

**MEMORIAL DESCRITIVO.**  
**MINIGERAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA.**  
Potência instalada de 4 MWp.

**CONTRATANTE:** PREFEITURA MUNICIPAL DE CATALÃO-GO.  
**OBRA:** MINIGERAÇÃO DE USINA FOTOVOLTAICA DE 4 MWp.  
**LOCAL / DATA:** CATALÃO-GO / MAIO / 2022.  
**RESPONSÁVEL TÉCNICO:** EURICO TAKERU ITO.

## 1. APRESENTAÇÃO:

O presente memorial descritivo tem como objetivo apresentar o projeto para usina solar fotovoltaica de minigeração de 4 MWp de potência máxima estimada instalada na cidade de Catalão-GO, com as especificações técnicas e dimensionamento conforme normas técnicas exigidas. O acesso à UFV Catalão deverá ser realizado através da Rua Belém, sob as coordenadas geográficas: UTM 23K 184228.71 mE; 7989530.10 mS.

## 2. JUSTIFICATIVA:

Diante da crescente demanda de energia elétrica nos prédios públicos do Município de Catalão e suas dependências, com o conseqüentemente aumento dos custos com o consumo de energia elétrica atual e suas bandeiras tarifárias, se faz necessária a busca por novas fontes alternativas de energia, como a energia solar.

A implantação do projeto de usina fotovoltaica é uma alternativa limpa e sustentável, de maneira que traz economicidade para o Município de Catalão, sendo um investimento de melhor custo-benefício, reduzindo as contas de energia elétrica através do sistema de compensação.

Em um país como o Brasil, onde a incidência solar é constante na maior parte do território e ao longo de praticamente todo o ano, os benefícios da energia solar não é uma tarefa difícil de se comprovar.

Investir nessa tecnologia é uma ação altamente vantajosa, já que o próprio clima e geografia favorecem o aproveitamento dessa fonte energética.

Durante muitos anos, o Município de Catalão vem realizando estudos sobre a viabilidade de implantação de métodos para geração de energia solar, isso porque, os custos de aquisição dos sistemas de geração eram bastante elevados e, hoje em dia, com o desenvolvimento de novas tecnologias, gerar energia a partir da luz solar se tornou algo mais acessível, simples e vantajoso, principalmente para os órgãos públicos, já que são grandes consumidores.

Nos dias atuais, em que há uma maior preocupação com o consumo consciente, com as questões ambientais e com a sustentabilidade, os benefícios da energia solar são ainda mais evidentes e muito mais valorizados.

Nesse contexto, podemos citar algumas vantagens que mostram que investir em energia sustentável é uma excelente decisão da Administração Municipal:

### 1. Redução na conta de luz:

A energia elétrica representa um custo bastante elevado no orçamento municipal. Assim, especialmente quando os órgãos tem equipamentos que costumam ter um alto consumo de energia, como ar-condicionado, freezer, equipamentos eletroeletrônicos, aparelhos médicos, entre outros, aparelhos estes que, na maioria das vezes, ficam ligados 24 (vinte e quatro) horas por dia durante todos os dias do ano.

Nesse ponto, uma das principais vantagens da energia solar é justamente reduzir a conta de energia elétrica paga todos os meses e permitir que a própria Administração gere a sua própria energia, reduzindo assim a necessidade de uso do serviço fornecido pela concessionária de energia elétrica

e afastando a Administração dos riscos de paralizações dos serviços pela falta de energia e dos constantes “apagões” que persistem em todo o município, principalmente em épocas chuvosas.

Ou seja, com um sistema de energia solar fotovoltaico instalado, a geração da energia utilizada pela Administração é feita internamente. Assim, a conta de energia pode reduzir bastante, a depender da capacidade de geração do sistema e do nível de consumo do Município de Catalão.

## **2. Ajuda o meio ambiente:**

Outro ponto que merece ser mencionado quanto aos benefícios da energia solar é a questão ambiental, pois essa modalidade de geração de energia é totalmente limpa e renovável, não gerando nenhum resíduo ou impacto negativo para o meio ambiente.

Além disso, com o crescimento da energia solar, seja nas residências, seja nas empresas e até mesmo nos órgãos públicos, a tendência é que a demanda sobre fontes de geração de energia que prejudicam o meio ambiente, como a energia hidroelétrica e a energia nuclear, reduza bastante.

Dessa forma, optando por utilizar um sistema de geração de energia solar, o Município de Catalão está, diretamente, contribuindo com a natureza, pois reduz o consumo de energias de fontes não tão sustentáveis.

## **3. Durabilidade e baixa manutenção:**

Atualmente, os sistemas de geração de energia solar fotovoltaicos são altamente sofisticados, apresentando relatórios e diferentes informações sobre consumo e geração de energia, tudo para que a Administração tenha total controle sobre a sua eficiência.

Além disso, os sistemas estão cada vez mais duráveis, onde, o tempo médio de vida útil dos equipamentos ultrapassa facilmente os 25 anos e exigem pouquíssimas intervenções para manutenções — desde que os cuidados básicos sejam adotados.

Essa característica, na prática, garante o retorno de todo o valor investido pela Administração, tornando essa tecnologia uma opção ainda mais vantajosa.

## **3. ESCOPO DA OBRA:**

- Limpeza e terraplanagem do local a ser instalado a usina;
- Perfuração do terreno com marcação dos locais para fundação de estruturas metálicas no solo;
- Fornecimento e instalação de estruturas metálicas;
- Fornecimento e instalação de malha de aterramento;
- Fornecimento e instalação de 8.032 módulos fotovoltaicos de 510Wp;
- Fornecimento e instalação de 16 inversores fotovoltaicos 200 kW (800V), e 1 inversor de 100kW (800V);
- Fornecimento e instalação de cubículo de entrada de multimedição com uma entrada e 4 saídas;
- Fornecimento e instalação de circuitos auxiliares para iluminação e segurança da usina fotovoltaica.

**4. PLANTA DE SITUAÇÃO:**

A UFV Catalão será no terreno localizado sob as coordenadas geográficas X = 18°09'36.4"S; Y = 47°59'04.0"W conforme ilustrado abaixo:

Figura 1 - Área da Usina Fotovoltaica

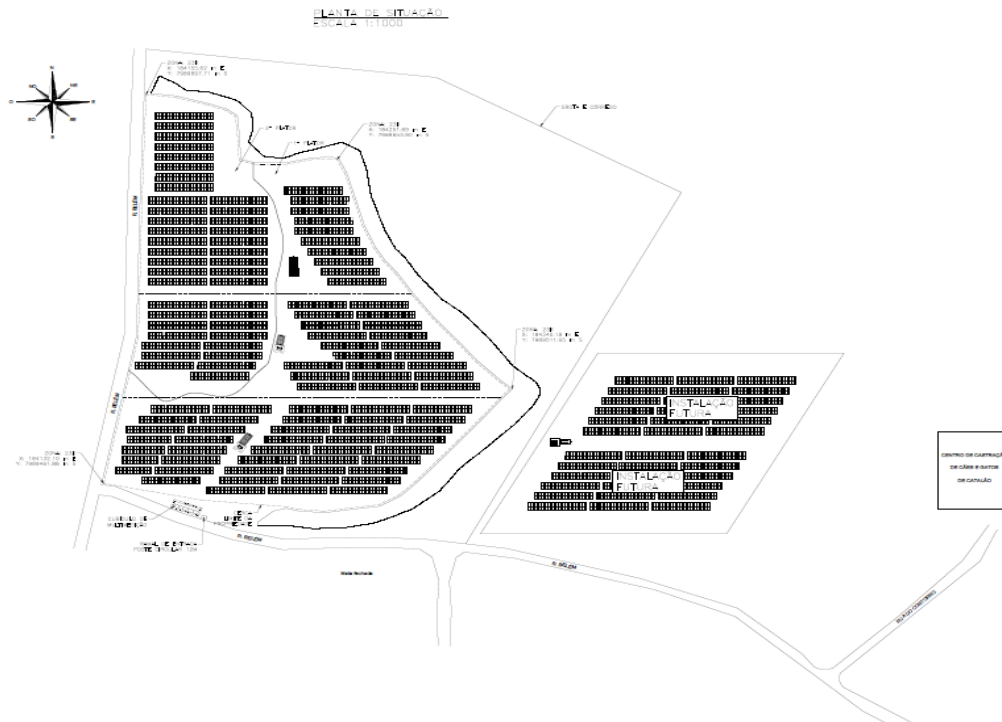


A área total é de aproximadamente 34.500 m<sup>2</sup>.

**5. CROQUI DE LOCALIZAÇÃO:**

Abaixo segue uma previsão de layout para UFV Catalão, com a disposição dos módulos, cabine de inversores, subestação, portão de acesso, casa de comando com central de monitoramento, conforme PRANCHA N° 01/08

Figura 2 - Layout UFV

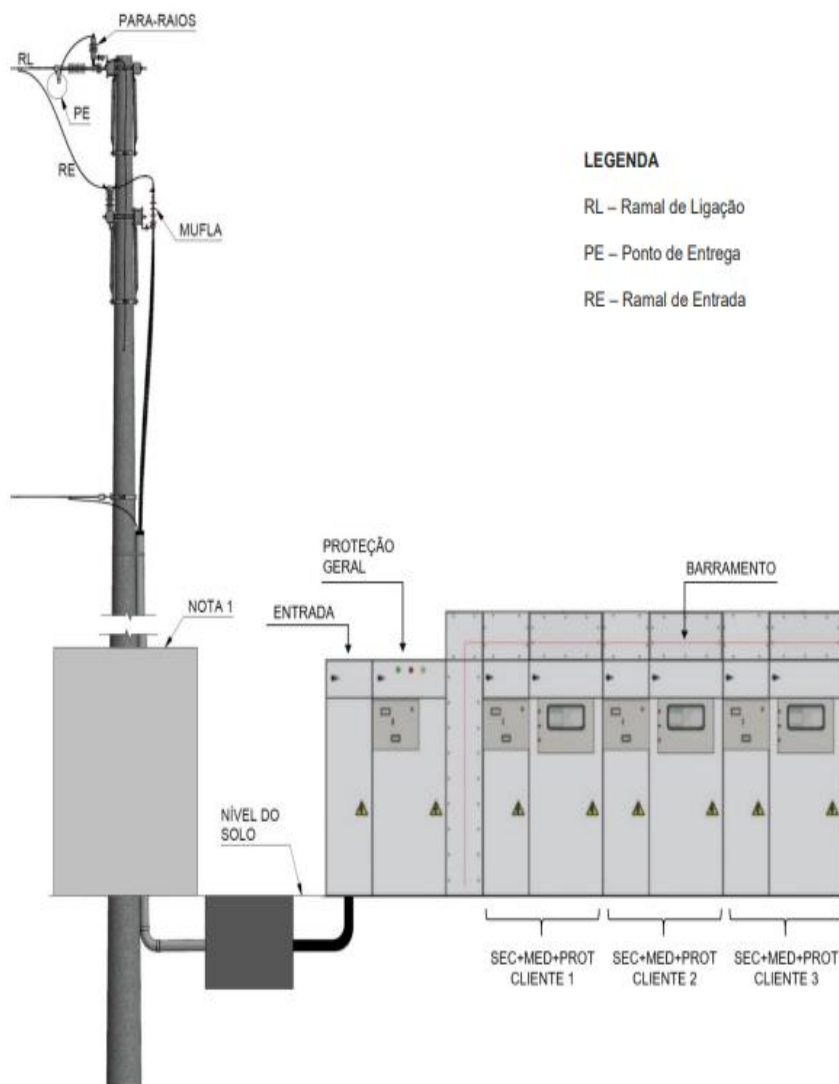


## 6. EQUIPAMENTOS:

### 6.1. Cubículo de Medição Agrupada de 36kV

- Entrada geral subterrânea;
- Para-raios 36Kv;
- Chave seccionadora abertura s/ carga 400A, 36kV;
- Disjuntor geral a vácuo 630A, 36kV;
- Relé digital multinação Pextron URP 6000;
- Nobreak para alimentação do relé;
- 4 x saídas com seccionamento, medição, e proteção em média tensão.

Figura 3 - Ilustração do ramal de entrada e cubículo de multimedição.



## 6.2. Inversores Fotovoltaicos:

16 x Inversores 200 kW (800V) + 1 x inversor 100kW (800V) = 3,3 MW.

- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS:

- Inversor de 200kW:

- I- Potência Nominal de saída: 215 Kw;
- II- Fator de Potência: 0,8 adiantado / 0,8 atrasado;
- III- Distorção harmônica:  $\leq 3\%$ ;
- IV- Eficiência Máxima: 99,00%;
- V- Número de fases: 800V / 3 fases + PE;
- VI- Número mínimo de rastreadores MPPT: 9;
- VII- Número máximo de entradas: 18;
- VIII- Proteções internas do inversor: Seccionadora lado CC, proteção anti-ilhamento, proteção contra polaridade CC invertida, monitoramento de falha de string no arranjo PV, supressor de surto CC, supressor de surto CA, monitoramento da isolação, detecção de corrente de fuga;
- IX- Interface e protocolos de comunicação: Indicação em LEDs dos estados do inversor entrada USB e Bluetooth, comunicação via RS485 e PLC;
- X- Grau de Proteção: IP66;
- XI- Garantia: No mínimo 5 anos.

- Inversor de 100kW:

- I. Potência Nominal de saída: 105 kW
- II. Fator de Potência: 0,8 adiantado / 0,8 atrasado
- III. Distorção harmônica:  $\leq 3\%$
- IV. Eficiência Máxima: 99,00%
- V. Número de fases: 800V / 3 fases + PE
- VI. Número mínimo de rastreadores MPPT: 6
- VII. Número máximo de entradas: 12
- VIII. Proteções internas do inversor: Seccionadora lado CC, proteção anti-ilhamento, proteção contra polaridade CC invertida, monitoramento de falha de string no arranjo PV, supressor de surto CC, supressor de surto CA, monitoramento da isolação, detecção de corrente de fuga
- IX. Interface e protocolos de comunicação: Indicação em LEDs dos estados do inversor entrada USB e Bluetooth, comunicação via RS485 e PLC
- X. Grau de Proteção: IP65
- XI. Garantia: No mínimo 5 anos

## 6.3. Módulos Fotovoltaicos

8.032 módulos fotovoltaicos de 510Wp

- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS:

- I. Potência Nominal: 510 Wp
- II. Tecnologia: Monocristalino
- III. Eficiência mínima: 21,2 %
- IV. Grau de Proteção: IP68
- V. Garantia: 10 anos para defeitos de fabricação e 25 anos de garantia de performance (ao final dos 25 anos os módulos devem ter pelo menos 84,8% da sua potência nominal original).

#### 6.4. Estruturas Metálicas:

Foram previstas para as mesas fotovoltaicas um total de 1.240 pilares para as estruturas metálicas, distanciados em 3 metros para as mesas de 54 módulos. A estrutura deverá ser composta de no mínimo:

- Tesoura de 3150x150x50mm;
- Pilar de 2200x200x60mm;
- Mão francesa de 1040x50x30 mm;
- Terça de 3060x80x45mm;
- Contraventamento de 3040x80x45mm.

Todos os pilares deverão ter sua base concretada a uma profundidade mínima de 80cm para garantir a fixação da estrutura metálica ao solo. A inclinação dos módulos fotovoltaicos deverão ser de no máximo 18° para acompanhar a latitude do local de instalação. Todas as mesas fotovoltaicas deverão ser voltadas para o norte geográfico, conforme projeto.

As estruturas deverão possuir garantia dos seus componentes de no mínimo 10 anos, e ainda, 25 anos de garantia de corrosão.

### 7. **PROTEÇÕES:**

#### 7.1. PROTEÇÕES CC:

Os inversores fotovoltaicos possuem no máximo 2 strings por MPPT, o que dispensa a utilização de fusíveis CC, que é requerido quando há 3 ou mais strings em paralelo. Além disso, os inversores possuem internamente toda proteção necessária para tratar a corrente de curto circuito dos módulos, além de proteção contra surto inclusa tanto no lado CC quanto CA, dispensando a utilização de stringbox no projeto.

#### 7.2. PROTEÇÕES CA:

A proteção e seccionamento do lado CA do sistema será feito por meio de chave seccionadora tripolar com base fusível NH 00, em 800V, corrente nominal de acordo com a corrente máxima de saída dos inversores utilizados, localizadas no painel geral de proteção dos inversores, conforme projeto.

## 8. ABRIGO DE INVERSORES:

Para a instalação dos inversores, serão feitos abrigos em alvenaria, sendo dois de 6,5m x 2,5m com altura mínima de 2,80 m para as UFV's 1 e 3, e um abrigo de 5m x 2,5m para a UFV 2, conforme projeto. Os inversores serão fixados na parede, espaçados de no mínimo 80cm entre eles para ventilação de ar, além disso, os inversores estarão a uma altura mínima de 1,50m conforme normas técnicas. Para a UFV 1 serão dispostos de 3 inversores de 200kW em uma parede lateral, e 2 inversores (um de 200kW e um de 100kW) na outra parede lateral, totalizando 5 inversores com potência total de 900kW. Deverá ser feita em canaleta ventilada em uma vala central com profundidade mínima de 60cm para a passagem de dutos subterrâneos dos inversores até o painel geral de conexão, conforme projeto. Além disso, deverão serem previstas caixas de passagens dimensões 80x80x80cm, com eletrodutos de 3 polegadas, localizadas atrás de cada inversor para a chegada dos cabos de corrente contínua até os inversores. Semelhantemente, para as UFV 2 e 3 serão obedecidas, conforme projeto.

## 9. TRANSFORMADORES:

Cada usina será composta por um transformador de 1000 kVA do tipo Pedestal de 34,5 / 0,8 kV sendo delta no primário e estrela aterrada no secundário, conforme diagrama unifilar. O transformador deverá ser localizado próximo a cabine de inversores, posto em pedestal com altura de 1m e espaçamento de 0,5m em cada lateral do transformador. Deverão serem previstas caixas de passagem para a entrada e saída de cabos e eletrodutos de média e baixa tensão do transformador, sendo as caixas de média tensão distanciadas de 30m entre si conforme normas técnicas, inclusive as destinadas à instalação da usina futura. As caixas de média tensão deverão serem sinalizadas com placa em baixo relevo pintada com "PERIGO DE MORTE" em sua tampa, deverão ter dimensões mínimas de 1100x1300x1300mm com paredes em concreto pré-moldado, conforme normas técnicas da concessionária local.

Toda a passagem de cabos e eletrodutos deverá ser subterrânea, tendo profundidade mínima de 1300mm para a passagem de eletrodutos de média tensão, envelopado em concreto a 250mm, e com fita de advertência contínua descrito "PERIGO ALTA TENSÃO" a 10cm acima do envelopamento. Os eletrodutos para os cabos de corrente contínua deverão estar a no máximo 800mm de profundidade, tendo uma distância de 500mm de profundidade dos eletrodutos de média tensão. Todo o percurso de cabos e eletrodutos deverão serem sinalizados através de fita de advertência contínua para evitar acidentes futuros.

O posto de transformação deverá ser cercado com cerca em alambrado, tela máxima de 13mm, distanciada a um metro do pedestal do transformador, com altura mínima de 3m, conforme projeto. Deverão serem previstas mufla terminal externo 36kV para conexão dos cabos de média tensão, e conexões adequadas para cabos de 1kV para a saída em 800V do transformador.

## 10. MALHA DE ATERRAMENTO:

Será feita em volta de todo o terreno da usina fotovoltaica um anel de aterramento com cabo de cobre nú #35mm<sup>2</sup> com profundidade mínima de 60cm, com haste de aterramento do tipo Copperweld 5/8"x2,4m colocadas em cada lateral das mesas fotovoltaicas, com caixa de inspeção circular, com tampa, em cada derivação. Ressalta-se que não será necessário o uso de caixas de inspeção onde a malha coincidir com o local das caixas de passagem, conforme projeto. Será utilizado cabo de cobre nú #50mm<sup>2</sup> e solda exotérmica nas conexões de aterramento da malha do transformador e do cubículo de entrada, de forma a garantir uma menor condutividade da corrente de falta à terra. Todos os inversores, e todas as partes metálicas deverão ser aterradas e equipotencializadas à malha da usina, conforme projeto. Deverá ser feito o aterramento da cerca prevendo o seccionamento a cada 120m, conforme normas técnicas, ligados



a uma haste de aterramento interligada à malha da usina fotovoltaica, garantindo a equipotencialização do sistema.

#### **11. ENCAMINHAMENTO DE CABOS E ELETRODUTOS:**

Para a passagem de cabos CC serão utilizados eletrodutos de 1.1/2" (50mm), 2" (63mm), 3" (75mm) e 4" (100mm) enterrados, profundidade mínima de 60 cm, com caixas de passagem de 80x80x80cm em cada derivação. Os cabos das mesas fotovoltaicas serão interligados através de conectores MC4, e seguirão até ao abrigo de inversores. Entre as mesas serão passadas eletrocalhas perfuradas de dimensões mínimas 50 cm x 50 cm, até a última mesa onde descerá em eletroduto galvanizado de 2" (50mm) os cabos CC até as caixas de passagem de cada derivação, seguindo subterrâneos até o abrigo de inversores.

No abrigo, os cabos CC sobem aparentes pela parede no mínimo 1,5m de altura por meio de eletrocalha perfurada metálica dimensões mínimas de 75 cm x 50 cm. Serão utilizados conectores do tipo MC4 para conexão dos cabos CC, entre cabos e na entrada do inversor. Toda carcaça metálica dos inversores e componentes de montagem deverão ser aterrados com terminal olhal e cabo terra de no mínimo #50mm<sup>2</sup> para inversores de 200kW e #16mm<sup>2</sup> para inversor de 100kW.

Os cabos CA sairão do transformador de 1.000 KVA para alimentar o painel geral por meio de caixa de passagem, sendo os cabos de 4x240mm<sup>2</sup> por fase, neutro de #120mm<sup>2</sup> e terra de #120mm<sup>2</sup> conectados no barramento do painel geral, por meio de 4 eletrodutos PEAD 4 polegadas. Do painel geral segue para cada inversor a alimentação de fases de 95mm<sup>2</sup> e terra de 50mm<sup>2</sup>, em eletroduto de 3", sendo a ligação do inversor sem neutro. Além disso, do barramento do painel geral será alimentado um transformador auxiliar 15 kVA de 800V-380/220V com cabo de 3#16(16)/T16mm<sup>2</sup> que alimentará um quadro de cargas auxiliares dentro do abrigo de inversores, para a iluminação externa da usina, iluminação e tomadas do abrigo, e um nobreak de 1000VA para alimentação de um quadro de cargas essenciais para a segurança da usina, conforme descrito no diagrama unifilar geral.

#### **12. SISTEMA DE CFTV:**

O sistema de CFTV a ser implementado na usina fotovoltaica funcionará a partir de imagens em tempo real, as imagens estarão disponíveis em uma central de monitoramento com dados "online" e gravação em disco rígido.

Além de permitir ao pessoal responsável pela segurança tomar providências necessárias, os alarmes e as imagens das câmeras instaladas em diferentes pontos da UFV são constituídos por 24 (vinte e quatro) câmeras speed dome IP, que serão instaladas em postes de 6 metros de altura e com distâncias pré-estabelecidas para cobrir toda a área perimetral da UFV, conforme projeto.

De acordo com os estudos preliminares, foi dimensionado a instalação de 24 câmeras speed dome IP, contornando toda a cerca externa sequencialmente, tendo uma câmera em cada portão de acesso controlando a entrada e saída de pessoas no local. Além disso, essas câmeras trabalham com visão noturna (Day/Night) e são instaladas a 5 metros de altura no poste o que dificulta a possibilidade de roubo ou violação do próprio equipamento.

Toda a estrutura do CFTV é baseada na tecnologia IP, tanto de gravação e transmissão de vídeo, bem como a gravação de imagens por detecção de movimento (intrusão) em pontos específicos onde as câmeras com analítico de vídeo serão instaladas.

A interligação entre as câmeras e os equipamentos de gravação e monitoramento será feita através de cabos UTP. As câmeras são conectadas com cabo UTP CAT 5, através de switches instalado no interior do quadro de comando de uso externo com dimensões aproximadas de (30x30x20cm), grau de proteção IP-66 instalado junto ao poste de iluminação conforme detalhe apresentado em projeto. Os switches são conectados a um switch central no rack da casa de comando através de cabos UTP CAT 6.

A alimentação a ser fornecida para o sistema CFTV dentro da casa de comando será oriunda de um NOBREAK com potência nominal de 1000VA, trifásico 220V, autonomia mínima de 4H. Através desta alimentação será possível alimentar a régua de tomada localizada na parte traseira do Rack, e alimentação do switch principal. A alimentação do Nobreak será provida pelo transformador auxiliar da usina, de 15 kVA 800V – 380V/220V.

As câmeras PoE (Power over Ethernet) possuem alimentação e envio de dados no mesmo cabo UTP, entretanto, devido a distância entre o Switch principal e as câmeras, será utilizado um novo Switch em cada poste através de uma caixa metálica IP66, de forma a evitar perda de dados a longas distâncias, garantindo assim o correto funcionamento do sistema de CFTV. Os cabos de alimentação dos Switches serão lançados em eletrodutos flexíveis PEAD de Ø2”, e os cabos UTP CAT 6 serão lançados em eletrodutos flexíveis PEAD de Ø1”, conforme projeto. Os cabos de alimentação e dados não poderão se misturar ao mesmo eletroduto de passagem para evitar interferências eletromagnéticas, conforme NBR 5410.

## 12.1. Equipamentos

### 12.1.1. CÂMERA SPEED DOME IP

Figura 4 - Câmera Speed Dome IP



Características técnicas mínimas das Câmera:

- Câmera Speed Dome IP;
- IR de até 200m;
- Sensor 1/2.8”;
- 2 Megapixels;
- Resolução 1920(H)x1080(V);
- Auto day/night;
- Comprimento Focal 4,5mm a 135mm;
- Compressão H.265/H264H/H264/ H.264B/MJPEG;

- Lente automático / manual;
- Grau de proteção IP67;
- Resistência a antivandalismo IK10;

Fixação: Câmeras a serem instaladas em postes metálicos de 6,0 m.

### 12.1.2. SWITCH 4 PORTAS

Figura 5 - Switch 5 portas Fast Ethernet com 4 portas PoE+



Características técnicas mínimas do Switch 4P:

- Padrões:
  - IEEE 802.3 – 10BASE-T
  - IEEE 802.3u – 100BASE-TX
  - IEEE 802.3x – Flow Control
  - IEEE 802.3af – PoE (Power over Ethernet)
  - IEEE 802.3at – PoE (Power over Ethernet)
  - IEEE 802.1p – QoS (Quality of Service)<sup>1</sup>
- Portas: 5 - RJ45 10/100 Mbps com autonegociação. Portas PoE de 1 a 4
- Taxa de encaminhamento de pacotes: 148 kpps
- Consumo máximo: 63W
- PoE: 58W para todas as portas
- Fonte de alimentação: Entrada: 100 – 240 Vac, 50/60 Hz Saída: 51 Vdc – 1,25 A
- Dimensões: 100 × 26 × 100 mm
- Certificações: Anatel

### 12.1.3. SWITCH 8 PORTAS

Figura 6 - Switch 9 portas com 8 Fast Ethernet PoE+



Características técnicas mínimas do Switch 8P:

- Padrões:
  - IEEE802.3 – 10BASE-T
  - IEEE802.3u – 100BASE-TX
  - IEEE802.3x – Flow Control
  - IEEE802.3af (PoE)
  - IEEE802.3at (PoE+)
  - Hi-PoE
- Portas: 1\*10/100 Uplink-T 8\*10/100 Base-T (Fonte de Alimentação PoE+)
- Taxa de encaminhamento de pacotes: 1.34 Mpps
- PoE: Até 60 W Porta 1 / Até 30 W Portas 2 a 8 / Total  $\leq 96W$
- Dimensões: 190mm×30mm×100mm
- Certificações: Anatel

### 12.1.4. NVR - 16 CHANNEL:

Figura 7 - NVR 16 CHANNEL



O NVR (Gravador digital de vídeo em rede) é recomendado para os projetos de CFTV IP de pequeno e médio porte que requerem alto nível de qualidade de imagem, economia com cabeamento, alta capacidade de armazenamento e gerenciamento remoto e local de câmeras IP. O local de instalação será no RACK do CFTV localizado na sala de comando.

Características técnicas mínimas do NVR:

- Suporte para câmeras IP: 16
- Protocolos suportados: INTELBRAS-1<sup>1</sup> e Onvif Perfil S
- Saídas de vídeo: 1 HDMI e 1 VGA
- Resoluções suportadas no monitor HDMI 1: 1920 × 1080, 1280 × 1024, 1280 × 720  
Resoluções suportadas no monitor VGA 1: 1920 × 1080, 1280 × 1024, 1280 × 720
- Resoluções de gravação suportadas: 8MP(4K), 6MP, 5MP, 4MP, 3MP, 2MP(Full HD/1080p), 1MP(HD/720p), D1, CIF
- Porta Ethernet: 1 portas RJ45, (10/100/1000Mbps)
- Tamanho (L × A × P): Compact 1U = 260 × 224,9 × 47,6 mm

#### 12.1.5. RACK

Figura 8 - Mini Rack 19" por 6U



O rack do CFTV tem como finalidade abrigar os equipamentos principais, tais como switch, modem e NVR.

Local de Instalação: Sala de Comando.

Características técnicas básicas:

Mini Rack Parede 19" por 6U, profundidade de 370mm, estrutura em chapa de aço carbono.

### 13. ILUMINAÇÃO EXTERNA

A iluminação externa das usinas será composta por:

- 48 conjuntos de iluminação composto por poste metálico de 6 metros, engastado no solo, aterrado, com um braço de iluminação equipados com 1 luminária LED de 100W;
- 34 conjuntos de iluminação composto por poste metálico de 6 metros, engastado no solo, aterrado, com dois braços de iluminação equipados com 2 luminária LED de 100W;
- 82 caixas de passagem 300x300x400mm para cada ponto de iluminação
- Eletroduto corrugado PEAD Ø1.1/2" (50mm)
- Eletroduto corrugado PEAD Ø2" (63mm)
- Cabo de cobre flexível XLPE 90°C #6mm<sup>2</sup> (F, N, T).

#### 14. COMISSIONAMENTO DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

O comissionamento deverá ser dividido em 3 etapas básicas:

- ETAPA 1: COMISSIONAMENTO À FRIO:  
Avaliação do sistema de proteção;  
Avaliação de cabos de força;  
Avaliação de desempenho dos módulos;  
Check-list para energização auxiliar.

Nesta etapa serão realizadas inspeções visuais profundas e testes com equipamento especializados para determinar, resistência de isolamento dos cabos CC, níveis de tensão de rede, parâmetros dos módulos (VOC/ISC) e resistências de aterramento.

- ETAPA 2: COMISSIONAMENTO À QUENTE - AUXILIAR  
Avaliação de progressão de corrente nas Caixas de Junção CC/CA;  
Parametrização dos Inversores;  
Configuração da comunicação;  
Check-list para Interligação a rede.

Nesta etapa ocorre energização parcial do sistema e todos os equipamentos deverão ser parametrizados de forma a integrar comunicações, parâmetros de rede, combinação de equipamentos de medição, além de se pré-avaliar aptidão à geração.

- ETAPA 3: COMISSIONAMENTO À QUENTE - GERAÇÃO  
Configuração do Sistema Supervisório (SCADA);  
Testes de operação principal da UFV;  
Check Final de Pré-operação e Partida definitiva.

Nesta etapa final, quando o sistema é posto em operação (após concessionária autorizar), e todo sistema deverá ser avaliado do ponto de vista do supervisório, onde as informações da planta estarão concentradas. Nesta etapa, uma verificação mais fina deverá ocorrer para determinar se o sistema exibe os eventos reais da planta e se configura as últimas integrações.

Após execução das etapas de comissionamento, deverá ser gerado um relatório, constando testes, check-lists e propriedades da planta, o qual será entregue ao cliente como um registro de entrada em operação.

#### 15. **NORMAS TÉCNICAS:**

- REN 482/2012 - Acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica.
- REN 687/2015 – Altera a REN 482/2012
- REN 414/2010 - Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada.
- PRODIST – Módulo 3 Acesso ao Sistema de Distribuição
- NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 14039 - Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV
- NBR 5419 - Proteção contra descargas atmosféricas
- ABNT NBR 10899: Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia.
- ABNT NBR 11704: Sistemas Fotovoltaicos – Classificação.
- ABNT NBR 16274: Sistemas Fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação.
- ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.
- ABNT NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade.
- ABNT NBR IEC 62116: Procedimento de Ensaio de Anti-ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.
- NTC 05 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de distribuição – classe 15kV e 36,2kV.
- CNC-OMBR-MAT-20-0942-EDBR - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária de Distribuição até 34,5 kV.

**Catalão, 04 de julho de 2022.**

**DENSOL ENGENHARIA LTDA.**  
CNPJ nº 21.121.739/0001-21.  
(original assinado)