



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS CURSO DE GRADUAÇÃO
ENGENHARIA ELÉTRICA

VALTER LUIZ RIBEIRO DA LUZ JUNIOR

**PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA SOLAR
FOTOVOLTAICA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PORTO
NACIONAL - TOCANTINS**

PALMAS-TO
2022

VALTER LUIZ RIBEIRO DA LUZ JUNIOR

**PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA SOLAR
FOTOVOLTAICA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PORTO
NACIONAL - TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal
do Tocantins, como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Me. Alex Vilarindo
Menezes

PALMAS-TO
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

L979p Luz Junior, Valter Luiz da.
Processo de implantação de uma usina solar fotovoltaica localizada no município de Porto Nacional. / Valter Luiz da Luz Junior. – Palmas, TO, 2022. 77 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Elétrica, 2022.
Orientador: Alex Vilarindo Menezes

1. Usina solar fotovoltaica. 2. Etapas do processo. 3. Execução da Obra. 4. Análise de resultados. I. Título

CDD 621.3

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

UFT - 2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

VALTER LUIZ RIBEIRO DA LUZ JUNIOR

PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA SOLAR FOTOVOLTAICA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PORTONACIONAL - TO

Projeto de Graduação foi avaliado e apresentado à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Elétrica, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica e aprovado em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 04/02/2022

Banca Examinadora

Alex Vilarindo Menezes

Prof. Me. Alex Vilarindo Menezes, UFT



Assinado digitalmente por ALCY MONTEIRO JUNIOR:
02054783102
DN: C=BR, O=KCP-Brasil, OU=AC SOLUTI Multipla v.5,
OU=32075287000105, OU=Presencial, OU=Certificado
PF A1, CN=ALCY MONTEIRO JUNIOR.02054783102
Razão: Eu concordo com os termos definidos por minha
assinatura neste documento
Localização: Palmas - TO
Data: 2022.02.09 08:33:23-03'00'

Prof. Me. Alcy Monteiro Júnior, UFT

Fillipe M. de Vasconcelos

Eng. Dr. Fillipe Matos de Vasconcelos, USP

Palmas-TO, 2022

Aos meus pais, que sempre
sonharam juntocomigo. Essa vitória
é nossa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de ter chegado até aqui, agradeço a minha mãe e meu pai que nunca mediram esforços para que esse sonho se tornasse realidade. Ao Prof. Me Alex Vilarindo Menezes, pela orientação, e aos demais Professores do Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Tocantins, que contribuíram para que isso acontecesse, através de passar seus conhecimentos e manter o nível de excelência da Instituição.

E a todas as pessoas que participaram diretamente e indiretamente para a conquista deste sonho.

RESUMO

As fontes de energia renováveis, como é o caso na energia solar, vem a cada dia ganhando espaço no mercado e isso ocorre devido a grande preocupação da população em relação a preservação ambiental, no crescente valor de tarifa de energia, a busca por uma autosuficiência energética, demanda crescente em especial como a eletrificação do transporte e do aquecimento global, novos modelos de negócio, subsídios, tais como feed-in tariff e redução do custo de aquisição e manutenção da tecnologia. Desta maneira, o presente projeto tem como objetivo geral descrever o processo de implantação de energia solar em uma usina solar localizada no município de Porto Nacional-TO. Foram seguidas uma série de etapas para que o processo progredisse de maneira fundamental para alcançar objetivo final. Os objetivos específicos são: avaliar os benefícios da implantação de um sistema de geração de energia elétrica por meio de módulos fotovoltaicos; analisar a viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica como alternativa para redução de custos e de diversificação energética; analisar a implantação de módulos fotovoltaicos e seus impactos à natureza. A metodologia utilizada foi o acompanhamento da usina fotovoltaicas, seguidos por uma sequências de etapas, delineado por um estudo transversal com abordagem quantitativa. Cada etapa foi seguida gradualmente e sequencial para o perfeito desempenho de cada etapa. A pesquisa foi realizada na cidade de Porto Nacional, estado do Tocantins, em uma usina solar implantada neste município. O período de realização da pesquisa compreendeu os meses de Agosto a Outubro de 2021.

Palavras-chave: Energia elétrica. Energia solar. Módulos fotovoltaicos. Usina.

ABSTRACT

Renewable energy sources, as is the case with solar energy, are gaining space in the market every day and this is due to the great concern of the population in relation to environmental preservation, in the increasing value of energy tariffs, the search for self-sufficiency energy, growing demand in particular such as the electrification of transport and global warming, new business models, subsidies such as feed-in tariff and reduction in the cost of acquiring and maintaining technology. In this way, the present project has the general objective to describe the process of implementing solar energy in a solar plant located in the municipality of Porto Nacional-TO. A series of steps were followed so that the process progressed in a fundamental way to reach the final objective. The specific objectives are: to evaluate the benefits of implementing an electric power generation system using photovoltaic modules; analyze the economic and financial feasibility of photovoltaic solar energy as an alternative for cost reduction and energy diversification; analyze the implementation of photovoltaic modules and their impacts on nature. The methodology used was the monitoring of the photovoltaic plant, followed by a sequence of steps, outlined by a cross-sectional study with a quantitative approach. Each step was followed gradually and sequentially for the perfect performance of each step. The research was carried out in the city of Porto Nacional, state of Tocantins, in a solar plant located in this municipality. The research period comprised the months of August to October 2021.

Keywords: Electric energy. Solar energy. Photovoltaic modules. Power plant.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Usinas fotovoltaicas existentes no Brasil e sua potência de geração de energia.....	18
Quadro 2 - Ações necessárias para a implantação da usina fotovoltaica no município de Porto Nacional-TO.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Característica do Módulo Fotovoltaico.....	28
Tabela 2 - Características do Inversor.....	31
Tabela 3 - Ângulo de inclinação do módulo fotovoltaicos em relação a latitude geográfica do local.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização, via satélite, da usina fotovoltaica do município de Porto Nacional-TO.....	26
Figura 2 - Módulo Fotovoltaico OSDA 400-36-MH.....	27
Figura 3 - Inversor Deye 75 K-G.....	29
Figura 4 - Estrutura do solo.....	30
Figura 5 - Limpeza do local de instalação da usina fotovoltaica.....	31
Figura 6 - Irradiação solar média mensal em Porto Nacional-TO.....	33
Figura 7 - Sequência de atividades para implantação da usina fotovoltaica em Porto Nacional-TO.....	34
Figura 8 - Resultado final da Infraestrutura da usina fotovoltaica instalada no município de Porto Nacional-TO.....	39
Figura 9 - Material utilizado para colocação dos módulos.....	40
Figura 10 - Casa de abrigo dos inversores.....	41
Figura 11 - Sistema de geração, transmissão e distribuição de energia.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
FV	Fotovoltaica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
kW	Kilowatts
kWh	Kilowatt hora
MWp	Megawatt-pico
ONS	Operador nacional do sistema elétrico
PIB	Produto Interno Bruto
PRODIST	Procedimentos de distribuição de energia elétrica
REN	Resolução Normativa
ROI	Retorno Sobre Investimento
TkWh	Terakilowatt hora
TO	Tocantins

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Considerações Iniciais.....	13
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Objetivo geral.....	14
1.4 Objetivo específicos.....	14
1.5 Metodologia.....	14
1.6 Organização.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Considerações iniciais	16
2.2 Usina solar fotovoltaica	17
2.3 Aneel	19
3. METODOLOGIA.....	22
3.1 Considerações Iniciais.....	22
3.2 Levantamentos de Dados do município de Porto Nacional.....	22
3.3 Dimensionamento da usina solar fotovoltaica	22
3.4 Etapas do processo	25
3.4.1.1 1º etapa	26
3.4.1.2 2º etapa	27
3.4.1.3 3º Etapa	27
3.4.1.4 4ºetapa.....	30
3.4.1.5 5º etapa	31
3.4.1.6 6º etapa.....	32
3.4.1.7 7º etapa.....	32
3.4.1.8 8º etapa.....	32
3.4.1.9 9º etapa.....	32
4 ESTUDO DE CASO, RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1 Roteiro de projeto da usina.....	34
4.1.1 Dimensionamento do sistema fotovoltaico.....	38
4.1.2 Montagemdas estruturas.....	38
4.1.3 Execução da obra	38
4.1.4 Subestação abrigada.....	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	51

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A história da energia solar fotovoltaica tem seu surgimento nos anos de 1839, quando o físico francês *Edmond Becquerel* verificou que duas placas de latão imersas em um eletrólito líquido geravam eletricidade quando expostas à luz solar. Esse fenômeno foi denominado de efeito fotovoltaico. Com o passar do tempo, já em 1883, o inventor americano *Charles Fritts*, construiu a primeira bateria solar, ao qual foi construída com folhas de selênio. Foi um dispositivo que teve muita repercussão, apesar de sua eficiência de conversão elétrica ter sido de apenas 1%. Já em 1954, o cientista *Bell Labs* desenvolveu a primeira célula solar a base de silício. Essa célula possuía eficiência de 6% (MACHADO; MIRANDA, 2015).

A energia solar fotovoltaica hoje se tornou uma fonte de energia que tem aparecido cada vez mais nas matrizes energéticas nacionais ao longo dos anos, pois a busca por alternativas renováveis e menos poluentes é um imperativo internacional para combater o aquecimento global (SEBRAE, 2022). Além disso, fatores técnicos como redução de custos de aquisição, eficiência energética em crescente e etc. E técnicos como incremento de geração distribuída, aumento da autossuficiência energética local, adiamento de investimentos na expansão das redes aéreas de transmissão e distribuição de energia, aumento da capacidade de acomodação novas cargas elétricas, etc. Também têm colaborado para uma adoção mais massiva dessas tecnologias ao redor do mundo, especialmente em países como Espanha, Alemanha, Inglaterra, e outros (NASCIMENTO, 2017).

Tanto a energia solar quanto a energia eólica são alternativas viáveis, porém, enquanto a energia eólica consegue extrair uma média de 370 T_kWh, a energia solar consegue atingir em média 600 T_kWh, utilizando sistemas fotovoltaicos (ELY; SWART, 2014).

A conversão de energia solar em energia elétrica ocorre devido os efeitos da radiação solar (calor e luz) em determinados materiais, como é o caso dos semicondutores, ao qual se destacam os efeitos termoelétrico e fotovoltaico. O efeito termoelétrico é caracterizado pelo aparecimento de uma diferença de potencial, induzida pela união de dois metais, em condições específicas. Já no efeito fotovoltaico, os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, através do uso de células solares.

Dentre as fontes de energias renováveis, a energia solar se destaca por ser uma fonte não poluente, inesgotável, e por reduzir custos de consumo a longo prazo. Com a finalidade de permitir ao consumidor gerar energia elétrica a partir da energia solar em seu próprio estabelecimento, em 2012 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou a resolução

normativa nº 482, que estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de compensação de energia elétrica (DASSI *et al.*, 2015).

1.2 Justificativa

O município de Porto Nacional-TO, é uma das cidades relativamente grande no estado, que está em constante desenvolvimento e como seguimento tem um alongamento pela demanda de energia elétrica, assim, o estudo de implantação de uma usina solar fotovoltaica se faz valioso, considerando que a município de Porto Nacional está localizada geograficamente em uma região com altos níveis de radiação solar, além de possuir espaço suficiente para a locação dos módulos solares.

A cidade de Porto Nacional possui temperaturas elevadas e o uso da refrigeração se faz de caráter mínimo durante o ano inteiro, como consequência, os gastos com energia elétrica tem sido de valor elevado.

1.3 Objetivo geral

- Descrever o processo de implantação de energia solar fotovoltaica localizada no município de Porto Nacional – TO.

1.4 Objetivo específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Avaliar os benefícios da implantação de um sistema de geração de energia elétrica por meio de módulos fotovoltaicos;
- Descrever o processo de implantação da usina fotovoltaica, do início ao fim;
- Analisar a implantação de módulos fotovoltaicos, através da geração centralizada e seus impactos à natureza.

1.5 Metodologia

A pesquisa foi iniciada com o estudo da estrutura da edificação da usina geradora de energia solar. Foram realizadas análises técnicas dos sistemas de energia solar ali implantados, incluindo os módulos fotovoltaicos, inversores para conexão à rede elétrica, projeto do sistema fotovoltaico, dentre outros itens necessários ao processo de instalação da energia solar na respectiva usina.

Após esta etapa, foram realizados os cálculos de geração de energia solar com base nas informações coletadas na própria usina, onde serão levantados: localização no qual a instalação

se encontra; radiação solar local (horas de sol equivalente/dia), de acordo com a localização da edificação; perdas e/ou ganhos por inclinação dos módulos fotovoltaicos; perdas por sombreamento; temperatura ambiente ao longo do ano; número total de módulos fotovoltaicos; rendimento dos módulos.

1.6 Organização

No Capítulo II é apresentado uma revisão bibliográfica abordando-se sobre a matriz energética brasileira, as condições meteorológicas e seus principais materiais de fabricação, os diferentes tipos de sistemas que podem ser empregados para a geração de energia solar fotovoltaica, e um breve histórico de usinas solar fotovoltaica no Brasil.

Uma vez apresentado o funcionamento do sistema e o seu desenvolvimento no âmbito nacional o Capítulo III apresenta a metodologia no qual o trabalho se baseou. O Capítulo III apresenta o estudo de caso, bem como o dimensionamento do sistema e os possíveis resultados que será obtidos pela instalação do sistema no município de Porto Nacional-TO. Finalmente, no Capítulo IV é apresentada uma análise dos resultados obtidos pelo estudo dos casos e também sugestões para trabalhos futuros. Para concluir a dissertação são apresentadas as referências bibliográficas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Considerações iniciais

O Brasil possui uma série de características naturais favoráveis a inserção da energia fotovoltaica na matriz elétrica, tais como, altos níveis de irradiação solar e grandes reservas de quartzo de qualidade, que podem gerar importante vantagem competitiva para a produção de silício com alto grau de pureza, células e módulos, produtos estes de alto valor agregado (LIMA, 2014).

Deste modo, a matriz energética mundial vem sofrendo alterações com o passar do tempo, em virtude da disponibilidade dos recursos energéticos, das tecnologias implantadas, do custo de produção da energia, das políticas energéticas adotadas, da quantidade de reservas existentes e, mais recentemente, da necessidade de migração para um tipo de energia menos poluente ao meio ambiente, como é o caso da energia solar (BEZERRA, 2016).

As preocupações mais citadas em relação à energia FV incluem o custo de aquisição, o armazenamento da energia e a variabilidade do recurso solar. O projeto de sistemas FV inclui baterias ou uma conexão com a rede de distribuição de eletricidade. Isso proporciona ao proprietário energia à noite e durante os dias nublados (KOLLING *et al.*, 2004).

Muitos proprietários que conectam o seu sistema à rede de distribuição de energia elétrica tiram proveito do *net metering*, que é um procedimento no qual um consumidor de energia elétrica instala pequenos geradores em sua unidade consumidora (como, por exemplo, módulos solares fotovoltaicos e pequenas turbinas eólicas) e a energia gerada é usada para abater o consumo de energia elétrica da unidade. Quando a geração for maior que o consumo, o saldo positivo de energia poderá ser utilizado para abater o consumo em outro posto tarifário ou na fatura do mês subsequente. (NEWTON; MONA, 2007).

Esse recurso permite que os proprietários extraiam e forneçam energia para a rede de distribuição de eletricidade. Pode-se utilizar baterias para armazenar o excesso de energia para usar à noite ou durante os dias nublados. No entanto, as baterias aumentam o custo de aquisição do equipamento (BRANDÃO; MARAFÃO; VILLALVA, 2012).

As condições meteorológicas e ambientais causam efeito significativo sobre o rendimento do sistema FV. Existem muitas considerações a serem feitas durante o projeto e a instalação de um sistema de energia solar. Há algumas questões de segurança e ambientais relativas aos sistemas FV (MACHADO; MIRANDA, 2015).

Os sistemas FV são personalizados, dependendo das necessidades do local. Cada local tem fatores ambientais diferentes. Esses fatores afetam o tipo de sistema necessário e o seu nível

de desempenho. Os sistemas FV incluem:

O recurso solar: o sol é a fonte de energia de todos os sistemas FV em nosso sistema solar; Células fotovoltaicas: quando tratadas com impurezas químicas, em um processo chamado dopagem, essas finas seções de material semicondutor reagem à luz solar, criando tensão e corrente; Módulo: os módulos normalmente consistem em várias células ligadas em série e em paralelo, para fornecer tensões e corrente; Módulo: o termo módulo é utilizado intercaladamente com o termo painel; Matriz: uma matriz consiste em vários módulos ligados em série e em paralelo, para fornecer tensão e correntes específicas. A matriz normalmente é presa a uma estrutura de montagem; Bateria: uma bateria pode ser definida como um dispositivo de armazenamento de energia elétrica de corrente contínua (CC). Até mesmo os sistemas FV conectados à rede de distribuição de energia elétrica frequentemente podem se beneficiar de um sistema de armazenamento em baterias, em que a falta de energia é uma preocupação; Inversor: o inversor CC-CA converte a energia de corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), para ser utilizada em eletrodomésticos, eletrônicos e outros dispositivos; Controlador de carga: um controlador de carga regula, carrega e mantém a tensão da bateria; Carga elétrica: a carga elétrica inclui os eletrodomésticos e outros dispositivos que usam a energia gerada pelo sistema FV. As cargas elétricas podem ser CC ou CA. É possível ter os dois tipos de carga elétrica no mesmo sistema FV; Cabeamento: o cabeamento inclui os fios, também conhecidos como condutores que conectam os componentes do sistema para produzir circuitos; Protetor contra surtos: um protetor contra surtos é um dispositivo que protege contra choques elétricos provenientes de curtos-circuitos e contra danos decorrentes das flutuações de energia (URBANETZ JUNIOR; CASAGRANDE JUNIOR; TIEPOLO, 2014).

2.2 Usina solar fotovoltaica

Usina solar fotovoltaica, também conhecida como parque solar ou central fotovoltaica, é projetada para gerar energia elétrica e é um sistema de grande porte que produz energia através de módulos fotovoltaicos que convertem a energia do sol em energia elétrica para ser vendida para a rede. A grande preocupação em produzir energia limpa ocorre devido à grande demanda por energia, seja devido o acelerado crescimento dos países em desenvolvimento ou simplesmente devido ao grande aumento populacional. O Brasil é um país que detém aproximadamente 65% de sua matriz energética em recursos hídricos para poder gerar energia e por este motivo, necessita diversificar essa matriz para não comprometer o desenvolvimento (ALENCAR; URBANETZ JUNIOR, 2016).

O Brasil é um país que possui um grande potencial para utilização desta fonte de energia,

uma vez que os índices de radiação solar são elevados comparado aos países europeus, chegando a uma média de 1500 kWh/m²/ano a 2200 kWh/m²/ano, porém o país ainda está longe de utilizar todo o seu potencial. Projeções da ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica) apontam que o Brasil deverá encerrar 2022 com quase 25 GW de capacidade instalada em energia solar. Isso representaria um crescimento de mais de 91,7% em relação aos números atuais do país, que hoje tem pouco mais de 13 GW. (ABSOLAR, 2022)

Uma usina solar fotovoltaica, geralmente é instalada em áreas afastadas dos centros consumidores, e a energia produzida não está associada a um consumidor específico, isto, toda a energia elétrica produzida na usina é disponibilizada instantaneamente à rede da concessionária. Uma usina apresenta como desvantagem a sua localização, que, geralmente encontram-se afastadas dos centros de consumo, necessitando, assim, de um sistema de transmissão para levar a energia até o centro consumidor, outro fator é que, as usinas ocupam grandes espaços. Esses fatores acabam impactando nos custos de instalação de uma usina, podendo, até, inviabilizar a sua implantação, dependendo da região a ser instalada (SILVA, 2015).

O Brasil é um país que já possui algumas usinas fotovoltaicas de grande porte, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) fez a demonstração de algumas destas, conforme descrito no quadro 1.

Quadro 1 - Usinas fotovoltaicas existentes no Brasil e sua potência de geração de energia

Usina	Localização	Potência	Ano de Inauguração
Usina solar São Gonçalo	São Gonçalo do Gurguéia - PI	475 MW	2020
Usina solar Pirapora	Pirapora-MG	321 MW	2017
Usina solar Nova Olinda	Ribeira do Piauí - PI	292 MW	2017
Parque solar Ituverava	Tabocas do Brejo Velho-BA	254 MW	2017

Complexo solar Lapa	Bom Jesus da Lapa - BA	158 MW	2017
Central Fotovoltaica Juazeiro Solar	Juazeiro-BA	156 MW	2019
Usina solar de Tauá	Tauá-PE	1 MW	2011

Fonte: Alencar; Urbanetz Junior (2016); Portal Solar (2021)

Com a intenção de reduzir barreiras regulatórias existentes que dificultam a conexão de geração de pequeno porte disponível na rede de distribuição, o Brasil, através da ANEEL, regulamentou, através da Resolução Normativa nº 482/2012 as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica (BARBOSA FILHO *et al.*, 2015).

2.3 Aneel

Para regular o sistema elétrico nacional foi criada, por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), vinculado ao Ministério de Minas e Energia. A ANEEL elaborou procedimentos de distribuição de energia elétrica, conhecido como PRODIST, sendo o mesmo dividido em dez módulos que normatizam e padronizam as atividades técnicas referentes ao funcionamento e desempenho dos sistemas elétricos (GOETZE, 2017).

A ANEEL regulamenta o setor elétrico por meio da Resolução Normativa nº 482/2012, sendo que a mesma estabelece condições gerais para o acesso de micro e minigeração de energia elétrica ligada ao sistema de distribuição, além de criar o sistema de compensação de energia elétrica. A microgeração refere-se a uma central geradora de energia elétrica com potência instalada menor ou igual a 75 kW. Já a minigeração refere-se a centrais com potência superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW, para fonte hídrica, ou 5 MW para as demais fontes (BESSO, 2017).

O período para utilização dos créditos de energia de compensação aumentou de 36 para 60 meses. Outras novidades da resolução são as possibilidades de instalação do sistema fotovoltaico em locais remotos da carga e em empreendimentos de múltiplas unidades

consumidoras, nos quais a energia pode ser compartilhada entre os condôminos em percentuais definidos por eles mesmos (BESSO, 2017).

Com a Resolução Normativa (RN) 482/2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) inovou ao regulamentar a compensação de energia, estabelecendo critérios para o uso do excedente gerado na micro ou minigeração energética e conforme a classe de consumo do usuário. Em 2015, a norma passou por uma atualização que resultou na NR 687/2015, que consolida os atuais parâmetros do net metering no Brasil.

A Resolução Normativa nº 482/2012 permite a instalação de geração distribuída em local diferente do ponto de consumo. Para tanto, existem as seguintes alternativas:

Geração compartilhada: caracterizada pela reunião de consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, por meio de consórcio ou cooperativa, composta por pessoa física ou jurídica, que possua unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia excedente será compensada;

Autoconsumo remoto: caracterizado por unidades consumidoras de titularidade de uma mesma Pessoa Jurídica, incluídas matriz e filial, ou Pessoa Física que possua unidade consumidora com micro ou minigeração distribuída em local diferente das unidades consumidoras, dentro da mesma área de concessão ou permissão, nas quais a energia excedente será compensada;

Empreendimento com múltiplas unidades consumidoras (condomínios): caracterizado pela utilização da energia elétrica de forma independente, no qual cada fração com uso individualizado constitua uma unidade consumidora e as instalações para atendimento das áreas de uso comum constituam uma unidade consumidora distinta, de responsabilidade do condomínio, da administração ou do proprietário do empreendimento, com micro ou minigeração distribuída, e desde que as unidades consumidoras estejam localizadas em uma mesma propriedade ou em propriedades contíguas, sendo vedada a utilização de vias públicas, de passagem aérea ou subterrânea e de propriedades de terceiros não integrantes do empreendimento.

Antes da atualização da NR 482/2012

I - microgeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada menor ou igual a 100 kW e que utilize fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW para fontes com base em energia hidráulica, solar, eólica, biomassa ou cogeração

qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; II - minigeração distribuída: central geradora de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 3 MW para fontes hídricas ou menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, ou para as demais fontes renováveis de energia elétrica, conectada na rede de distribuição por meio de instalações de unidades consumidoras; (Redação dada pela REN ANEEL 687, de 24.11.2015.) III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa gerada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída compense o consumo de energia elétrica ativa. III - sistema de compensação de energia elétrica: sistema no qual a energia ativa injetada por unidade consumidora com microgeração distribuída ou minigeração distribuída é cedida, por meio de empréstimo gratuito, à distribuidora local e posteriormente compensada com o consumo de energia elétrica ativa dessa mesma unidade consumidora ou de outra unidade consumidora de mesma titularidade da unidade consumidora onde os créditos foram gerados, desde que possua o mesmo Cadastro de Pessoa Física (CPF) ou Cadastro de Pessoa Jurídica (CNPJ) junto ao Ministério da Fazenda. (Redação dada pela REN ANEEL 517, de 11.12.2012.) (ANEEL, 2012).

Após entendimento dos princípios básicos de funcionamento da energia solar fotovoltaica, tem-se uma noção do cenário mundial e nacional da energia solar. Desde como o mercado se adapta à inserção das usinas solares, até a questão legislativa encontrada em diferentes países. Esse ponto é importante para fazer a conexão do capítulo anterior, principalmente na questão da eficiência dos módulos como matrizes energéticas, à questão ambiental, no que tange pontos de emissão de poluentes e sua evolução.

2 METODOLOGIA

3.1 Considerações Iniciais

Para realizar uma implantação de uma usina solar fotovoltaica mais próxima e realista, é necessário entender o negócio em que deseja investir. É nesse sentido que se apresentam dos objetivos deste capítulo, que primeiramente analisa as características do município de Porto Nacional-TO, análise de tarifas a serem consideradas no sistema, além de conhecer o consumo mensal de carga ao longo de um determinado período de tempo. Em seguida, é analisado primeiramente o sistema fotovoltaico a ser implementado, no qual é utilizado as equações, que determina as características do sistema, como o número de módulos, inversores e principalmente o número de perfis de geração de energia.

Foram seguidas diversas etapas para a conclusão da Usina solar fotovoltaica de Porto Nacional-TO.

3.2 Levantamentos de Dados do município de Porto Nacional

De acordo com as análises feitas nas contas de energia, foi calculado que tem um consumo médio de 90000 kWh/m, levando em consideração os últimos 12 meses do ano. Contando com os 2 grupos tarifários, Grupo A : que são as unidades consumidoras da Alta Tensão (Subgrupos A1, A2 e A3), Média Tensão (Subgrupos A3a e A4), e de sistemas subterrâneos (Subgrupo AS) e de grupo B: Unidades consumidoras da Baixa Tensão, das Classes Residencial (Subgrupo B1), Rural (B2), Demais Classes (B3) e Iluminação Pública (B4).

3.3 Dimensionamento da usina solar fotovoltaica

O espaço disponível para instalação da usina foi de 5.200 m². Foram utilizados 1.665 módulos (módulos) de 1,98 m², o que totaliza uma área utilizada de 3.296,70 m². Os 1.665 módulos de 400 W da marca osda, modelo OSDA 400-36-MH, com 30 anos de garantia e certificado pelo INMETRO, estima produzir juntos 91.000 kWh/mês, para atender uma parte da sua demanda, com previsão de ampliação no futuro. Os materiais de infraestrutura e elétrico foram empregados de modo que o resultado final tivesse perfeito acabamento visual e técnico. Ziller et al. (2012) projeta geração de energia mensal de 137 kWh para cada kWp instalado.

A potência total do sistema é de 665 Kwp, sendo que para se chegar a esse valor, utilizou-se a equação 1.

Potência nominal

necessária Equação

1: Equação N

$$P_{cc} = \frac{E}{\frac{G_{poa}}{R}}$$

Onde:

P_{cc} = Potência média necessária (kW_{pcc});

E = Consumo médio diário durante o ano (kWh/dia);

G_{poa} = Ganho por radiação solar: média mensal do total diário (kWh/m²/dia); R = Rendimento do sistema (%).

$$P_{cc} = \frac{\frac{3000}{5,25}}{98} = 583 \text{ kw}_{pcc}$$

Equação
: 2

$$P_t = \frac{E_{Wh}}{r}$$

Onde:

P_t = Potência total do sistema (Wp) = $\frac{E_{Wh}}{P_{mod}}$

E_{Wh} = Energia gerada ao mês (Wh)

r = Relação entre geração e capacidade do sistema (Wh/Wp) Então:

$$P_t = \frac{91000}{\frac{665 \text{ wp}}{137}} =$$

Os 1.665 módulos utilizados na usina fotovoltaica foram calculados através da fórmula 2, e a área mínima utilizada para implantação dos 1.665 módulos foi calculada por meio da fórmula 3.

Equação 3:

$$N_p = \frac{P_t}{P_{mod}}$$

Onde:

N_p = Número de módulos

P_t = Potência total do sistema (Wp)

P_{mod} = Potência individual do módulo (Wp)

Então:

$$N_p = \frac{665}{400} = 1.662 \text{ módulos}$$

Onde:

$A_t = N_p \times A_p$

A_t = área mínima total da instalação (m²) N_p = Número de módulos

A_p = área (comprimento x largura) do módulo fotovoltaico

utilizado (m²)Então:

$$A_t = 1.665 \times 1,98 = 3.296,7\text{m}^2$$

Os módulos foram conectados em 12 blocos, 11 blocos com 144 módulos cada, com 9 arranjos de 16 módulos ligados em série, e 1 bloco com 81 módulos, com 5 arranjos de 16 módulos cada, ligados em série. (Figura 5).

Fator de Dimensionamento do Inversor

– FDI Equação 4:

$$FDI = \frac{P_{nom}}{PFV}$$

$$FDI = \frac{525}{665} = 0,78$$

Segundo Costa (2010), especialistas recomendam uma faixa de 0,75 a 1,2 para o FDI. Sendo,

P_{nom} = potência nominal na saída do inversor em kW

PFV = potência do gerador FV em Wp

Tensão de entrada

A tensão de entrada no inversor deve ser a tensão resultante de cada string, isto é, a associação em série dos módulos fotovoltaicos. Para determinar a quantidade de módulos em cada string, a expressão (2) deve ser obedecida.

Equação 5:

$$Nms < \frac{Vin}{Vmod}$$

Nms = número de módulos fotovoltaicos associados em série;

Vin = tensão de entrada máxima permitida do inversor; **Vmod** = tensão do módulo de saída

$$Nms < \frac{1665}{97,5} = 17$$

Faixa de tensão de operação do MPPT

A quantidade de módulos fotovoltaicos associados em série atenda os requisitos mencionados, ela deve obedecer à Equação (Nº 6).

Equação 6:

$$\frac{VminMPPT}{VmpTmax} \leftarrow Nms < \frac{VmaxMPPT}{VmpTmin}$$

$$\frac{200}{46,4} < 17 < \frac{850}{40,7}$$

3.4 Etapas do processo

A tensão de entrada no inversor deve ser a tensão resultante de cada string, isto é, a associação em série dos módulos fotovoltaicos. Para determinar a quantidade de módulos em cada string, a expressão (2) deve ser obedecida.

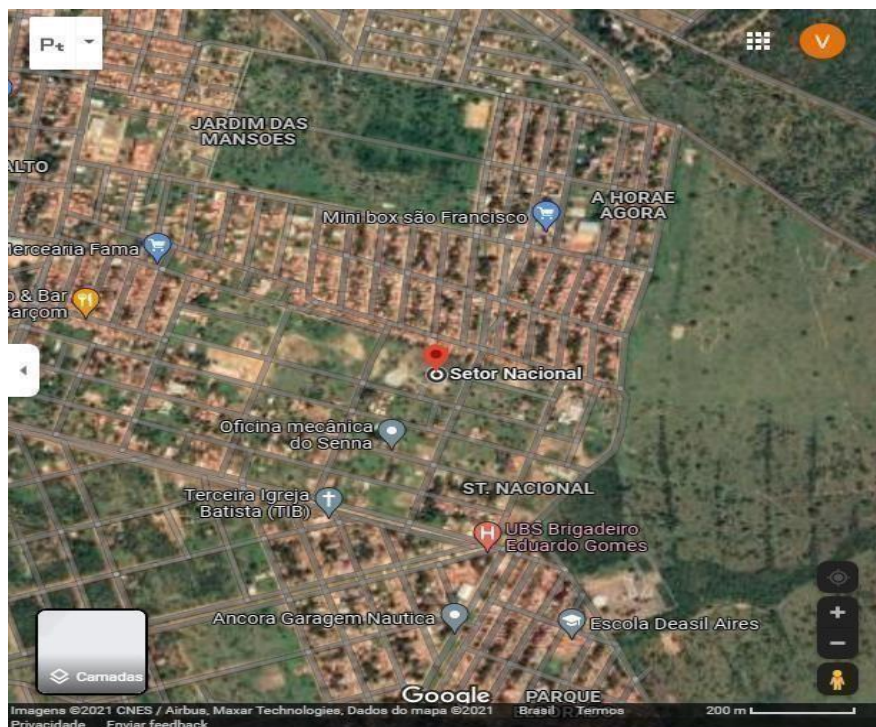
3.4.1 1º etapa

Foi a idealização de um projeto que diversifique a matriz energética, e tenha solução sustentável, que possa reduzir gastos com energia elétrica do município de Porto Nacional – TO, e para que tudo isso ocorra, tenha um local para a implantação da usina fotovoltaica.

O local escolhido para realização deste estudo foi a usina solar fotovoltaica localizada no município de Porto Nacional, estado do Tocantins, com uma população estimada de 53.618 pessoas para o ano de 2021, com um PIB per capita de aproximadamente R\$: 31.830,46, calculado no ano de 2018 (IBGE, 2021). É um município que possui como coordenadas geográficas: 10° 42' 28" S, 48° 25' 1" W. A altitude de Porto Nacional é de 234 metros.

A distribuidora de energia elétrica é a Energisa. O local onde a usina solar fotovoltaica está instalada possui características necessárias para a implantação da usina, pois a área é extensa (5.200 m²) e não possui obstáculos para a incidência da radiação solar. A usina está localizada na Rua 9, Lote 24, Setor Nacional, município de Porto Nacional-TO (Figura 1).

Figura 1 – Localização, via satélite, da usina fotovoltaica do município de Porto Nacional-TO.



Fonte: Google Maps (2021)

3.4.2 2º etapa

Como se trata de órgão público, precisou de uma licitação. Após a licitação que houve, uma empresa ganhadora começou todos os transmisses. De início é necessário um projeto de implantação e cortes, incluindo Memorial, para obtenção de financiamento junto à Instituição Bancária, documentos de licenças municipal, estadual, federal e ambientais são obrigatórios, no caso de Porto Nacional houve uma dispensa de licenciamento pois a usina implantada fica em zona urbana e não quer licenciamento ambiental, foram feitos estudos hidrológicos e ambientais, para calcular a área de escoamento do terreno, o levantamento planialtimétrico para que se obtenha todos os as coordenadas x y e z da determinada área, e estudos de resistividade de solo para sabermos quando o terreno resiste ao fluxo elétrico. Obrigatoriamente para começar a obra precisa ter a existência de uma unidade consumidora no terreno, foi feito também um levantamento topográfico que é o conjunto de medições feitas em um terreno com a finalidade de representar todos os acidentes geográficos e todas as medidas entre pontos notáveis em uma determinada planta, e por fim a consulta de viabilidade junto à concessionária.

3.4.3 3º etapa

Compra dos Materiais.

O módulo fotovoltaico escolhido para ser utilizado é o modelo OSDA 400-36-MH , no qual foram utilizados 1665 módulos fotovoltaicos de Silício Monocristalino (Figura 2), com vida útil estimada de mais de 25 anos.

Figura 2 - Módulo Fotovoltaico OSDA 400-36-MH



Fonte: Neosolar

Tabela 1 - Característica do Módulo Fotovoltaico

CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	
Potência máxima:	400 W
Rendimento:	19,9 %
Tensão nominal:	37,7 V
Tensão em aberto:	48,7 V
Corrente nominal:	7,8 A
Corrente de curto-circuito:	10,7 A
DIMENSÕES	
Dimensões:	992 mm x 1960 mm
Peso:	27,5 kg
DIMENSÕES	
Dimensões:	2,08 mm x 1,02 mm
Peso:	23 kg
CARACTERÍSTICAS GERAIS	
Fabricante:	Ningbo Osda Solar
Modelo:	OSDA 400-36-MH
Tecnologia de const.:	Silício Monocristalino

Fonte: Neosolar

Inversor

O inversor escolhido para ser utilizado tem modelo Inversor Deye 75 K-G (Figura 3) em que foram utilizados total de 7 inversores, nos quais possuem valores compatíveis de tensão e corrente do dispositivo de entrada com o sistema fotovoltaico e de saída com os valores da rede a qual será conectado. As características dos inversores estão descritas na Tabela 2.

Figura 3 - Inversor Deye 75 K-G



Fonte: Deye

Tabela 2 - Características do Inversor

DADOS TÉCNICOS DO INVERSOR	
Fabricante:	Deye inversores Brasil
Modelo:	Deye 75K-G
CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	
Potência nominal:	75 kW
Potência máxima:	97,5 kW
Tensão nominal:	250 V
Corrente nominal:	176 A
Corrente máxima:	176 A
Rendimento:	0,989

Fonte: Deye

Estrutura de solo

Figura 4 – Estrutura do solo



Fonte: Sollar

Condutores

Foram utilizados cabos da parte CC como consta no anexo IX, cabos CA do anexo X, Disjuntores da anexo XI, e Dps (Dispositivos de proteção contra surtos elétricos) no anexo 13.

3.4.4 4ª etapa

Terreno

Realizou-se a limpeza do terreno, onde foi utilizado uma retroescavadeira (Figura 5). Ao final da limpeza, obteve-se poucos resíduos sólidos, sendo que o resíduo de maior predominância foi a terra e a mesma foi utilizada em outros locais do próprio município. O restante do lixo recolhido foi descartado no lixão municipal. Após a limpeza da área, iniciou-se o serviço de terraplanagem e compactação do solo.

Figura 5 – Limpeza do local de instalação da usina fotovoltaica.



FONTE: Arquivo pessoal do acadêmico (2021).

Após a limpeza da área, foi colocado brita no pátio da usina para reduzir os valores de tensões de passo e de toque toleráveis. Tem, ainda, a função de impedir o crescimento de vegetação. Foram colocados 10 cm de espessura de brita. É importante destacar que a brita aumenta a resistividade de contato e ajuda no escoamento de água pluviais. Projeto e execução das cercas, postes, caixas e portões, e a execução das fundações das mesas, uma casa para os inversores foi construída figura 8.

3.4.5 5º etapa

Essa etapa se trata dos projetos, o executivo, projeto e execução dos transformadores, projeto da rede MT interna Usina Solar FV, projeto de SPDA da Usina Solar FV, Estudos elétricos de seletividade, fluxo de potência, harmônicos, curto-circuito e outros eventualmente necessários, projeto da subestação, projeto da linha de distribuição, e o projeto *as built* da usina fotovoltaica.

3.4.6 6º etapa

Execução

Após a montagem da estrutura de solo, foram colocados os módulos em cima da estrutura, alinhados e fixados, e seguidamente foi feito a conexão de um módulo ao outro, e

suas strings.

3.4.7 7º etapa

Inversores

Foi definida a string com 16 módulos, atendendo assim a faixa de operação por MPPT, através do anexo III, foi construído um quadro geral CA, com dps e disjuntores de cada inversor. E a casa do inversor, e climatizada com um aparelho de ar condicionado.

3.4.8 8º etapa

Subestação Abrigada

Esta etapa trata-se da subestação, ocorre a instalação da rede aérea MT interna Usina Solar FV, a instalação da rede aérea MT entre a Usina Solar FV e a Subestação Elevatória / de conexão, ensaio dos relés de proteção com injeção de corrente, instalação de malha de aterramento e SPDA, subestação elevatória (alta tensão), tem o fornecimento de linhas de transmissão, externas à usina, até o ponto de conexão com a concessionária (Alta tensão), Bays de conexão (alta tensão).

3.4.9 9º etapa

Finalização

E ao finalizar a obra deve haver todos Databooks, manuais dos equipamentos, de operação e manutenção disponível na usina solar fotovoltaica, tem que ter o certificado de aferição de equipamentos e sensores, o seu monitoramento, e por fim emitir o relatório de comissionamento conforme NBR 16274.

4 ESTUDO DE CASO, RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizada uma pesquisa de campo na cidade de Porto Nacional-TO, estado do Tocantins, em uma usina solar implantada neste município. Os dados foram coletados por meio de visita *in loco* na usina de energia solar. Para a coleta dos dados foi realizada uma entrevista não estruturada. A entrevista não estruturada é aquela ao qual o entrevistador possui um guia com tópicos previamente determinados, mas não é necessário uma sequência obrigatória a seguir, uma vez que poderá surgir dúvidas e questionamentos no decorrer da entrevista (GIL, 2008).

A usina de energia solar implantada no município de Porto Nacional-TO, teve como intenção reduzir gastos com o consumo de energia elétrica por parte da gestão pública municipal de Porto Nacional, gerando energia através de energias renováveis. A escolha para implantar a usina, foi um terreno ao qual abrigou, por muito tempo, uma usina de asfalto, porém a mesma foi desativada e não estava mais em funcionamento.

Figura 6 - Irradiação solar média mensal em Porto Nacional-TO.

Cálculo no Plano Inclinado

Estação: Porto Nacional
Município: Porto Nacional, TO - BRASIL
Latitude: 10,701° S
Longitude: 48,349° O
Distância do ponto de ref. (10,725705° S; 48,387065° O): 5,0 km

#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]												Média	Delta
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,22	5,24	4,90	5,02	5,02	4,92	5,22	5,84	5,82	5,46	5,22	5,24	5,26	,94
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	11° N	4,92	5,07	4,91	5,24	5,47	5,48	5,78	6,25	5,93	5,34	4,96	4,90	5,35	1,35
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	13° N	4,85	5,02	4,89	5,27	5,53	5,57	5,86	6,30	5,94	5,30	4,90	4,83	5,36	1,47
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	6° N	5,07	5,16	4,92	5,16	5,28	5,24	5,54	6,08	5,90	5,41	5,09	5,07	5,33	1,16

Fonte: CRESESB (2021)

Por meio da análise da figura, percebe-se que o valor da irradiação solar média mensal em Porto Nacional-TO é de 5,36 kWh/m².dia, isto é, a energia proveniente dos raios solares em Porto Nacional, considerando um espaço de 1 m², é de 5,36 kWh em um dia.

4.1 Roteiro de projeto da usina

O projeto da usina obedeceu a uma sequência de atividades, conforme demonstra a Figura 7.

Figura 7 – Sequência de atividades para implantação da usina fotovoltaica em Porto Nacional-TO



FONTE: Próprio autor (2022)

Antes de iniciar a obra, foi elaborado um roteiro de execução, descrevendo todas as ações necessárias para a implantação da usina fotovoltaica no município de Porto Nacional-TO, conforme demonstra o Quadro 2.

Quadro 2 - Ações necessárias para a implantação da usina fotovoltaica no município de Porto Nacional-TO

ITEM	DESCRIÇÃO
1	AÇÕES INICIAIS
1.1	Contrato de prestação de serviços
1.2	Matriz de Responsabilidades
1.3	Cronograma
1.4	Consulta de viabilidade junto à Concessionária
1.5	Requisitos Técnicos mínimos (kWp / KW / kVA)
x	

2	DOCUMENTOS INICIAIS À ELABORAÇÃO DOS PROJETOS
2.1	Especificações dos equipamentos e fornecedor das estruturas
2.2	Levantamento planialtimétrico (com as poligonais em coordenadas, curvas de nível e orientação norte verdadeiro)
2.3	Arruamentos externos e indicações dos acessos
2.4	Estudos de sondagem e infiltração de água no solo
2.5	Estudos Hidrológicos
2.6	Estudos Ambientais
2.7	Estudos de resistividade do solo
2.7	Estudos de arracamento (<i>pull out</i>) ou equivalente
2.8	Licenças Municipais / Estaduais / Federais
2.9	Existência de Unidade Consumidora no terreno
2.10	Licenciamento de Jazidas (movimentação de solo)
x	
3	PROJETOS INICIAIS
3.1	Projetos de implantação e cortes, incluindo Memorial, para obtenção de financiamento junto à Instituição Bancária
3.2	Projetos de implantação e cortes, incluindo Memorial, para obtenção de liberação junto ao(s) órgão(ões) ambiental(is)
3.1	Projetos de implantação e cortes, incluindo Memorial, para obtenção do Alvará de Construção na Prefeitura do município
3.2	Layout do Canteiro de Obras, áreas de estoque e descarte
x	
4	PROJETO ELÉTRICO
4.1	Especificações dos Equipamentos (módulos FV, inversores, cubículos, transformadores, estruturas metálicas)
4.2	Especificações dos materiais eletromecânicos (cabos, eletrodutos, eletrocalhas, conectores, etc)
4.3	Projeto da rede MT interna Usina Solar FV
4.4	Projeto da rede MT de interligação da Usina Solar FV a Subestação
4.5	Planta de valas de cabos
4.6	Secção e perfis das valas de cabos
4.7	Detalhes dos arranjos
4.8	Diagrama Unifilar
4.9	Diagrama Multifilar
4.10	Projeto da Malha de Aterramento da Usina Solar FV
4.11	Projeto de SPDA da Usina Solar FV
4.12	Estudos elétricos de seletividade, fluxo de potência, harmônicos, curto-circuito e outros eventualmente necessários
4.13	Projeto de Interligação ao Sistema Elétrico a partir da cabine de medição
4.14	Projeto da subestação

4.15	Projeto da Linha de Distribuição
x	
5	PROJETO CIVIL
5.1	Projeto de terraplenagem
5.2	Projeto de drenagem
5.3	Projeto dos acessos internos da Usina Solar FV
5.4	Projeto dos acessos externos da Usina Solar FV
5.5	Projeto das bases dos eletrocentros e transformadores
5.6	Projeto das instalações permanentes de O&M
5.7	Projetos das cercas, postes, caixas e portões
5.8	Projetos das fundações das mesas
5.9	Planta, cortes e elevações
5.10	Arranjo geral dos equipamentos
5.11	Layout geral da planta
5.12	Instalações Hidrosanitárias
x	
6	PROJETO ELETROME CÂNICO
6.1	Projeto de quadros de energia
6.2	Projeto de suportes de equipamentos
6.3	Montagem eletromecânica da subestação
6.3	Montagem eletromecânica das mesas (arranjo fotovoltaico)
7	PROJETOS ESPECÍFICOS
7.1	Transformador elevador
7.2	Eletrocentro Solar
7.3	Cabine de medição e interconexão com a Concessionária
7.4	String Box
7.5	Sistema SCADA - Supervisão e Controle
7.6	Sistema de monitoramento (câmeras, CFTV, etc)
7.7	Estação Meteorológica
7.8	Filtros Harmônicos e Banco de Capacitores e Reativos
7.9	Peças Sobressalentes (gerador fotovoltaico)
x	
8	DOCUMENTO DE ENTREGA
8.1	Databooks (<i>as built</i>)
8.2	Manuais dos equipamentos instalados
8.3	Certificados de aferição de equipamentos e sensores
8.4	Manuais de operação e manutenção
8.5	Relatório de comissionamento conforme NBR 16274

FONTE: Arquivo pessoal do acadêmico (2021)

A descrição das ações necessárias para implantação da usina fotovoltaica *nadamas* é do que um plano formal das atividades, sendo que o mesmo se faz necessário para facilitar as tomadas de decisões, no qual se define o que vai ser desenvolvido (executado) e qual a

tecnologia a ser utilizada e o mercado de atuação. Essa descrição de ações resume-se em um planejamento estratégico do que será desenvolvido para implantação da usina fotovoltaica.

É necessário realizar análise dos setores externos e internos, dos fornecedores, consumidores, pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças existentes.

Assim, os planos formais, ou planejamento, são úteis em todas as organizações, mas especialmente naquelas que possuem grandes negócios e grandes potenciais, quando mudanças substanciais estão ocorrendo no ambiente e quando envolve tarefas complexas.

A respectiva matriz de responsabilidades traz claro a descrição das atividades, o provedor do serviços, isto é, quem irá executar, os comentários específicos sobre a ação a ser desenvolvida e os responsáveis pelo comentário. Sobre a matriz de responsabilidades, Lopes (2014, p. 11) afirma que a mesma apresenta, “as responsabilidades de cada um dos membros da equipe no projeto. Pode apresentar as responsabilidades detalhadas de cada recurso, como também as responsabilidades apenas das pessoas e funções-chave do projeto. Identifica as responsabilidades, bem como a necessidade de apoio e a supervisão de cada grupo de atividades do projeto e de cada plano específico do projeto”. De acordo com o Anexo II.

4.1.1 Dimensionamento do sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico é dimensionado apurado em três fatores primordiais: Potência a ser atendida, irradiância e temperatura, a partir disso a quantidade necessária de módulos fotovoltaicos e inversores é descoberta. Foi feito um estudo primeiramente no mercado, para saber qual módulo seria utilizado, fator de grande peso para escolha foi potência, preço, eficiência, certificação e garantia.

4.1.2 Montagem das estruturas

Para iniciar a montagem das estruturas, foi realizado uma escavação de profundidade de 60 cm, com diâmetro de 40 cm e altura de 10 cm. A sapata de concreto, que fica visível sobre o solo, foi constituída com um total de 70 cm de concreto, sendo que uma coluna de solo para outra tem a distância de 3 m. A estruturado solo é composta por coluna de solo, mão francesa, terça inclinada, longarina, contraventamento, grampo de fixação e parafuso.

4.1.3 Execução da obra

Inicialmente ressalta-se que para executar toda a obra foram necessários 180 dias. Para um melhor direcionamento de ângulo de instalação dos módulos fotovoltaicos, realizou-se uma análise para a definição dos mesmos, escolhendo a localização dos módulos no estabelecimento

para um melhor aproveitamento da energia solar. Villalva; Gazoli (2012) destaca que o melhor aproveitamento da energia solar acontece quando os raios solares incidem perpendicularmente ao módulo solar, com ângulo $\beta=0$. Isto significa que, para aumentar a captação de energia, a inclinação do módulo solar deve ser ajustada diariamente para melhor adequação ao valor solar ocorrido naquele dia.

Como o Brasil é um país que possui uma relação privilegiada ao sol, para que se consiga uma melhor eficiência do sistema é indicado que os módulos fotovoltaicos tenham um grau de inclinação conforme demonstração na Tabela 3.

Tabela 3 - Ângulo de inclinação do módulo fotovoltaicos em relação a latitude geográfica do local

Latitude geográfica do local	Ângulo de inclinação recomendado
0° a 10°	$\alpha = 10^\circ$
11° a 20°	$\alpha = \text{latitude}$
21° a 30°	$\alpha = \text{latitude} + 5^\circ$
31° a 40°	$\alpha = \text{latitude} + 10^\circ$
41° ou mais	$\alpha = \text{latitude} + 15^\circ$

FONTE: Villalva; Gazoli (2012)

A latitude aproximada do local é de 13°, sendo assim, o melhor ângulo para a execução do projeto, devido essa latitude está entre os ângulos 11° a 20°, seguindo as recomendações de Villalva e Gazoli, o ângulo de inclinação deverá ser igual o da sua latitude.

Para definir o dimensionamento da potência nominal (em kWp) do gerador fotovoltaico, de acordo com Almonacid (2004) pode-se utilizar três formas: 1) Geração máxima de energia fotovoltaica; 2) Geração de energia equivalente ao espaço para a instalação, ao qual o gerador será conectado; 3) Geração de energia fotovoltaica para um determinado consumo.

No estudo de caso, para realização do sistema e a definição da potência nominal foi em função da área física disponível para a instalação dos módulos. O módulo definido para a montagem do sistema foi o de potência 400 Wp e área de ocupação por módulo 1,98 m² (Figura 8).

Figura 8 - Resultado final da Infraestrutura da usina fotovoltaica instalada no município de Porto Nacional-TO.



Fonte: Arquivo pessoal do acadêmico (2021)

Os arranjos em série foram ligados da seguinte maneira: polo positivo de um módulo com o polo negativo do outro e a saída foi feita tomando o polo positivo e polo negativo do último módulo do conjunto em série. Nesse tipo de associação modular, a tensão final do conjunto é igual a soma das tensões de cada módulo e como a associação em série, a corrente não se altera.

$$\text{Equação 7: } N^{\circ} I_{total} = I_a = I_b = I_n$$

$$\text{Equação 8: } N^{\circ} V_{total} = V + V_b + V_n$$

A potência do sistema fotovoltaico foi determinada pelo arranjo dos módulos conectados em série, isto é, quanto maior o número de arranjo em série, maior será a potência do sistema. O material definido para colocação dos módulos, foi o alumínio, pois, como a instalação ficaria em local exposto diretamente às condições meteorológicas, optou-se por um material que não sofresse danos com a ação da chuva e do sol (Figura 9).

Figura 9 - Material utilizado para colocação dos módulos



FONTE: Arquivo pessoal do acadêmico (2021)

Figura 10 – Casa de abrigo dos inversores



Fonte: Arquivo pessoal do acadêmico (2021)

O inversor possui uma eficiência máxima de 98,9%, com isolamento galvânico, adequado para módulos de todas as tecnologias, com componentes de alta qualidade, design robusto, proteção nível IP65, que permite instalação externa e design térmico inteligente. A instalação dos inversores foi feita em uma casa específica para receber os inversores contra chuvas e desgastes produzidos pelo sol.

4.1.4 Subestação abrigada

A subestação da usina fotovoltaica de Porto Nacional-TO, é utilizada como ponto de controle e transmissão de energia elétrica, que no caso em questão é de 665 kVA. É utilizada para elevar a potência ou tensão, levando as mesmas para os cabos de transmissão, até chegar na distribuidora, além de ter a função de proteger a usina. É um local que abriga o transformador. A subestação eleva a potência para que não ocorra perdas de energia durante o trajeto de geração até chegar à distribuidora. Conforme o que é preconizado pela Energisa (2021), as subestações com capacidades instalada superior a 300 kVA, devem seguir o que está estabelecido nos desenhos 25 a 29, 35 a 39, 41 e 42 (Anexos) do manual. Para construir a subestação tem que ser seguidos alguns critérios, como: utilizar disjuntor com relé secundário com funções de 50 e 51 fase e de neutro; equipamentos de média tensão do tipo de acionamento automático na abertura e com capacidade de interrupção simétrica mínima de 350 MVA nas tensões de 11,4 kV, ou 13,8 kV, 22 kV, ou 34,5 kV com corrente nominal mínima de 350 A. O disjuntor é a vácuo ou SF₆, por questões de segurança; estas proteções estão plotadas no coordenograma que compõe o projeto; Os eletrodutos de aço galvanizado contendo a fiação para a proteção secundária tem que ser instalados externamente nas paredes e teto da subestação, uma vez que a concessionária não admite instalação embutida; Tem que ser utilizados reles digitais para a unidade de proteção do cliente, sendo utilizadas as proteções de fase e neutro temporizadas e instantâneas. A atuação da proteção do cliente foi, para o máximo nível de curto no mesmo, 300 ms mais rápido que a sua proteção de retaguarda (Energisa). Obedecendo a aprovação e análise da distribuidora com os estudos de seletividade/coordenograma; O equipamento de proteção da média tensão tem que está situado a 50 m do último poste da Concessionária; tem que ser usada a chave seccionadora tripolar para cada unidade transformadora em subestações abrigadas, sendo instalado chave seccionadora tripolar com abertura sob carga base fusível tipo HH.

A subestação tem que possuir as seguintes condições: As paredes, o teto e o piso tem que ser construídos em alvenaria, e o revestimento de materiais não sujeitos a combustão; O pé direito de 5,50 m, da entrada aérea; Coberturas têm de ser construídas com o desnível indicados nos padrões e orientadas de modo a não permitir o escoamento de água de chuva sobre os

condutores de média tensão; Impermeabilidade total contra a infiltração d'água; Teto de laje de concreto armado e as paredes, externas e internas de alvenaria, com espessura mínima de 0,15 m; Portas metálicas, abrem para fora, são de uma dimensão tal que permite a passagem folgada do maior equipamento da subestação, sendo que a largura da porta é de 1 m maior que este maior equipamento (mínimo de 1,20 m x 2,10 m) e tem afixada placa com a indicação “PERIGO DE MORTE - ALTA TENSÃO” conforme desenho 19 (Anexos); Os corredores para acesso e manobra de equipamentos têm espaço livre de 1,20 m de largura, não existindo degraus ou rampas; Todos os cubículos tem necessidade de estar isolados com tela de arame galvanizado 12 BWG, com malha de 10 mm; A grade do cubículo de medição tem fechamento até o teto e é equipada com dispositivo para selagem; A subestação têm de possuir sistema de iluminação artificial (com luminária hermética), alimentado em corrente contínua ou alternada; Os cubículos de medição e de transformação são dotados de duas janelas de ventilação, providas de telas metálicas e venezianas, sendo disposta uma a 0,30 m do piso de maior cota e a outra a 0,15 m do teto.

Em cada módulo de transformação da cabine e sob o disjuntor de média tensão tem que ter um sistema de captação de óleo, construído com piso liso, com desnível de 3% em direção ao furo de captação. Através de um tubo de ferro fundido de diâmetro 100 mm, o sistema é interligado ao tanque de captação com capacidade mínima igual ao volume de óleo do transformador; A subestação é equipada com extintor para combate a incêndio do tipo Classe - C e atende as demais exigências de segurança estabelecida na norma NR-23 da consolidação das leis do trabalho; A potência em KVA do transformador, fabricante, número de série, impedância e data de fabricação está pintada com fundo amarelo e letras/números pretos, em local visível.

De forma geral, os geradores eólicos e fotovoltaicos possuem uma tensão de geração variando entre 1.000 V (pequenos geradores) a 12.000 V (grandes geradores). Assim, é necessário que se eleve essa tensão para 13,80 kV (pequenos geradores) e para 34,5 kV (médios e grandes geradores).

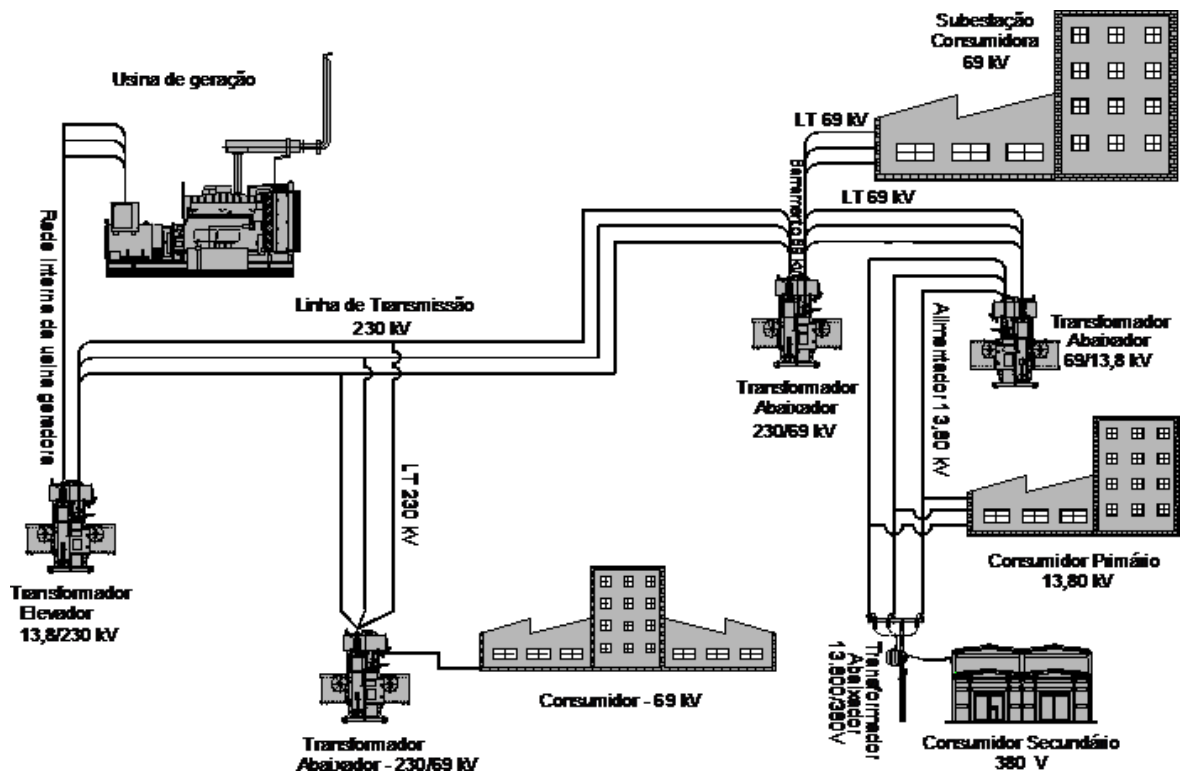
Para que a potência gerada seja injetada na rede de distribuição, a tensão deve ser elevada a níveis de transmissão:

- Para 69 kV (pequenas usinas geradoras de até 30 MW de potência nominal).
- Para 138 kV (usinas geradoras de médio porte, de até 150 MW de potência nominal).
- Para 230 kV (usina geradoras de grande porte de até 300 MW de potência nominal).

- Para geradores com capacidade nominal superiores a 300 MW, a tensão de transmissão deve ser de 500 kV.
- Já próximo à carga consumidora, a tensão deve ser reduzida sucessivamente, até alcançar níveis de 220 V ou 380 V, a depender da região do Brasil.

Sempre que necessitamos elevar ou reduzir a tensão de um sistema de potência faz-se necessária a utilização de uma subestação elevadora ou subestação abaixadora, conforme pode ser observado no esquema da Figura 11 (MAMEDE FILHO, 2022).

Figura 11 – Sistema de geração, transmissão e distribuição de energia.



Fonte: Mamede Filho (2022)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil, tem-se percebido que a geração de energia solar fotovoltaica vem se destacando, uma vez que esse tipo de energia é considerada limpa e não agride o meio ambiente. A geração deste tipo de energia tomou maior impulso no ano de 2012, com a Resolução n. 482 da ANEEL, que estabeleceu condições gerais para o acesso de micro e minigeração de energia elétrica ligada ao sistema de distribuição, além de criar o sistema de compensação de energia elétrica, conhecido como Net Metering.

Com a intenção de aumentar o público alvo e compartilhar o Sistema de Compensação de Energia Elétrica com as Condições Gerais de Fornecimento, a ANEEL revisou a REN 482, e criou a Resolução Normativa 687 de 2015. Assim, o município de Porto Nacional-TO, com a intenção de maximizar a utilização de energia elétrica de maneira mais consciente, teve a iniciativa de implantar a primeira usina fotovoltaica do município.

A usina foi implantada em uma área de 5.200 m², localizada no setor Nacional. É uma área plana, sem obstáculos que atrapalhem a radiação solar, favorecendo a implantação da usina. Inicialmente foi solicitada a licença ambiental, conforme preconizado pela Lei Federal n. 6.938/81. Essa licença é necessária para todo empreendimento que utilize recursos naturais.

Antes de iniciar a execução da obra de implantação da usina fotovoltaica, foi elaborado um projeto ao qual descreveu-se todas as ações necessárias, bem como realizou-se a matriz de responsabilidades das ações, descrevendo as respectivas responsabilidades de execução. É importante ressaltar que, realizou-se um estudo preliminar de mercado para a escolha do módulo a ser utilizado, sendo que levou-se em consideração para a escolha a potência, o preço, a eficiência, certificação e garantia do material.

Os serviços de implantação iniciaram-se com a limpeza do terreno e após a limpeza, realizou-se serviços de terraplanagem e compactação do solo. Após essa preparação do solo, realizou-se a escavação para montagem das estruturas. As escavações foram: 60cm de profundidade, diâmetro de 40cm e altura de 10cm. A sapata de concreto, que fica visível sobre o solo, foi constituída com um total de 70cm de concreto, sendo que de uma coluna de solo para outra deixou-se a distância de 3m².

Para melhor direcionamento de ângulo dos módulos fotovoltaicos, realizou-se uma breve análise, escolhendo localização dos módulos para um melhor aproveitamento da energia solar. O módulo escolhido para ser instalado na usina tem potência de 400 Wp, marca osda, modelo ODA 400-36-MH, com 30 anos de garantia e certificado pelo INMETRO, sendo que para cada módulo seria necessário 1,98m². Foram utilizados 1.665 módulos, o que totalizou

uma ocupação de área de 3.296,70 m². Todos os módulos juntos tem uma previsão de geração de 91.000 kWh/mês, sendo que essa geração irá atender parte da demanda da prefeitura, porém a usina tem previsão de ampliação futura.

Os módulos foram conectados em 12 blocos, sendo 11 blocos com 144 módulos cada, com 9 arranjos de 16 módulos ligados em série, e 1 bloco com 81 módulos, com 5 arranjos de 16 módulos cada, ligados em série. Como foram instalados 1.665 módulos de potência de 400 W, foram necessários instalar sete inversores de 75,00 kW cada, da marca Deye, modelo SUN-75 K-G. Para executar toda a obra foram necessários cerca 180 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, Cristiano Andrade; URBANETZ JUNIOR, Jair. **Usinas solares fotovoltaicas no Brasil: panorama atual e perspectivas futuras**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Curitiba, Brasil, 2016. Disponível em: <http://utfpr-ct-static-content.s3.amazonaws.com/labens.ct.utfpr.edu.br/wp-content/uploads/2016/05/INDUSCON2016-0070.pdf>. Acesso em: 22 Jul. 2021
- ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL N° 482 de 17/04/2012**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=342518>. Acesso em: 08 Fev. 2022
- BALFOUR, John; SHAW, Michael; NASH, Nicole Bremer. **Introdução ao projeto de sistemas fotovoltaicos**. 1. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019
- BARBOSA FILHO, Wilson Pereira; FERREIRA, Wemerson Rocha; AZEVEDO, Abílio César Soares; COSTA, Antonella Lombardi; PINHEIRO, Ricardo Brant. Expansão da energia solar fotovoltaica no Brasil: impactos ambientais e políticas públicas. **R. gest. sust. ambient.**, Florianópolis, n. esp, p.628-642, dez. 2015. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3467/2519. Acesso em: 22 Jul. 2021
- BEIGELMAN, Bruno Boaventura. **A energia solar fotovoltaica e a palicação na usina solar de Tauá**. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica). Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10007228.pdf>. Acesso em: 07 Fev. 2022
- BESSO, Rachel. **Sistema solar fotovoltaico conectado à rede – estudo de caso no Centro de Tecnologia da UFRJ**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, fevereiro, 2017. Disponível em: <http://drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2017/rachel-besso-2017.pdf>. Acesso em: 22 Nov. 2021
- BEZERRA, Filomena Nádia Rodrigues. **Sustentabilidade da matriz energética brasileira**. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/19359/1/2016_dis_fnrbezerra.pdf. Acesso em: 06 Dez. 2021
- BLUESOL ENERGIA SOLAR. **Usina solar: como funciona e os principais projetos no Brasil**. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/usina-solar-no-brasil>. Acesso em: 07 Fev. 2022
- CANAL SOLAR. **Projeto elétrico e prossedimento de conexão de usina solar em média tensão**. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/projeto-eletrico-e-procedimento-de-conexao-de-usina-solar-em-media-tensao/>. Acesso em: 07 Fev. 2022
- CEMIG. **Mini e microgeração distribuída – conecte-se a nossa rede**. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/mini-e-microgeracao-distribuida/>. Acesso em: 08 Fev. 2022
- DALFOVO, Wylmor Constantino; ZILIO, Paola Carla; SORNBERGER, Geovane Paulo;

REDIVO, Arlete. A Viabilidade Econômica da implantação de Energia Solar Fotovoltaica para a redução dos custos com energia elétrica das famílias com diferentes níveis de renda: uma análise para a região norte de Mato Grosso. **Sociedade, Contabilidade e Gestão**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, set/dez, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/scg/article/view/23111>. Acesso em: 01 Jun. 2021

DASSI, JonatanAntonio; ZANIN, Antonio; BAGATINI, Fabiano Marcos; TIBOLA, Ademar; BARICHELLO, Rodrigo; MOURA, Geovanne Dias. Análise da viabilidade econômico-financeira da energia solar fotovoltaica em uma Instituição de Ensino Superior do Sul do Brasil. **XXII Congresso Brasileiro de Custos** – Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 11 a 13 de novembro de 2015. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3924/3925>. Acesso em: 01 Jun. 2021

DUPONT, Fabricio Hoff; GRASSI, Fernando; ROMITTI, Leonardo. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 19, n. 1, Ed. Especial, p. 70 – 81, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19195/pdf>. Acesso em: 01 Jun. 2021

ELY, Fernando; SWART, Jacobus W. Energia solar fotovoltaica de terceira geração. **IEEE**. Outubro de 2014. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/48595517/Energia_solar_fotovoltaica_terceira_geracao.pdf?1473107832=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEspaco_IEEE_138_Energia_solar_fotovoltaic.pdf&Expires=1622588622&Signature=O8-abGDyBWKALM6-bw8N~SB1yHn50uZUZotId~tRnS8UDQN-yQsRbwa3YHWNmxvx-pBKNTNp8XdivFMcviF7JLHRs~OepVnQ~6ethQHMRT3xTnwbzdgGQ13OcqvyNWgmSPQWpSSwjtWzJKKuepftLpyo7nvw1FpmbYmgckv-Xtnum0xkmZHIgffeQNe2PNIgLOFcXT0FieUIC53R3SNVmKA0-2x58JV83ODdAety68hyNinztdZF02nUEhtvJWqOW3WGpLWT5jTWSpyEkn~Juxj22LiNITybTzWkz1ns-CxceqohOMQIL9~g3ocUiRAJ7neICR8nxPBxSAPWoAefg&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 01 Jun. 2021

ESPERÓN, Julia Maricela Torres. Pesquisa quantitativa na ciência da enfermagem. **Esc. Anna Nery**. 2017; 21 (1) e 20170027. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ean/v21n1/1414-8145-ean-21-01-e20170027.pdf>. Acesso em: 22 Abr. 2021

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008
GOETZE, Felipe. **Projeto de microgeração fotovoltaica residencial: estudo de caso**. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/169263/001049569.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 22 Nov. 2021

IBGE CIDADES. **Brasil/Tocantins/Porto Nacional**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/porto-nacional/panorama>. Acesso em: 26 Out. 2021

KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; FLORES, Carlos Eduardo Balestrin; BORBA, Willian Fernando; SILVEIRA, Rafael Borth; FRANÇA, Jason Rodrigues; LEVANDOSKI, Natalie. Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v.20, n. 1, jan.-abr. 2016, p. 241-247. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/abef/1d505c90f629dd0bf36652356482c30086aa.pdf>. Acesso

em: 01 Jun. 2021

LIMA, Claudio Moreira. **Inserção da energia solar fotovoltaica na matriz elétrica brasileira**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/18358/1/CL%20c3%81UDIO%20MOREIRA%20DE%20LIMA%20-%20TCC%20ENG.%20EL%20c3%89TRICA%202014.pdf>. Acesso em: 06 Dez. 2021

LOPES, Dagner Lopes. Gerenciamento de projetos. **Revistas de Gestão, sustentabilidade e negócios**. V. 2, n. 1, 2014. Disponível em: [http://www.saofranciscodeassis.edu.br/rgsn/arquivos/RGSN03/Gerenciamento%20de%20projetos%20\(p.52-69\).pdf](http://www.saofranciscodeassis.edu.br/rgsn/arquivos/RGSN03/Gerenciamento%20de%20projetos%20(p.52-69).pdf). Acesso em: 15 Jan. 2022

MACHADO, Carolina T.; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Rev. Virtual Quim**. Vol .7, No. 1, Janeiro-Feveireiro 2015. Disponível em: <http://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>. Acesso em: 01 Jun. 2021

MAGNUS, Douglas de Matos; BECKER, Daniel Pavan; TAVARES, André Abelardo. Estudo da inserção de usinas fotovoltaicas na matriz elétrica brasileira 2015-2050. **Revista Vincci**. Periódico Científico da Faculdade SATC, v. 1, n. 1, p. 75-98, jan./jul., 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Magnus/publication/331989195_Estudo_da_Insercao_de_Usinas_Fotovoltaicas_na_Matriz_Eletrica_Brasileira_2015_-_2050/links/5c9a04ea299bf1116947e54c/Estudo-da-Insercao-de-Usinas-Fotovoltaicas-na-Matriz-Eletrica-Brasileira-2015-2050.pdf. Acesso em: 22 Jul. 2021

MAMEDE FILHO, João. Subestações de potência: tudo o que você precisa saber. GenExatas, 2022. Disponível em: <https://genexatas.com.br/subestacoes-de-potencia-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>. Acesso em: 08 Fev. 2022

NASCIMENTO, Rodrigo Limp. Energia solar no Brasil: situações e perspectivas. **Consultoria Legislativa**. Março 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/energia_solar_limp%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/energia_solar_limp%20(1).pdf). Acesso em: 08 Fev. 2022

NEWTON, Mona. **Net metering is a win-win for utilities and local communities**. CRES Bloggers. Abril de 2007. Disponível em: https://web.archive.org/web/20131001171510/http://www.cres-energy.org/blogs/blogs_newton_07apr.html. Acesso em: 07 Fev. 2022

OMS ENGENHARIA. **Como instalar uma usina fotovoltaica e gerar energia para consumir ou vender?** Disponível em: <https://omsengenharia.com.br/blog/usina-fotovoltaica/>. Acesso em: 8 Fev. 2022

PONTES, Wyara Maria Carlos Souza. **Implantação de estação solarimétrica e desistema supervisorio com sacadabre plataforma IoT em usina fotovoltaica na Unilab-CE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Ceará Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/58064>. Acesso em: 22 Nov. 2021

PORTAL SOLAR. **As maiores usinas de energia solar do Brasil**. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/maiores-usinas-de-energia-solar-do-brasil>. Acesso em: 28 Jul. 2021

RAIMUNDO, Juliana Zangirolami; ECHEIMBERG, Jorge de Oliveira; LEONE, Claudio. Tópicos de metodologia de pesquisa: estudos de corte transversal. **Journal of Human Growth and Development**. 2018; 28(3):356-360. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/jhgd/article/view/152198/149017>. Acesso em: 22 Abr. 2021

SEBRAE. **Energias Renováveis Goiás**. O que voce sabe sobre esse assunto? Disponível em: https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/GO/Sebrae%20de%20A%20a%20Z/Cartilha_Energia_Renovavel_GO.pdf. Acesso em: 07 Fev. 2022

SILVA, Vinicius Oliveira. **Estudo e modelagem da arquitetura modular de uma usina solar fotovoltaica arrefecida com protótipo de verificação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-22072016-163255/publico/ViniciusOliveiradaSilva2015.pdf>. Acesso em: 22 Jul. 2021

TEIXEIRA, Carlos Alberto Chagas; DANTAS, Giane Gomes Teixeira; BARRETO, Carla Alessandra. A importância do planejamento estratégico para as pequenas empresas. **Revista Eletrônica Científica da FAESB**. v. 1, n. 2, 2015. Disponível em: <http://34.230.124.106/ojs/index.php/rmd1/article/view/43/79>. Acesso em: 15 Jan. 2022

URBANETZ JUNIOR, Jair; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy Fassi; TIEPOLO, Gerson Máximo. Acompanhamento do desempenho do sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica do escritório verde da UTFPR. **IX CBPE**. Florianópolis. 25 a 27 de agosto de 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gerson_Tiepolo/publication/275951651_Acompanhamento_do_Desempenho_do_Sistema_Fotovoltaico_Conectado_a_Rede_Eletrica_do_Escritorio_Verde_da_UTFPR/links/554a5d120cf29f836c964e68.pdf. Acesso em: 25 Jun. 2021

VILLALVA, Marco Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia Solar Fotovoltaica – Conceitos e Aplicações - Sistemas Isolados e Conectados à rede**. 2.ed. São Paulo: Érica, 2012

ANEXOS

Anexo I – Estrutura Solo



FICHA TÉCNICA



Item	Nome	Material	Proteção	Medidas mm	Espessura
1	Coluna de Solo Premium - CF2200	Aço carbono	Galvanização a fogo (espessura 70 µ 80 micras)	2200x200x60x20	2.0mm #14
2	Mão francesa Premium - MF1025	Aço carbono	Galvanização a fogo (espessura 70 µ 80 micras)	1025x50x30x12	2.0mm #14
3	Terceira Inclinada Premium - IP3300	Aço carbono	Galvanização a fogo (espessura 70 µ 80 micras)	3300x150x50	2.0mm #14
4	Longarina Premium - LP4000	Aço carbono	Galvanização a fogo (espessura 70 µ 80 micras)	4000x100x50	2.0mm #14
5	Contraventamento Premium - CT3000	Aço carbono	Galvanização a fogo (espessura 70 µ 80 micras)	3000x100x50	2.0mm #14
6	Grampo de Fixação	Aço carbono/ Alumínio	Galvanização a fogo (parafuso)		
7	Parafuso	Aço carbono	Galvanização a fogo		

*Contraventamento Premium - CT3000 - A partir de mesa com 64 módulos

Contato: 062 3414 1011 ou 062 99413 0808 - Sollar Distribuidora

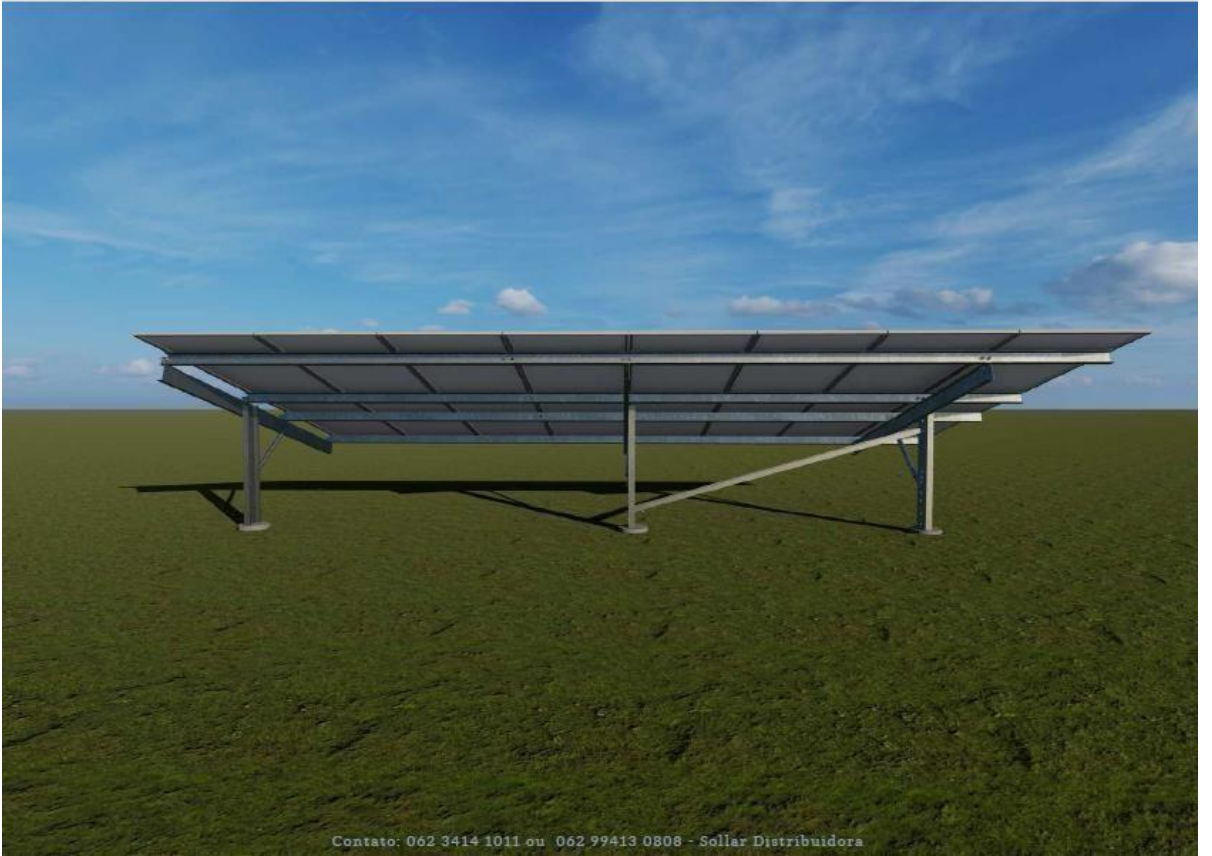


DIMENSÕES GERAIS

Com uso das longarinas de 4000mm, pode-se alcançar a extensão necessária para cada projeto. As configurações podem sofrer alterações de acordo com as condições climáticas e geográficas da região em que o equipamento será instalado.



Contato: 062 3414 1011 ou 062 99413 0808 - Sollar Distribuidora





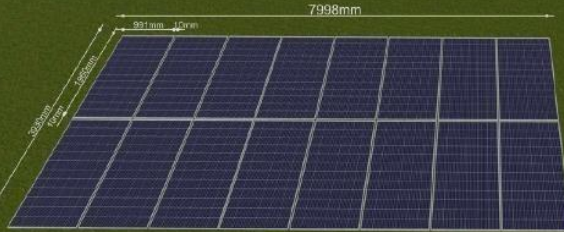
MODULAÇÃO BÁSICA

MÚLTIPLOS DE 8

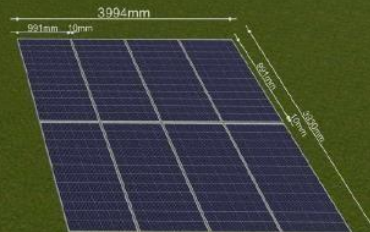
O travamento é feito entre a longarina e o frame do módulo fotovoltaico.



*Imagens ilustrativas. As longarinas aceitam medidas diferentes da apresentada.



Quantidade mínima para venda
mesa para 16 módulos (8x2)

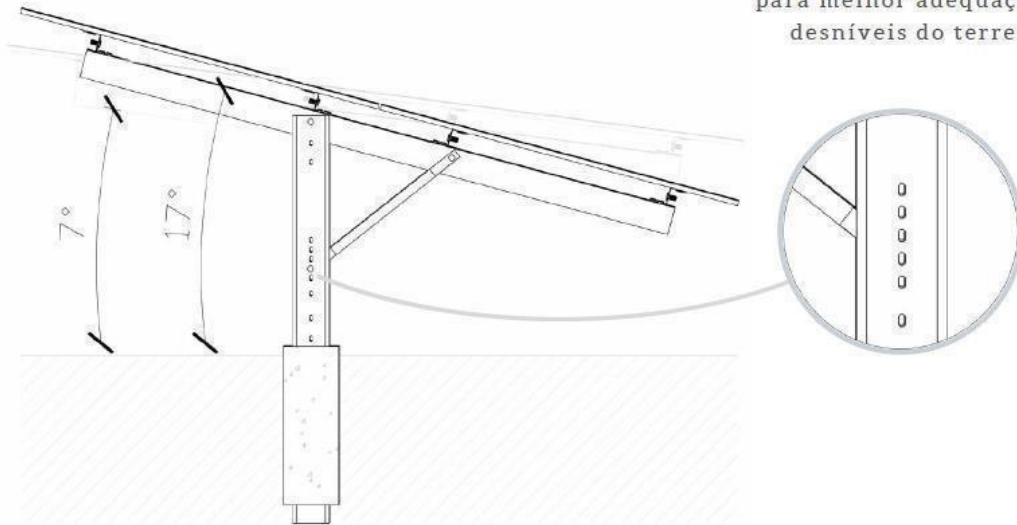


Longarina de 4m
Capacidade para 8 módulos (4x2)*



INCLINAÇÃO E AJUSTES

5 regulagem de inclinação,
que variam de 7° a 17°,
para melhor adequação ao
desníveis do terreno



Contato: 062.3414.1011 ou 062.99413.0808 - Sollar Distribuidora



SOOLLAR
ESTRUTURAS

CONCRETAGEM

*Recomendamos análise de solo para determinar a fundação correta.

Contato: 062 3414 1011 ou 062 99413 0808 - Sollar Distribuidora.

Anexo II

MATRIZ DE RESPONSABILIDADES								
ITEM	DESCRIÇÃO	PROVEDOR DE SERVIÇO			OBSERVAÇÕES:	ACEITE	Revisão COMENTÁRIOS	Oc Responsável pelo Comentário
		CONTRATADA XXX	FORNECEDOR XXXX	CONTRATANTE XXXXX				
1	GERAL							
1.1	Gerência e fiscalização técnica	x				EM ANÁLISE	sem comentários	Contratada
1.2	Fiscalização da execução das obras no Local			x		EM ANÁLISE	aguarda comentários	Contratada
1.3	Diários de Obra	x			parte referente ao seu escopo	SIM	aguarda comentários	Contratada
1.4	Diferença de alíquota de ICMS			x		EM ANÁLISE		Contratada
2	SEGUROS							
2.1	Seguro de risco de engenharia	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	aguarda comentários	Contratada
2.2	Seguro de responsabilidade civil geral e empregador	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	aguarda comentários	Contratada
2.3	Seguro de transporte e descargo dos equipamentos		x		parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	aguarda comentários	Contratada
2.4	Seguro de acidentes de trabalho	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	aguarda comentários	Contratada
2.5	Seguro de operação			x		EM ANÁLISE		
2.6	Seguro de propriedade da usina solar FV			x		EM ANÁLISE		
2.7	Seguro garantia fiel cumprimento	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	aguarda comentários	Contratada
2.8	Seguro garantia de manutenção corretiva	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	aguarda comentários	Contratada
2.9	Seguro de vida dos colaboradores	x			parte referente ao seu escopo	SIM	aguarda comentários	Contratada
2.10	Outros seguros e/ou garantias			x		EM ANÁLISE		
3	MEIO-AMBIENTE, LICENCIAMENTOS E AUTORIZAÇÕES							
3.1	Alvará do canteiro de obra	x		x	Contratada como apoio	EM ANÁLISE	Contratada fornece apenas os documentos necessários para entendimento do projeto a ser executado. Trâmites pela Contratante	contratada
3.2	Atestado de vistoria do corpo de bombeiros			x	Contratada como apoio	EM ANÁLISE		contratada
3.3	Alvará de funcionamento da Usina Solar FV			x	Contratada como apoio	EM ANÁLISE	Contratada fornece documentos necessários para entendimento do projeto a ser executado	contratada
3.4	Matrícula CBI			x		EM ANÁLISE	se aplicável	contratada
3.5	Licença, autorizações e/ou permissões para transporte dos Equipamentos		x			EM ANÁLISE		
3.6	Licença, autorizações e/ou permissões para transporte de equipamentos e ferramentas, utensílios e demais recursos necessários para execução dos Trabalhos internos à Usina	x	x		parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Escopo Contratada se limita a seus materiais, equipamentos e ferramentas.	Contratada
3.7	Licença de desmatamento e autorização para supressão vegetal			x		EM ANÁLISE		


ITEM	DESCRIÇÃO	PROVEDOR DE SERVIÇO			OBSERVAÇÕES:	ACEITE	COMENTÁRIOS	Responsável pelo Comentário
		CONTRATADA	FORNECEDOR	CONTRATANTE				
		XXX	XXXX	XXXXX				
3.8	Licenciamento de jazidas			x	Civil com Auxílio técnico da SPE. Caso necessário	EM ANÁLISE	Limitado a jazidas para fornecimento do material mineral para uso da contratada no cumprimento do seu escopo de fornecimento. Escopo Proprietário apenas no auxílio e disponibilização da documentação.	Contratada
3.9	Compensações sociais ambientais			x		EM ANÁLISE		
3.10	Cumprimento das exigências ambientais	x		x	Conforme licenciamento	EM ANÁLISE		
3.11	Relatório ambiental			x		EM ANÁLISE		
3.11	Restauração ambiental incluindo obras civis no site exigidas pelo órgão ambiental.			x		EM ANÁLISE		
3.12	Relatórios para os órgãos ambientais			x		EM ANÁLISE		
3.13	Licença prévia (LP) da Usina Solar FV e canteiro de obras			x		EM ANÁLISE	Com auxílio Contratada fornecendo todos os documentos de sua responsabilidade tais como projeto executivo e ARTs.	Contratada
3.14	Licença de instalação (LI) da Usina Solar FV e canteiro de obras			x		EM ANÁLISE	Com auxílio Contratada fornecendo todos os documentos de sua responsabilidade tais como projeto executivo e ARTs.	Contratada
3.15	Licença de operação (LO) da Usina Solar FV			x		EM ANÁLISE	Com auxílio Contratada fornecendo todos os documentos de sua responsabilidade tais como projeto executivo e ARTs.	Contratada
3.16	Autorizações do Órgão ambiental / IBAMA			x		EM ANÁLISE	Com auxílio Contratada fornecendo todos os documentos de sua responsabilidade tais como projeto executivo e ARTs.	Contratada
3.17	Estudos e ações para proteção do patrimônio arqueológico			x		EM ANÁLISE		
3.18	Parecer de acesso ao SIN / Distribuidora Concessionária	x		x	Proprietário fornece a documentação legal	EM ANÁLISE	cotar como opcional	contratada
3.19	Gestão dos projetos com a Concessionária de energia	x		x	Proprietário fornece a documentação legal	EM ANÁLISE	cotar como opcional	contratada
3.20	Autorizações e tratativas com agências e órgãos reguladores (ANEEL, ONS, etc)	x		x	SE necessário, Proprietário fornece a documentação legal	EM ANÁLISE	cotar como opcional	contratada
3.21	Liberação da usina solar FV para operação em teste e comercial	x		x	Proprietário fornece a documentação legal	EM ANÁLISE	cotar como opcional	contratada
3.22	Autorizações e tratativas com órgãos de meio ambiente (IPHAN, IBAMA, SUDENE)			x		EM ANÁLISE		
3.23	Outorga para uso de recurso hídrico (poço ou captação)			x		EM ANÁLISE		
3.24	Outorga para geração de energia			x		EM ANÁLISE		
3.25	Declaração de Utilidade Pública (DUP)			x		EM ANÁLISE		
3.26	Coleta dos resíduos decorrente dos trabalhos e entrega no canteiro de obras	x				EM ANÁLISE		
3.27	Gestão de resíduos	x				EM ANÁLISE		
3.28	Destinação final dos resíduos	x		x	Conforme licenciamento	EM ANÁLISE		
MATRIZ DE RESPONSABILIDADES								
ITEM	DESCRIÇÃO	PROVEDOR DE SERVIÇO			OBSERVAÇÕES:	ACEITE	Revisão	Oc
		CONTRATADA	FORNECEDOR	CONTRATANTE			COMENTÁRIOS	Responsável pelo Comentário
		XXX	XXXX	XXXXX				
3.29	Elaboração e execução do PRAD (Programa de recuperação de áreas degradadas)			x	Conforme licenciamento, SE necessário	EM ANÁLISE		
3.30	Demais autorizações/permits assim como seus requisitos, incluindo relatórios, prospeções, diagnósticos, monitoramentos, resgates, compensações, averbações, programas, destinações e afins.			x		EM ANÁLISE		
4	SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO							
4.1	Técnico/Engenheiro de segurança	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.2	Técnico/engenheiro de meio ambiente	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.3	Enfermeira/médicos do trabalho	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.4	Atendimento médico emergencial	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.5	Ambulatório (Primeiros Socorros) - Construção, Mobiliário e Equipamentos	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.6	Ambulatório (Primeiros Socorros) - Medicamentos, Materiais, Manutenção e Operação	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.7	Ambulância em obra	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.8	Diretrizes de Segurança e Medicina no Âmbito da Obra	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.9	Diretrizes Ambientais no Âmbito da Obra	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.10	Plano de emergência do empreendimento	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.11	Brigada Anti-incêndio durante a Construção	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.12	Equipamentos individuais p/ Combate a Incêndios	x			Se aplicável (conforme legislação vigente)	EM ANÁLISE	Se aplicável (conforme legislação vigente)	contratada
4.13	Equipamentos de Proteção Individual	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
4.14	Equipamentos de Proteção Coletiva	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
5	FUNDÁRIAS E ACESSOS							
5.1	Aquisições / Arrendamentos/ Averbação/Desapropriações / Relocações / Compensações de Propriedades			x		EM ANÁLISE		
5.2	Autorizações de passagem e servidões			x		EM ANÁLISE		
5.3	Autorizações de uso da terra			x		EM ANÁLISE		

ITEM	DESCRIÇÃO	PROVEDOR DE SERVIÇO			OBSERVAÇÕES:	ACEITE	COMENTÁRIOS	Responsável pelo Comentário
		CONTRATADA	FORNECEDOR	CONTRATANTE				
		XXX	XXXX	XXXXX				
6.3.3	Escritório para uso da empresa de construção civil/eletromecânica	x			De acordo com as NR 18 - parte referente ao seu escopo	SIM	Escritório montado em container	contratada
6.3.4	Área de convivio	x			De acordo com as NR 18 - parte referente ao seu escopo	SIM	Se aplicável, conforme exigências da NR18.	contratada
6.3.5	Vestibário	x			De acordo com as NR 18 - parte referente ao seu escopo	SIM	Se aplicável, conforme exigências da NR18.	contratada
6.3.6	Instalações sanitárias	x			De acordo com as NR 18 - parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.3.7	Banheiros químicos	x			De acordo com as NR 18 - parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Se aplicável, conforme exigências da NR18.	contratada
6.4	Sala para uso do cliente	x			De acordo com o layout aprovado pela Contratada	SIM	Montada em container	contratada
6.5	Mobília e ar condicionado	x				SIM	Sem comentários	contratada
6.6	Almoceirão	x				SIM	Sem comentários	contratada
6.7	Área de estocagem	x			Com aprovação da Contratada	SIM	Sem comentários	contratada
6.8	Iluminação do canteiro	x				SIM	Sem comentários	contratada
6.9	Disponibilizar internet WIFI			x		EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
6.10	Disponibilizar ponto telefonia			x	Uma linha telefônica será disponibilizada para a SPE	EM ANÁLISE	Ponto de telefonia para utilização provisória durante canteiro de obras	contratada
6.11	Disponibilizar energia elétrica			x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	gerador para uso no canteiro de obras não previsto pela Contratada	contratada
6.12	Consumo de água	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Custo rateado com as empresas que fizerem uso do canteiro de obras na proporção do seu uso	contratada
6.13	Consumo de serviços de telefonia			x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Custo rateado com as empresas que fizerem uso do canteiro de obras na proporção do seu uso	contratada
6.14	Consumo de energia elétrica	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Custo rateado com as empresas que fizerem uso do canteiro de obras na proporção do seu uso	contratada
6.15	Impressoras, cartuchos de tinta e material de escritório	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Custo rateado com as empresas que fizerem uso do canteiro de obras na proporção do seu uso	contratada
6.16	Manutenção do Canteiro de Obras e Escritório	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.17	Sinalização de Segurança na Obra	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.18	Segurança patrimonial dos equipamentos e materiais			x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
6.19	Vigilância no Canteiro de Obras			x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
6.20	Controle de acessos/entrada no canteiro			x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
6.21	Vigilância do Local de implantação da Usina Solar FV			x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Vigilante equipado (desarmado), 24h por dia, 07 dias por semana	contratada
6.22	Fornecimento de água para uso industrial			x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
6.23	Fornecimento de água para consumo humano	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.24	Limpeza periódica do canteiro	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.25	Desmobilização do canteiro de obra	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.26	Sistema de tratamento de efluentes sanitários	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Se necessário, conforme a utilização de banheiros químicos ou outra solução sanitária	contratada
6.27	Remoção do canteiro de obras	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.28	Desmobilização de pessoal e equipamentos	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
6.29	Limpeza final da Obra	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
7	APROVAÇÕES E INSPEÇÕES							
7.1	Aprovação do fornecedor do módulo FV	x	x	x	Deve ser consenso entre a Contratada e a SPE e deve ser um fornecedor tier one	EM ANÁLISE		
7.2	Acompanhamento/Inspeção da fabricação dos módulos FV	x	x	x	Avaliar necessidade	EM ANÁLISE		
7.3	Aprovação do fornecedor das estruturas metálicas	x	x	x	Deve ser consenso entre a Contratada e a SPE e deve ser um fornecedor de primeira linha	EM ANÁLISE		
ITEM	DESCRIÇÃO	PROVEDOR DE SERVIÇO			OBSERVAÇÕES:	ACEITE	COMENTÁRIOS	Responsável pelo Comentário
		CONTRATADA	FORNECEDOR	CONTRATANTE				
		XXX	XXXX	XXXXX				
7.4	Acompanhamento/Inspeção da fabricação das estruturas metálicas	x	x	x	Avaliar necessidade	EM ANÁLISE		
7.5	Inspeção dos Equipamentos em fábrica		x	x	De acordo com o PIT	EM ANÁLISE		
7.6	Inspeção de recebimento em obra dos Equipamentos, Módulos FV e Estruturas Metálicas	x	x			EM ANÁLISE		
8	PROJETOS ELÉTRICO							
8.1	Requisitos técnicos mínimos da Usina Solar FV			x		EM ANÁLISE		
8.2	Projeto Executivo	x				SIM	avaliar este escopo de fornecimento	Contratada
8.3	Especificações dos Equipamentos (módulos FV, inversores, cubículos, transformadores, estruturas metálicas)	x	x	x		EM ANÁLISE		
8.4	Especificações dos materiais eletromecânicos (cabos, eletrodutos, eletrocalhas, conectores, etc)	x				SIM	Sem comentários	contratada
8.5	Projeto de rede-MT interna Usina Solar FV	x			Do ponto de conexão à cabine blindada próxima	SIM	Sem comentários	contratada
8.6	Projeto de rede-MT de interligação da Usina Solar FV a Subestação			x	Limitada a tensão de fornecimento na classe de 25kV	SIM	Subestação elevatória interna à usina fotovoltaica	contratada
8.7	Projeto de Malha de Aterramento da Usina Solar FV	x				SIM	Sem comentários	contratada
8.8	Projeto de SPDA da Usina Solar FV	x				SIM	Sem comentários	contratada
8.9	Estudos elétricos de seletividade, fluxo de potência, harmônicos, curto-circuito e outros eventualmente necessários		x	x	A Contratada dará suporte técnico para estes estudos, fornecendo informações sobre os equipamentos de fornecimento Contratada	EM ANÁLISE		
8.10	Projeto de Interligação ao Sistema Elétrico a partir da cabine de medição			x		SIM		
8.11	Projeto da subestação	x			Interno a planta - até o ponto de conexão com a Concessionária	SIM		
8.12	Projeto da Linha de Distribuição			x	Interno a planta - até o ponto de conexão com a Concessionária	SIM		
8.13	Projeto as built da usina fotovoltaica				O Engenheiro civil deverá disponibilizar as informações referentes a seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
9	PROJETO CIVIL							
9.1	Levantamentos Topográficos			x		EM ANÁLISE		
9.2	Serviços de sondagem, CBR e Infiltração			x		EM ANÁLISE		
9.3	Investigações de solo			x		EM ANÁLISE		
9.4	Ensaio de arrancamento			x		EM ANÁLISE		
9.5	Estudos Hidrológicos			x		EM ANÁLISE		
9.6	Projeto de terraplenagem e drenagem	x				SIM	Serão privilegiadas as regiões do terreno que não necessitem de movimentações de terra	contratada
9.7	Projeto dos acessos internos da Usina Solar FV	x				SIM	Arrumamentos internos executados em terra batida	contratada
9.8	Projeto dos acessos externos da Usina Solar FV	x			Em separado	EM ANÁLISE	Dependem do estudo da Prefeitura	contratada
9.9	Projeto das bases dos eletrocentros e transformadores	x				SIM	A partir das informações recebidas dos fabricantes dos eletrocentros e transformadores	contratada
9.10	Projeto das instalações permanentes de O&M	x				SIM		
10	FORNECIMENTO DE MATERIAIS							
10.1	Estrutura Metálica FIXA			x		EM ANÁLISE		
10.2	Inversores			x		EM ANÁLISE		
10.3	Transformador elevador			x		EM ANÁLISE		
10.4	Eletrocentro Solar			x	Caso aplicável	EM ANÁLISE	opção - subestação em alvenaria	contratada

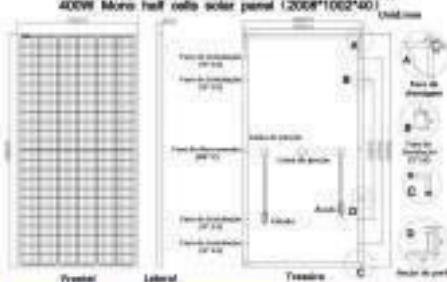
ITEM	DESCRIÇÃO	PROVEDOR DE SERVIÇO			OBSERVAÇÕES:	ACEITE	COMENTÁRIOS	Responsável pelo Comentário
		CONTRATADA XXX	FORNECEDOR XXXX	CONTRATANTE XXXXX				
10.5	Cabine de medição e interconexão com a Concessionária			x		EM ANÁLISE	Padrão Concessionária - Cotação com empresa homologada	contratada
10.6	String Box			x		EM ANÁLISE	Não aplicável- Solução com string inverter	contratada
10.7	Sistema SCADA - Supervisão e Controle			x		EM ANÁLISE	Durante a fase de projeto executivo, avaliaremos a integração das duas usinas existentes bem como os custos adicionais.	contratada
10.8	Cabos CA - Baixa e Média Tensão			x		EM ANÁLISE		
10.9	Cabos CC (Cabos Solares)			x		EM ANÁLISE		
10.10	Cabos de comunicação (fibras e condutores)			x		EM ANÁLISE		
10.11	Junction box da fibra ótica			x		EM ANÁLISE		
10.12	Conectores MC4 ou similar			x		EM ANÁLISE		
10.13	Módulos fotovoltaicos			x		EM ANÁLISE		
10.14	Sistema de monitoramento (câmeras, CFTV, etc)			x	Em separado	EM ANÁLISE		
10.15	Estação Meteorológica			x		EM ANÁLISE		
10.16	Filtros Harmônicos e Banco de Capacitores e Restivos			x	Se necessário	EM ANÁLISE	A solução Contratada não demanda de quaisquer filtros e/ou equipamentos adicionais para adequação dos níveis de ruídos ou harmônicos.	Contratada
10.17	Peças Sobressalentes (gerador fotovoltaico)		x	x	deverá ser apresentada uma lista recomendada pela Contratada.	EM ANÁLISE	Sobressalentes para a etapa de operação	Contratada
10.18	Materiais de aterramento e SPDAs	x				SIM	Sem comentários	Contratada
10.19	Fornecimento de Banco de Carga e Grupo Gerador (incluindo combustível) para comissionamento no caso em que não houver conexão ao SIN.			x	Para o pré-comissionamento	EM ANÁLISE	Comissionamento deve ser feito em uma única etapa	Contratada
10.20	Dutos Kanalex, PEAD ou eletrocalhas para passagem de cabos	x				SIM	Sem comentários	Contratada
10.21	Caixas de passagem em concreto armado ou PEAD	x				SIM	Sem comentários	Contratada
10.22	Dutos, tubos e materias para drenagem	x				SIM	Sem comentários	Contratada
10.23	Cerca, postes, portões e miscelâneas			x		SIM	Delimitado ao fechamento periferico da usina.	Contratada
11	CONSTRUÇÃO CIVIL							
11.1	Supervisão da Execução	x		x	Direito mas não obrigatório	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
11.2	Fiscalização das Obras Civis	x				SIM	Sem comentários	contratada
11.3	Execução dos acessos internos	x				SIM	Sem comentários	contratada
11.4	Manutenção dos acessos internos	x				SIM	Sem comentários	contratada
11.5	Execução/adequação dos acessos externos			x		EM ANÁLISE		
11.6	Manutenção dos acessos externos			x		EM ANÁLISE		
11.7	Limpeza do terreno e remoção vegetal			x	Limitada a vegetação rasteira	SIM	Sem comentários	contratada
11.8	Terraplenagem e drenagem (entorno das 02 subestações e da sala de O&M)	x			Terraplenagem completa não inclusa	EM ANÁLISE	Terraplenagem deve ser avaliada juntamente com o estudo de geração e PR estendida (PV&st)	contratada
11.9	Execução de serviços de drenagem no solo (deep and superficial)				drenagem não inclusa	EM ANÁLISE	Projeto de drenagem já definiu necessidades após estudos hidrológicos e de infiltração	contratada
11.10	Cerca e isolamento da área da Usina Solar FV			x		SIM	Delimitado ao fechamento periferico da usina.	Contratada
11.11	Bases de concreto para 05 QGBT's, 02 Subestações e 01 sala de O&M	x				SIM		
11.12	Racia de contenção de óleo dos transformadores	x			Se necessário	SIM	considerado transformadores abrigados	contratada
11.14	Abertura de valas para cabeamento BT e MT	x				SIM		
11.15	Construção das instalações permanentes de O&M	x			O contrato de fornecimento dos serviços de O&M será contratado futuramente.	SIM	Sem comentários	contratada
11.16	Captação de água/perfuração de poço			x	O fornecimento de água para consumo pode ser provido com caminhão pipa	EM ANÁLISE	Captação de água será realizado conforme a necessidade do canteiro. Podendo ser suprido por caminhão pipa durante a construção da usina	contratada
11.18	Reservatório de água para obras civis	x			Localizado no site	SIM	limitado a caixa de 10.000 litros	contratada
11.18	Reservatório de água para obras civis	x			Localizado no site	SIM	limitado a caixa de 10.000 litros	contratada
11.19	Primeira lavagem dos módulos FV	x		x	limitada a um único evento	SIM	com todos os módulos instalados	contratada
12	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS							
12.1	Supervisão da Instalação	x		x	Direito mas não obrigação	EM ANÁLISE		
12.2	Fiscalização da Instalação Elétrica	x				SIM		
12.3	Estudo de resistividade do solo	x				SIM	Sem comentários	contratada
12.4	Interligação do Sistema de Supervisão e controle (SCADA)			x		EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
12.5	Montagem e interligação do Sistema CFTV da Usina Solar FV			x		EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
12.6	Instalação do Eletrocentro		x			EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
12.7	Instalação mecânica e elétrica dos módulos FV	x				SIM	Sem comentários	contratada
12.8	Instalação elétrica das string boxes/combiner boxes	x				SIM	Sem comentários	contratada
12.9	Instalação da rede CC entre string-boxes e inversores	x				SIM	Sem comentários	contratada
12.10	Instalação da rede aérea MT interna Usina Solar FV			x		SIM	Sem comentários	contratada
12.11	Instalação da rede aérea MT entre a Usina Solar FV e a Subestação Elevatória / de conexão			x		SIM	Subestação elevatória interna à usina fotovoltaica.	contratada
12.12	Instalação da rede de dados interna da planta			x	apenas infraestrutura	SIM	Sem comentários	contratada
12.13	Instalação da rede de fibra ótica da planta			x	apenas infraestrutura	SIM	Sem comentários	contratada
12.14	Instalação da estação meteorológica			x	apenas infraestrutura	SIM	Sem comentários	contratada
12.15	Serviços de fusão de fibra óptica			x		EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
12.16	Otimização do cabos CC com ferramenta adequada	x				SIM	Sem comentários	contratada
12.17	Ensaio dos relés de proteção com injeção de corrente			x	Conforme exigência Concessionária	EM ANÁLISE		
12.18	Endereçamento dos equipamentos na rede de comunicação com SCADA			x		EM ANÁLISE		
12.19	Instalação de malha de aterramento e SPDAs	x				SIM	Sem comentários	contratada
12.20	Subestação Elevatória (Alta tensão)			x	não aplicável	EM ANÁLISE		
12.21	Fornecimento de linhas de transmissão, externas à usina, até o ponto de conexão com a concessionária (Alta tensão)			x	não aplicável	EM ANÁLISE		
12.22	Bays de conexão (Alta tensão)			x	não aplicável	EM ANÁLISE		
12.23	Infraestrutura para sistema de CFTV (20 caixas de passagem 40x40x40, 1500m eletroduto 2", 2 postes de 10m, fitas e sinalização de vala, cabos de alimentação CA)			x	não aplicável	EM ANÁLISE		
12.24	Iluminação da usina (12 refletores LED de 150W)			x	não aplicável	EM ANÁLISE		
13	INSTALAÇÕES MECÂNICAS							
13.1	Supervisão da Montagem	x	x	x	Direito mas não obrigação	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
13.2	Fiscalização da Instalação Mecânica	x				SIM	Sem comentários	contratada
13.3	Montagem da Estrutura Metálica (Fixa)	x				SIM	Sem comentários	contratada
13.4	Montagem dos Módulos Fotovoltaicos	x				SIM	Sem comentários	contratada
13.5	Fixação dos string boxes	x				SIM	Sem comentários	contratada
13.6	Posicionamento dos eletrocentros metálicos e transformadores	x				SIM	Sem comentários	contratada
14	LOGÍSTICA							

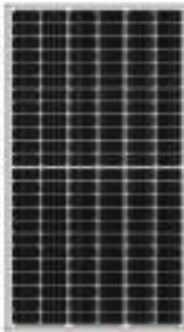
DESCRIÇÃO	PROVEDOR DE SERVIÇO			OBSERVAÇÕES:	ACEITE	COMENTÁRIOS	Responsável pelo Comentário
	CONTRATADA	FORNECEDOR	CONTRATANTE				
	XXX	XXXX	XXXXX				
LOGÍSTICA							
Transporte e deslocamento das equipes	x		x	parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
Transporte dos Equipamentos até a obra		x		parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
Transporte dos módulos FV até a obra		x			EM ANÁLISE		
Transporte das estruturas metálicas (Fixas) até a obra		x			EM ANÁLISE		
Transporte e movimentação de cargas na obra	x	x		parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
Transporte de materiais civis e equipamentos de construção	x			parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
Descarga de todos os Equipamentos, Módulos FV, Estruturas Metálicas e materiais na obra		x			EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
Descarga de material civil	x				EM ANÁLISE	Sem comentários	contratada
COMISSONAMENTO							
Comissionamento dos inversores	x	x			EM ANÁLISE		
Comissionamento dos módulos fotovoltaicos	x	x		Equipes em conjunto	SIM	Sem comentários	contratada
Comissionamento das estruturas metálicas	x	x		Equipes em conjunto	SIM	Sem comentários	contratada
Comissionamento das combiner boxes e sistema SCADA	x	x	x		EM ANÁLISE		
Comissionamento cabine de medição		x			EM ANÁLISE		
Comissionamento dos eletrocentros		x			EM ANÁLISE		
Comissionamento dos transformadores		x			EM ANÁLISE		
Comissionamento da instalação elétrica	x				SIM	Comissionamento total após a conexão da usina com a rede da distribuidora	Contratada
Comissionamento da subestação		x		não aplicável	EM ANÁLISE		
Comissionamento do Bay de conexão				não aplicável	EM ANÁLISE	Sub-contratação PLANEL	Contratada
Comissionamento da LT				não aplicável	EM ANÁLISE		
Start-up da Usina Solar FV	x	x		parte referente ao seu escopo	EM ANÁLISE	Star-up após a conexão da usina com a rede da distribuidora	Contratada
Ensaio de Performance Ratio			x		SIM	conforme acordado em contrato	Contratada
FINALIZAÇÃO							
Databooks	x			parte referente ao seu escopo	SIM	Sem comentários	contratada
Manuais dos equipamentos		x		parte referente ao seu escopo	SIM		
Certificados de aferição de equipamentos e sensores		x		parte referente ao seu escopo	SIM		
Manuais de operação e manutenção	x	x		parte referente ao seu escopo	SIM		
Emissão de relatório de comissionamento conforme NBR 16274	x			parte referente ao seu escopo	SIM		

Anexo 3 – Datasheet Módulo



Panel solar Monocristalino de Meia Célula 400W
400W Mono half cell solar panel (2008*1002*40)





ODA400-36-MH

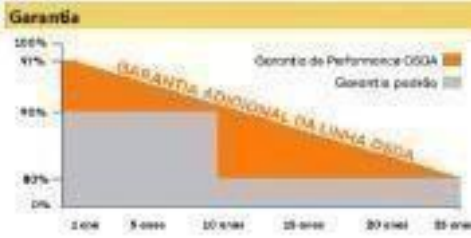
Especificações	
* STC: Irradiação 1000 W/m ² , AM 1.5, Temperatura da Célula a 25°C	
Potência de Pico (P _{max})	400.00
Tensão em Potência Máxima (V _{mp})	40.70
Corrente em Potência Máxima (I _{mp})	9.84
Tensão de Circuito Aberto (V _{oc})	48.70
Corrente de Curto-Circuito (I _{sc})	10.79
Eficiência da Célula (%)	22.05
Eficiência do Módulo (%)	19.90
* NOCT: Irradiação 800 W/m ² , AM 1.5G, Temperatura Ambiente 20°C, Velocidade do Vento 1 m/s	
Potência de Pico (P _{max})	297.00
Tensão em Potência Máxima (V _{mp})	37.73
Corrente em Potência Máxima (I _{mp})	7.88
Tensão de Circuito Aberto (V _{oc})	46.48
Corrente de Curto-Circuito (I _{sc})	8.35
Tensão máxima de Sistema (V)	1000/1500
Quantidade Máxima de Fuzíveis em Série(A)	15
Tolerância de Potência	0 – +5W
P _{max} Coeficiente de Temperatura (W/°C)	-0.360 %
V _{oc} Coeficiente de Temperatura (V/°C)	-0.209 %
I _{sc} Coeficiente de Temperatura (A/°C)	+0.051 %
NOCT Temperatura Nominal de Operação da Célula (°C)	45±2
Temperatura de Operação e Armazenagem(°C)	-40 – +85

Características Mecânicas	
Tipo de célula	158.75x79.375 PERC Mono
Número de células	144(12x12)
Dimensões	2008*1002*40
Peso	23kg
Vidro Frontal Vidro Temperado 3.2mm de Alta Transparência, com baixo teor de ferro	
Moldura	Liga de Alumínio Anodizado
Caixa de Junção	IP68 3 diodos
Cabeamento de Saída	4mm ² cabo 130cm+mol
Carga Máxima de Vento/Neve	2400Pa/5400Pa

Lista de Embalagem	
20FT Container	12 Embalagem/292PCS
40HQ Container	22 Embalagem/660PCS

Certificados do Produto	
Performance do Produto	IEC61215
Segurança do Produto	IEC61730

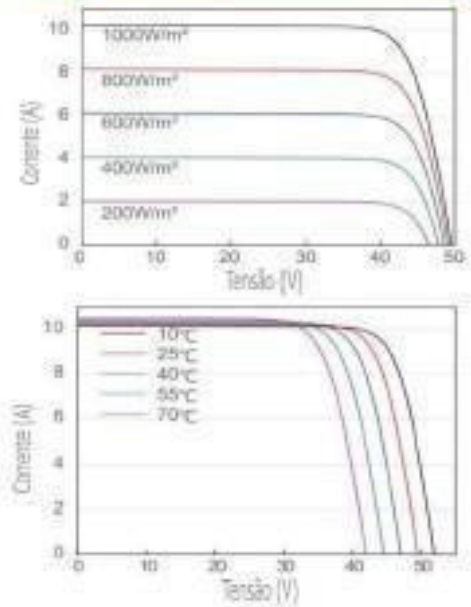
Garantia





12 anos **Garantia do Material e Produção do Produto.**

30 anos **Garantia de Potência Linear na Saída (Eficiência)**

Curva IV



Anexo 4 - Datasheet Inversor

Inversor String Trifásico SUN- 60 / 70 / 75 / 80 K-G



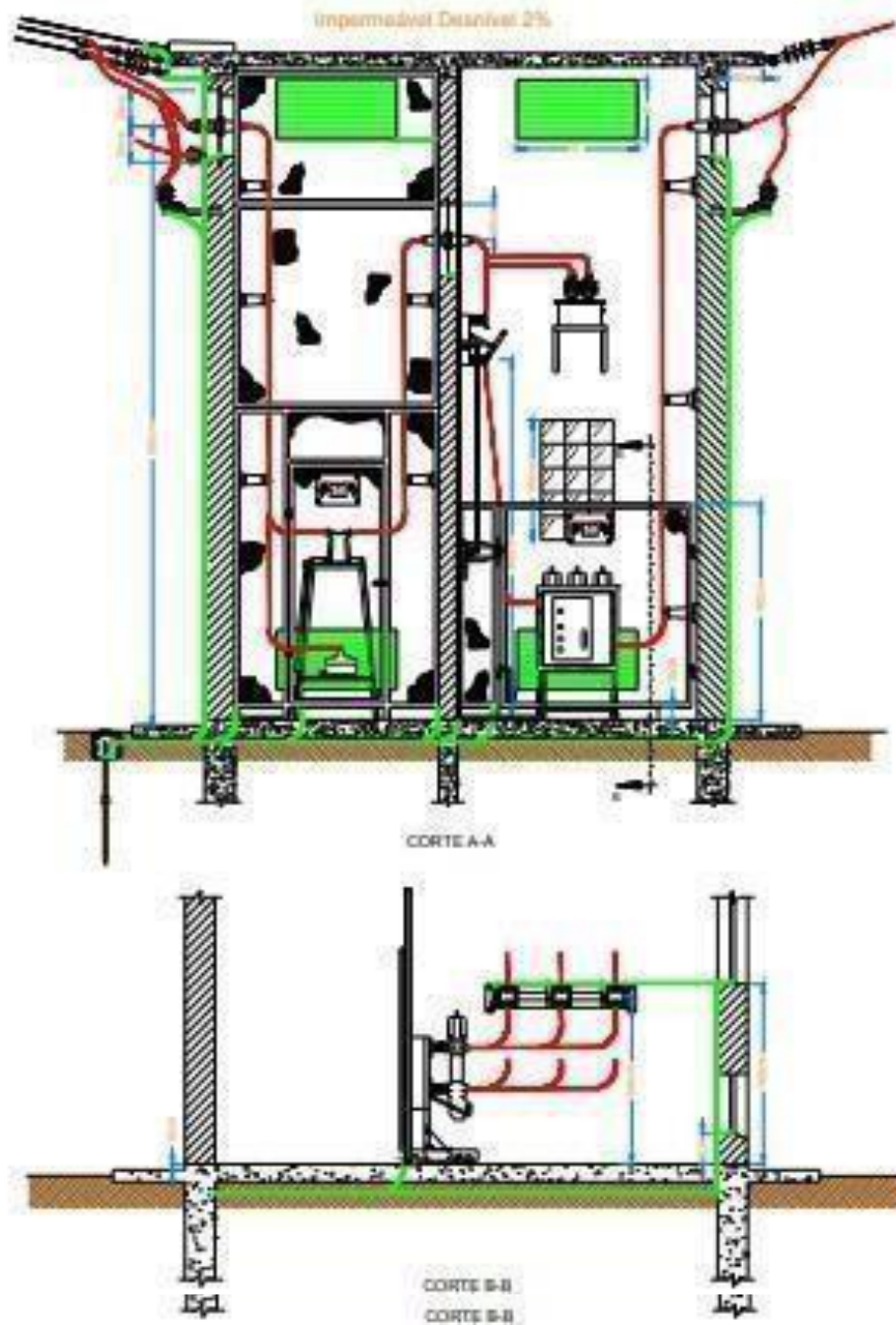
- 4 rastreadores MPPT, máx. eficiência de até 98,9%
- Ampla faixa de tensão de saída
- Função grid zero, aplicativo VSG
- DPS interno
- Monitoramento Inteligente de String (opcional)
- DPS CC/DC/TipoII

Especificações Técnicas

SUN- 60 / 70 / 75 / 80 K-G

Modelo	SUN60K-G	SUN70K-G	SUN75K-G	SUN80K-G
Lado de Entrada				
Max. Potência de Entrada CC (P _{max})	70	91	97,5	100
Máx. Tensão de Entrada CC com VCC (V _{max})	1000	1000	1000	1000
Tensão de Partida (V)	251	251	251	251
Faixa de Operação do MPPT (V)	200-850	200-850	200-850	200-850
Máx. Corrente de Entrada CC (A)	44,4	44,4	44,4	44,4
Número de MPPT (String por MPPT)	4/1	4/4	4/4	4/4
Lado de Saída				
Tensão de Saída Nominal (V _{nom})	60	70	75	80
Máx. Potência de Saída (V _{max})	66	77	82,5	88
Tensão Nominal da Rede CA (V)	380 / 400	380 / 400	380 / 400	380 / 400
Faixa de Tensão da Rede CA (V)	270-480	270-480	270-480	270-480
Frequência Nominal da Rede (Hz)	50 / 60 (Opcional)	50 / 60 (Opcional)	50 / 60 (Opcional)	50 / 60 (Opcional)
Faixa				
Corrente Nominal de Saída da Rede CA (A)	101,5	101,5	108,7	115,0
Máx. Corrente de Saída CA (A)	111,6	111,6	119,6	127,5
Fator de Potência de Saída	0,99	0,99	0,99	0,99
Classe de Eficiência Total	Classificação A2 (Estandar)	Classificação A2 (Estandar)	Classificação A2 (Estandar)	Classificação A2 (Estandar)
Injeção de Corrente CC (A)	<0,3%	<0,3%	<0,3%	<0,3%
Faixa de Frequência da Rede	47-52 or 57-62 (Opcional)	47-52 or 57-62 (Opcional)	47-52 or 57-62 (Opcional)	47-52 or 57-62 (Opcional)
Eficiência				
Eficiência Máxima		98,9%	98,9%	98,9%
Eficiência Full		98,3%	98,3%	98,3%
Eficiência do MPPT		>99%	>99%	>99%
Proteção				
Proteção Contra Sobretensão do Sistema CC	Sim	Sim	Sim	Sim
Proteção Contra Curto-circuito CA	Sim	Sim	Sim	Sim
Proteção de Sobrecorrente de Saída CA	Sim	Sim	Sim	Sim
Proteção de Sobrecorrente de Saída CC	Sim	Sim	Sim	Sim
Proteção de Realimentação do sistema	Sim	Sim	Sim	Sim
Monitoramento de Falha de Alimentação	Sim	Sim	Sim	Sim
Proteção Contra Surtos	Sim	Sim	Sim	Sim
Anti-Estremamento	Sim	Sim	Sim	Sim
Proteção de Temperatura	Sim	Sim	Sim	Sim
Chave Seccionadora CC Integrada	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional
Outros Dados				
Tamanho (mm)	1000x575x120	1000x575x120	1000x575x120	1000x575x120
Peso (kg)	60	60	60	60
Instalação	Sim, Dinâmica	Sim, Dinâmica	Sim, Dinâmica	Sim, Dinâmica
Consumo Interno	<1W (standby)	<1W (standby)	<1W (standby)	<1W (standby)
Temperatura de Operação	-25 ~ 60°C	-25 ~ 60°C	-25 ~ 60°C	-25 ~ 60°C
Classe de Proteção	IP65	IP65	IP65	IP65
Condição de Trabalho (Operação)	<20dB	<20dB	<20dB	<20dB
Rede de Proteção				
Máx. Atenuação de Operação à Tensão de Proteção	>20dB	>20dB	>20dB	>20dB
Vida Útil (horas)	>20 anos	>20 anos	>20 anos	>20 anos
Padrão de Conformidade	IEC62109, IEC62177	IEC62109, IEC62177	IEC62109, IEC62177	IEC62109, IEC62177
Condição de Aplicação de Operação	0-100%	0-100%	0-100%	0-100%
Padrão de Segurança	IEC62109-1, IEC62109-2, IEC62109-3, IEC62109-4	IEC62109-1, IEC62109-2, IEC62109-3, IEC62109-4	IEC62109-1, IEC62109-2, IEC62109-3, IEC62109-4	IEC62109-1, IEC62109-2, IEC62109-3, IEC62109-4
Características				
Condição CC	IEC	IEC	IEC	IEC
Condição CA	IEC	IEC	IEC	IEC
Display	Plaque Touch IPS	Plaque Touch IPS	Plaque Touch IPS	Plaque Touch IPS
Interface	RS485, RS232	RS485, RS232	RS485, RS232	RS485, RS232

Anexo 5 – Desenhos 25 a 29



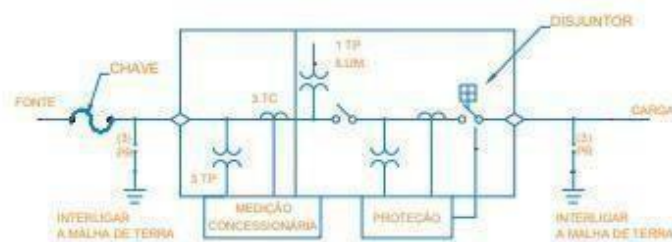
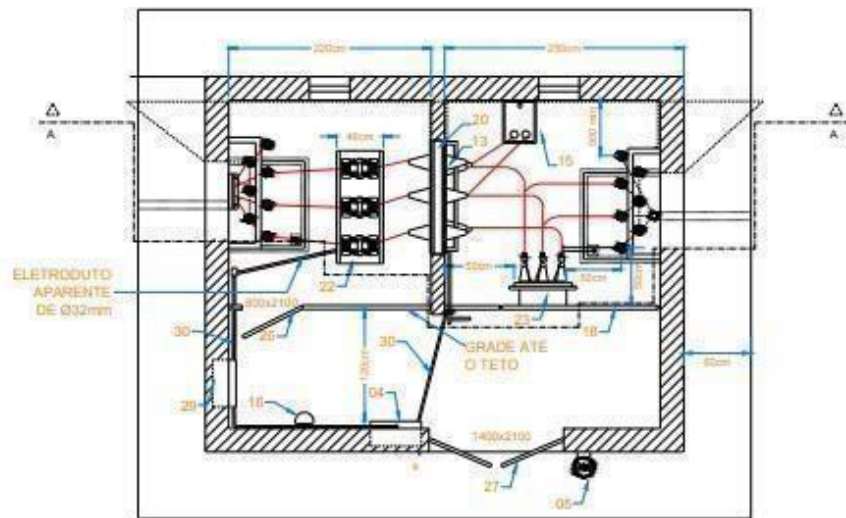


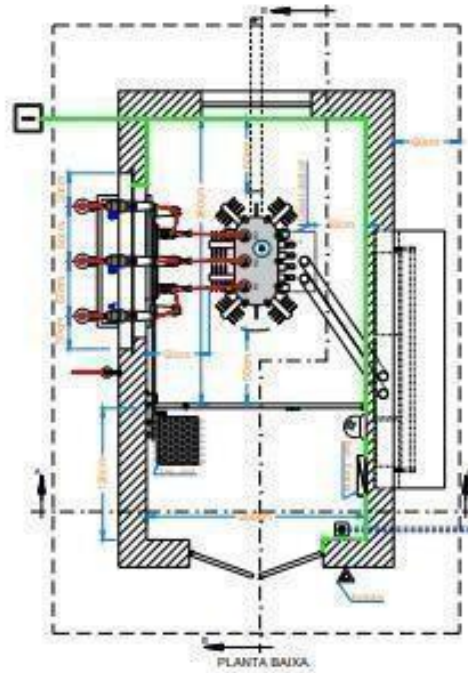
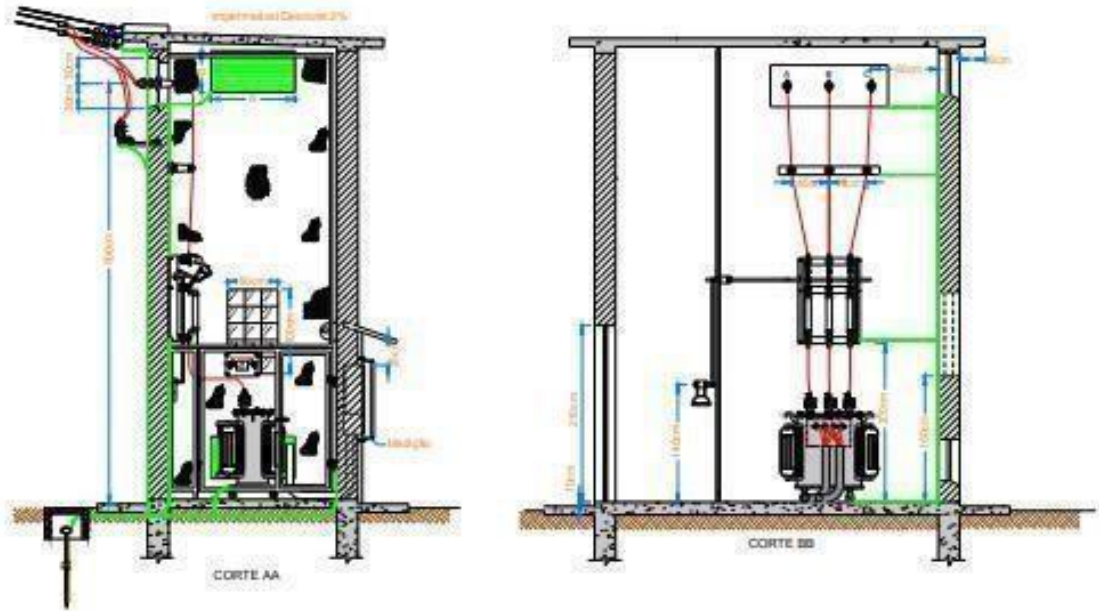
DIAGRAMA UNIFILAR

NOTAS:

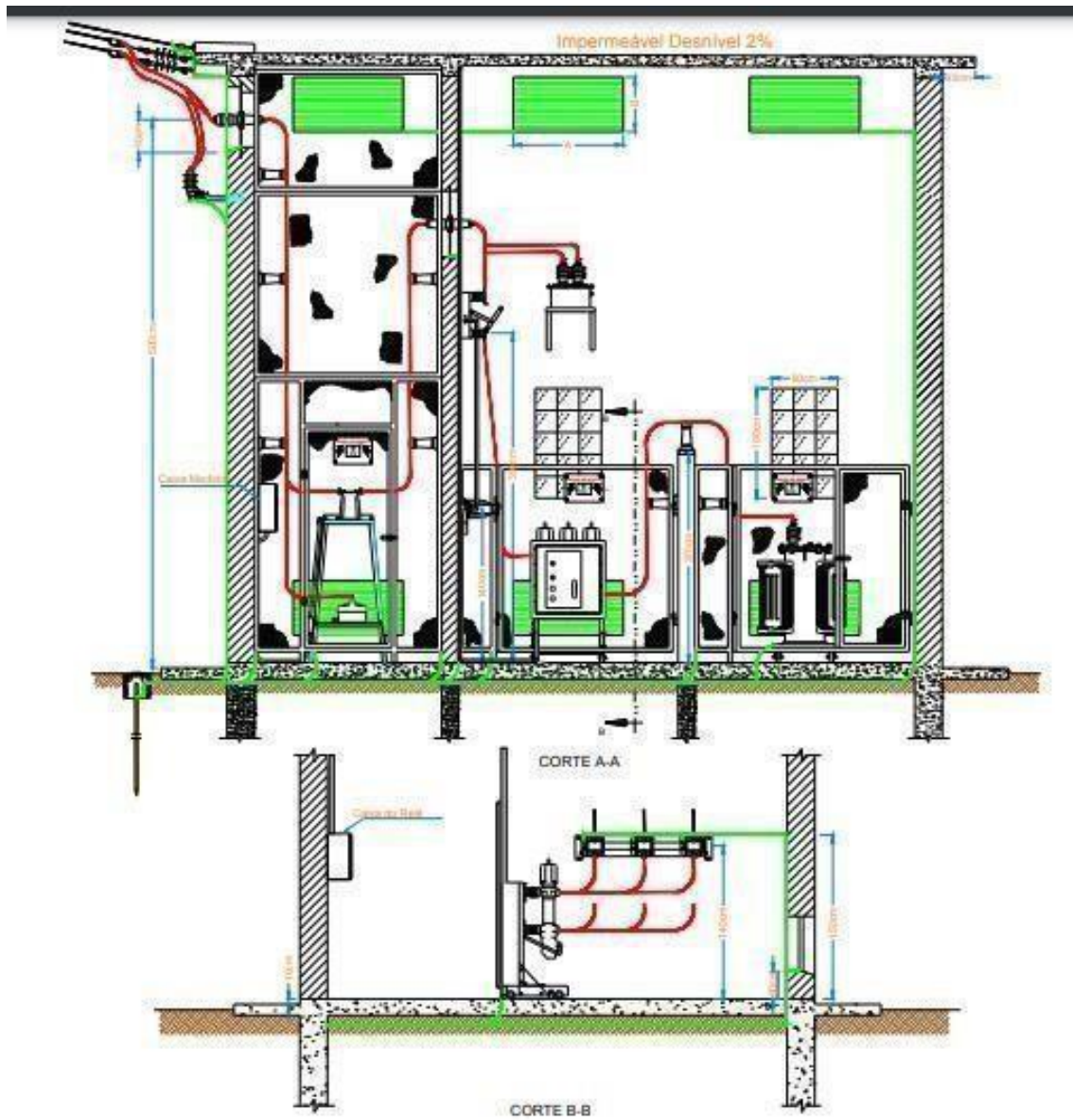
1. A DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS ENCONTRA-SE NO DESENHO 29
2. RAMAL SUBTERRÂNEO, MEDIÇÃO EM MÉDIA TENSÃO - PROTEÇÃO COM DISJUNTOR.
3. ATERRAMENTO CONFORME DESENHO 25 - "DETALHE 1 - ATERRAMENTO".
4. NO CASO DE UTILIZAÇÃO DE DISJUNTOR DE MT SEM TC'S DA PROTEÇÃO ACOPLADOS, OS TC'S PODERÃO SER INSTALADOS NA PAREDE APÓS A CHAVE SECCIONADORA, NESTE CASO A ALTURA INTERNA LIVRE DEVERÁ SER MAIOR (4,00 METROS RECOMENDADO) DE FORMA A ATENDER OS AFASTAMENTOS MÍNIMOS NECESSÁRIOS ENTRE OS EQUIPAMENTOS.

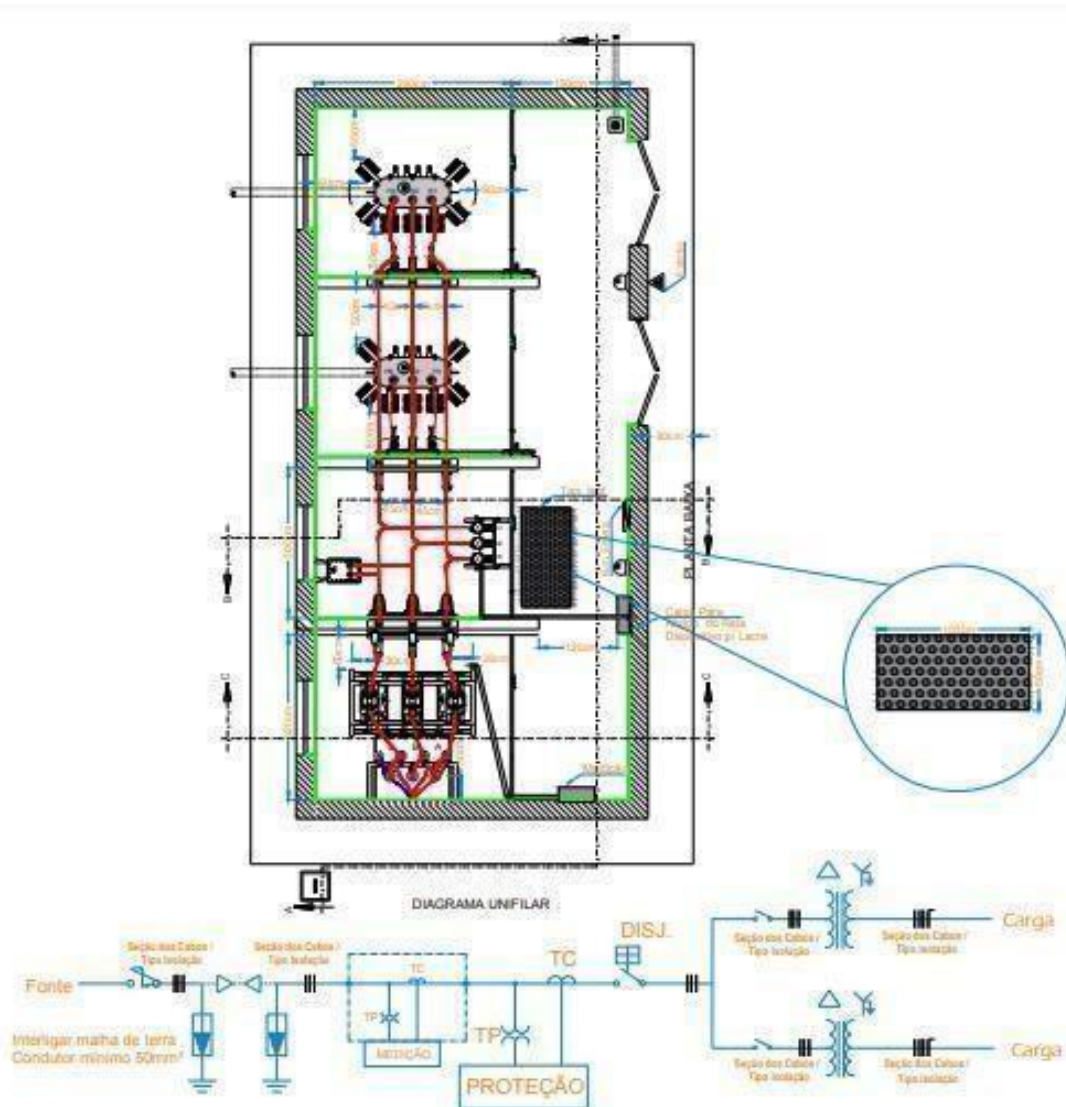
ANEXO 6

ITEM	DESCRIÇÃO DE MATERIAL
01	TUBO, VERGALHÃO OU BARRA DE COBRE
02	SUORTE PARA INSTALAÇÃO DE TC'S E TP'S
03	CONDUTOR DE COBRE NÚ, BITOLA MÍNIMA 50mm
04	CAIXA PARA RELÉ DE PROTEÇÃO
05	EXTINTOR DE INCÊNDIO A CO2 (2X5kg)
06	CABO DE COBRE UNIPOLAR 15 kV, 25 kV OU 36,2 kV
07	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO OU AÇO GALVANIZADO (VER DETALHE NO DESENHO 36)
08	HASTE DE AÇO COBREADO DE 16mm X 2400mm
09	CONECTOR TIPO T
10	TRANSFORMADOR DE CORRENTE, 15 kV, 25 kV OU 36,2 kV (FORNECIDO PELA CONCESSIONÁRIA)
11	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL, 15 kV, 25 kV OU 36,2 kV (FORNECIDO PELA CONCESSIONÁRIA)
12	SOLDA EXOTÉRMICA OU CONECTOR
13	ISOLADOR DE PASSAGEM INTERNO-INTERNO 15 kV, 25 kV OU 36,2 kV
14	CAIXA PARA INSPEÇÃO DE HASTE DE TERRA
15	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 15 kV, 25 kV OU 36,2 kV
16	LUMINÁRIA PARA LÂMPADA DE 100 W
17	MUFLA TERMINAL PARA 15 kV, 25 kV OU 36,2 kV, INSTALAÇÃO INTERNA
18	GRADE DE PROTEÇÃO INSTALADA DE 100 A 2100mm
19	SUORTE PARA FIXAÇÃO DE PÁRA-RAIOS E MULFLAS TERMINAIS
20	CHAPA SUORTE PARA ISOLADOR DE PASSAGEM
21	CHAVE SECCIONADORA TRIPOLAR ABERTURA SEM CARGA
22	SUORTE PARA INSTALAÇÃO DE TRANSFORMADORES PARA MEDIÇÃO (3TPs E 3 TCs), CONFORME DESENHO 18
23	DISJUNTOR TRIPOLAR 15 kV, 25 kV OU 36,2 kV
24	TUBO DE PVC OU AÇO GALVANIZADO
25	PÁRA-RAIOS TIPO DISTRIBUIÇÃO POLIMÉRICO
26	PORTA EM CHAPA DE AÇO OU GRADE COM DISPOSITIVO PARA LACRE
27	PORTA METÁLICA, COM CADEADO E PLACA CONFORME DESENHO 36
28	ABERTURA DE VENTILAÇÃO
29	CAIXA PARA MEDIÇÃO
30	ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO APARENTE



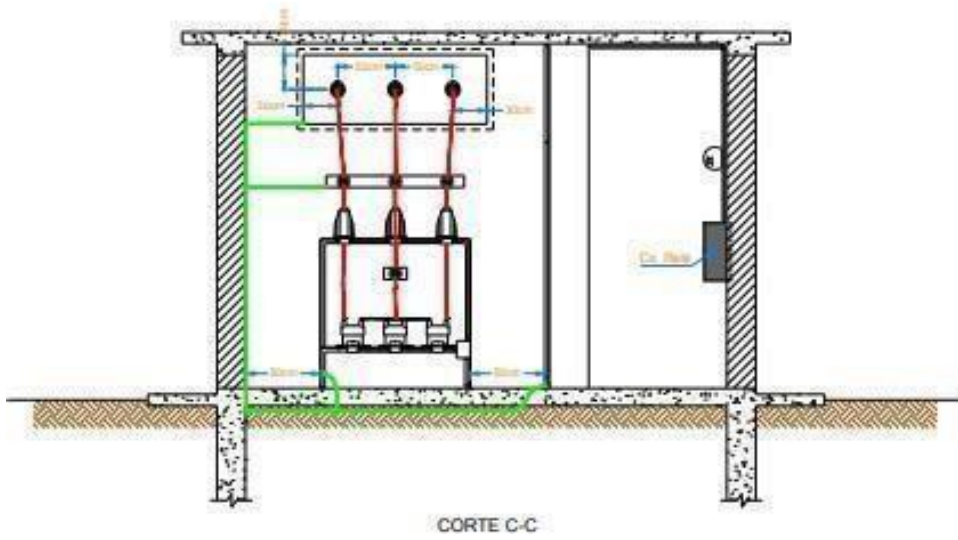
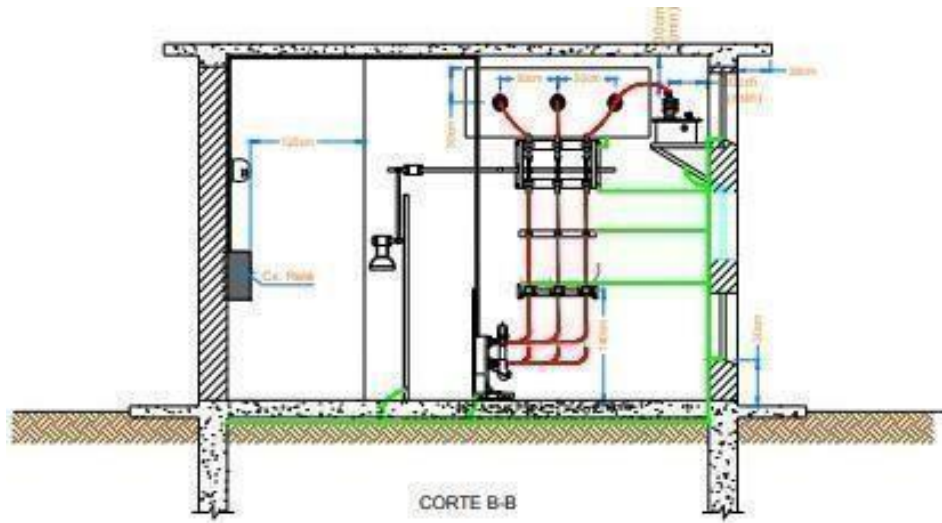
Anexo 7 – Desenhos 35 a
39

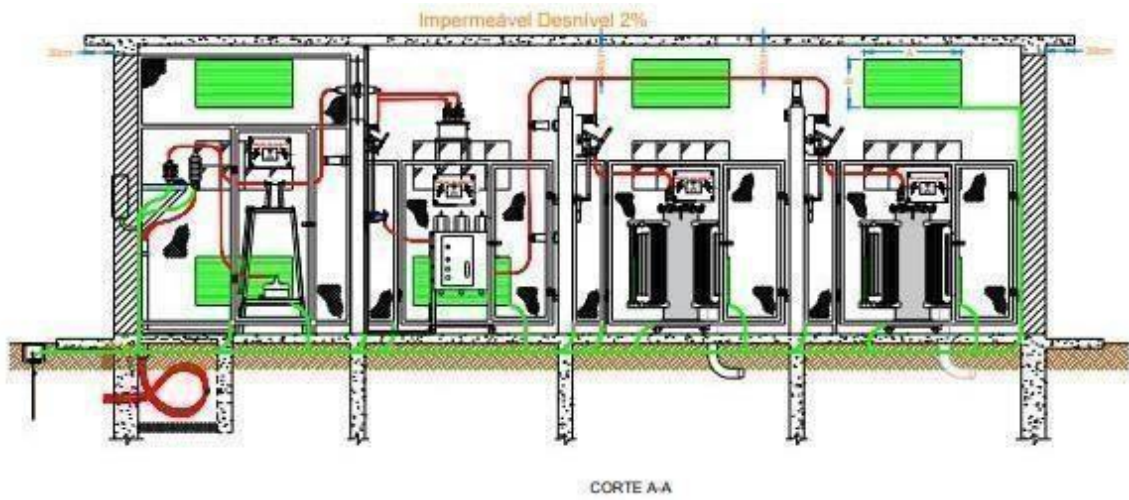




NOTAS:

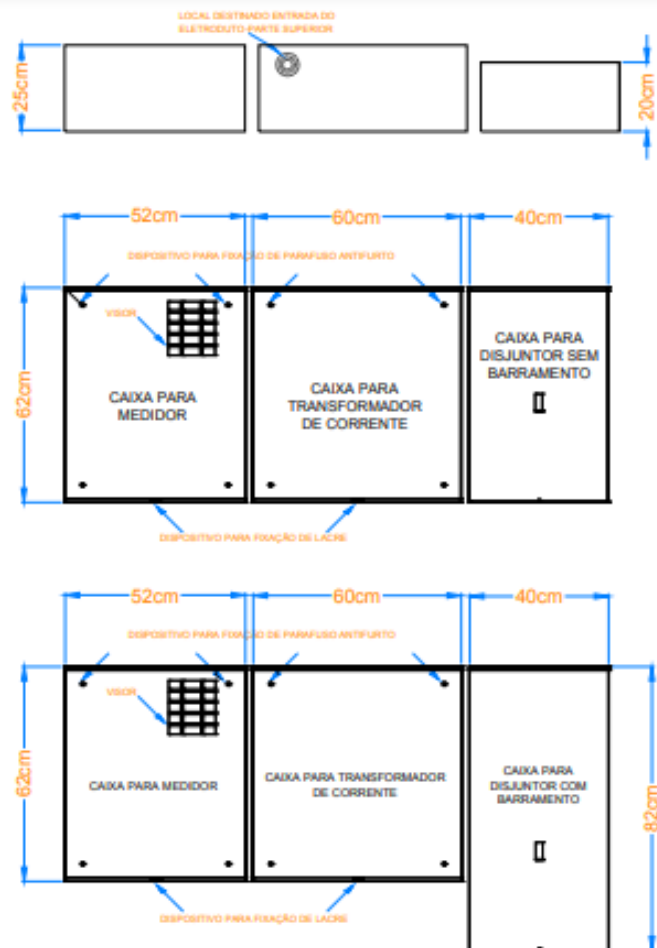
1. As dimensões Internas das celas dos transformadores são variáveis em função da potência nominal deste equipamentos;
2. O transformador de potencial auxiliar deve ser empregado somente para atender às cargas de iluminação da cabine;
3. A utilização de cela exclusiva para instalação de chave seccionadora e o TP auxiliar será opcional. Esse equipamentos poderão ser instalados na cela do disjuntor.





NOTAS:

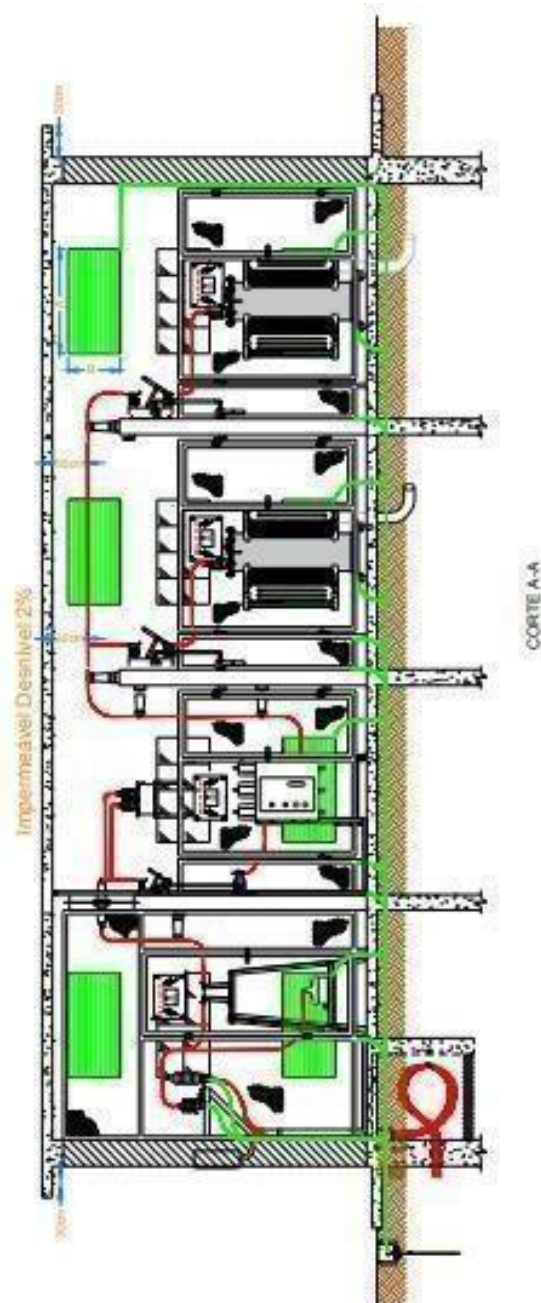
- 1: As dimensões da porta da cela para medição em média tensão devem ser 80 x 200 cm.



NOTAS:

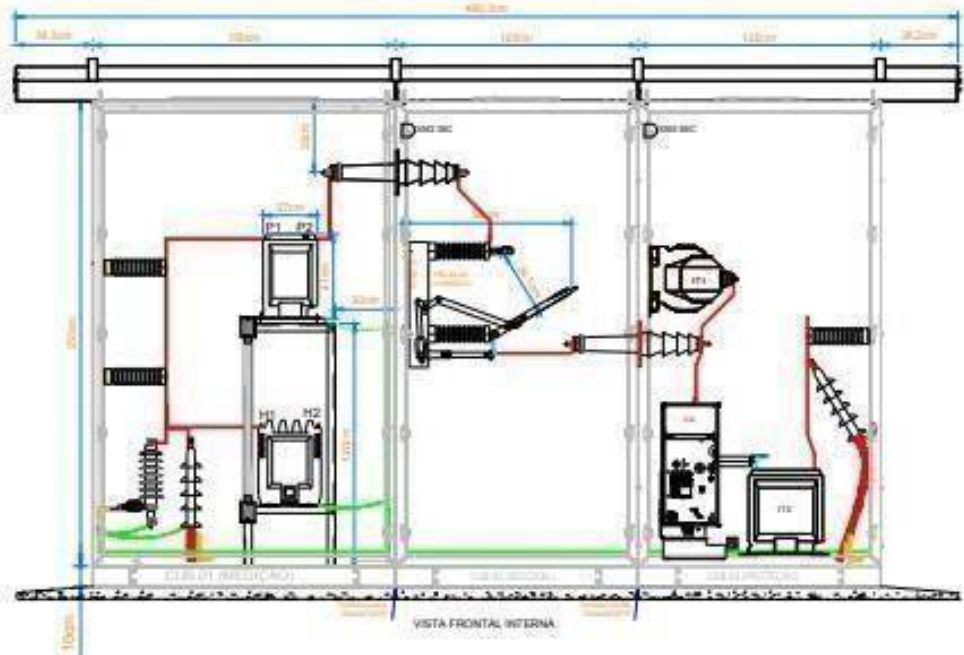
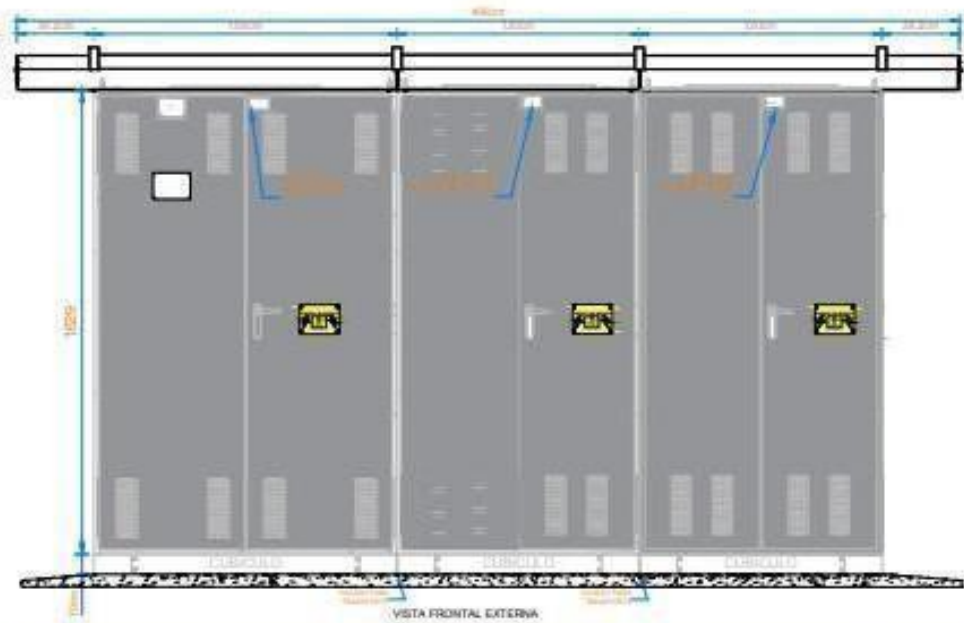
1. A CAIXA PARA DISJUNTOR SEM BARRAMENTO DEVE SER UTILIZADA QUANDO NÃO HÁ A NECESSIDADE DE CIRCUITO EXCLUSIVO DE COMBATE A PRINCÍPIO DE INCÊNDIO E A CAIXA COM BARRAMENTO DEVE ATENDER ÀS PRESCRIÇÕES DA NBR 13714 - SISTEMAS DE HIDRANTES E DE MANGOTINHOS PARA COMBATE A INCÊNDIO DA ABNT.
2. AS CAIXAS DE MEDIÇÃO DEVEM SER CONFECCIONADAS COM CHAPA DE ESPESSURA MÍNIMA DE 1,2mm OU Nº18 U.S.G., A SOLDA DEVERÁ SER CONTÍNUA. QUANTO AO ACABAMENTO, A CAIXA DEVERÁ SER DESENGORDURADA, FOSFATIZADA E PINTADA ELETROSTATICAMENTE NA COR BEGE OU CINZA.

Anexos 8 – Desenhos 41 a 42



NOTAS:

1. As dimensões da porta da cela para medição em média tensão devem ser 80 x 200 cm



ANEXO 9



ANEXO 10



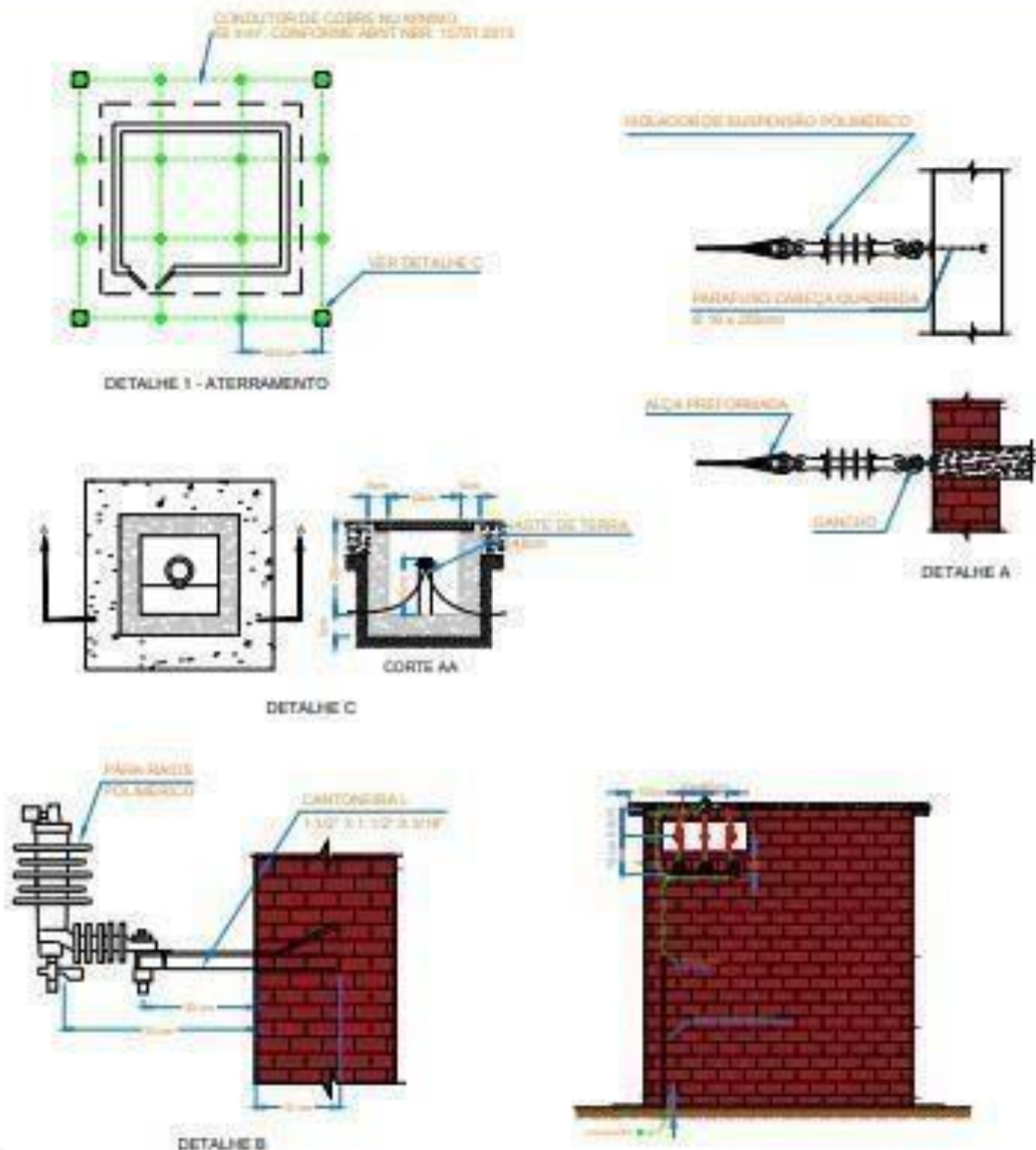
ANEXO 1



ANEXO 12



Anexo 13 – Desenho 19



NOTAS:

1. CASO SEJA NECESSÁRIO AMPLIAR A MALHA DE TERRA, AS NOVAS HASTES SERÃO COLOCADAS SEGUNDO DISPOSIÇÃO ANÁLOGA MOSTRADA NESTE DESENHO.
2. A DISTÂNCIA ENTRE HASTES SERÁ DE 3 METROS, SENDO ELAS SEMPRE COLOCADAS EM CAIXAS DE ALVENARIA, CONFORME DETALHE "C".
3. AS FERRAGENS DE USO AO TEMPO DEVERÃO SER GALVANIZADAS A FUSÃO.