

ANEXO IV

Modelo referencial de especificações do sistema fotovoltaico (a ser detalhado pela contratada e ajustado para implantação dos projetos executivos a serem desenvolvidos)

Respeitando a norma NBR 8800, a CONTRATADA deverá realizar análise estrutural das coberturas metálicas, onde venha a ser necessária sua utilização para compor área de instalação dos módulos fotovoltaicos. A análise deverá ser realizada de maneira a determinar a máxima carga adicional em kgf/m² que poderá ser suportada pela estrutura.

Posteriormente à análise estrutural a contratada irá registrar a ART/RRT relativa a esta análise estrutural. O projeto elétrico do sistema fotovoltaico também deverá possuir ART/RRT.

Módulos fotovoltaicos - Características mínimas

- Potencia nominal do modulo fotovoltaico: >65 Wp/m²;
- Peso Máximo: 4 kg/m²
- Certificação: IEC 61646 (Thin-film terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval), e atender as suas exigências, mediante certificação de instituição idônea.
- Certificação: UL 1703 (Standard for Safety Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels), e atender as suas exigências, mediante certificação de instituição idônea.
- Certificação: IEC 61730 (Photovoltaic module safety qualification), e atender as suas exigências, mediante certificação de instituição idônea.
- A potência de pico deve ser avaliada nas condições padrão de teste – STC – Standard Test Conditions (1000W/m²; 25°C, AM 1,5) definido nas normas IEC 61646 e IEC 60904-3.
- Cada módulo deve ter uma caixa de conexão com conectores a prova d'água e de engate rápido.
- Garantia de no mínimo de cinco anos para substituição de módulos que apresentem defeitos em termos das exigências da norma IEC 61646.
- Garantia de potência para substituição de módulos que apresentem uma degradação de potência acima de:
 - 8% relativo a potência nominal estabilizada nos primeiros 10 anos;
 - 16% relativo a potência nominal estabilizada em 20 anos e
 - 20% relativo a potência nominal estabilizada em 25 anos.

Silício Cristalino (c-Si)

- Certificação: IEC 61215 - Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic Modules: Design Qualification and Type Approval, e atender as suas exigências, mediante certificação de instituição idônea.
- Classe de proteção II segundo a norma IEC 61215.
- A potência de pico deve ser avaliada nas condições padrão de teste – STC – Standard Test Conditions (1000 W/m²; 25°C, definido nas normas IEC 61215 e IEC 60904-3)
- Cada módulo deve ter uma caixa de conexão IP 65 com bornes e diodos de passagem (by-pass) já montados.
- Variação máxima da potência nominal $\pm 3\%$
- Os módulos devem ter uma moldura metálica em alumínio na cor preta com perfuração apropriada para aterramento.
- Garantia de no mínimo de 5 anos para substituição de módulos que apresentem defeitos em termos das exigências da norma IEC 61215.
- Garantia de potência de no mínimo 20 anos para substituição de módulos que apresentem uma degradação de potência acima de:
 - 10% relativo a potência nominal nos primeiros 10 anos, e
 - 20% relativo a potência nominal em 20 anos.

Silício Amorfo (a-Si):

- Certificação: IEC 61646 (Thin-film terrestrial photovoltaic modules - Design qualification and type approval), e atender as suas exigências, mediante certificação de instituição idônea.
- Certificação: UL 1703 (Standard for Safety Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels), e atender as suas exigências, mediante certificação de instituição idônea.
- Certificação: IEC 61730 (Photovoltaic module safety qualification), e atender as suas exigências, mediante certificação de instituição idônea.
- A potência de pico deve ser avaliada nas condições padrão de teste – STC – Standard Test Conditions (1000W/m²; 25°C, AM 1,5) definido nas normas IEC 61646 e IEC 60904-3.
- Cada módulo deve ter uma caixa de conexão com conectores a prova d'água e de engate rápido.
- Variação máxima da potência nominal $\pm 5\%$
- Caso os módulos apresentem moldura metálica esta deverá ser de alumínio na cor preta com perfuração apropriada para aterramento.
- Garantia de no mínimo de cinco anos para substituição de módulos que apresentem defeitos em termos das exigências da norma IEC 61646.
- Garantia de potência para substituição de módulos que apresentem uma degradação de potência acima de:
 - 10% relativo a potência nominal estabilizada nos primeiros 10 anos;
 - 20% relativo a potência nominal estabilizada em 20 anos.

Inversores CC/CA

A topologia dos inversores propostos para o sistema fotovoltaico é do tipo mini-central, descentralizado. Com inversores com esta topologia, eventuais reparos ou substituições nos equipamentos são feitos com maior velocidade reduzindo o downtime de operação. Por serem de pequeno porte, o custo de equipamentos reservas tende a ser menor, se comparado aos custos de grandes inversores centrais. Além de facilidade na manutenção, inversores de pequeno porte garantem maior eficiência global do sistema devido a menores perdas por mismatching (não homogeneidade entre a potência máxima de módulos individuais “idênticos”).

Requisitos:

- Potência Máxima AC: 25 kW
- Tensão Máxima CC: 700 V
- Eficiência Máxima (Inversores sem transformador): $\geq 97,5\%$
- Eficiência Europeia (Inversores sem transformador): $\geq 97\%$
- Eficiência Máxima (Inversores com transformador): $\geq 95,5\%$
- Eficiência Europeia (Inversores com transformador): $\geq 95\%$
- Frequência Nominal: 60 Hz
- Índice de Proteção Mínimo: IP 54
- Temperatura máxima de trabalho: +60 °C
- THD máximo: 2%

Proteções e monitoramentos:

- Proteção contra reversão de polaridade em CC
- Proteção contra surtos de tensão CC por meio de Varistores.
- Chave seccionadora CC integrada ao inversor
- Proteção contra curtos-circuitos CA
- Monitorador de falhas de terra
- Monitorador de fusíveis internos, quando houver proteção por fusíveis
- Monitorador da rede elétrica CA

Certificação:

- IEC 62116 (VDE 0126-2) – Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters

Conexões e Interfaces de comunicação:

- Conexões CC: Compatíveis com as do módulo fotovoltaico
- Interface de Comunicação: RS485 ou Bluetooth
- Balanceamento de potência para controlar redes trifásicas, quando o inversor for monofásico.
- Possibilidade de parametrização das características elétricas (tensão Min. e Max., frequência Min. e Max., etc) via interface WEB.

Os inversores devem possuir garantia do fabricante de no mínimo 5 anos para substituição em caso de defeitos. O fabricante deve possuir representante comercial no Brasil e capacidade instalada de inversores no mundo superior a 1 GW.

Sistemas de Aquisição e Análise de Dados (SAAD)

O Sistema de Aquisição e Análise de Dados (SAAD) é composto pelos equipamentos descritos nos subitens a seguir. Apesar de as informações serem apresentadas em dois subitens, alguns dos SAAD podem ser configurados para registrar dados elétricos e ambientais. A subdivisão foi feita para tornar mais claras as necessidades em relação a cada tipo de grandeza medida. Como os sistemas fotovoltaicos propostos incluem módulos de diferentes tecnologias com integração em diferentes estruturas de suporte, serão utilizados 3 sistemas SAAD.

Cada SAAD é composto de datalogger, sensores, cabos e demais componentes acessórios. As informações armazenadas em cada datalogger devem ser salvas a intervalos máximos de 5 minutos em um cartão de memória e seu acesso deve ser possível via internet.

O SAAD para dados elétricos deverá adquirir grandezas elétricas dos inversores fotovoltaicos. As grandezas elétricas que forem medidas pelo SAAD próprio do inversor não precisam ser medidas por outro SAAD redundante. Os SAAD para dados elétricos deverão estar conectados com os SAAD para dados ambientais.

SAAD para dados elétricos - Requisitos:

- Medição e registro em memória de massa das grandezas elétricas de interesse.
- Registros em forma de série temporal, em médias a intervalos máximos de 5 min.
- Conexão com internet.
- Comunicação: RS485 ou Bluetooth
- Expansão de Memória: Cartão SD de até 2Gb
- Temperatura máxima de trabalho: +60 °C
- Garantia de no mínimo 5 anos para defeitos de fabricação.

As seguintes grandezas elétricas devem ser medidas/calculadas:

- Tensão CC na entrada de cada inversor (V)
- Corrente CC na entrada de cada inversor (A)
- Tensão CA na saída de cada inversor (V)
- Corrente CA na saída de cada inversor (A)
- Potência CC na entrada de cada inversor (kW)
- Potência CA na saída de cada inversor (kW)
- Energia CC gerada (kWh) na entrada de cada inversor, em valores acumulados (na base diária, e desde o início da operação do sistema)
- Energia CA gerada (kWh) na saída de cada inversor, em valores acumulados (na base diária, e desde o início da operação do sistema)
- Frequência da rede (Hz)

SISTEMA DE MEDIÇÃO DE ENERGIA DA GERAÇÃO - BAIXA TENSÃO

O sistema de medição do sistema fotovoltaico deverá contabilizar a energia gerada pelos inversores. Os medidores deverão possuir os seguintes requisitos:

Precisão:

- 0,2% para energia ativa
- 0,5% para energia reativa

Medidas:

- 64 amostras por ciclo (mínimo)
- Correntes (3I)+(IN)
- Tensões (3VFN e 3VFF)
- Potências (W, var)
- Cosseno Ø
- Frequência (Hz)

Qualidade de energia:

- Diagnóstico e relatórios estatísticos de falha de sistema
- SAg's, Swell, Transitórios, Flicker, Harmônicos, imbalance

Comunicação:

- Porta de comunicação serial RS485
- Porta de comunicação RS232
- Porta óptica frontal
- Porta Ethernet

SALAS ELÉTRICAS E CONEXÃO À REDE

As salas elétricas que seriam destinadas para instalação dos inversores. A energia gerada pelo sistema fotovoltaico será interligada na rede elétrica externa (rede pública).

As salas elétricas deverão possuir ventilação cruzada adequada por meio de janelas e portas com venezianas ou exaustores. O cabeamento deverá ser realizado por meio de eletrocalhas ou eletrodutos e os condutores dos painéis fotovoltaicos deverão ser individualmente identificados.

SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO

Nas coberturas e nas estruturas metálicas são utilizadas como meio de captação de descargas atmosféricas. Nas áreas em que há módulos fotovoltaicos com moldura em alumínio, as estruturas metálicas de suporte aos módulos deverão ser solidamente aterradas e equipotencializadas. A necessidade de sistemas adicionais de proteção contra descargas atmosféricas deverá ser avaliada de acordo com as normas NBR5419 e IEC61173.

EQUIPAMENTOS SOBRESSALENTES

A CONTRATADA deverá fornecer as seguintes quantidades de peças sobressalentes, que serão entregues à CONTRATANTE:

- Mínimo de 5% (ou número inteiro superior) de cada modelo de inversor utilizado (se possível fixados nas salas elétricas);
- Mínimo de 2% (ou número inteiro superior) de cada modelo de módulo fotovoltaico utilizado, e
- Mínimo de 1 (uma) peça de cada componente do SAAD, inclusive sensores.

DOCUMENTAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Nas etapas de fornecimento, instalação, comissionamento e pós-comissionamento do sistema fotovoltaico a CONTRATADA deverá atender à Cláusula 4 da norma IEC 62446:2009 - Grid-connected photovoltaic systems – Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection.

PLANO DE VERIFICAÇÃO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO PROPOSTO

Em relação às inspeções e testes previstos na Cláusula 5 da norma IEC 62446:2009, cada PROPONENTE deverá:

- Apresentar o cronograma detalhado de execução de inspeções e testes previstos;
- Informar em detalhe os métodos e procedimentos que serão adotados para cada teste e inspeção;
- Informar a marca, modelo, ano de fabricação e incerteza de medição de cada equipamento de medição que será utilizado nos testes e inspeções;
- Apresentar os modelos de relatórios/boletins de inspeções e testes que serão utilizados, devendo os mesmos respeitar a Subcláusula 5.5 da norma IEC 62446:2009;
- Cada teste e inspeção será acompanhado/supervisionado por pelo menos um técnico da CONTRATANTE e um consultor externo por ela indicado.

A proponente, caso se torne a CONTRATADA, se responsabiliza por garantir a segurança de pessoas e/ou equipamentos durante as inspeções e testes previstos. A CONTRATANTE não se responsabilizará por qualquer acidente envolvendo pessoas e/ou equipamentos durante inspeções e testes de responsabilidade da CONTRATADA.

SERVIÇOS REQUERIDOS

Aquisição e Entrega dos Equipamentos

- Aquisição dos equipamentos descritos, incluindo peças sobressalentes de módulos fotovoltaicos e inversores, para reposição.

- Aquisição de acessórios necessários para a completa instalação dos sistemas, bem como do material necessário para a construção de toda infraestrutura.

Construção e Instalação

- Execução das obras civis necessárias (instalação de estruturas metálicas e coberturas para fixação dos módulos fotovoltaicos, adequação das salas elétricas dos inversores, etc.), atendendo aos esforços impostos pelas condições de vento local, e respeitando o limite de sobrecarga das estruturas metálicas e lajes de concreto indicadas no Item 6 anterior.
- Construção das instalações físicas do sistema fotovoltaico, compreendendo: instalações elétricas (canaletas, cabos, etc.), equipamentos de combate ao fogo e proteção individual.
- Instalação dos módulos fotovoltaicos e dos inversores.
- Instalação do SAAD e do SMF.

Elaboração de Documentação

Elaboração de documentação técnica em português, referente ao funcionamento do sistema, descrição dos principais componentes e manuais de operação e manutenção, contemplando a documentação solicitada na Cláusula 4 da norma IEC 62446:2009, bem como:

- Manuais técnicos dos equipamentos principais (modulo fotovoltaico, inversor, datalogger, sensores, etc).
- Catálogos de peças dos equipamentos principais (modulo fotovoltaico, inversor, datalogger, sensores, etc).
- Plano de manutenção dos equipamentos principais (modulo fotovoltaico, inversor, datalogger, sensores, etc).
- Manuais de operação e manutenção do sistema fotovoltaico.
- Plantas e diagramas elétricos detalhados do sistema fotovoltaico, entregues em arquivo digital e plotados em formato compatível com a planta.

Comissionamento

Compreende a realização das seguintes atividades:

- Imediatamente após a elaboração do projeto executivo, elaboração do cronograma de trabalho contendo as tarefas e respectivos prazos de execução, de modo que todos os procedimentos, testes e demais tarefas relacionados ao comissionamento sejam concluídos previamente a data de início de operação comercial.
- Elaboração dos Manuais e Planilhas de Testes e demais documentos pertinentes ao comissionamento, conforme a Cláusula 4 da norma IEC 62446:2009, submetendo-os a aprovação da CONTRATANTE.
- Realização dos testes pré-operacionais dos módulos fotovoltaicos, inversores, subestação elevadora, SMF e SAAD, incluindo testes de acesso remoto.

A CONTRATANTE deve fiscalizar a realização dos testes de comissionamento, cujos resultados serão submetidos a sua aprovação.

Pós-comissionamento

São descritas a seguir as atividades a serem realizadas após o comissionamento do sistema fotovoltaico, visando a verificação do desempenho e eventual cobrança das garantias previstas em contrato, quanto a materiais, equipamentos e serviços fornecidos/prestados pela empresa ganhadora da licitação.

Visitas programadas

Visitas organizadas pela CONTRATADA e acompanhadas por técnicos da CONTRATANTE deverão ocorrer nos prazos de 1 (hum), 3 (três), 6 (seis) e 12 (doze) meses contados a partir da conclusão do comissionamento, admitindo-se uma tolerância de 5 dias a mais ou a menos. Nestas visitas deverão ser realizadas manutenções preventivas, testes operacionais (medições de qualidade de energia, testes dos sistemas de proteção, testes de acionamentos automáticos), atualização dos conhecimentos de operação e manutenção das equipes da CONTRATANTE, reparos caso necessário, e coleta de demais informações relevantes. A CONTRATADA deverá elaborar três relatórios parciais e um final consolidando as informações apuradas e os eventos constatados nessas visitas, bem como a sugestão de eventuais melhorias a serem implementadas no projeto.

Manutenção corretiva

Durante o período de 12 (doze) meses a partir da conclusão do comissionamento do sistema fotovoltaico, quando este apresentar algum problema técnico ou quando requerido pela equipe da CONTRATANTE, a CONTRATADA deverá realizar a manutenção corretiva necessária no prazo máximo de 5 (cinco) dias. Para atendimento deste prazo, peças sobressalentes e auxiliares adquiridas neste CONTRATO poderão ser utilizadas pela CONTRATADA para a realização da manutenção corretiva nesse período, devendo a CONTRATADA realizar reposição correspondente das referidas peças.

FISCALIZAÇÃO

A execução das atividades previstas será fiscalizada de acordo com os seguintes procedimentos:

Aquisição dos Equipamentos

As notas fiscais acompanhadas das especificações de todos os componentes principais do sistema fotovoltaico (módulos, inversores, Sistema de Medição de Faturamento (SMF) e componentes dos SAAD) deverão ser apresentadas na ocasião do recebimento dos mesmos.

Infraestrutura

Aprovação pela equipe da CONTRATANTE da execução dos projetos:

- de estruturas metálicas e coberturas para fixação dos módulos fotovoltaicos, adequação das salas elétricas dos inversores, etc.);
- das instalações físicas do sistema fotovoltaico, compreendendo: instalações elétricas (canaletas, cabos, etc.), equipamentos de combate ao fogo e proteção individual;
- de adequação das subestações para conexão dos inversores ao secundário dos transformadores;
- do sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

Instalações e Montagens

Aprovação pela equipe da CONTRATANTE das instalações e montagens dos módulos fotovoltaicos, inversores, SAAD e SMF, e adequação da subestação elevadora, conforme especificações estabelecidas no Projeto Executivo, com particular atenção no que se refere ao processo de colagem dos módulos fotovoltaicos (que deve garantir a não ocorrência de bolhas de ar e homogeneidade visual).

Teste de Funcionamento

Aprovação pela equipe da CONTRATANTE do teste de funcionamento dos componentes principais do sistema fotovoltaico (módulos, inversores, SMF e componentes dos SAAD), de acordo com procedimento padrão de teste especificado em normas técnicas informadas, ou conforme adotado pela CONTRATANTE.

Comissionamento

Aprovação pela equipe da CONTRATANTE do comissionamento e testes pré-operacionais dos módulos fotovoltaicos, dos inversores, dos subsistemas e do sistema fotovoltaico completo.

Testes a serem realizados nesta etapa:

- Testes previstos na Cláusula 5 da norma IEC 62446:2009.
- Medição de curva IxV de cada conjunto de módulos fotovoltaicos conectados em série (em horários quando o nível de radiação solar estiver acima de 700 W/m² no plano dos módulos medidos), e comparação com valores de referência.

Documentação Técnica

Aprovação pela equipe da CONTRATANTE da documentação técnica, referente ao funcionamento do sistema, descrição dos componentes, manuais de operação e manutenção, plantas e desenhos técnicos do sistema, etc.

Acompanhamento de Qualidade da Energia Injetada na Rede

Aprovação pela equipe da CONTRATANTE dos relatórios de Pós-comissionamento e Plano de Medição e Verificação. Devem ser feitas medições de qualidade da energia gerada em cada visita

programada. A qualidade de energia deverá ser medida em horários em que o nível de radiação solar seja superior a 700 W/m².

Os indicadores a serem medidos nos terminais de saída da planta de geração são:

- Tensões eficazes de linha e fase;
- Taxa de distorção harmônica das tensões de linha e fase;
- Correntes eficazes de linha e fase;
- Taxa de distorção harmônica das correntes de linha e fase;
- Potência ativa e reativa de fase.

As medições devem ser realizadas nas três fases elétricas.

Monitoramento, Análise Mensal com Relatório, Suporte Técnico, Treinamento da Equipe de Manutenção e Manutenção Corretiva dos Equipamentos:

1. Deverá ser fornecido pela contratada (executora da implantação) um sistema de monitoramento da central de geração de energia, para análise em tempo real da performance da geração de energia;
2. Mensalmente, em um período mínimo de 1 ano após o início de operação do sistema, a contratada (executora da implantação) deverá fornecer um relatório com análise técnica mensal do resultado obtido no período;
3. A contratada (executora da implantação), em um período de 1 ano após o início de operação do sistema, também deverá dar suporte técnico ao TRT/MS relativo à todas as dúvidas e necessidades de informações em relação ao funcionamento da central de geração de energia elétrica, prestando a assessoria de forma eficiente sempre que provocado pela Fiscalização;
4. Até 15 dias após o comissionamento do sistema, a contratada (executora da implantação) deverá ministrar um curso de capacitação em sistema fotovoltaico de no mínimo 4 horas, no município de Campo Grande, MS, para toda a equipe de Manutenção Predial do Tribunal Regional do Trabalho de MS, com previsão de 10 participantes. A referida capacitação deverá abranger os princípios de funcionamento do sistema, bem como as principais medidas a serem tomadas para sua manutenção preventiva e corretiva;
5. Até o período de 1 ano após a entrega definitiva do serviço, a contratada (executora da implantação) deverá garantir, sem ônus para o TRT/MS, mão de obra necessária para possível manutenção corretiva do sistema. Caso necessário a substituição de algum equipamento, peça ou parte da instalação devido a algum fator externo não previsto na garantia determinada nos equipamentos e no serviço de instalação, o TRT/MS providenciará a suas expensas a referida aquisição, devendo a contratada arcar com toda a mão de obra necessária para solucionar a falha ocorrida.