



**INSTITUTO FEDERAL**  
Santa Catarina

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**



**ANEXO I**

**MEMORIAL DESCRITIVO**

**RDC 01/2021**

Processo nº: 23292.017593/2021-29

# MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO À REDE DE DISTRIBUIÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Objetivo

Este memorial tem por objetivo fornecer as especificações básicas para a instalação de um sistema de geração de energia elétrica a partir da energia solar fotovoltaica para o Campus São José do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, localizado na Rua José Lino Kretzer, 608 - Praia Comprida - CEP 88103-902 no município de São José – SC.

O sistema deverá ser conectado à rede de distribuição de energia elétrica e a partir de agora será denominado simplesmente de “Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede” (SFCR).

### 1.2. Descrição dos requisitos da contratação:

O escopo de fornecimento prevê o fornecimento dos equipamentos e da instalação completa e do projeto executivo; incluindo obras civis de reforço do telhado, substituição de telhas e rufos na área a ser ocupada pela usina e adjacências; fornecimento de todo o material e ferramentas necessários para a instalação, mão de obra, comissionamento, operação assistida e treinamento das futuras equipes de operação e manutenção.

A instalação deverá ser interligada à rede elétrica conforme requisitos técnicos exigidos pela concessionária de energia. No fornecimento também deve estar incluída toda a montagem do sistema de monitoramento e supervisão, bem como seu comissionamento.

## 2. CONDIÇÕES GERAIS

Os serviços serão executados obedecendo rigorosamente às especificações fornecidas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina - IF/SC, as Normas atinentes da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e as práticas SEDAP, de acordo com o Decreto nº 92100 de 10/12/85 publicado no D.O.U. em 13/12/85 e a Portaria do MEC nº 2.296 de 23/07/97, publicada no Diário Oficial da União em 31/07/97.

Os materiais empregados na obra serão previamente submetidos à fiscalização para exame e aprovação, devendo ser comprovadamente de 1ª qualidade, obrigando-se a Contratada a retirar do local os materiais impugnados pela Fiscalização. Quando houver dúvidas sobre a qualidade dos materiais serão exigidos ensaios normalizados para comprovação da mesma.

A mão de obra a ser utilizada será também de 1ª qualidade, executada com pessoal tecnicamente capaz, para se obter o melhor acabamento possível.

Será de responsabilidade da empresa contratada a quantificação de todos os materiais necessários para o cumprimento das especificações existentes neste Memorial Descritivo.

A empresa fornecerá o livro “Diário de Obras” onde serão feitas anotações por parte do Contratante e da Contratada, devendo ser vistoriado diariamente pelo técnico responsável pela Contratada, para que sejam observadas e atendidas as solicitações da Fiscalização. No diário de obras deverão constar todas as anotações referentes às atividades diárias na obra, inclusive condições de tempo, número e qualificação de funcionários, observações e detalhamento de pequenas alterações, visadas pelo responsável técnico pela execução da obra.

A Contratada deverá apresentar RRT e/ou ART, com visto das inspetorias respectivas e quitação do banco credenciado dos serviços contratados.

A Contratada também deverá fornecer os sistemas especificados de acordo com as normas vigentes que se façam necessárias para esse tipo de instalação, tais como:

- ✓ IEC 61215 Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval;
- ✓ IEC 61730 Photovoltaic Module Safety Qualification;
- ✓ IEC 62093 Balance-of-system components for photovoltaic systems - Design qualification

natural environments;

- ✓ **IEC 62109-1** Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements;
- ✓ **IEC 62109-2** Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 2: Particular requirements for inverters (status: Final draft for international standard);
- ✓ **ABNT NBR 16149** Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;
- ✓ **ABNT NBR IEC 62116** Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica;
- ✓ **ABNT NBR 16274** Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho;
- ✓ **ABNT NBR 5410** Instalações elétricas em baixa tensão;
- ✓ **ABNT NBR 5419** Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas;
- ✓ **NBR 16690** Instalações elétricas de arranjos fotovoltaicos – Requisitos de projeto.
- ✓ **CELESC I-432.0004** Requisitos para a conexão de micro ou mini geradores de energia ao sistema elétrico da CELESC Distribuição.

Deverá a empresa contratada fornecer os seguintes documentos como parte integrante da obra, a saber:

- ✓ projeto executivo (*as built*);
- ✓ projeto estrutural;
- ✓ comissionamento segundo a NBR 16274;
- ✓ projeto de segurança;
- ✓ memórias de cálculo.

### 3. LOCALIZAÇÃO DA INSTALAÇÃO

O SFCR deverá ser instalado sobre os telhados dos blocos do Campus São José utilizando as áreas em azul discriminadas com as letras A, B e C na Figura 1. O leiaute de distribuição das placas deverá ser definido posteriormente no projeto detalhado. Porém, deve usar como base a configuração apresentada nas pranchas do Anexo. Os telhados disponibilizados possuem área suficiente para a potência total a ser instalada. Os inversores poderão ser instalados no ático abaixo do telhado próximo aos painéis. A posição da subestação de energia também está em destaque na Figura 1.



1 Figura 1 – Telhados disponíveis para instalação dos módulos fotovoltaicos.

#### 4. DESCRIÇÃO BÁSICA DA INSTALAÇÃO

O SFCR terá uma potência nominal total mínima de 96 kWp, sendo composto por três subsistemas iguais. Sua fixação sobre os telhados deverá usar uma estrutura com suportes fixos de alumínio resistentes à corrosão. A fixação dos suportes poderá ser feita diretamente sobre a estrutura do telhado seguindo as orientações estabelecidas no Anexo C, pois há necessidade de mudanças estruturais cujos custos deverão ser incluídos no preço final.

Os elementos principais da instalação são os seguintes:

- 3 (três) subsistemas individuais iguais, cada um com uma potência total **mínima** de 32 kWp;
- módulos fotovoltaicos com potência unitária **mínima** de 400 Wp;
- inversores iguais para cada subsistema com FDI (fator de dimensionamento do inversor) entre 0,70 e 0,95;
- centro de seccionamento composto por equipamentos de medida da energia total produzida;
- módulos de proteção DC compostos por:
  - fusíveis de proteção de entrada de *strings*;
  - disjuntor/seccionador bipolar;
  - DPS (dispositivo de proteção contra surtos);
- número de módulos em série será definido de acordo com a potência e tensão dos módulos e das entradas do inversor utilizado; recomenda-se a divisão em cinco *strings* por inversor por causa da disponibilidade de área nos telhados;
- cabos, conectores, aterramentos, caixas de conexão e demais acessórios necessários para o correto funcionamento do sistema devem estar incluídos;
- sistema supervisor para monitoramento, supervisão e operação através de wi-fi e/ou conexão com cabos.

Os subsistemas fotovoltaicos estarão ligados à rede de distribuição dos blocos escolhidos em quadros a serem determinados pela equipe de engenharia do IFSC.

Para cada subsistema deverá ser prevista a instalação de módulos fotovoltaicos montados em estruturas metálicas específicas para essa finalidade, fixadas diretamente sobre o telhado dos blocos escolhidos, de forma que a inclinação dos módulos seja de aproximadamente 14° em relação ao plano horizontal. Os módulos serão distribuídos em grupos em cada unidade do telhado, totalizando cinco grupos por subsistema, como pode ser visto nas pranchas apresentadas no Anexo B.

#### 5. EQUIPAMENTOS

Pode-se dividir um sistema fotovoltaico em bloco gerador e bloco condicionador de potência. O primeiro grupo abrange os arranjos fotovoltaicos e deverá conter os seguintes equipamentos: módulos fotovoltaicos; cabeamento elétrico e estruturas de suporte. Já o segundo grupo engloba os demais componentes do sistema, como inversores, sistema supervisor e conexão à rede. Todos os componentes fornecidos devem ter certificação do INMETRO, estando de acordo com as normas brasileiras ou, no caso de ausência de norma brasileira, devem estar de acordo com normas internacionais equivalentes.

Em seguida serão apresentadas as características mínimas exigidas para os equipamentos principais do sistema.

### 5.1 Módulos fotovoltaicos

Os módulos fotovoltaicos deverão ser produzidos com células de silício mono- ou policristalino. Os módulos fotovoltaicos utilizados na usina deverão possuir as seguintes certificações e características:

- potência individual do módulo fotovoltaico: mínimo 400 W<sub>p</sub>;
- eficiência do módulo fotovoltaico:  $\eta \geq 18\%$ ;
- terminais de conexão: tipo MC4;
- certificação IEC 61730 (photovoltaic module safety qualification);
- certificação IEC 61215 (crystalline silicon terrestrial photovoltaic modules – design qualification and type approval);
- registro no INMETRO (Portaria INMETRO 004/2011 – RTAC001652: Revisão dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica e outras providências);
- classe de proteção II segundo a norma IEC 61215;
- caixa de terminais IP 67, com bornes e diodos de passagem (by-pass) já montados, e conectores à prova d'água e de engate rápido (MC4);
- variação máxima da potência nominal nas STC em relação à de placa de  $\pm 5\%$ ;
- garantia de potência de, no mínimo, 20 anos para substituição de módulos que apresentem uma degradação de potência acima de:
  - 10 % relativo à potência nominal nos primeiros 10 anos, e
  - 20 % relativo à potência nominal em 20 anos.

### 5.2 Inversor

O inversor será usado para converter a energia elétrica em corrente contínua gerada pelos módulos fotovoltaicos em corrente alternada. As principais especificações técnicas do inversor são as seguintes:

- proteção contra inversão de polaridade na entrada;
- monitoramento de falhas de terra (correntes de fuga);
- monitoramento de fusíveis internos, quando houver proteção por fusíveis;
- monitoramento da rede elétrica c.a. (tensão, corrente, potência e frequência);
- anti-ilhamento;
- registro no INMETRO (Portaria INMETRO 004/2011 – RTAC001652: Revisão dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica e outras providências);
- número de rastreadores de MPP suficiente para atender todos os conjuntos de módulos;
- eficiência mínima de 95% (com carregamento igual ou superior a 50%);
- grau de proteção mínimo IP65;
- temperatura máxima de trabalho igual ou superior a 50°C;
- emissões de ruído  $\leq 55$  dB(A);
- display de visualização dos principais parâmetros c.c. e c.a. de operação;
- monitoramento dos principais parâmetros c.c./c.a (no mínimo tensão c.c. por MPPT,

- corrente c.c. por MPPT, potência c.c. por MPPT, tensão c.a., corrente c.a., potência c.a., fator de potência, frequência c.a.);
- interface de comunicação para integração ao sistema de monitoramento;
- conformidade com a NBR 16149 - Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.

### 5.3 Caixas de junção C.C.

As caixas de junção c.c. deverão possuir dois polos (positivo e negativo) na entrada e na saída, sendo cada polo equipado com seu respectivo dispositivo de seccionamento capaz de operar sob carga. A série fotovoltaica de cada subsistema deverá ser conectada à entrada de sua respectiva caixa de junção c.c. A saída das caixas deverá ser conectada à entrada de um mesmo MPPT de seu respectivo inversor.

Abaixo são apresentadas as especificações que as caixas de junção c.c. deverão atender.

- possuir um conector para polo positivo e um conector para polo negativo;
- tensão c.c. máxima por entrada igual ou superior a 500 Vcc (compatível com a tensão máxima de entrada do inversor utilizado);
- corrente máxima por entrada igual ou superior a 10 A (compatível com a corrente máxima de entrada do inversor utilizado);
- deve possuir dispositivo de proteção contra surtos de tensão (DPS) classe II entre cada polo e a terra e entre polos, respeitando as seguintes características:
  - específico para aplicações fotovoltaicas em corrente contínua;
  - indicação visual do estado do varistor em caso de falha;
  - sinalização remota do estado do varistor;
  - conformidade com a norma EN 50539-11;
  - montagem em trilho 35 mm;
  - nível da tensão de proteção ( $U_p$ ):  $< 4$  kV;
  - tensão máxima contínua de operação ( $U_c$ ):  $\geq 500$  Vcc (compatível com a tensão máxima de entrada do inversor utilizado);
  - corrente nominal de descarga (8/20 $\mu$ s) ( $I_n$ ):  $> 5$  kA;
  - suportabilidade a curto-circuito:  $> 30$  A;
  - o dispositivo de proteção contra surtos de tensão deve ser protegido por dispositivo de proteção contra sobrecorrentes indicado pelo fabricante
- possuir elementos de proteção contra sobrecorrente próprios para aplicação fotovoltaica para todos os polos;
- possuir elemento de interrupção sob carga da conexão aos módulos fotovoltaicos para todos os polos. Este elemento de interrupção pode estar associado ao elemento de proteção contra sobrecorrente;
- grau de proteção mínimo IP65, de acordo com a IEC 60529, e resistente à radiação UV;
- a caixa deve possuir isolamento classe II ou isolamento reforçada.



#### ***5.4 Suporte metálico***

Deverão ser montadas estruturas de suporte metálicas de alumínio fabricadas especialmente para esta função e sobre as quais serão fixados os módulos fotovoltaicos. Estas estruturas serão presas ao telhado através de sistemas de fixação próprios de maneira a garantir a segurança mecânica e impedir infiltrações.

As estruturas de suporte deverão ser capazes de resistir ao peso dos módulos, caixas de junção c.c. e inversores e às cargas mecânicas devidas ao vento (segundo a norma ABNT NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações) e à chuva.

A impermeabilização do telhado deve ser mantida após a instalação das estruturas de suporte. As caixas de junção c.c. devem ser instaladas na própria estrutura de suporte, abaixo dos módulos, enquanto que os inversores poderão ser instalados no ático abaixo das telhas onde estarão posicionados os módulos fotovoltaicos. Toda a fiação (comunicação, c.c. e c.a.) deverá correr dentro de eletrodutos também fixados à estrutura de suporte.

Um estudo detalhado da estrutura do telhado atual conjuntamente com os reforços necessários deverá ser executado para avaliar sua resistência e suportabilidade à carga mecânica imposta pelo gerador fotovoltaico e para avaliar qual é a forma mais adequada de fazer a fixação da estrutura de suporte.

#### ***5.5 Aterramento e Equipotencialização***

O barramento de equipotencialização local (BEL) do quadro de distribuição em baixa tensão (QDBT) deverá ser conectado ao barramento de equipotencialização principal (BEP), de forma direta ou indireta, e ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) do prédio com cabo de seção transversal mínima de 16 mm<sup>2</sup>.

Ao BEL do QDBT também deverão ser conectados todos os condutores de proteção da usina fotovoltaica, bem como deverá ser realizada a equipotencialização com as partes metálicas das estruturas de fixação e das molduras dos módulos.

Além disso, as estruturas de fixação e as molduras dos módulos também deverão ser conectadas diretamente ao SPDA do prédio, caso a distância entre o SPDA e os módulos seja inferior à distância de separação recomendada.

#### ***5.6 Sistema de supervisão***

Deverá ser fornecido um sistema de supervisão e aquisição de dados para monitorar o desempenho e o funcionamento dos subsistemas de forma individual e também total. O sistema de monitoramento deverá apresentar no mínimo as seguintes funcionalidades:

- supervisão de variáveis elétricas;
- armazenamento de séries históricas;
- geração e exibição de gráficos;
- alarmes e eventos;
- log de dados do sistema;
- telas de supervisão e monitoramento;
- geração de relatórios.

O sistema de monitoramento deverá ter as seguintes características:

##### Variáveis elétricas:

- as variáveis medidas serão provenientes dos inversores.
- deverão ser medidas e armazenadas no mínimo as seguintes variáveis:

- potência ativa c.a., por inversor;
  - energia entregue à rede, por inversor;
  - potência c.c., por inversor;
  - tensão c.a. em todas as fases;
- o período de integralização deve ser configurável;

#### Armazenamento de séries históricas:

- as variáveis monitoradas devem ser armazenadas em um banco de dados, acompanhadas de data, hora, minuto e segundo, a fim de se possibilitar uma posterior consulta;
- os dados devem ser exportáveis em formato compatível com MS Excel;
- deve ser possível a exibição dos dados em forma de gráfico quando solicitado pelo operador do sistema;
- o sistema deve ser capaz de armazenar no mínimo 1 ano de dados, integralizados em intervalos de 10 minutos;

#### Gráficos:

- deve ser possível a exibição de mais de uma variável no gráfico, de forma a possibilitar a comparação de grandezas;
- os gráficos deverão poder ser construídos com dados das séries históricas ou dados obtidos em tempo real;

#### Alarmes e eventos:

- alarmes ou eventos devem ser gerados caso uma variável monitorada esteja fora dos limites estabelecidos (magnitude e duração);
- caso haja algum problema nos equipamentos de comunicação (interrupção da comunicação ou da transferência de dados), um alarme ou evento deve ser gerado e apresentado ao operador.

#### Log de dados do sistema:

- deve existir um *log* de dados do sistema, a fim de armazenar alterações e ações realizadas pelos usuários.

#### Telas de supervisão e monitoramento:

- deve existir uma tela de apresentação das principais variáveis para os subsistemas e sistema completo.

#### Relatórios:

- deve ser capaz de gerar relatórios periodicamente (diários, semanais, mensais ou anuais) e por demanda;
- deverá ser possível imprimi-los.

### **5.7 Adequação da Subestação**

A Contratada deverá adequar a subestação de energia da Contratante por meio de todos os materiais e serviços que se fizerem necessários, seja em alta ou baixa tensão, de maneira a atender todos os requisitos estabelecidos pela concessionária de energia local para aprovação da conexão da SFCR com a rede de distribuição de energia elétrica.

## **6. PROJETO ELÉTRICO E APROVAÇÃO JUNTO À CONCESSIONÁRIA**

Deverá ser apresentado o projeto elétrico da instalação, incluindo diagrama unifilar do sistema, detalhes de conexão e demais documentos exigidos pela concessionária de energia.

A responsabilidade de aprovação/homologação do projeto e o fornecimento de todos os materiais e mão de obra para a interligação à rede de energia em corrente alternada da edificação deverá ser feita pela empresa Contratada.

## **7. GARANTIA DOS EQUIPAMENTOS E SERVIÇOS**

Os equipamentos fornecidos e serviços prestados deverão apresentar os seguintes prazos de garantia mínimos:

- módulos fotovoltaicos: mínimo 10 anos;
- inversores: mínimo 5 anos;
- demais produtos e serviços: prevalecerá o prazo de garantia original dos respectivos fabricantes e prestadores de serviços, respeitado o prazo mínimo de 5 anos.

A garantia não inclui materiais ou componentes sujeitos a desgaste sob condições anormais de uso e danos causados por acidentes ou utilização indevida do material;

## **8. TREINAMENTO**

A empresa contratada deverá realizar treinamento das futuras equipes de operação e manutenção. Este treinamento será ministrado no local da instalação e terá no mínimo 8 (oito) horas de duração e incluirá aspectos como operação, reinicialização, procedimentos de segurança de emergência, limpeza, programação e coleta de dados, etc.

## **9. REFORÇO NO TELHADO NA ÁREA DA USINA**

Na região onde será instalada a SFCR e também em uma área de no mínimo um metro de distância do seu entorno (para tornar seguro o trânsito de pessoas para inspeções e manutenções) deverão ser realizados os serviços listados abaixo de forma a garantir a sustentação e a estanqueidade do telhado:

- Retirada de telhas de fibrocimento de 6 mm, com variação de comprimento de 1 a 2 m, com inclinação da cobertura de 20 %, afixada com parafuso em madeira;
- Fornecimento e colocação de telhas fibrocimento de 8 mm, de primeira qualidade, afixada com parafusos, com variação de comprimento de 1 a 2 m, conforme inclinação existente da mesma;
- Retirada de fitas metálicas do para-raios afixado na cobertura e após a substituição das telhas recolocação conforme padrão existente;
- Retirada, fornecimento e instalação de rufo em chapa de alumínio 0,7 mm e de 50 a 60 cm de largura, a ser afixado em paredes de tijolo à vista, conforme padrão existente;
- Revisão geral da estrutura de madeira com substituição de peças de caibros ou ripas danificadas com dimensão variável de 5x10 cm ou 6x12cm de primeira qualidade;
- Na parte inferior da cobertura deverão ser fornecidos e instalados linha de madeiramento e pontaletes de 6 x12 cm, com altura variável entre 1,2 a 2,2 m, para reforço;
- Deverão ser fornecidos e instalados pontos de ancoragem, com olhal de inox para suportar uma carga mínima de 1500 kgf, conforme indicado na prancha do Anexo A1.04. Nestes pontos deverão ser fornecidas, instaladas e fixadas linha de vida com cabo de aço de 15 mm;
- A retirada do entulho estará a uma distância de até 60 m do local de carregamento (papa entulho). O descarte do entulho estará a uma distância de até 10 km da obra.

## **10. RECEBIMENTOS PROVISÓRIO**

O recebimento provisório da obra dar-se-á através de documento formal, fornecido pela Fiscalização/Coordenação de Engenharia do IFSC - COENGE conforme especificado em Contrato.

A obra somente será recebida definitivamente se todos os serviços estiverem concluídos e tiverem

sido executados obedecendo integralmente ao que estabelecerem a presente especificação, o projeto da obra, e as Normas Brasileiras em vigor.

#### **11. LIMPEZA GERAL**

A obra deverá ser entregue limpa, livre de entulhos e restos de materiais de qualquer natureza.

#### **12. SEGURANÇA**

Durante a execução dos serviços, a empresa Contratada deverá dispor de todos os equipamentos, individuais e coletivos de segurança do trabalho, necessários à execução dos serviços, conforme normas vigentes.

#### **13. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A empresa contratada deverá fornecer as ferramentas e equipamentos de segurança individual e coletiva necessários à atividade.

Qualquer dano, de qualquer natureza, provocado ao patrimônio e/ou terceiros (vizinhança) em decorrência das obras, deverá ser recuperado, mantendo-se o padrão original.

A empresa contratada se responsabilizará por materiais de escritório, medicamentos de emergência, consumo de combustíveis e materiais de limpeza para manutenção de ferramentas e equipamentos, locação de equipamentos, fretes e carretos diversos, taxas e emolumentos para aceitação da obra e desmobilização final da obra.

São José, 10 de setembro de 2021.

Diego Burigo Sarda  
Engenheiro Civil – CREA-069834-8/SC  
IFSC

Luiz André Lago  
Engenheiro Eletricista – CREA-036513-5/SC  
IFSC

**ANEXO**  
**PRANCHAS COM O ESQUEMA DE MONTAGEM DOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**  
**SOBRE O TELHADO.**

Prancha A1.01 - Planta baixa de cobertura do IFSC Campus São José

Prancha A1.02 - Detalhe da locação de subsistema fotovoltaico na cobertura.

Prancha A1.03 - Detalhe do arranjo de módulos (*string*) na cobertura.

Prancha A1.04 - Detalhe da localização dos pontos de ancoragem na cobertura.

**Instituto Federal de Santa Catarina – Reitoria**

Rua: 14 de julho, 150 | Coqueiros | Florianópolis /SC | CEP: 88.075-010

Fone: (48) 3877-9000 | [www.ifsc.edu.br](http://www.ifsc.edu.br) | CNPJ 11.402.887/0001-60