extremidades;
     5. Cores diferentes para os cabos devem ser estabelecidas de acordo com sua função;
     6. O código de etiquetagem deve ser estabelecido de acordo com os requisitos da CONTRATANTE, a serem definidos em reunião;
     7. Todos os quadros elétricos deverão ter seus componentes identificados por plaquetas de acrílico, conforme indicado em projeto, sendo os circuitos elétricos identificados por anilhas;
     8. Na porta dos quadros deverá ser instalado porta-documentos com a identificação completa do quadro e de seus circuitos terminais.

1. **SISTEMA DE GERENCIAMENTO E MONITORAMENTO**

O principal objetivo do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento é a integração dos sensores de monitoramento e dispositivos do sistema para a supervisão dos inversores e do ponto de conexão à rede, incluindo a verificação do bom funcionamento dos componentes do sistema.

* 1. O Sistema deve prover aos operadores as informações requeridas para detecção de falhas e habilitá-los a controlar a saída da Usina Minigeradora Fotovoltaica e o fator de potência de acordo com os requisitos da concessionária de energia local (CEB).
  2. A CONTRATANTE disponibilizará local para instalação do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento da Usina Minigeradora Fotovoltaica.
  3. A instalação física é de responsabilidade da CONTRATADA e a CONTRATANTE poderá prestar apoio técnico para a sua realização nos seguintes tópicos:
     1. Descrição das interfaces, canais de comunicação e protocolos requeridos;
     2. Desenvolver, manter e operar o Sistema incluindo funcionalidades para:
        1. Recuperação e armazenamento de dados;
        2. Processamento, avaliação e visualização de dados;
        3. Lógicas para monitoramento, geração de relatórios, detecção de falhas e controle de parâmetros importantes da Usina Minigeradora Fotovoltaica.
  4. CONTRATADA deverá fornecer e instalar toda a infraestrutura de componentes de hardware, software e de rede, bem como as interfaces necessárias ao Posto de Operação Local sendo:
     1. Cartões de comunicação dos inversores (se necessário);
     2. Cabeamento e equipamentos para prover conexão entre:
     3. Inversores e Unidade Controladora;
     4. Sensores e Unidade de Controle da Usina Minigeradora Fotovoltaica.
     5. Cabeamento externo para prover comunicação da Usina Minigeradora Fotovoltaica ao Centro de Monitoramento da CONTRATADA via internet, para monitoramento e suporte remoto.
     6. Prover todos documentos de todos equipamentos tais como manuais, datasheets, etc;
     7. Instalar os componentes para o Posto de Operação Local;
     8. Configurar o sistema de supervisão e controle em conjunto com a CONTRATANTE;
     9. Executar os testes necessários para comprovar as funcionalidades especificadas e limpar a lista de pendências de itens defeituosos e de questões abertas.
  5. **Visão Geral dos Componentes**

O Sistema de Gerenciamento e Monitoramento será composto por Unidades de Aquisição e Controle de Dados para receber e transmitir informação e controlar os componentes da Usina Minigeradora Fotovoltaica, tais como:

* + 1. Data logger (s) para os sensores meteorológicos e outros;
    2. Inversores e caixas de conexão;
    3. Unidades de proteção (DPS, relés, disjuntores, fusíveis);
    4. Multimedidor no ponto de conexão à rede da rede da concessionária; a Contratada deverá fornecer e instalar um Multimedidor de energia com memória de massa para no mínimo 90 dias;
    5. PLC’s para controle e interface (p. ex. na subestação);
    6. Unidade Controlador (UC);
    7. Tensão e corrente por string;
    8. Potência gerada por string;
    9. Diagnóstico de queima de fusível por string;
    10. Diagnóstico de módulo de proteção de surtos (DPS) atuado;
    11. Detecção de queda de desempenho na string;
    12. Gerenciamento de alarmes;
    13. Registro histórico de variáveis coletadas;
    14. Registro histórico de alarmes;
    15. Funções de cálculo de desempenho;
    16. Funções de visualização gráfica;
    17. Relatório de acompanhamento de manutenção;
    18. Armazenamento de informações coletadas;
    19. Acesso a dados via web/Wi-Fi;
    20. Utilização de tablets e celulares para monitoramento, com aplicativo de interface responsiva.
  1. **Características Funcionais**

O Sistema de Gerenciamento e Monitoramento deve servir aos seguintes propósitos:

* + 1. Supervisão e controle local e remoto da Usina Minigeradora Fotovoltaica;
    2. Aquisição, processamento, armazenamento e transmissão de sinais;
    3. Execução dos comandos enviados pelo Posto de Operação Local (LOS) a partir do Sistema;
    4. Execução de rotinas de autodiagnostico e detecção de falhas dos componentes principais do sistema incluindo a notificação de falhas por meio de alarmes.
    5. O Sistema de Gerenciamento e Monitoramento deve informar através de gráficos e tabelas (i) energia produzida, (ii) energia consumida, e (iii) energia injetada na rede da CEB dia-a-dia e por período a fim de que seja possível conferir a conta de energia emitida da concessionária.
  1. **Controle da Usina Minigeradora Fotovoltaica e Interligação com a Concessionária**

Com o objetivo de controlar a integração da produção da Usina Minigeradora Fotovoltaica à rede e ir ao encontro dos requisitos da CEB, o Sistema de Gerenciamento e Monitoramento necessita de pelo menos as seguintes funcionalidades:

* + 1. Controle da saída de potência em degraus ou contínuo no intervalo de 0% a 100%;
    2. Ajuste do fator de potência no ponto de conexão à rede;
    3. Controle de potência ativa e reativa;
    4. Controle da subestação;
    5. Compatibilidade com inversores e medidores de energia;
    6. Medidor quatro quadrantes.

Estas funcionalidades podem ser implementadas na Unidade Controlador – UC ou outro dispositivo conectado a ela. A execução dos comandos de controle (ajuste do fator de potência) deve ser configurada de tal forma que permita aos operadores enviarem um único comando para a respectiva função.

O Sistema deve usar este sinal para ajustar a operação dos inversores individualmente (o ajuste de alguns ou todos inversores para obter o fator de potência desejado no ponto de conexão à rede a partir do valor medido).

* 1. **Critérios e Características Gerais dos Componentes**

Os componentes dos equipamentos devem ser produzidos especificamente para a implantação em sistemas de Gerenciamento e Monitoramento e projetados com os seguintes requisitos:

* + 1. Alta confiabilidade;
    2. Alta disponibilidade;
    3. Implantação sob as condições presentes em um sistema elétrico (p. e. ruído eletromagnético, cabeamento a longas distâncias, etc);
    4. Os equipamentos devem ser da melhor qualidade;
    5. Os produtos devem ser “de prateleira”, ou seja, serem fabricados em série (protótipos e produtos customizados não serão aceitos);
    6. Todos os componentes devem ter recursos para manutenção direta e acesso para atualização do firmware. Isto poderá ser realizado via interface web ou conexão direta de um laptop com o software de manutenção. Qualquer software necessário para a manutenção e configuração dos componentes deverá ser entregue juntamente com a Usina Minigeradora Fotovoltaica.

Cada componente deve ser fornecido e projetado de forma que todos os aspectos preencham os seus respectivos requisitos funcionais.

* 1. **Registro de Dados e Manipulação de Sinais**

Como a principal função do Sistema é adquirir os dados necessários e os parâmetros elétricos para monitorar e analisar o desempenho da Usina Minigeradora Fotovoltaica e controlar suas saídas, esses sinais devem ser medidos e encaminhados em conjunto com os parâmetros técnicos e meteorológicos mencionados.

Os dispositivos utilizados no Sistema devem atender todos os requisitos e parâmetros adicionais dos componentes e da Usina Minigeradora Fotovoltaica.

* 1. **Configuração e Testes**

As atividades de engenharia de configuração do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento deverão ter como ponto de partida a reunião de planejamento entre CONTRATADA e CONTRATANTE.

A partir desta reunião de planejamento, deverão ser elaborados os seguintes documentos:

* + 1. Especificações Funcionais do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento;
    2. Lista de Pontos.

A CONTRATADA deverá elaborar e enviar para comentários e aprovação da CONTRATANTE, as especificações funcionais do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento.

Outro documento fundamental para a realização da configuração do Sistema é a Lista de Pontos. Neste documento serão listados todos os pontos lógicos e de entradas e saídas, relés de proteção, etc, identificando borne, nome, abreviatura (mnemônico), descrição, bem como, todas as informações relativas a suas distribuições com relação ao protocolo de comunicação.

Estes documentos deverão ser elaborados segundo os padrões estabelecidos pela CONTRATANTE a serem fornecidos na reunião de planejamento e irá variar conforme a solução adotada.

A elaboração da lista de pontos se dará da seguinte maneira: A CONTRATADA fornecerá uma lista das variáveis disponíveis nos diversos equipamentos digitais da solução proposta. Com base nessa lista de informações disponíveis, a CONTRATANTE irá elaborar a lista de pontos em conformidade com os seus padrões. Feito isso, a CONTRATADA deverá efetivamente configurar todos os equipamentos da Usina Minigeradora Fotovoltaica para atender a lista de pontos. Com base nas especificações funcionais e na Lista de Pontos, deverá então ser realizada a configuração do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento FV com a elaboração de documentação de configuração e relatório de testes de integração.

* + 1. A documentação de configuração deverá ser materializada, no mínimo, pelos seguintes itens:
* Apresentação dos componentes do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento, através de uma descrição geral e contendo em anexo todos os manuais de configuração, na sua última versão;
* Descrição funcional da aplicação;
* Listagens emitidas pelos respectivos programas de configuração, relativas tanto à parte sistêmica como à parte aplicativa;
* Documentação contendo as lógicas de controle e memória de cálculo.
  + 1. Ao final dos testes de integração deverá ser emitido um relatório apresentando a configuração do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento, os desenhos de montagem e de interligações entre seus componentes, a plataforma de testes e os resultados obtidos.
    2. Toda a documentação de configuração deverá ser emitida para comentários e para aprovação da CONTRATANTE, que observará a obediência aos critérios gerais e aos requisitos especificados.
  1. **Supervisão e Controle**
     1. Arquitetura:

Os projetos do Sistema devem ser claramente documentados incluindo um diagrama detalhando a arquitetura do sistema. A operação e configuração devem estar documentadas no manual de OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO.

A arquitetura deve contemplar os seguintes requisitos e especificações:

* + 1. Disponibilidade:

O sistema deverá ser tolerante a falha simples; deverá ser capaz de continuar em operação, mantendo todas as suas funcionalidades, apesar da ocorrência de falha em qualquer unidade.

* + 1. Desempenho:

A arquitetura proposta deverá atender a todos os requisitos de desempenho estabelecidos no Termo de Referência.

* + 1. Confiabilidade:

O Sistema deverá ser concebido de forma a garantir que:

* + - Não haja perda de eventos;
    - Seja imune a comandos espúrios;
    - Não ocorram falhas de qualquer natureza no envio de comandos;
    - Todas as informações inválidas sejam corretamente sinalizadas.
    1. Expansibilidade:

O *Sistema* deverá garantir que futuras ampliações da Usina Minigeradora Fotovoltaica possam ser integradas sem necessidade de alterações no sistema existente e sem perda de desempenho.

* + 1. Interoperabilidade:

A comunicação entre os equipamentos do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento deverá utilizar os protocolos especificados, de forma a garantir a integração de novos sistemas em futuras ampliações.

* + 1. Funcionalidade:

Todos os requisitos funcionais para operação e manutenção especificados deverão ser integralmente atendidos e o software deverá telas gráficas intuitivas e de fácil compreensão e operação.

* + 1. Proteção:

Imunidade a surtos e interferências eletromagnéticas. A blindagem e proteção de todos os equipamentos ao ar livre contra a influência do tempo.

* 1. **Unidade Controladora**

O termo Unidade Controladora é utilizado para a unidade de registro e controle local que administra a aquisição de dados e controla processos da Usina Minigeradora Fotovoltaica.

As funções no Sistema de Gerenciamento e Monitoramento dentro da unidade controladora serão:

* + - Administrar funções de controles de processos no Sistema de Gerenciamento e Monitoramento;
    - Comunicação com outros dispositivos através de cabo óptico da rede Ethernet;
    - Concentração de sinais e fluxo de dados;
    - Diagnóstico de falhas de alto nível;
    - Detecção de falhas.

A Unidade Controladora deverá ser instalada nas salas do QGBT, localizadas nos subsolos dos edifícios da CONTRATANTE.

* 1. **Unidade de Aquisição e Controle de Dados**

São componentes que recolhem dados de dispositivos de baixo nível como sensores, inversores, disjuntores ou medidores e transmitem as informações para a Unidade Controladora. Comandos são traduzidos e executados neste dispositivo.

O Sistema de Gerenciamento e Monitoramento a ser instalado terá como funções precípuas:

* + - Aquisição de dados, captura e armazenamento (p. ex. de medidores de energia ou sensores meteorológicos);
    - Interface com a rede de dados existente;
    - Transferência e tradução de comandos e sinais de controle para componentes essenciais como um disjuntor;
    - Diagnóstico de falhas de baixo nível e detecção de falhas;
    - Habilitar rotinas de auto monitoramento e de autodiagnostico com o objetivo de detectar possíveis defeitos em hardware e software;
    - Todos programas para configuração, parametrização e teste dos dispositivos devem utilizar recursos de alto nível e devem ser executados via PC ou laptop;
    - Adicionalmente ao número de cópias requeridas para a operação do dispositivo, deverão ser fornecidas 2 cópias;
    - Quando aplicável, as Unidades de Aquisição e Controle de Dados deverão apresentar uma capacidade reserva instalada de pontos de entrada e saída de pelo menos 10%.

## 

* 1. **Inversores**

Em relação aos inversores, e às strings de placas, as funções no Sistema serão:

* + - Aquisição de dados do primeiro nível;
    - Emissão de mensagens de erro e sinais de status;
    - Execução de comandos para controle da Usina Minigeradora Fotovoltaica, tais como o ajuste do fator de potência;
    - Os inversores podem representar um tipo especial de unidade de aquisição de dados que devem atender os seguintes requisitos:

Suportar conexão à rede especificada quanto a:

* + - Cabos e tipos de conexão;
    - Protocolos a serem empregados para comunicar com uma unidade de aquisição de dados ou diretamente com a Unidade Controladora;
    - Prover toda a informação e suportar todos os comandos para controle;
    - O Sistema fornecido deverá ser capaz de, junto ao inversor, monitorar e gerenciar a potência elétrica injetada no barramento, com objetivo de não sobrecarregar a rede do CONTRATANTE caso esta não esteja consumindo toda energia produzida pela Usina Fotovoltaica.
  1. **ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO E CONTROLE DAS USINAS MINIGERADORAS FOTOVOLTAICAS**

O desenho do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento da Usina Minigeradora Fotovoltaica (Anexo A) demonstra um esquema simplificado e orientativo de como devem ser implementadas as estações de monitoramento e controle da Usina Minigeradora Fotovoltaica.

Deve ser previsto pela CONTRATADA o fornecimento de rack para a instalação dos equipamentos das estações de monitoramento, caso necessário.

A seguir são explicadas as funções e informações relevantes sobre cada uma das estações de monitoramento e controle da Usina Minigeradora Fotovoltaica.

* + 1. **Posto de Operação Local**

Com o objetivo de permitir que as equipes de operação e manutenção da CONTRATANTE monitorem e configurem parâmetros da Usina Minigeradora Fotovoltaica localmente, um posto de operação local é necessário.

* + - 1. O Sistema do Posto de Operação Local poderá ser configurado pela CONTRATANTE.
      2. Cabe a CONTRATADA prover toda a instalação física e os equipamentos necessários para este fim, bem como os meios de interligação.
      3. O sistema local de operação deverá ser previsto nas salas de quadros (QGBT), sendo um posto para o Edifício Sede, um posto para os Edifícios Anexos I e II e um posto para o Edifício Anexo III do TCU.
      4. Para que seja possível o envio de comandos para a Usina Minigeradora Fotovoltaica a partir do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento deve ser implementada uma chave “LOCAL / REMOTO” junto aos Postos de Operação Local para permitir que sejam aceitos comandos de apenas uma fonte. Além disso, deve ser previsto no Posto, a implantação de uma chave com possibilidade de travamento com cadeado para bloquear qualquer comando oriundo do Sistema de Gerenciamento e Monitoramento.
    1. **Centro de Monitoramento da CONTRATADA (Uso Remoto)**
       1. Com o objetivo de permitir que a CONTRATADA monitore a produção durante o período de garantia, um uplink para o seu centro é necessário, a ser providenciado pela CONTRATADA.
       2. O Centro de Monitoramento da CONTRATADA deve estar situado em uma localidade remota a critério dela. Pode ser conectado diretamente ao Sistema de Gerenciamento e Monitoramento, que necessitará a instalação de infraestrutura adicional como firewall, modem, etc.
       3. No Centro de Monitoramento da CONTRATADA deve ser possível apenas o monitoramento da Usina Minigeradora Fotovoltaica. Nenhum comando deve ser permitido.
       4. Toda a infraestrutura para isso é de responsabilidade da CONTRATADA.
    2. **Sinalização de falha**
       1. Todos os protocolos utilizados no Sistema de Gerenciamento e Monitoramento deverão incluir indicação de invalidade sempre que um determinado dispositivo esteja em falha ou fora de varredura.
       2. Esta condição deverá ser sinalizada imediatamente após a sua ocorrência.
  1. **AQUISIÇÃO DE DADOS**
     1. A solução proposta pela Contratada deve prever a aquisição de todos os dados e parâmetros da Usina Minigeradora Fotovoltaica necessários para a operação, manutenção, gestão de desempenho entre outras.
     2. Deve coletar dados da estação meteorológica, inversores, módulos fotovoltaicos, Multimedidor de energia.
  2. **Características do Software de Supervisão, Controle e Integração**
     1. O software de supervisão, controle e integração do Sistema deverá ter, no mínimo, as seguintes características/funções:
        1. Gerador de Banco de Dados de Tempo Real (BDTR);
        2. Editor de Telas gráficas que apresentarão, dinamicamente, as variáveis e os estados dos processos controlados;
        3. Processamento de Alarmes que tratará todos os alarmes do sistema, prevendo prioridades de alarmes, alarmes sonoros em função da prioridade, ação de reconhecimento de alarmes e condições para a ocorrência de alarmes;
        4. Processamento de Eventos que sequenciará todos os eventos ocorridos nos módulos controlados pelo sistema;
        5. Processamento de Ações do Operador que sequenciará todas as ações do operador.
        6. Histórico de Variáveis que armazenará, periodicamente, o valor de variáveis analógicas e digitais em arquivo histórico, permitindo a geração de telas gráficas com tendência histórica destas variáveis;
        7. Tendência em Tempo Real de Variáveis que apresentará, em tempo real, o gráfico de tendência de um grupo de variáveis selecionado. O intervalo de amostragem e a escala deverão ser parâmetros configuráveis pelo operador;
        8. Gerador de relatórios que permitirá a elaboração de qualquer relatório com dados históricos e do BDTR;
        9. Segurança de Acesso que possuirá arquivo de usuários com código, senha e perfil de acesso diferenciado por classe de usuário;
        10. Execução de Sequências Automáticas que permitirá que o operador execute uma sequência pré-estabelecida de comandos a partir da ativação de uma única ordem;
        11. Programação de Eventos que permitirá que o operador associe procedimentos a ocorrência de eventos;
        12. Consulta ao Banco de Dados de Tempo Real que permitirá que uma aplicação externa ao sistema consulte o seu banco de dados. Esta consulta deverá permitir o acesso aos parâmetros de um ponto e seu estado em tempo real. Preferencialmente, estas consultas deverão ser feitas através de comandos SQL (Structured Query Language);
        13. Arquivo e apresentação de hora trabalhada de todos os equipamentos controlados e supervisionados.
     2. **Operação do Sistema**
     3. O software de supervisão, controle e integração do Sistema deverá indentificar, no mínimo, os seguintes modos de operação:
        1. Operação Normal: O Servidor de dados e os Gerenciadores de rede estão em operação normal. O operador executa todas as funções de supervisão e controle através da web browser instalado em uma ou mais estações de trabalho que acessam o Servidor de dados.
        2. Operação Degradada 1: O Servidor de dados está com falha e o operador executa todas as funções de supervisão e controle através do Gerenciador da rede. O sistema momentaneamente está limitado a 04 (quatro) usuários simultâneos e não imprimirá os alarmes. Este serão arquivados no Gerenciador de rede e postos em fila para impressão quando a operação do servidor for restabelecida;
        3. Operação Degradada 2: Tanto o servidor de dados quanto os gerenciadores de rede estão em falha. Todo o sistema continua operando, pois, as unidades de controle são dispositivos inteligentes. Qualquer alteração de programação será executada através dos terminais de engenharia.
     4. **Relatórios**

O software deverá vir com um gerador de relatórios que deverá permitir a elaboração de qualquer relatório com dados históricos e do BDTR. Além deste gerador de relatórios, o sistema deve ser fornecido no mínimo com os seguintes relatórios, já programados e disponíveis em menu:

* + - 1. Relatório de eventos permitindo a seleção de período (data e/ou hora) e grupo de variáveis;
      2. Relatório de alarmes permitindo a seleção de período (data e/ou hora) e grupo de variáveis;
      3. Relatório de valor histórico de variáveis permitindo a seleção de período (data e/ou hora) e grupo de variáveis;
      4. Relatório de ações do operador permitindo a seleção de período (data e/ou hora) e grupo de variáveis;
      5. Impressão da tela corrente;
      6. Medições de energia com consumo e demanda diário, semanal, mensal, anual na ponta e fora de ponta;
      7. Programações associadas aos pontos;
      8. Relatórios de tarifação do consumo e demanda de energia elétrica, gás e água para rateio.
    1. **Acesso ao Sistema**

Cada usuário deve ter um código e senha e estar associado a um perfil de acesso diferenciado por classe de usuário. No mínimo três perfis de acesso (operador, técnico de manutenção e supervisor) devem ser disponibilizados.

Através dos perfis deve ser possível a segregação de visualização e comandos.

* + 1. **Interface Homem Máquina (IHM)**
       1. O sistema deverá possuir telas funcionais e de processo. As telas deverão conter diagramas unifilares, quadros sinópticos, desenhos e figuras, animados através de variáveis de visualização.
       2. As telas/janelas de processo podem ou não ser agrupadas. Como tela/janela de grupo entende-se um conjunto de telas idêntico, sobre o ponto de vista do fundo estático e do número de variáveis de visualização, que representam diferentes equipamentos repetitivos.
       3. O sistema deve ser capaz de gerar uma página HTML para divulgação dos dados em tempo real no portal do TCU, obedecendo as diretrizes técnicas do portal. Além disso, deve ser capaz de criar dashboards customizados com os requisitos que a FISCALIZAÇÃO apresentar.
       4. O sistema deverá permitir a criação de interfaces gráficas compatíveis com aplicações em web, sendo com animações e de forma inteligente, representando os equipamentos e sistemas monitorados. Deve ser possível utilizar a tela gráfica juntamente com dashboards e widgets.
       5. A interface IHM deverá ter no mínimo as seguintes telas/janelas funcionais, tais como:
          - Tela de alarmes correntes;
          - Tela de eventos;
          - Tela de comandos do operador;
          - Telas genéricas para selecionar tendências em tempo real ou histórica de variáveis;
          - Atualização de parâmetros de variáveis, sendo o ponto atualizado em no máximo 2 segundos.
          - Telas de planta baixa, com implantação dos subsistemas;
          - As telas funcionais podem ter filtros por sistema, local, data e hora.
    2. **Dashboards**
       1. O sistema deverá possuir recurso de apresentação de painéis personalizados tipo dashboard, para apresentação visual das informações mais importantes e necessárias para facilitar a operação e gestão, consolidadas e ajustadas em uma tela para fácil acompanhamento do sistema.
       2. Deverá apresentar os dados coletados promovendo um alto nível de informação através de uma interface gráfica simples, intuitiva e interativa, ajudando no gerenciamento de indicadores de performance dos sistemas.
       3. O sistema deve permitir a criação de dashboard intuitivos e interativos com o usuário, permitindo uma verificação rápida e prática, com geração de gráficos, medidores, mapas, entre outros, subsidiando em tempo real o gestor na tomada de decisões.
       4. A customização dos dashboards será feita com os requisitos definidos pela FISCALIZAÇÃO.
    3. **Navegação Entre Telas**
       1. Quando o sistema for acionado deverá aparecer uma tela de abertura de menu principal gerada a partir de uma foto do TCU.
       2. Em uma região desta tela existirão objetos de seleção de telas que, no contexto da tela correntemente apresentada, permitem a navegação entre telas. Estes objetos de seleção de telas podem ser botões, "combo-box", áreas do tipo "hot-spot", etc.
       3. O operador poderá navegar de duas formas distintas, por sistema e/ou por local.
    4. **Navegação por Sistema:**
       1. O Sistema poderá ser dividido por subsistemas. Cada subsistema terá uma ou mais telas de processo, com desenhos sinópticos do sistema selecionado, apresentando os pontos de monitoração e controle deste.
       2. A CONTRATADA deverá apresentar para aprovação do CONTRATANTE todas as telas, IHM na época dos testes de plataforma.
    5. **Navegação por Local:**
       1. A interface Homem/Máquina (IHM) para este modo de navegação deverá ser através de tela com a planta baixa da usina. Nesta planta existirá um resumo macro do estado dos dispositivos/equipamentos daquele andar, indicando sua localização. Um "zoom" em um dado dispositivo/equipamento seleciona a tela de processo do sistema onde o ponto está detalhado.
       2. A CONTRATADA deverá elaborar todas as telas que forem necessárias para a total compreensão dos subsistemas.
    6. **Software das Unidades Controladoras**

Todas as Unidades Controladoras deverão implementar no mínimo as seguintes funções de controle tipo DDC (Direct Digital Control).

As Unidades Controladoras são responsáveis pela execução de lógicas locais ativadas através de eventos ou ordens de operação. Como exemplos desses processos têm-se:

* + - * + Conjunto de comandos ativados como resultado da ocorrência de um evento/horário;
        + Sincronismo com relógio do servidor;
        + Malhas de controles abertas e fechadas.

Todos os parâmetros necessários à implementação de qualquer função deverão residir nas Unidades Controladoras, sendo, entretanto, modificados nas Estações de Monitoramento do Sistema.

* + 1. **Banco de dados da Estação de Monitoramento**

Esse banco de dados deverá conter todas as variáveis, de entrada e saída, calculadas locais à Unidade Controladora com todos os parâmetros necessários ao seu tratamento.

Este Banco de dados da Estação de Monitoramento deverá ser um subconjunto do Banco de Dados de Tempo Real (BDTR) residente nas Estações de Monitoramento. Sempre que o operado alterar parâmetros do BDTR das Estações de Monitoramento, estes parâmetros deverão ser atualizados nas Unidades Controladoras. A alteração de parâmetros deve poder ser feita nas Estações de Monitoramento e no terminal de engenharia.

* + 1. **Aquisição De Dados**

Esse processo, periodicamente, verifica o valor/estado das variáveis de entrada e atualiza o banco de dados BDTR. A frequência de varredura varia em função da variável amostrada. O subsistema, sempre que detecta uma alteração do valor de uma variável, deve datá-lo com a hora corrente.

* + 1. **Atuação Das Unidades Controladoras**

Esse processo verifica no BDTR se existe alguma saída (digital/ analógica) pendente, resultante de uma ordem de operação ou de uma estratégia de controle e providencia sua execução.

* + 1. **Auto diagnose**

Esse processo testa periodicamente a memória, processador, periféricos de entrada e saída e canais de comunicação, sinalizando falhas na própria CE e através de mensagens enviadas para a Estação de Monitoramento e gerando na tela alarme indicando o tipo de falha.

* + 1. **Atualização do Ponto/Parâmetro**

O tempo de varredura e atualização de um ponto na tela do monitor não deverá ser superior a 2 segundos independente do mínimo de pontos do sistema.

* + 1. **Servidor do Sistema**

O Servidor para rodar as aplicações descritas nesse termo de referência deverá possuir as seguintes características:

Servidor de rack, processador Intel Xeon E3-1220 v6 de 3 GHz, cache de 8 MB, 4 núcleos/4 segmentos, turbo (72 W), Chassis para até 4 Hard Drives Cabled de 3,5" e SATA incorporado, Disco rígido (2) 1TB 7.2K RPM SATA 6Gbps 3.5in Cabled Hard Drive, Sistema operacional, Windows Server® 2012 R2, Standard Edition ou superiror, instalação de fábrica, sem MÍDIA, 2 soquetes, 2 máquinas virtuais, sem CAL , Capacidade de Memória UDIMM de 16 GB, 2400 MT/s, ECC, BCC Tipo e Velocidade de Memória DIMM, UDIMMs de 2400 MT/s, monitor, teclado e mouse para rack.

* 1. **TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO**

Após a entrega do sistema de monitoramento, a CONTRATADA deverá realizar no local (sede do TCU) treinamento teórico e prático abrangente para o pessoal de operação e manutenção indicado pela CONTRATANTE, para um total estimado de 10 participantes, com duração mínima de 8 horas.

* + 1. A equipe de treinamento deverá ser no mínimo composta por:
       1. Um instrutor experiente, ou seja, será admitida uma pessoa que domine o assunto e os equipamentos e que tenha experiência como instrutor;
       2. Um representante da equipe de construção que conheça a Usina Minigeradora Fotovoltaica em detalhes, preferencialmente, o Gerente da Obra.
    2. A CONTRATADA deverá apresentar os programas detalhados de treinamento e os currículos do pessoal que irá ministrar o treinamento no local.
    3. A CONTRATADA deverá fornecer todos os materiais didáticos necessários, como manuais, apostilas, panfletos, desenhos, esboços, modelos, modelos estáticos em corte, imagens, fotos, slides coloridos, filmes etc.
    4. A CONTRATADA deverá preparar o pessoal de operações da CONTRATANTE para operar as novas instalações, inicialmente sob supervisão e orientação da CONTRATADA.
    5. Todas as atividades de treinamento deverão ser realizadas em língua portuguesa e os materiais deverão ser apresentados/preparados também em português.
    6. Os Manuais de Operação e Manutenção devem ser entregues e explicados detalhadamente durante o Treinamento.
    7. Os Manuais de Operação e Manutenção devem conter todos os tópicos necessários para possibilitar à equipe de operação e manutenção da CONTRATANTE a manter a Usina Minigeradora Fotovoltaica. São sugeridos, mas não se limitando aos seguintes itens:
* Descrição da estrutura da Usina Minigeradora Fotovoltaica;
* Manutenção preventiva;
* Cronograma de manutenção;
* Limpeza dos módulos;
* Manutenção das estruturas mecânicas;
* Manutenção corretiva;
* Diagnose de erros e solução de problemas das partes principais;
* Substituição de todas principais partes mecânicas e elétricas, inclusive cabos e conectores;
* Monitoramento do desempenho geral dos parâmetros importantes da Usina Minigeradora Fotovoltaica;
* Detecção de faltas.
* Procedimentos de limpeza dos módulos.
  1. **Critérios de Medição**

O Sistema de Gerenciamento e Monitoramento será medido e pago integralmente após o efetivo fornecimento e instalação, incluindo todas as customizações necessárias ao atendimento das Especificações, após constatado seu perfeito funcionamento, e após a realização do treinamento.

1. **TESTES**
   1. AS BUILT E DOCUMENTAÇÃO DA MINIGERADORA
      1. A CONTRATADA deverá fornecer a documentação completa da Usina Minigeradora, em língua portuguesa e meio digital.
      2. Os desenhos deverão conter carimbo com assinatura do (s) engenheiro (s) responsável (eis) pelo projeto, constando seu (s) registro (s) no CREA.
      3. Os projetos deverão ser apresentados em meio digital através de DVD ou similar, devendo constar todos os arquivos editáveis (“. \*doc”, “.\*xls”, “\*.dwg”, etc), bem como os respectivos arquivos no formato “\*.pdf” para divulgação posterior, se necessário. A capa do DVD deverá ser identificada e a gravação deverá seguir uma estrutura de arquivos (árvore de arquivos).
      4. Quando houver necessidade comprovada de modificações, em consequência das condições locais e, após a devida autorização da FISCALIZAÇÃO, tais modificações deverão ser indicadas nos desenhos específicos (“as built”), que no final da obra deverão ser entregues ao CONTRATANTE para fins de arquivamento.
      5. Documentação mínima necessária para composição do As Built

Os documentos a seguir, de acordo com a IEC 62446, devem incluir os dados básicos do sistema e as informações relacionadas com os projetos “conforme construído”:

* + - 1. Informações básicas do sistema;
* Localização do projeto e data de instalação;
* Capacidade do sistema (CA e DC);
* Módulos fotovoltaicos e inversores – fabricante, modelo, quantidade;
* Data do comissionamento;
* Informações dos projetistas do sistema;
* Informações da CONTRATADA e do responsável pela instalação do sistema;
* Diagrama unifilar e trifilar da Usina Minigeradora Fotovoltaica;
  + - 1. Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação do sistema:
* Especificações gerais dos arranjos;
* Tipo do módulo;
* Número de módulos;
* Número de módulos por string;
* Número de strings;
* Informação das strings;
* Tipo de cabo utilizado na string, secção e comprimento;
* Especificação (faixa de tensão e corrente) dos dispositivos de proteção contra sobretensão;
* Características elétricas do arranjo;
* Localização da caixa de conexão do arranjo (se instalada);
* Especificações dos cabos principais do arranjo;
* Localização, tipo e faixa de operação dos dispositivos de proteção contra sobretensão;
* Aterramento e proteção de sobretensão;
* Diagrama unifilar mostrando os detalhes do aterramento, sistema de proteção contra descargas atmosféricas, dispositivos de proteção contra surtos;
* Diagrama unifilar incluindo a localização dos isoladores CA, tipo e faixa de operação, juntamente com informações similares para os dispositivos de proteção contra sobre corrente;
* Data sheet de todos os componentes principais;
* Documentação das garantias dos módulos fotovoltaicos e dos inversores, juntamente com as informações de data de início e período de cobertura da garantia;
* Toda documentação relevante para a operação da Usina Minigeradora Fotovoltaica deverá estar disponível 15 dias antes dos Testes de Comissionamento e Recebimento Provisório.
  1. **TESTES DE COMISSIONAMENTO E RECEBIMENTO PROVISÓRIO**

O termo Comissionamento representa as atividades de testes funcionais realizados após a conclusão dos trabalhos de instalação. A CONTRATADA deve conduzir testes preliminares e funcionais com o objetivo de averiguar o funcionamento da Usina Minigeradora Fotovoltaica e sua conformidade com as especificações. Esses testes devem demonstrar:

* + 1. A finalização das obras mecânicas e elétricas;
    2. Montagens e instalações realizadas corretamente;
    3. Segurança e confiabilidade da obra sob condições operacionais;
    4. Funcionamento adequado do sistema e dos componentes sob condições operacionais.
    5. A CONTRATADA deve preparar e submeter a metodologia que será adotada, além do manual de comissionamento em 2 vias, para todos os componentes da usina, à aprovação da CONTRATANTE, pelo menos 60 (sessenta) dias antes da realização dos testes e comissionamento.
    6. Esses procedimentos devem elencar detalhadamente os testes que serão realizados durante o comissionamento, bem como seus critérios de avaliação. Os testes de comissionamento devem ser realizados de acordo com os requisitos gerais definidos na IEC 62446 (Grid-Connected Photovoltaic Systems—Minimum Requirements for System Documentation, Commissioning Tests and Inspection) e, também, de acordo com as melhores práticas de comissionamento de sistemas fotovoltaicos vigentes.

As seções seguintes foram preparadas levando em conta essas duas premissas. Os testes de comissionamentos serão considerados bem-sucedidos se o sistema fotovoltaico cumprir os seguintes requisitos:

* + 1. A Usina Minigeradora Fotovoltaica possui toda a documentação solicitada;
    2. A Usina Minigeradora Fotovoltaica passa nos testes com êxito.
    3. Documentação de todas as licenças legais, como permissão de acesso à rede, etc;
    4. Documentação e lista de peças sobressalentes em estoque;
    5. Informações sobre a operação e manutenção, que devem incluir, no mínimo:
    6. Procedimentos para verificar a correta operação do sistema e os parâmetros de desempenho mínimos garantidos;
    7. Procedimentos de manutenção preventiva e corretiva;
    8. Cronograma das rotinas de manutenção;
    9. Uma lista de pontos a verificar (checklist) no caso de falha do sistema;
    10. Procedimentos de desligamento emergencial;
    11. Considerações para futuras obras no telhado dos edifícios;
    12. Roteiro de verificação e check-list dos equipamentos, instrumentos, cabos e Software de Gerenciamento e Monitoramento e do que mais tenha sido instalado;
    13. Serviços de Partida (Startup);
    14. Os serviços de conclusão e início do comissionamento devem incluir, mas sem se limitar aos seguintes:
        1. Calibração de instrumentos, medidores, relés, sensores de medição etc., atividades de calibração e ajuste final dos diversos dispositivos de controle;
        2. Testes de desempenho;
        3. Fechamento da lista de pendências da construção e acabamento / retirada do canteiro de obras;
        4. Participação nas conferências de coordenação e outras reuniões;
        5. Entrega, incluindo a preparação e apresentação dos pacotes de entrega do sistema para a CONTRATANTE.
  1. **Testes de Comissionamento**

Os testes seguintes são considerados como requisitos mínimos de acordo com a IEC 62446 e com as melhores práticas no comissionamento de plantas fotovoltaicas. O teste inclui a configuração elétrica bem como testes de desempenho da planta.

As medições desses testes devem ser executadas pela CONTRATADA com os equipamentos e ferramentas necessários fornecidos pela própria CONTRATADA.

* + 1. Teste de configuração elétrica;
    2. Teste de todos os circuitos AC de acordo com os requisitos da IEC 60364-6;
    3. Teste de continuidade do sistema de aterramento;
    4. Teste de polaridade;
    5. Teste nas strings fotovoltaicas;
    6. Teste da tensão de circuito aberto;
    7. Teste da corrente de curto-circuito/ corrente nominal de operação;
    8. Levantamento, em campo, da curva I-V por string;
    9. Varredura infravermelha dos módulos (infrared scanning);
    10. Teste de resistência do isolamento do arranjo fotovoltaico (Megger test);
    11. Teste de Seletividade, objetivado ver a correta atuação dos relés de proteção;

Todos os testes mencionados acima são necessários para verificar a conexão adequada dos cabos e para a segurança na operação da Usina Minigeradora Fotovoltaica. Tensão e corrente das strings fotovoltaicas e o levantamento da curva I-V precisam ser realizados com irradiação estável.

É recomendado para a execução desses testes em condições de irradiação estável que seja utilizado irradiância no plano do modulo maior que 500 W/m2 para reduzir incertezas nos valores medidos.

Os testes serão verificados pela comparação dos valores medidos com os valores estimados por cálculo, baseados na conversão dos parâmetros do modulo FV em condições STC para as condições medidas durante a realização dos testes.

Os requisitos mínimos para a verificação das medidas de tensão e corrente das strings fotovoltaicas devem estar de acordo com a IEC 62446.

Os testes de isolamento do arranjo fotovoltaico são necessários para verificar se há suficiente isolação contra choque elétricos no sistema fotovoltaico inteiro. Além disso, esse teste identifica se há fuga de corrente do arranjo fotovoltaico para o solo.

A realização desses testes representa um risco de choque elétrico, sendo assim, é importante conhecer os procedimentos e adotar medidas de segurança antes da realização dos testes. O teste é considerado satisfatório se a isolação medida atinge os requisitos definidos na IEC 62446.

* 1. **Testes do Software de Gerenciamento e Monitoramento**

O correto funcionamento do sistema de controle e aquisição de dados é um importante pré-requisito para a execução dos testes de desempenho e operação da Usina Minigeradora Fotovoltaica. A operação do Software de Gerenciamento e Monitoramento a ser instalado e configurado deve ser examinado através dos seguintes testes antes do início dos testes de desempenho:

* + 1. Revisão da implantação do sistema e inspeção visual pelo operador responsável da CONTRATANTE, a fim de certificar que as instalações estão de acordo com as especificações técnicas;
    2. Teste de interoperabilidade da Unidade Controladora com o Software de Gerenciamento e Monitoramento da CONTRATANTE.
    3. Testes de rede:
       1. Comprovação da conectividade de todos os componentes do sistema;
       2. Teste ponto-a-ponto.
    4. Teste funcional para comprovar a operação correta das seguintes funções-chaves:
       1. Função de aquisição e supervisão de dados, mostrando as condições do sistema e a efetiva aquisição dos dados;
       2. Detecção de falhas e ativação dos alarmes;
       3. Execução dos comandos de controle.

A CONTRATADA deve propor um plano de testes e inspeções adequado ao sistema projetado. O plano deve ser entregue juntamente com o projeto executivo e será aprovado após revisão da CONTRATANTE. Adicionalmente, outros testes que sejam solicitados pela distribuidora de energia local (CEB) devem ser executados.

* 1. **Teste de Desempenho**

Os testes serão executados pela CONTRATADA. Além da CONTRATADA, estarão presentes durante os testes a CONTRATANTE.

* + 1. Antes que os testes sejam executados, a Usina Minigeradora Fotovoltaica deve preencher todos os requisitos mencionados anteriormente (documentação mínima necessária e testes de pré-comissionamento).
    2. Após a conclusão das medições, todos os dados relevantes não tratados, cálculos e avaliação dos resultados devem ser enviados para a CONTRATANTE para revisão.
    3. O objetivo dessas medições é avaliar se a Usina Minigeradora Fotovoltaica está produzindo a quantidade adequada de energia, conforme definida pela CONTRATANTE. O valor que deve ser garantido pela CONTRATADA é a produção de energia. Durante o processo de medição, a Usina Minigeradora Fotovoltaica deve estar 100% disponível tecnicamente e deve produzir energia durante todo o período das medições. O período de medição será de 30 dias.
    4. Os mesmos procedimentos, conforme descrito nesse item, serão aplicados para as avaliações durante o período de Aferição de Performance.
  1. **Testes PARA RECEBIMENTO PROVISÓRIO**

Serão realizados testes em todos os componentes da Usina Minigeradora Fotovoltaica, baseado no manual de comissionamento que deverá ser elaborado pela CONTRATADA. Após o comissionamento, será emitido o Termo de Recebimento Provisório, desde que as pendências não sejam qualificadas como graves.

* + 1. A CONTRATANTE deverá indicar a equipe que acompanhará o comissionamento e que realizará a análise do manual de comissionamento.
    2. Após os testes de comissionamento é feita a emissão do Termo de Recebimento Provisório. Este ato marca o início formal da operação da usina e do serviço de Aferição de Performance.
    3. O Termo de Recebimento Provisório é preparado pela CONTRATANTE e assinado pela CONTRATADA e será emitido quando:
       1. Os testes de comissionamento foram concluídos com sucesso, sem pendências;
       2. Todas as questões comerciais e pendências relacionadas ao período de construção foram liquidadas ou solucionadas;
       3. Teste de desempenho estiverem concluídos;
       4. Testes em fábrica das placas fotovoltaicas estiverem concluídos;
       5. Desempenho dos inversores estiver atestado;
       6. Continuidade do sistema de aterramento e resistividade estiver comprovada;
       7. Teste de funcionalidades do Software de Gerenciamento e Monitoramento estiver concluído.

* + 1. **Inspeção:**
       1. Verificação da conclusão da instalação mecânica de todos os componentes de acordo com o projeto “conforme construído”;
       2. Verificação se o projeto do sistema DC está de acordo com os requisitos da IEC 60364-7-712 (Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems);
       3. Verificação do funcionamento contínuo dos equipamentos DC, dentro da faixa de operação, para a máxima tensão DC e máxima corrente de curto DC possíveis (IEC 60364-7-712.433);
       4. Verificação da instalação e operação adequadas dos dispositivos de segurança, que incluem proteção Classe II (IEC 60364-7-712,413,2), segurança dos cabos fotovoltaicos contra curto-circuito e curto à terra (IEC 60364-7-712,522,8,1), dispositivos de proteção contra sobre corrente das strings (IEC 60364-7-712.433.2) e chave seccionadora DC (IEC 60364-7-712.2.2.5);
       5. Verificação do sistema fotovoltaico contrachoque-elétrico e sobretensão (IEC 60364-7-712);
       6. Verificação da programação de todos os parâmetros operacionais dos inversores de acordo com a legislação (regulação) local;
       7. Verificação dos testes de comissionamento dos inversores mostrando funcionamento adequado dos inversores de acordo com o requisitado;
       8. Verificação da instalação adequada de todo sistema de isolação e dos dispositivos de chaveamento (IEC 60364-7-712.536.2.21);
       9. Verificação da instalação e funcionamento adequado de todos os equipamentos e sistemas de monitoração;
       10. Rotulagem e identificação do sistema fotovoltaico (circuitos, dispositivos de proteção, chaves e terminais; caixas de conexão DC; chaves de isolação CA; conexão BT/MT;
       11. Ajuste de proteção dos inversores e procedimentos de desligamento emergencial;
       12. Todas as placas de sinalização e de identificação devem ser duráveis e devem estar afixadas;
       13. Documentação contendo os dados dos testes de flash (flash tests) dos módulos.
  1. **TERMO DE RECEBIMENTO DEFINITIVO**
     1. O Termo de Recebimento Definitivo sinaliza o final do período de instalação e testes da Usina Minigeradora.
     2. O Termo de Recebimento Definitivo é preparado pela CONTRATANTE e assinado pela CONTRATADA, após 90 dias, contados a partir da emissão do Termo de Recebimento Provisório, caso não restem pendências ao final deste período.

1. **AFERIÇÃO DE PERFORMANCE**
   1. **Durante o período de 60 (sessenta) meses, a CONTRATADA deverá:**
      1. Executar as manutenções corretivas e preventivas;
      2. Substituir quaisquer peças e/ou equipamentos que apresentem defeito, de acordo com o Nível de Serviço Acordado;
      3. Monitorar e intervir no desempenho da usina;
      4. Se responsabilizar pela garantia técnica dos equipamentos.

Entende-se por manutenção corretiva a substituição de peças ou componentes que se desgastaram ou falharam e que levaram a usina a um desempenho insatisfatório, por falha ou pane em um ou mais componentes.

Entende-se por manutenção preventiva a intervenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha, ou seja, é o conjunto de serviços de inspeções sistemáticas, ajustes, conservação, limpeza e eliminação de defeitos, visando a evitar falhas no funcionamento da usina. Essas manutenções e suas periodicidades serão acordadas com a Fiscalização antes do início do período de Aferição de Performance.

* 1. **O Nível de Serviço Acordado para substituição de peças e/ou equipamentos se dará da seguinte maneira:**
     1. Em todos os casos descritos abaixo, os prazos para atendimento e diagnóstico do problema será de até 4 horas, contabilizadas de segunda a sextas-feiras das 8 às 18h;
     2. Os equipamentos e/ou peças críticas deverão ser substituídos ou reparados em até 2 (dois) dias úteis a partir do diagnóstico do problema;
     3. Os equipamentos e/ou peças não críticos deverão ser substituídos ou reparados em até 5 (cinco) dias úteis a partir do diagnóstico do problema;
     4. O prazo para substituição ou reparo das equipamentos e/ou peças não críticos poderá ser dilatado pela Fiscalização após análise dos motivos que forem apresentados;
     5. Entende-se por equipamento e/ou peça crítica quaisquer componentes do sistema fotovoltaico que possam interferir diretamente no desempenho da usina, como por exemplo, não se limitando a isso, os painéis solares e inversores;
     6. Entende-se por equipamento e/ou peça não crítica quaisquer componentes do sistema fotovoltaico que, apesar de não interferirem diretamente no desempenho da usina, estejam com algum defeito, como por exemplo, não se limitando a isso, eletrodutos, caixas de passagem etc;
     7. A CONTRATADA deverá disponibilizar um sistema ou e-mail de contato para abertura de chamado. No caso de um sistema, esse deverá registrar a hora e a data da abertura do chamado para que a Fiscalização possa acompanhar seu tempo de resolução.
     8. Durante o Período de Aferição de Performance, a CONTRATADA será responsável pela supervisão remota do desempenho de produção da Usina Minigeradora Fotovoltaica.
  2. **A CONTRATADA deverá monitorar:**
     1. Os valores garantidos de desempenho da Usina Minigeradora Fotovoltaica (ou seja, produção de energia, disponibilidade);
     2. O bom funcionamento dos componentes elétricos, assim como a emissão correta de alarmes e mensagens de status;
     3. O bom funcionamento dos dispositivos de monitoramento, como o equipamento sensor meteorológico.
     4. A partir da ocorrência de qualquer defeito ou da falta ou queda significativa na produção da Usina Minigeradora Fotovoltaica, a CONTRATADA deverá notificar à CONTRATANTE imediatamente e proceder com a abertura do chamado para o reparo.
  3. Os resultados do monitoramento do desempenho da Usina Minigeradora Fotovoltaica deverão ser sumarizados em relatórios mensais de desempenho. Um relatório modelo deverá ser apresentado para aprovação da CONTRATANTE pelo menos 30 dias antes do início dos testes de comissionamento e Recebimento Provisório. O último relatório de desempenho de cada ano operacional (após 12 meses de operação) deverá sumarizar o desempenho e a operação do ano operacional.
  4. Além da limpeza extraordinária quando necessária para o correto desempenho da usina, a CONTRATADA deverá realizar, trimestralmente, limpeza dos módulos e Termografia de toda a Usina Fotovoltaica e emitir relatório.
  5. **Critério de Medição**
     1. Mensalmente, a CONTRATADA deverá fornecer, juntamente com as notas fiscais/faturas, um relatório com:

1. Problemas apresentados e ocorrências abertas para aferição do nível de serviço acordado;
2. Todos os dados necessários e os cálculos realizados para obtenção do desempenho da usina, juntamente com os valores PRt reais, medidos e calculados no mês de análise. Esses dados deverão levar em conta a energia real gerada pelo sistema e os valores de irradiação medidos pela estação meteorológica.
   * 1. O Índice de Desempenho Global (PRt) quantifica as perdas globais ocorridas no sistema devido à ineficiência das partes do sistema. Esse índice de mérito representa a real capacidade do sistema em converter a energia solar disponível no plano dos painéis em eletricidade, pois é a razão entre a produtividade entregue pelo sistema e produtividade que esteve disponível no plano considerado. O Índice de Desempenho Global (PRt) é calculado da seguinte fórmula¹:

Sendo:

**t** = mês considerado;

**PRt** = Taxa de desempenho (%) para o mês “t”;

**Et** = Energia gerada (kWh) pelo sistema fotovoltaico para o mês “t”, em corrente alternada;

**Po** = Potência nominal total do sistema fotovoltaico (kWp);

**G** = Irradiância de referência (1000W/m²);

**Ht** = Irradiação sobre o plano dos módulos para o mês “t” (Wh/m²), calculada a partir dos valores de irradiância (W/m²) medidos pelos piramômetros que compõe o Sistema de Supervisão e Desempenho (Software de Gerenciamento e Monitoramento - e estação meteorológica) do sistema fotovoltaico.

* + 1. Existirá um fator de ponderação que poderá reduzir o pagamento para o mês t no caso de descumprimento nos níveis de serviço acordados. Esse fator será aplicado da seguinte forma:

1. = 1 no caso de todas as ocorrências serem solucionadas dentro do prazo;
2. = 0,9 no caso de não resolução injustificada de problemas não críticos. No caso de mais de uma ocorrência não solucionada, esse valor decairá em 0,02 por ocorrência não solucionada;
3. = 0,7 no caso de não resolução injustificada de problemas críticos que afetem até 20% da capacidade da usina. No caso de mais de uma ocorrência não solucionada, esse valor decairá em 0,05 por ocorrência não solucionada;
4. = 0,5 no caso de não resolução injustificada de problemas críticos que afetem mais de 20% da capacidade da usina. No caso de mais de uma ocorrência não solucionada, esse valor decairá em 0,05 por ocorrência não solucionada;
   * 1. O valor mensal de pagamento correspondente a Aferição de Performance será calculado de acordo com a seguinte metodologia:
5. Para PRt < 72,0%, APt (R$) = 0,00
6. Para PRt > 77,5%, APt (R$) = RC x
7. Para PRt entre 72,0% e 77,5%, APt será calculado da seguinte forma:

Sendo:

= Valor mensal de pagamento, no mês *t* analisado, da Aferição de Performance em R$;

= Remuneração Contratual mensal para o item de Aferição de Performance;

= Limite crítico de Prt.

1. **ANEXOS**

Insumos a serem disponibilizados às licitantes:

* 1. **Anexo A** – Diagrama Unifilar Orientativo da Usina Minigeradora Fotovoltaica e Sistema de Gerenciamento e Monitoramento;
  2. **Anexo B** – Leiaute do Telhado e Disponibilidade do Edifício Sede;
  3. **Anexo C** – Projeto Estrutural dos Edifícios Sede, Anexo I, Anexo II e Anexo III;
  4. **Anexo D** – Diagrama Unifilar Geral dos Edifício Edifícios Sede, Anexo I, Anexo II e Anexo III;
  5. **Anexo E** – Desenhos/Pranchas.