



## PROJETO BÁSICO

Processo nº 23117.104671/2019-55

### 1. DO OBJETO

1.1. O presente Anteprojeto tem por objeto contratação de empresa especializada para elaboração de projeto básico, projeto executivo, caderno de especificações e encargos, planilha de quantitativo de preços, bem como o fornecimento dos equipamentos e instalação das usinas de energia solar, ou seja, tudo relativo a implantação de geradores de energia solar fotovoltaicos para aproveitamento da energia solar para atender ao campus abaixo mencionado.

### 2. JUSTIFICATIVA

2.1. Após a RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012, a ANEEL estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências.

2.2. Assim passa a ser possível um cliente abastecido por energia elétrica de uma determinada rede, produzir energia de forma descentralizada e injetar na mesma. Nos termos da Resolução ANEEL n. 482 e suas alterações, considera-se minigeração distribuída a central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW e que utilize cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou Fontes Renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de Unidades Consumidoras;

2.3. É o caso do campus Santa Mônica, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, que pretende instalar um sistema com potência igual a **18,48 kWp**. Geração de energia elétrica, suficiente para alimentar o consumo ou parte do consumo energético do local, utilizando recursos da energia solar fotovoltaica ligada à rede pública;

2.4. Cabe destacar o regime remuneratório/compensações: O consumo a ser faturado, referente à energia elétrica ativa, é a diferença entre a energia consumida e a injetada, por posto horário, quando for o caso, devendo a distribuidora utilizar o excedente que não tenha sido compensado no ciclo de faturamento corrente para abater o consumo medido em meses subsequentes.

2.5. Os montantes de energia ativa injetada que não tenham sido compensados na própria unidade consumidora poderão ser utilizados para compensar o consumo de outras unidades previamente cadastradas para este fim e atendidas pela mesma distribuidora, cujo titular seja o mesmo da unidade com sistema de compensação de energia elétrica, ou cujas unidades consumidoras forem reunidas por comunhão de interesses de fato ou de direito. Através do efeito fotovoltaico, células solares convertem diretamente a energia do sol em energia elétrica de forma estática, silenciosa, não-poluente e renovável.

2.6. Uma característica fundamental de sistemas fotovoltaicos instalados no meio urbano é principalmente a possibilidade de interligação à rede elétrica pública, dispensando assim os bancos de baterias necessários em sistemas do tipo autônomo e os elevados custos e manutenção decorrentes. Na configuração mais comum, estes sistemas são instalados de tal maneira que, quando o gerador solar fornece mais energia do que a necessária para o atendimento da instalação consumidora, o excesso é injetado na rede elétrica: a instalação consumidora acumula um crédito energético (o relógio contador típico é bidirecional). Por outro lado, quando o sistema solar gera menos energia do que a demandada pela instalação consumidora, o déficit é suprido pela rede elétrica.

2.7. Perdas por transmissão e distribuição, comuns ao sistema tradicional de geração centralizada, são assim minimizados. Outra vantagem destes sistemas é o fato de representarem usinas descentralizadas que não ocupam área extra, pois estão integradas ao envelope da edificação. Relacionamos as vantagens e benefícios do objeto: redução de custos, redução de perdas por transmissão e distribuição de energia, já que a eletricidade é consumida onde é produzida; redução de investimentos em linhas de transmissão e distribuição; baixo impacto ambiental; não exigência de área física dedicada; fornecimento de maiores quantidades de eletricidade nos momentos de maior demanda (ex.: o uso de ar-condicionado é maior ao meio-dia no Brasil, quando há maior incidência solar e, conseqüentemente, maior geração elétrica solar); rápida instalação, devido à sua grande modularidade e curtos prazos de instalação, aumentando assim a geração elétrica necessária em determinado ponto ou edificação; energia limpa, sustentável e renovável; instalação simples e manutenção reduzida; energia de alta qualidade e com elevada fiabilidade; características modulares que permitem ampliações do sistema; não produzem ruído nem emissões que possam prejudicar o ambiente; por kWh produzido reduz 0,088 Ton de CO<sub>2</sub> emitidos para a atmosfera; menor dependência das falhas da rede elétrica pública; redução da fatura de energia.

2.8. Além das informações acima salientamos que o custo da eletricidade tem aumentado ao longo do tempo, enquanto o valor para instalar sistemas fotovoltaicos faz o caminho inverso, diminuindo anualmente. Com a nova regulação da ANEEL, que permite a injeção de energia na rede em troca de créditos em kWh na conta de luz, a geração descentralizada de energia fotovoltaica tornou-se uma opção interessante para consumidores residenciais de quase todo o Brasil. Esse tem se tornado um investimento cada vez mais atrativo, porque, após recuperar o investimento inicial, você terá economias significativas no longo prazo. Lembre-se que um sistema fotovoltaico gera energia por pelo menos 25 anos, e sua conta de luz poderá ser reduzida para o valor mínimo. Além disso, você contribuirá para reduzir o impacto ambiental de sua instituição. Ao consumir a energia que é gerada em sua unidade, você elimina as perdas ocorridas na transmissão e distribuição. Quando você não está consumindo, a energia gerada e injetada passa pela rede da distribuidora e é utilizada por seus vizinhos. Outra vantagem é a valorização da instituição, pois essa é uma tecnologia bastante inovadora no Brasil.

### 3. VIABILIDADE TÉCNICA

3.1. O relatório de viabilidade técnica e econômica alusivo à instalação da usina de geração de energia solar para o Instituto Federal de Educação, foi realizado com base em estudos elaborados pelo setor de geração de energia solar, conforme apresentamos abaixo. De acordo com o setor de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, o presente relatório de viabilidade técnica e econômica encontra-se plausível com a necessidade da Instituição. Com base nos dados da radiação solar do local selecionado, um sistema fotovoltaico (gerador de eletricidade solar) de cerca de **18,48 kWp** geraria em média 30,3 MWh por ano. Desse modo a usina instalada evitaria a emissão de 5.608 quilogramas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por ano. Para o critério de cálculo do custo estimado para esta aquisição utilizou-se referências em publicações especializadas bem como preços de serviços e insumos constantes nos orçamentos solicitados para empresas especializadas no ramo.

3.2. O custo estimado foi apurado a partir de mapa de preços constantes do processo administrativo, elaborado com base em orçamentos recebidos de empresas especializadas, em pesquisas de mercado, conforme o caso.

### 4. INTRODUÇÃO

4.1. O presente projeto tem como objetivo de permitir a ligação à rede e conseqüentemente entrada em operação de uma central fotovoltaica de geração distribuída com a potência de 18,48 kWp. Será instalada na cobertura ou no solo a depender da edificação. A unidade consumidora possui caráter educacional e é alimentada em Média ou Baixa Tensão. O presente projeto responde aos requisitos impostos pela Resolução Normativa nº 687, de 24 de novembro de 2014, da Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL e foi elaborado em função das disposições dos Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, PRODIST, nomeadamente no seu Módulo 3.

4.2. Foram igualmente observadas as disposições da Norma Técnica “Conexão de Micro e Minigeração Distribuída ao Sistema Elétrico” da concessionária, tendo em conta as referências normativas nela contidas. São igualmente observadas as disposições da Norma Brasileira ABNT NBR

16274, Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede – Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho, que serviu de base à identificação da documentação a fornecer ao proprietário da central, bem como às disposições a respeitar para efeitos de comissionamento. A ligação à rede de distribuição será efetuada em regime trifásico e/ou bifásico e a central será constituída por um conjunto de módulos fotovoltaicos com tecnologia mono cristalina ou poli cristalina totalizando aproximadamente 56 módulos instalados na cobertura ou no solo dos campi e reitoria interessados, ligados a um conversor de energia como se descreve no presente projeto básico.

## **5. MEMORIAL DESCRITIVO**

5.1. Por ser Regime diferenciado de contratação “RDC” contratação integrada, descrevemos neste memorial os fatores mínimos para que a empresa participante possa executar a instalação referente ao certame. Assim, definimos as noções e limites, servindo de norte a realização dos projetos do empreendimento, e, conseqüentemente a aquisição que está sendo licitada.

5.2. Usina solar fotovoltaica com potência pico de 18,48 kWp, ou superior, a ser conectada (ongrid) diretamente a rede de distribuição onde está localizada, através dos seguintes itens:

- a) Fornecimento de materiais e instalação de sistema de geração de energia elétrica através do princípio fotovoltaico;
- b) Condução dos processos Administrativos e Técnicos junto a concessionária local de energia até a substituição do medidor de energia elétrica convencional pelo modelo bidirecional;
- c) Treinamento e capacitação técnica da equipe de manutenção;
- d) Suporte técnico ao empreendimento caso necessário, incluindo manutenção preventiva e corretiva;
- e) Instalação do sistema de monitoramento climático contendo, no mínimo, célula de referência fabricada no mesmo material dos módulos fotovoltaicos, sensor de temperatura, sensor de umidade e anemômetro (velocidade e direção do vento);
- f) Integração do sistema de monitoramento solar e monitoramento climático a rede de dados do campus, física e sem fio.

5.3. Devendo seus componentes básicos descritos abaixo no mínimo respeitar o escopo técnico emitido para cada item como forma de assegurar a integridade e a qualidade da instalação.

5.4. Serão aceitos sobre justificativa e aceito previamente pela instituição, materiais com qualidade superior ao mínimo apresentado abaixo.

## **6. ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO EM TELHADOS OU COBERTURAS**

6.1. A usina será instalada em estruturas de fixação próprias, por trilhos de aço galvanizado fixados na coberta da edificação. O trilho de aço galvanizado utilizado deverá ser confeccionado em material com chapa 16 ou 1,8 mm de espessura. A fixação será assegurada por parafusos autobrocantes de material resistente a corrosão e tratamento Geomet e dimensões mínimas de 7/8” de espessura, colocados a cada 1 metro. Na fixação dos trilhos metálicos terá de ser assegurada a impermeabilização dos pontos de fixação dos suportes através de fitas de EDPM ou manta asfáltica, de forma a impedir a ocorrência de infiltrações. Só serão aceitos furos na parte alta das telhas metálicas de modo a evitar infiltração. Os módulos fotovoltaicos serão fixados ao trilho metálico através de fixadores próprios, dotados de parafusos e porcas específicas para a utilização. As estruturas de fixação dos módulos fotovoltaicos são fixas, sem partes móveis, constituídas por trilhos metálicos de aço galvanizado e respectivos acessórios, permitindo a instalação dos módulos que constituem a usina.

6.2. Deverá ser previsto espaço entre os módulos fotovoltaicos para facilitar limpeza e manutenções futuras.

6.3. A inclinação mínima dos módulos deverá ser de 10º afim de evitar o acúmulo excessivo de sujeira sobre os módulos. Caso o telhado tenha uma inclinação inferior a especificada, deverá ser previsto estrutura dedicada ao suporte dos módulos sobre o telhado. A inclinação máxima dos módulos deverá

ser igual a da latitude do local de instalação. Serão aceitos sobre justificativa e aceite previamente pela instituição, valores diferentes dos especificados neste item.

## **7. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

7.1. A central é constituída por módulos fotovoltaicos, cuja função na instalação é a de converter parte de energia contida na radiação solar, diretamente, em energia elétrica.

7.2. Os módulos deverão apresentar no mínimo as seguintes características:

### **7.2.1. Características específicas**

#### **7.2.1.1. Células de Silício policristalino com potência (mínima) de 330 watts**

- a) Dimensão das células: 156 x 156 mm;
- b) 72 células por módulo (6 x 12);
- c) Dimensões: 1960 x 992 x 40 mm;
- d) Peso: 22,4 kg;

#### **7.2.2. Características elétricas:**

- a)  $P_{máx} = 330 \text{ W}$
- b)  $V_{mp} \geq 37,1 \text{ V}$
- e)  $I_{mp} \geq 8,86 \text{ A}$
- f)  $V_{oc} \geq 44,5 \text{ V}$
- g)  $I_{sc} \geq 9,35 \text{ A}$
- h) rendimento  $\geq 16,5\%$
- i) Coeficiente de temperatura à potência máxima:  $\leq -0,41\%/^{\circ}\text{C}$
- j) Frontal de vidro temperado de 3,2 mm de elevada transmitividade.
- k) Quadro de liga de alumínio anodizado, resistente à corrosão.
- l) A degradação média de potência dos módulos não poderá ser superior a 0,8% ao ano, para os primeiros 25 anos de exploração e, além disso, deverão estar equipados com, pelo menos, 3 diodos de passagem (by-pass).
- m) Os módulos deverão apresentar certificado de conformidade de acordo com as disposições da norma NP EM ISSO/IEC 61215, "*Crystalline silicone terrestrial photovoltaic modules – Design qualification and type approval*", e respeitar a marcação CE, de acordo com a declaração do fabricante.
- n) Os módulos deverão estar classificados na classe A, de acordo com a norma IEC 61730-1, de forma a assegurar a proteção contra choques elétricos. Além disso, é necessário que estejam devidamente etiquetados no sistema de etiquetagem do INMETRO.
- o) Os módulos devem ser identificados de forma legível e indelével, com, no mínimo, as seguintes informações: nome ou marca comercial do fabricante; modelo ou tipo do modelo; número de série.
- p) A instalação dos módulos fotovoltaicos em estrutura própria a montar no telhado, assegura a livre circulação de ar entre o telhado e a parte traseira dos módulos, situação que, por permitir essa circulação melhora a capacidade de produção de energia, apesar do aquecimento adicional devido à proximidade do telhado.

## **8. CABOS**

### **8.1. Lado em corrente contínua**

8.1.1. No lado CC da instalação, os cabos a serem utilizados nas ligações das fileiras (strings) às Caixas de Fileira (string box) e destas às Caixas de Corte e Proteção (junction box), são cabos especiais para instalações fotovoltaicas, com a designação corrente de cabo solar, de 6mm<sup>2</sup> de seção mínima (durante o projeto executivo, a seção do condutor deverá ser avaliada segundo o critério de Queda de Tensão, conforme especifica a NBR 5410:2004 versão corrigida 2008). Os cabos, obrigatoriamente, deverão atender a norma ABNT NBR 16612:2017 “Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores - Requisitos de desempenho”, dentre as características pode-se citar que são cabos unipolares, flexíveis, de cobre estanhado, com duplo isolamento, com elevada resistência ao efeito da radiação ultravioleta e resistente à água. A sua composição assegura um baixo nível de toxicidade e de emissão de gases com efeitos corrosivos em caso de combustão, sem a presença de produtos halogênicos.

8.1.2. Apresentam, no mínimo, as seguintes características:

- a) Seção: 6 mm<sup>2</sup>
- b) Temperatura de operação: -15 a +80°C
- c) Tensão máxima de serviço condutor à terra 900 V
- d) Tensão máxima de serviço condutor a condutor 1.500 V
- e) Resistência máxima de condução ( $\Omega$ /Km) a 20°C de 3,39 ( $\Omega$ /Km)

8.1.3. Obrigatoriamente, os cabos a serem utilizados na parte CC da instalação deverão estar certificados de acordo com norma ABNT NBR 16612:2017 “Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores - Requisitos de desempenho”.

8.1.4. Os conectores utilizados são do tipo MC4 e asseguram a polaridade das conexões, com encaixes diferenciados para as saídas + e – dos módulos.

8.1.5. Todos os conectores utilizados na usina serão do mesmo tipo e do mesmo fabricante.

8.1.6. Terão de estar classificados para o uso em corrente contínua, CC, para tensões e correntes iguais ou superiores às tensões e correntes máximas das fileiras (strings) em que estejam incorporados.

8.1.7. Devem estar classificados com a Classe II de isolamento e ser resistente à radiação UV.

8.1.8. Os conectores a utilizar devem exigir uma força deliberada para se conseguirem desconectar, não sendo admissível que a desconexão possa ocorrer de forma acidental ou não deliberada.

## 8.2. **Lado em corrente alternada (CA)**

8.2.1. Do lado CA, os cabos de ligação do inversor aos quadros são do tipo condutor isolado, flexível (classe de encordoamento 5), de condutores em cobre multifilar e isolamento de HEPR. São cabos com boa resistência aos agentes ambientais, nomeadamente à radiação ultravioleta e não são propagadores de chama, em caso de combustão. Têm tensão de serviço 1kV e seção conforme potência dos equipamentos conversores de energia.

8.2.2. A queda de tensão entre o inversor e o respectivo quadro deverá ser sempre inferior ou igual a 2%, para a condição de máxima potência.

## 8.3. **Cabos de Comunicação**

8.3.1. Deverão ser utilizados cabos de comunicação para ambientes EXTERNOS/INTERNOS nas categorias 5e ou 6 com boa qualidade e marcas reconhecidas localmente e com categoria de operação condizente com o equipamento a ser instalado. No catálogo técnico do cabo (datasheet) deverá constar explicitamente que o ambiente de instalação compreende “Interno e Externo”.

## 9. **SISTEMA DE CONVERSÃO CC – CA**

### 9.1. **Inversor**

9.1.1. A central contempla a instalação de um inversor “trifásico” porém não impede a utilização de 3 inversores monofásicos em substituição (desde que seja apresentado justificativa técnica para tal). A função do inversor na instalação é assegurar a conversão da energia CC, proveniente dos módulos fotovoltaicos, em energia CA. Esta energia é entregue em baixa tensão no QGBT localizado no interior da edificação, nos valores padronizados pela concessionária, de 220 ou 380 Vac, à frequência de 60 Hz.

9.1.2. Além da conversão CC/CA, cabe ao inversor assegurar que:

- a) Seja gerada uma onda senoidal sincronizada com a onda senoidal da rede de distribuição;
- b) Seja otimizado o ponto de funcionamento em função do painel de módulos que lhe está associado;
- c) Opere em condições de alta eficiência independente da carga associada;
- d) Opere em condições de alta eficiência independente da temperatura ambiente desde que contida na sua gama de funcionamento;
- e) Sejam disponibilizados sinais visuais quanto ao funcionamento do painel de módulos fotovoltaicos que lhe está associado;
- f) Os níveis de distorção harmônica introduzidos sejam irrelevantes para a qualidade de serviço da rede de distribuição;
- g) Sejam cumpridos os normativos e regulamentados nacionais aplicáveis.

### 9.1.3. **Inversores Trifásicos**

9.1.3.1. Os inversores a serem utilizados nas centrais fotovoltaicas devem apresentar as seguintes características básicas mínimas:

- a) Classe de proteção IP65;
- b) Gama de temperaturas de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
- c) Gama de umidade relativa 0% a 100%;
- d)  $V_{\text{máx}}$  (tensão máxima)  $\geq 1000\text{ V}$ ;
- e)  $I_{\text{máxdc}}$  (Corrente máxima em corrente contínua)  $\geq 33\text{ A}$ ;
- f) Rastreamento MPPT:  $\geq 1$  MPPT com 6 conexões;
- g)  $V_{\text{nom}}$  (Tensão nominal entre fases) = 220 V; (em regiões onde a tensão nominal entre fases é 380V, os inversores trifásicos deverão adotar o mesmo nível de tensão e o valor da tensão nominal do equipamento deverá estar marcado na proposta de forma explícita para não haver confusões)
- h)  $f$  (Frequência nominal de operação) = 60 Hz;
- i)  $P_{\text{nom}}$  (Potência nominal) = 15 KW;
- j)  $I_{\text{nomac}}$  (Corrente nominal em corrente alternada) = 41,6 A;
- k) rendimento = 97,3%;
- l)  $\cos \phi$  (fator de potência)  $\geq 0,99$ ;
- m) IP (Índice de proteção) : IP65;
- n) Dimensões (Altura x Largura x Espessura): 511 x 724 x 227 mm (Serão aceitos, sob justificativa e aceito previamente pela instituição, valores diferentes dos especificados neste item);
- o) Peso: 42 kg (Serão aceitos, sob justificativa e aceito previamente pela instituição, valores diferentes dos especificados neste item);
- p) Sem Transformador interno.

#### 9.1.4. **Inversores Trifásicos**

9.1.4.1. Os inversores a serem utilizados nas centrais fotovoltaicas devem apresentar as seguintes características básicas mínimas:

- a) Classe de proteção IP65;
- b) Gama de temperaturas de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $+55^{\circ}\text{C}$ ;
- c) Gama de umidade relativa 0% a 100%;
- d)  $V_{\text{máx}}$  (tensão máxima) = 1000 V;
- e)  $I_{\text{máxdc}}$  (Corrente máxima em corrente contínua) = 12 A;
- f) Rastreamento MPPT: 2 MPPT com 2+2 conexões;
- g)  $V_{\text{nom}}$  (Tensão nominal entre fases) = 220 V;
- h)  $f$  (Frequência nominal de operação) = 60 Hz;
- i)  $P_{\text{nom}}$  (Potência nominal) = 5 KW;
- j)  $P_{\text{máx}}$  (Potência máxima) = 5 KW;
- k)  $I_{\text{nomac}}$  (Corrente nominal em corrente alternada) = 21,7 A;
- l) rendimento = 97,1%;
- m)  $\text{Cos } \phi$  (fator de potência)  $\geq 0,99$ ;
- n) IP (Índice de proteção) : IP65;
- o) Dimensões (Altura x Largura x Espessura): 645 x 431 x 204 mm (Serão aceitos, sob justificativa e aceito previamente pela instituição, valores diferentes dos especificados neste item);
- p) Peso: 21,5 kg (Serão aceitos, sob justificativa e aceito previamente pela instituição, valores diferentes dos especificados neste item);
- q) Sem Transformador interno.

#### 9.2. **Características gerais conversores de energia**

9.2.1. Os inversores a serem utilizados nas centrais fotovoltaicas devem apresentar as seguintes características básicas mínimas:

- a) Garantia contra defeitos de material e fabricação mínima de 5 anos;
- b) Deformação da corrente de onda pelas harmônicas – THDi máximo: 3%;
- c) Proteções e monitoramentos: Anti-ilhamento, proteção contra polaridade reversa em CC.
- d) Monitoramento de fusíveis internos, quando houver proteção por fusíveis,
- e) Monitoramento da rede elétrica CA. (tensão, corrente, potência e frequência).
- f) Inversor sem transformador em redes básicas 220 ou com a utilização de transformador externo para condicionamento dos níveis de tensão;
- g) Requisito de tensão de saída para dispositivos trifásicos (3F+N+PE) 220V/127V: (+10%/-20 %) (em regiões onde a tensão nominal entre fases é 380V, os inversores trifásicos deverão adotar o mesmo nível de tensão e o valor da tensão nominal do equipamento deverá estar marcado na proposta de forma explícita para não haver confusões)
- h) Frequência Nominal: 60 Hz;
- i) Deverá operar de forma totalmente automática, sem necessidade de qualquer intervenção ou operação assistida.

j) Índice de Proteção Mínimo: IP-65.

- 9.2.2. Os inversores devem ter capacidade de operar com fator de potência entre  $\pm 0,9$ ;
- 9.2.3. Ter capacidade de armazenamento das variáveis coletadas pelo inversor de modo local (data logger);
- 9.2.4. O inversor utilizado deverá ser do tipo string com no mínimo proteção por fusível e/ ou chave seccionadora de abertura sobre carga e/ou disjuntor CC, em sua própria estrutura, é obrigatória a confecção de string box para proteção do lado CC, a menos que o inversor possua espaço integrado internamente para tal.
- 9.2.5. A chave seccionadora existente no inversor deverá possuir aba para inserção de cadeado.
- 9.2.6. O inversor deverá possuir sistema de monitoramento através de rede wifi e rede cabeada.
- 9.2.7. Será disponibilizado um ponto, físico ou sem fio, para acesso à rede local. No caso do ponto de acesso físico, a infraestrutura de conexão entre a usina e este ponto é de responsabilidade da contratada.
- 9.2.8. O inversor deverá possuir ao menos uma saída a relé para controle dos sistemas externos tais como alarmes e sistemas de monitoramento visível.
- 9.2.9. O inversor deverá possuir condições de realizar programação local em todas os seus parâmetros eletrônicos de configuração tais como níveis de tensão, níveis de corrente, tempo de acionamento e disparo de trip,
- 9.2.10. Serão aceitos inversores com tensão máxima de operação de 1500 Vcc;
- 9.2.11. O inversor assegura a manutenção dos valores da tensão da rede e da frequência de operação. Asseguram ainda que é interrompido o fornecimento de energia à rede sempre que o valor da tensão da rede baixar dos 80% ou subir acima de 110% face ao seu valor nominal, num tempo máximo de 0,2s.
- 9.2.12. O inversor garante o sincronismo com a rede de distribuição e a proteção da conexão à rede. Deverão fazê-lo, principalmente, para situações de sub e sobrefrequência, de sobrecorrentes, de ativação de dispositivo de anti-ilhamento e de proteção adequada contracorrentes de fuga.
- 9.2.13. Numa situação de subfrequência, quando a frequência da rede baixar de 57,5 Hz, o inversor deverá assegurar a cessação de fornecimento de energia à rede elétrica em até 0,2 s.
- 9.2.14. Só poderá voltar a fornecer energia à rede depois da frequência subir para os 59,9Hz, mantidas as condições normais de fornecimento de energia por um período de 180 s, tempo após o qual se pode dar a reconexão.
- 9.2.15. O inversor deverá estar protegido contra sobretensões a partir dos Dispositivos de Proteção contra Surtos, DPS, instalados na string box (caixas de fileira, associada ao lado CC da usina) e no Quadro de Corrente Alternada, QAC, (associado ao lado AC da usina). O inversor assegura que a microgeração instalada atende todos os parâmetros de qualidade de energia e desligamento. O inversor também assegura que a microgeração instalada possui proteção contra ilhamento.
- 9.2.16. **Proteção CA**
- 9.2.16.1. No QDG a ser executado, será instalada a proteção da saída CA do inversor. Ele possuirá um disjuntor termomagnético, para proteção das saídas contra sobrecargas e curto circuito.
- 9.2.16.2. Disjuntor de saída do inversor de acordo com a cabeamento utilizado e no mínimo 30% acima da corrente máxima de operação do inversor.
- 9.2.16.3. Poderá ser utilizado disjuntores de uso geral de 3 e 2 polos – 5kA (o nível de curto- circuito deverá ser calculado e conferido para cada região), ou caso seja necessários disjuntores com caixa moldada.
- 9.2.17. **Proteção CC**

9.2.17.1. No lado CC, deverá ser prevista o uso de DPS para sistemas fotovoltaicos, disjuntores e/ou fusíveis para uso específico em sistemas fotovoltaicos e deverão ser dimensionados de acordo com o sistema. Deverão estar localizados na stringbox ou dentro do inversor, caso este tenha um espaço integrado destinado para tal.

#### 9.2.18. Sistema de Monitoramento

9.2.18.1. O inversor deve fornecer soluções de registro de dados que podem ser armazenados sem a necessidade de um PC conectado o tempo todo aos inversores, através de registradores de dados (data loggers) e oferecer monitoramento de dados on-line usando portais desenvolvidos para essa finalidade.

9.2.18.2. Assim, os proprietários dos sistemas FV podem monitorar o desempenho do sistema a partir de qualquer dispositivo conectado à Internet.

9.2.18.3. O sistema para coleta de dados, deve prever um registrador de dados e um hardware de comunicação, que pode ser instalado internamente no inversor ou simplesmente conectado ao inversor via cabeamento e deve contemplar sensores para medir a irradiância (célula de referência), a temperatura do módulo, temperatura ambiente e os dados de vento (velocidade e direção) e estas informações também devem estar acessíveis através da Internet.

### 10. CANALIZAÇÕES E INFRAESTRUTURA ELÉTRICA

10.1. A instalação dos cabos deve respeitar as indicações da norma NBR 5410, existindo um cuidado especial de forma a evitar falhas de funcionamento entre os condutores ativos ou entre estes e a terra.

10.2. Não deverão existir trechos de extensão superior a 10 m sem que seja colocada uma identificação em qualquer dos cabos de fileira, de forma a assegurar que em nenhuma circunstância se corre o risco de que possam ser trocados ou confundidos.

10.3. Para assegurar a ligação entre módulos contíguos até os inversores, os cabos serão protegidos por uma eletrocalha para garantir a proteção mecânica e contra raios UV. Não serão aceitos eletrodutos rígidos e/ou flexíveis de PVC, PEAD ou PEBD.

10.4. Quer os condutores ativos, quer o condutor de proteção devem estar sempre agrupados e seguir o mesmo encaminhamento para reduzir ao mínimo a possibilidade de estabelecimento de correntes induzidas.

10.5. O cabo de entrega de energia deverá ser devidamente identificado, de forma permanente e indelével, com a indicação.

10.6. Os quadros e as chapas de aço devem ser pintados em epóxi e atender os requisitos da norma ABNT NBR 6323 ou similar.

10.7. Pannel elétrico de proteção em baixa tensão para conexão em tensão 220/127 V/60Hz auto suportado, grau de proteção mínimo IP-65, equipamento adequado para instalação em ambiente industrial, em local ao ar livre, isento de poluição condutiva e gases corrosivos.

10.8. Pintura de acabamento em epóxi pó.

10.9. A alimentação do pannel de proteção AC, será através de condutores isolados e eletrodutos fabricados em aço galvanizado.

10.10. Deverão ser adotados módulo de proteção contra surtos – DPS em todas as entradas de energia condizentes com a energia utilizada.

10.11. Ter configuração modular de acordo com a necessidade da aplicação; Todas as peças não devem apresentar rebarbas ou arestas vivas.

10.12. Todos os quadros deverão receber identificação adequada para advertir sobre os riscos elétricos.

### 11. ATERRAMENTO

11.1. Todas as partes metálicas não condutoras da usina são ligadas entre si através de condutor de proteção, de cores verde. A parte metálica dos módulos fotovoltaicos são ligados à estrutura metálica

de suporte da central através de condutor de proteção, de cores verde (ou verde-amarelo), com 6mm<sup>2</sup> de seção.

11.2. Todos os caixilhos metálicos de todos os módulos fotovoltaicos são ligados entre si utilizando a estrutura qual eles estão suportados e fixados.

11.3. Todas as calhas e partes metálicas serão ligadas entre si e ao barramento de terra do quadro elétrico.

11.4. Deverá ser previsto a instalação de 03 estacas de aterramento em cobre eletrolítico (de no mínimo 3,0m de comprimento e interligadas por cabo de cobre nú de 50mm<sup>2</sup>), caso não haja um sistema de aterramento na edificação. A configuração geométrica das estacas deve, preferencialmente, ser triangular espaçadas entre si de uma distância igual ao comprimento das estacas.

11.5. Por razões de segurança, acima da Caixa de Medição deverá ser afixada uma placa de advertência confeccionada em PVC, com as inscrições: CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA, conforme modelo apresentado pela norma da concessionária local de energia.

## **12. CONTEÚDO MÍNIMO DO PROJETO**

12.1. O projeto deverá ser apresentado conforme estipula a ABNT NBR 16274:2014 Sistemas fotovoltaicos conectados à rede — Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho.

12.2. Nos casos onde a usina fotovoltaica for instalada sobre coberturas e/ou telhados, deverá ser parte integrante do projeto um “Laudo de Avaliação da Estrutura” garantindo que a instalação dos módulos fotovoltaicos não abalarão a integridade física da edificação. O Laudo deverá ser elaborado por um engenheiro civil ou mecânico (conforme for o tipo da estrutura) e ter anexado sua respectiva ART, registrada no CREA e assinada pelas partes.

12.3. Nos casos onde a usina fotovoltaica for instalada no solo ou estruturas construídas especificamente para recebê-las, deverá ser incluso o projeto estrutural a ser elaborado por um engenheiro civil ou mecânico (conforme for o tipo da estrutura) e ter anexado sua respectiva ART, registrada no CREA e assinada pelas partes.

## **13. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

13.1. O campus citado abaixo fornecerá os projetos das instalações elétricas existentes onde serão implantadas as usinas de geração de energia solar através dos módulos fotovoltaicos e as usinas poderão ser instaladas no telhado de acordo com os estudos técnicos necessários e características do local.

13.2. Caso haja algum impedimento na instalação destas usinas sobre os telhados que tecnicamente inviabilize sua instalação a mesma deverá ser instalada sobre o solo, porém todos os aspectos de caráter civil também ficarão a cargo da contratada.

13.3. A contratação do RDC Integrado junto a elaboração dos projetos se faz necessária e se torna viável devido ao fato que para contratarmos uma empresa para a elaboração de projetos separada da aquisição das usinas poderia ocorrer falhas nos mesmos e as empresas participantes poderiam solicitar aditivos, com este regime não correríamos o risco tendo em vista que a empresa vencedora será responsável por quaisquer possíveis erros nos projetos, também salientamos que poucas empresas no Brasil elaboram projetos desta natureza tendo em vista a complexidade dos mesmos e por ser uma tecnologia nova no Brasil.

13.4. Todo e qualquer equipamento ou material deste anteprojeto se for similar ou superior nas especificações técnicas serão aceitas.

13.5. Para a instalação das usinas fotovoltaicas será permitido a vistoria do local bem como definição da alocação e determinação dos locais possíveis para receber os equipamentos já deverão ser apresentados aos interessados.

13.6. A instalação do sistema deverá seguir a normativas e exigências técnicas solicitadas pela companhia local de energia.

13.7. As instalações elétricas deverão seguir as normas brasileiras específicas para o setor elétrico e fará parte da entrega técnica a substituição do elemento de medição e faturamento por parte da concessionária de energia.

13.8. Todos os requisitos administrativos junto a concessionaria local de energia deverão ser atendidos em no máximo 48 horas após a notificação.

13.9. Este anteprojeto foi elaborado pelo requisitante Paulo Roberto Ceccon, demais membros do setor de engenharia e docentes do IFSULDEMINAS. Após avaliação criteriosa do Engenheiro Elétrico Márcio Henrique Bassi, verificou-se que o projeto atende a necessidade da Universidade Federal de Uberlândia.

Órgão / Instituição	Endereço
Universidade Federal de Uberlândia- Campus Santa Mônica	Av. João Naves de Ávila, 2121 - Santa Mônica, Uberlândia - MG, 38408-100



Documento assinado eletronicamente por **Nelson Barbosa Junior, Diretor(a)**, em 26/12/2019, às 15:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Márcio Henrique Bassi, Engenheiro(a) Civil**, em 26/12/2019, às 15:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1783459** e o código CRC **CA80BE8C**.