



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

LUÍS FELIPE LIMA LEAL

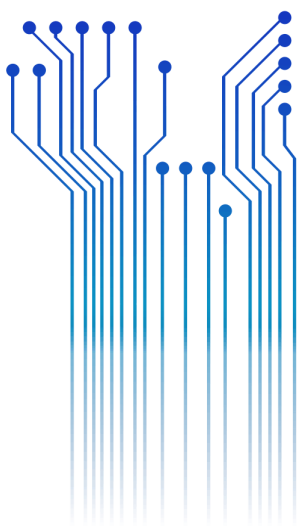


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO Allumer Engenharia e Energia



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2021

LUIS FELIPE LIMA LEAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: **ALLUMER ENGENHARIA E ENERGIA**

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Coordenadoria de Graduação em Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de Campina
Grande como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Orientador:

Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc.

Campina Grande, 2021.

LUIS FELIPE LIMA LEAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: **ALLUMER ENGENHARIA E ENERGIA**

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Coordenadoria de Graduação em Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de Campina
Grande como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Energias Renováveis e Instalações Elétricas

Aprovado em: 21/10/2021

Professor Roberto Silva de Siqueira, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Duisa de Jesus Lima Leal, e meu pai, Felipe Elias Leal, pessoas batalhadoras que não mediram esforços para realizar meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, Maria Duisa, e meu pai, Felipe Elias, que sempre estiveram do meu lado, por acreditarem meus sonhos juntos comigo. O exemplo de força e coragem dos dois foi a minha inspiração para superar todas as dificuldades ao longo desta caminhada.

Ao meu irmão José Alyphyo, que mesmo com sua inocência acreditou e me deu forças para seguir com meu sonho.

Ao meu parceiro de vida Manoel Marciel, que esteve do meu lado durante parte do meu processo. Por ser minha força, por seu amor, carinho e todo o apoio que foi essencial para que eu não desistisse.

Aos meus amigos: Clarisse, Marcus, Lizandra, Laécio, Allan pelos momentos difíceis e divertidos, palavras acolhedoras e a parceria durante os anos de graduação.

Ao meu orientador Karcus Marcelus, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional, que auxiliou no meu aprendizado ao longo de todos esses anos.

Agradeço também a toda minha família, que com todo carinho e apoio, não mediu esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida, que compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível”

Charles Chaplin.

RESUMO

Neste trabalho será descritas as atividades realizadas pelo estagiário Luís Felipe Lima Leal, durante o estágio supervisionado na empresa Allumer Engenharia e Energia, localizada em Picos – PI. O estágio foi realizado no período de 14 de junho de 2021 a 18 de outubro de 2021, com o total de 360 horas sob a orientação do professor Karcus Marcelus Colaço Dias. O estágio foi realizado no setor de projetos e vendas da empresa, sob a supervisão do engenheiro Rhulio Victor Luz Carvalho Sousa. As principais atividades dizem respeito à elaboração de projetos de sistemas fotovoltaicos, instalações elétricas, acompanhamento de obra e relatórios técnicos garantindo que as instalações atendam as normas vigentes. O estagiário conseguiu aprofundar conhecimentos técnicos obtidos durante a graduação e obteve considerável evolução profissional, tornando-o cada vez mais capacitado.

Palavras-chave: Sistemas Fotovoltaicos, Instalações Elétricas, Allumer Engenharia e Energia

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logomarca da Allumer Engenharia e Energia.....	12
Figura 2 - Fotografia da fachada da Allumer Engenharia e Energia.....	14
Figura 3 - Portifólio da empresa.....	15
Figura 4 - Junção PN típica de uma célula fotovoltaica de silício.	17
Figura 5 - Princípio básico de uma célula fotovoltaica.	18
Figura 6 - Esquema de sistema fotovoltaico <i>on-grid</i>	20
Figura 7 - Kit fotovoltaico <i>on-grid</i>	20
Figura 8 - Partes de um módulo fotovoltaico.	21
Figura 9 - Determinação do ponto de máxima potência em uma célula.	22
Figura 10 - Estrutura da <i>string box</i> Campler Solar SB.	23
Figura 11 - Plataforma Fortlev Solar.....	26
Figura 12 - Fluxo de caixa.....	27
Figura 13 - Telhado da residência com sistema fotovoltaico <i>On-grid</i>	28
Figura 18 - Diagrama Unifilar.....	34
Figura 15 - Estrutura suporte para os módulos.....	36
Figura 16 - Módulos instalados.	36
Figura 17 - Instalação do inversor.....	37
Figura 18 - Quadro de proteção CA.	37
Figura 19 - Placa de advertência.	37
Figura 20 - Placa de advertência junto à medição.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cálculo do <i>payback</i>	27
Tabela 2 - Especificação do disjuntor de entrada.	28
Tabela 3 - Características técnicas do gerador.	30
Tabela 4 - Características técnicas do inversor.....	31
Tabela 5 - Parametrização do inversor.	32
Tabela 6 - Especificação disjuntor do inversor.....	33
Tabela 7 - Especificação do DPS.....	33
Tabela 8 - Lista de materiais do kit CC.	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CRESESB	Centro de Referência em Energia Solar e Eólica Sálvio Brito
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
EMUC	Empreendimento com Múltiplas Unidades Consumidoras
GD	Geração Distribuída
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
MPPT	<i>Maximum Power Point Tracking</i>
NR	Norma Regulamentadora
NT	Norma Técnica
REN	Resolução Normativa
SFCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede
UC	Unidade Consumidora
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
1.1	Objetivos.....	12
1.2	Estrutura do Relatório.....	13
2	Empresa.....	14
3	Fundamentação Teórica.....	16
3.1	Energia Solar Fotovoltaica.....	16
3.2	Células Fotovoltaicas.....	17
3.3	Tipos de Sistemas Fotovoltaicos.....	19
3.3.1	Sistema isolado (<i>Off-grid</i>).....	19
3.3.2	Sistema ligado á rede (<i>On-grid</i>).....	19
3.4	Módulo fotovoltaico.....	21
3.5	Inversor Solar.....	24
3.6	Legislação de Geração Distribuída.....	24
3.6.1	Resolução Normativa (REN) N° 687/2015.....	24
3.6.2	Norma Técnica (NT) 020.....	25
4	Atividades Desenvolvidas.....	26
4.1	Orçamentos.....	26
4.2	Projeto de Sistemas Fotovoltaicos.....	27
4.2.1	Elaboração do projeto.....	28
4.2.2	Projeto e Equipamentos.....	33
4.2.3	Submissão de Projeto e Acompanhamento de Obra.....	35
5	Conclusões.....	38
	Referências.....	40
	ANEXO A – Proposta Comercial Allumer Engenharia e Energia.....	42
	ANEXO B – Formulário de Solicitação de Acesso para Microgeração Distribuída (até 10 kW)	43
	ANEXO C – Memorial Técnico Descritivo.....	44

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado junto ao setor de engenharia e vendas da empresa Allumer Engenharia e Energia entre 14 de junho de 2021 e 18 de outubro de 2021, com carga horária de 20h semanais, totalizando 360h sob supervisão do Engenheiro Eletricista Rhulio Vitor Carvalho Sousa. Na Figura 1, é ilustrado a logomarca da empresa.

O estágio supervisionado foi desenvolvido para o cumprimento da disciplina da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande e o desenvolvimento profissional do estagiário.

As atividades desenvolvidas foram voltadas para a elaboração de projetos de energia solar fotovoltaica, com foco na prospecção de cliente, elaboração de orçamentos, elaboração de projetos seguindo as normas vigentes no setor, preenchimento de documentos técnicos para submissão dos projetos e acompanhamento de obras.

Figura 1 - Logomarca da Allumer Engenharia e Energia.



Fonte: Allumer Engenharia e Energia, 2021.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral do estágio é proporcionar ao aluno de graduação o primeiro contato com o mercado de trabalho, onde o engenheiro eletricista atuará, auxiliando na aquisição de experiência profissional para atuação no cargo.

Durante o período do estágio supervisionado foram realizadas as atividades:

- Elaboração de orçamentos;
- Prospecção de clientes;
- Projetos fotovoltaicos *On-grid* e *Off-grid*;
- Instalação de sistemas fotovoltaicos;
- Acompanhamento de obras.

1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

O relatório está dividido em 5 capítulos. No capítulo 1 é abordado a introdução, a qual contextualiza o trabalho, aborda os objetivos e apresenta a organização do relatório.

No capítulo 2 é detalhado sobre a empresa, apresentação do local do estágio e seguimento de atuação na empresa.

No capítulo 3 é detalhado a fundamentação teórica, são expostos temas importantes para o entendimento das atividades desenvolvidas durante o estágio descritas no texto.

No capítulo 4 é relatado as atividades desenvolvidas, sendo descritas todas as atividades realizadas pelo estagiário.

Por fim, no capítulo 5 contém as considerações finais e o detalhamento das dificuldades encontradas durante o Estágio Supervisionado.

2 EMPRESA

A Allumer Engenharia e Energia é uma empresa piauiense, com sede em Picos – PI, fundada em 2019 por Rhulio Victor Carvalho Sousa, situada na Av. Senador Helvídio Nunes, nº 879, Bairro Boa Sorte, Picos - PI.

É uma empresa de Engenharia Elétrica com foco no desenvolvimento e na busca por soluções nos diferentes segmentos da grande área, tendo como ponto principal o atendimento aos seus clientes e a qualificação de seus profissionais.

O objetivo da empresa é promover o desenvolvimento do setor energético, instigando o cliente a gerar a própria energia, de modo a reduzir a sua fatura de energia pelo sistema de compensação do excedente gerado. Na Figura 2 é apresentada a fotografia do espaço em que a empresa é instalada.

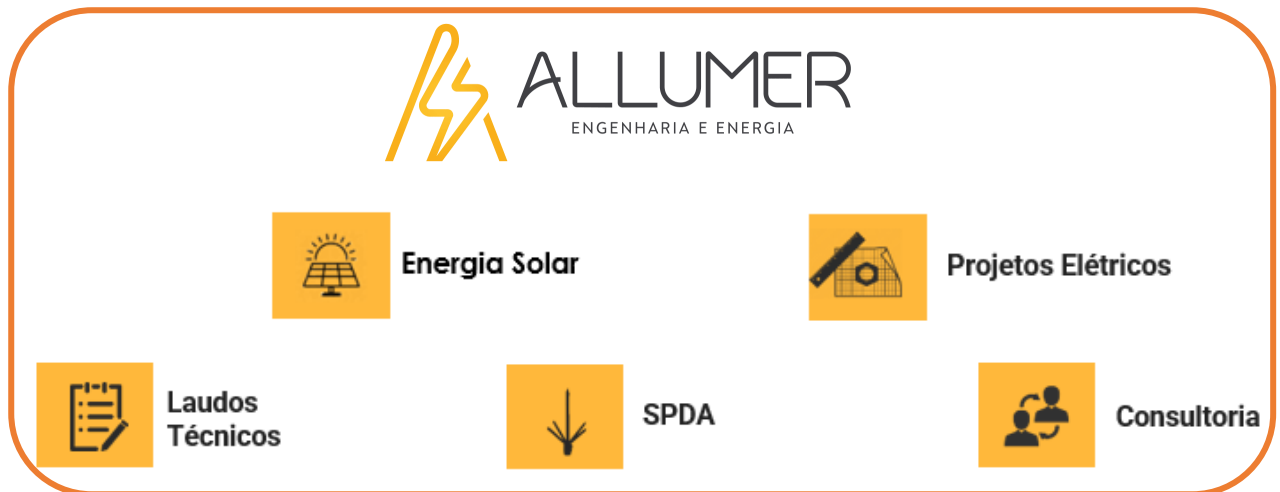
Figura 2 - Fotografia da fachada da Allumer Engenharia e Energia.



Fonte: Próprio autor.

O setor de engenharia da empresa é composto por um Engenheiro Eletricista e um estagiário da área de Engenharia Elétrica. O portfólio da empresa apresentado na Figura 3, composto por projetos nas áreas de instalações elétricas residenciais, prediais e industriais, na elaboração de subestações e sistemas fotovoltaicos *On-grid* e *Off-grid*. Também atua na consultoria e emissão de laudos técnicos.

Figura 3 - Portfólio da empresa



Fonte: Allumer Engenharia e Energia, 2021.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia elétrica a partir da radiação solar teve início com Edmon Bequerel, em 1839, quando observou uma diferença de potencial entre as extremidades de uma estrutura semicondutora quando esta se encontrava sob a incidência de luz, ficando conhecido como efeito fotovoltaico (SMESTAD, 2002).

Em 1953, Calvin Fuller desenvolveu a primeira célula solar moderna e desenvolveu o método de dopagem, que consiste na introdução de impurezas no silício. Como resultado, foram desenvolvidas duas placas de silício dopadas por elementos de polaridades opostas, observou-se a presença de um campo elétrico permanente entre as duas placas quando juntas. E foi notado que sob a incidência de luz surgia corrente elétrica entre os dois extremos da estrutura, criando assim a primeira célula de silício (RIBEIRO, 2012).

Em 1973, o preço do petróleo quadruplicou e somados as preocupações ambientais causadas pelas mudanças climáticas, a crise do petróleo levou as potências mundiais a investirem em tecnologia fotovoltaica, buscando reduzir os custos de geração a partir do sol (GARCIA, 2017). Aliados a precariedade do setor elétrico, a ameaça de falta de fontes de energia e das catástrofes climáticas motivaram a criação do primeiro grande parque de energia fotovoltaica no EUA em 1982, e os telhados solares, em 1990 na Alemanha e em 1993 no Japão (RIBEIRO, 2012).

Ademais, a energia solar fotovoltaica é definida como uma fonte renovável de energia obtida pela conversão da energia solar em energia elétrica (BAZILIAN, 2013). A utilização da energia solar fotovoltaica para a geração ressalta algumas vantagens como a modularidade, a mobilidade, a facilidade de se instalar e sua longa expectativa e vida, podendo chegar a vinte e cinco anos (XAVIER, 2012). Devido a esta facilidade, o crescimento do sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica é um dos mais promissores no domínio das energias renováveis (ARISTIZABAL, 2012).

Desta forma, um sistema de geração fotovoltaica básico é constituído pelos módulos fotovoltaicos, inversores, elementos de proteção elétrica e controle, condutores e elementos mecânicos de fixação.

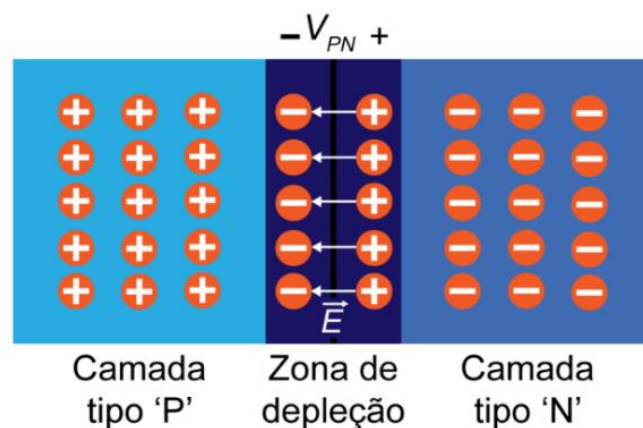
3.2 CÉLULAS FOTOVOLTAICAS

O principal elemento na geração de eletricidade a partir da radiação solar é a célula fotovoltaica. Quando exposta à radiação solar, o processo de emissão estimulada irá produzir portadores livres gerando corrente elétrica.

O material mais comum na constituição da célula fotovoltaica é o silício, cuja principal característica é possuir quatro elétrons de ligação, o que permite a formação de uma rede cristalina. Quando dopado com fósforo, por exemplo, ocorre um elétron de excesso, isso porque ele possui cinco elétrons de ligação. O elétron que sobra é enviado à banda de condução, onde se afirma que o fósforo é um dopante doador de impureza, denominada dopante N (GARCIA, 2017 *apud* CRESEB, 2006)

Quando dopado parte com átomo de boro e outra parte com átomo de fósforo, ocorre um processo denominado junção PN, ilustrado na Figura 4. Os elétrons livres da dopagem N passam para o lado de dopagem P onde encontram lacunas, formadas pela dopagem com boro. Portanto, há um acúmulo de elétrons no lado P, gerando uma carga negativa e uma redução de elétrons no lado N e essas cargas “aprisionadas” possibilitam a origem de um campo elétrico, essa região é chamada de zona de depleção (GARCIA, 2017 *apud* CRESEB, 2006).

Figura 4 - Junção PN típica de uma célula fotovoltaica de silício.



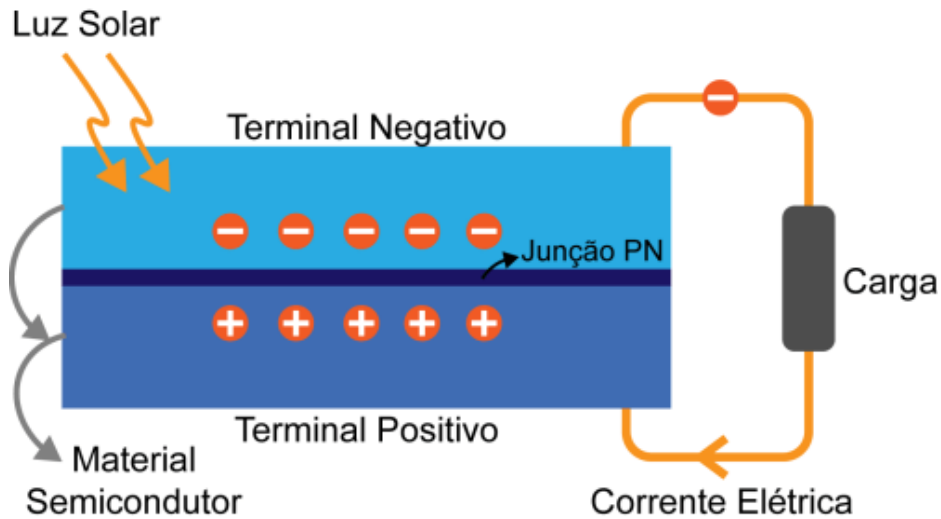
Fonte: Eletrônica de potência, 2021.

Ao incidir a luz sobre a célula fotovoltaica na região em que o campo elétrico é diferente de zero, os fótons se colidem com os elétrons da estrutura de silício transferindo-lhe energia e transformando-os em condutores fazendo gerar uma corrente ao longo da junção, e conseqüentemente, uma diferença de potencial, que é denominada efeito fotoelétrico. Devido

ao campo elétrico gerado pela junção PN, os elétrons são orientados e fluem da camada P para a camada N.

Por meio de um circuito externo conectando a camada negativa à positiva, surge um fluxo de elétrons que se mantém enquanto incidir luz na célula, como ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Princípio básico de uma célula fotovoltaica de silício.



Fonte: Eletrônica de potência, 2021.

Dependendo do seu meio de produção, as células podem ser de: silício monocristalino, silício policristalino, silício amorfo e células de filmes finos. Durante o estágio trabalhou-se com as mais presentes no mercado:

- **Silício Monocristalino:** obtido a partir de barras cilíndricas de silício Monocristalino produzido em fornos especiais, através do corte em forma de pastilha quadrada fina de 0,4 a 0,5 mm de espessura. As células formadas com esse material podem chegar a uma eficiência superior a 27% (RIBEIRO, 2012)
- **Silício Policristalino:** feita a partir de blocos de silício obtidos por fusão de bocados de silício puro em moldes especiais, e neste, o silício arrefece lentamente, solidificandose, ficando os átomos organizados em mais de um cristal. A eficiência é em torno de 20,4% (RIBEIRO, 2012)

3.3 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

3.3.1 SISTEMA ISOLADO (*OFF-GRID*)

Os sistemas fotovoltaicos *off-grid* não dependem da rede elétrica para funcionar, sendo possível a utilização onde não se tem acesso a rede de distribuição. Nesse tipo de sistema existem duas modalidades: com armazenamento e sem armazenamento.

Nos sistemas com armazenamento é utilizado bancos de baterias para manter os sistemas funcionando, sendo a energia solar fotovoltaica convertida para a utilização e carregamento das baterias e estas utilizadas para manter o fornecimento quando a geração não é capaz de fornecer a energia necessária para as cargas. Nesse caso é utilizado um controlador de carga para o carregamento das baterias e o inversor que tem o papel de converter a corrente contínua, fornecida pelos painéis ou banco de baterias, em corrente alternada para as cargas.

Nos sistemas sem armazenamento são utilizando frequentemente em bombeamento solar, apresentando maior viabilidade econômica já que não necessita a utilização de instrumentos de armazenamento.

3.3.2 SISTEMA LIGADO Á REDE (*ON-GRID*)

Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede (SFCR) são aqueles que trabalham em sincronismo com à rede de distribuição de energia elétrica. O modo de funcionamento do sistema *on-grid* consiste na redução do consumo de energia elétrica, proveniente da rede, através do sistema de compensação de energia elétrica.

Nesse sistema toda energia ativa gerada em excesso pela unidade consumidora é injetada na rede da concessionária, como forma de empréstimo, passando a unidade consumidora a ter créditos em energia ativa, podendo ser utilizado pela unidade consumidora para abater os créditos em um período de até 60 meses.

A ANEEL (2015) classifica os sistemas fotovoltaicos *on-grid* em duas categorias:

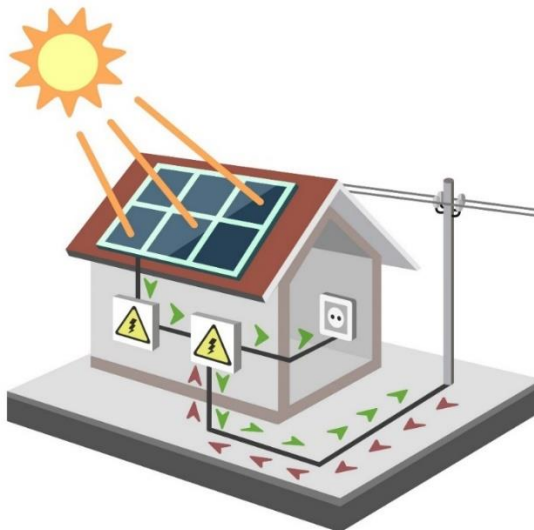
- Microgeração: potência de instalação menor ou igual a 75kW;
- Minigerção: potência instalada superior a 75kW ou menor ou igual a 5MW.

A Figura 6 ilustra o esquema de funciona do sistema SFCR e na Figura 7 ilustra um kit fotovoltaico comercial *on-grid*, seu funcionamento baseia-se da seguinte forma:

1. Módulos convertem a energia solar em energia elétrica;

2. A corrente contínua dos módulos é convertida em corrente alternada pela inversor conectado à rede;
- 3.a. Geração maior que a demanda requerida: Uma parcela da energia será utilizada pelos aparelhos elétricos e o excedente é transferido para a rede elétrica;
- 3.b. Geração menor que a demanda requerido: Toda a energia da geração será direcionada para os aparelhos elétricos. Neste caso, há um complemento de energia elétrica da rede de distribuição;
- 3.c. Ausência de geração (sistema desligado ou noite): A demanda de energia é totalmente suprida pela rede de distribuição;
4. É feita a medição da geração da energia solar por meio do medido bidirecional.

Figura 6 - Esquema de sistema fotovoltaico *on-grid*.



Fonte: Blue Sol, 2018.

Figura 7 - Kit fotovoltaico *on-grid*.



Fonte: Aldo Solar, 2021.

O SFCR é composto basicamente por módulos fotovoltaicos, inversor CC/CA, dispositivos de proteção CC e CA e medidor bidirecional.

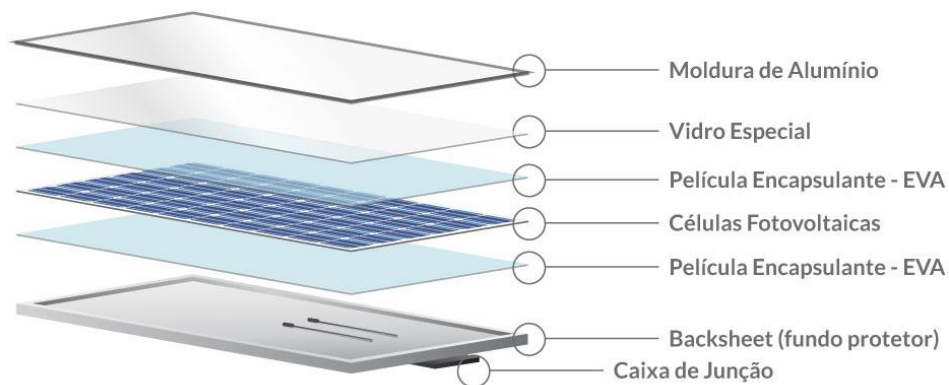
3.4 MÓDULO FOTOVOLTAICO

É a parte do sistema responsável pela conversão da energia solar em energia elétrica de forma direta. É composto pelos módulos fotovoltaicos, suas estruturas de fixação e os fios condutores (DE CASTRO, 2015).

O módulo fotovoltaico é formado basicamente por uma placa onde as células são conectadas umas às outras por fios e protegidas por um invólucro constituído de moldura de alumínio, vidro especial, película encapsulante e o fundo protetor, ilustrado na Figura 8.

As principais características de um módulo fotovoltaico são correntes, tensão e potência nominal. A potência de um módulo é dada em W_p (Watt pico) e seu valor é determinado sobre as condições padrões de teste (STC, *Standard Test Condition*). Essas condições padrões teste são definidas para valores de $1000W/m^2$ de irradiância, $25^\circ C$ de temperatura, $AM^1 = 1,5$ e velocidade do vento de $1m/s$ (R. THOMAS et al., 2001; TOMISLAV PAVLOVIC, 2020).

Figura 8 – Partes de um módulo fotovoltaico.



Fonte: Blue Sol, 2021.

Para mais, dentre os fatores que influenciam na operação de uma célula fotovoltaica pode-se citar a radiação solar, dada pela potência fornecida por área, a temperatura, que altera a energia cinética dos átomos do material, a tensão em seus terminais e a corrente que passa por

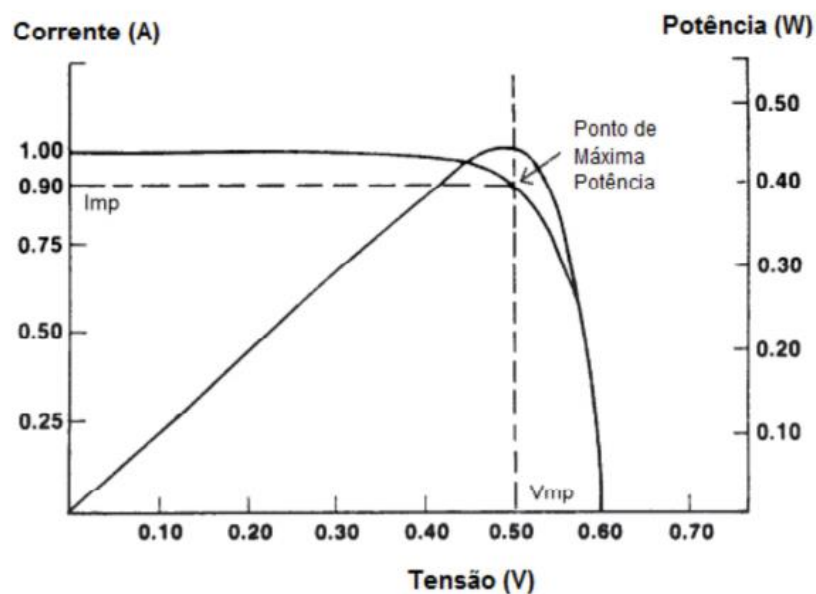
¹ Massa de ar

estes. Essas características influenciam a quantidade de energia que um sistema fotovoltaico pode fornecer.

A capacidade de geração de cada módulo fotovoltaico está diretamente relacionada as curvas I-V e P-V. Essas curvas relacionam a corrente a tensão de saída do módulo e a potência a tensão de saída do módulo, respectivamente. A obtenção dessas curvas é realizada por meio de medição em laboratório com ambiente controlado nas condições STC. Segundo Villalva (2019), os principais parâmetros elétricos de interesse obtidos pelas curvas I-V e P-V são:

- **Corrente de curto-circuito (I_{sc}):** Medida do fluxo de portadores de corrente quando os terminais da célula estão no mesmo nível de tensão (curto-circuito);
- **Tensão de circuito aberto (V_{oc}):** Máxima tensão fornecida pelo módulo e ocorre quando não há carga conectada, condição de circuito aberto.
- **Tensão de máxima potência (V_{mp}):** Tensão que surge nos terminais do módulo operando na condição de máxima potência;
- **Corrente de máxima potência (I_{mp}):** Corrente fornecida pelo módulo operando na condição de máxima potência;
- **Potência máxima (P_{mp}):** Ponto de máxima transferência de potência da célula para a carga, se localiza no “joelho” da curva I -V (Figura 9).

Figura 9 - Determinação do ponto de máxima potência em uma célula.



Fonte: CRESESB, 2006.

Para a obtenção do ponto de máxima potência é necessário circunstâncias controladas, descritas para o STC. Portanto, esse ponto é difícil de ser alcançado devido às diversidades do ambiente tais como temperatura e irradiação.

Os módulos podem ser conectados em série, paralelo ou misto e assim obtém-se diferentes valores de tensão e corrente. Quando associados em série formam uma *string*, nessa associação todos os módulos de uma mesma *string* possuem a mesma corrente, enquanto as tensões se somam. A associação de módulos fotovoltaico são chamadas de painel fotovoltaico.

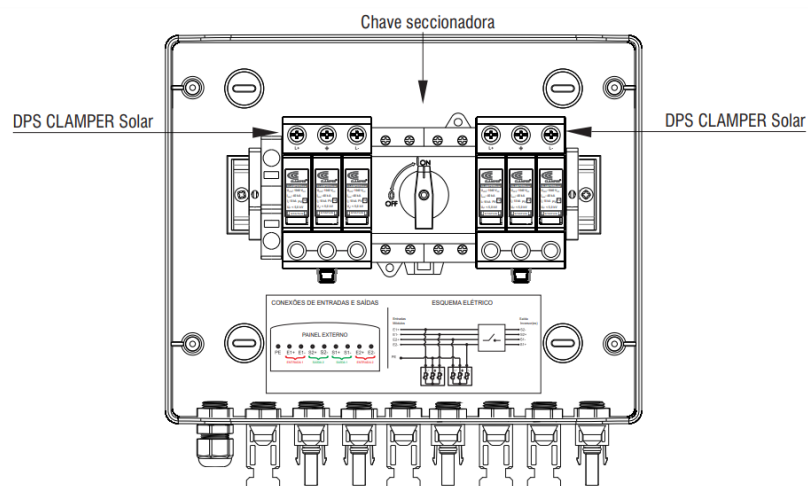
○ **Proteção CC**

O elemento de proteção das *strings* é chamado de *string box*, essa é conectada a entrada inversor e sua principal função é proteger a instalação dos módulos fotovoltaicos. Sua constituição pode incluir fusíveis, disjuntores, protetores de surtos e chaves seccionadoras. Essa chave tem o objetivo de isolar o inversor das correntes e tensões vindas dos módulos. (HORSTMANN; FIGUEIREDO JÚNIOR, 2020).

Ademais, já possuem inversores que possuem a proteção CC já inclusa internamente, não sendo necessária adquiria a *string box* externa, exemplos desses inversores são os inversores Growatt MIN10000TL-X e Sungrow SG15RT.

Na Figura 10 é ilustrado um exemplo de *string box* Clamper Solar SB, da marca Clamper, essa é constituída por: Chave CC 1000V/10A, 6 dispositivos de proteção de surto de 18kA, 1-2 entradas e 2 saídas.

Figura 10 - Estrutura da *string box* Campler Solar SB.



Fonte: Campler Solar, 2021.

3.5 INVERSOR SOLAR

É a parte do sistema responsável por converter a corrente contínua em corrente alternada. Essa energia pode ter origem de módulos fotovoltaicos, de baterias ou células de combustíveis. A saída do inversor deve ser capaz de alimentar as cargas, compatível em tensão, frequência e conteúdo harmônico adequado e nos sistemas conectados à rede elétrica a tensão de saída deve ser sincronizada com a tensão da rede (PINHO; GALDINO, 2014).

A maioria dos inversores possuem uma função importante de rastreamento do ponto de máxima potência (MPPT - *Maximum Power Point Tracking*). Essa função assegura que o inversor extraia a máxima potência dos módulos fotovoltaicos instantaneamente, variando o valor da tensão de operação até o ponto em que a tensão vezes a corrente forneça a maior potência possível em cada instante.

A escolha do inversor solar está relacionada a vários fatores tais quais o número de painéis fotovoltaicos instalados que determinará a potência ideal do inversor, tensão de entrada, tensão de saída, corrente das *strings* conectadas.

Além disso, o inversor deve possuir a função de anti-ilhamento para que caso haja queda de tensão na rede de distribuição ele seja deligado automaticamente, garantindo a segurança dos técnicos de manutenção que possam entrar em contato com o sistema, bem como a segurança dos equipamentos.

○ **Proteção CA**

A proteção CA estará ligada a saída do inversor solar, ela tem a função de proteger contra sobretensão, curto-circuito e sobrecarga. O quadro de proteção CA é composto com dispositivo de proteção contra surtos (DPS) e disjuntor, esses ficam dispostos em uma caixa plástica com grau de proteção IP65.

3.6 LEGISLAÇÃO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

3.6.1 RESOLUÇÃO NORMATIVA (REN) N° 687/2015

A Resolução Normativo n° 482/2012 foi o marco mais importante da geração distribuída, pois foi criado o sistema de compensação. Esse sistema permite que o consumidor

gere sua própria energia através de fontes renováveis. Todo o excedente de energia gerado é transformado em créditos energéticos e trocados com a distribuidora local.

Em 2015, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) autorizou a Resolução Normativa nº 687 com melhorias para a Resolução Normativa nº 483. Dentre as alterações proporcionadas lista-se:

1. **Limites para a geração:** Foi reduzida de 100kW para 75kW a microgeração, colocando-a dentre o limite máxima de potência para consumidores do Grupo B. E a minigeração passou de 1MW para 5MW viabilizando maiores plantas como condomínios, indústrias, empreendimentos, comércios;
2. **Solicitação de acesso:** A nova resolução reduziu o tempo de concessão de acesso com a padronização dos formulários de solicitação;
3. **Resposta da Distribuidora:** Definição de um prazo para que a distribuidora emitir um parecer sobre a solicitação de acesso feita pelo consumidor que queria se utilizar do sistema de compensação;
4. **Fatura:** A fatura de energia elétrica para os consumidores que participam do sistema de compensação de créditos deve ser detalhada, permitindo o acompanhamento;
5. **Validade dos créditos energéticos:** A energia gerada em excesso e enviada para a rede para compensação passou a valer por 60 meses a partir do dia que foram gerados. Na REN 482/2012 a prazo de validade era de apenas 36 meses;
6. **Modalidades de geração distribuída:** A REN 685/2015 autorizou três novas modalidades de geração distribuída: autoconsumo remoto, geração compartilhada e os empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras.

3.6.2 NORMA TÉCNICA (NT) 020

A NT 020 tem como objetivo estabelecer os critérios, padrões e requisitos técnicos mínimos exigidos, de forma a facilitar o fluxo de informações e simplificar o atendimento para o acesso de unidades consumidoras, novas ou existentes, caracterizadas como microgeração distribuída, participante do sistema de compensação de energia elétrica, conectadas à rede de distribuição de energia elétrica em baixa tensão (BT), nas concessionárias do Grupo Equatorial Energia.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.1 ORÇAMENTOS

O estagiário tinha a responsabilidade de elaborar propostas para projetos de sistemas fotovoltaicos. A elaboração de orçamentos é da seguinte forma:

1. É informado a média de consumo mensal em kWh ou histórico mensal de consumo, disposto na conta de luz e o tipo de ligação existente;
2. A partir disso é feito os cálculos da quantidade de módulos, qual inversor utilizar e estrutura necessária, por meio da plataforma da Fortlev (Figura 11);
3. Após obter o valor do Kit CC é inserido na planilha da própria empresa a qual faz o cálculo do valor final e emite a proposta para o cliente considerando o preço dos componentes da parte CA (cabos, disjuntores, DPS entre outros) e obra;
4. Tendo o valor final negociado, o estagiário entra em contato com o banco e simula o valor da proposta para obter os valores de parcelamento e juros, isso é incluso na proposta;
5. A proposta é emitida e entregue para o cliente analisar.

No Anexo A há uma proposta elaborada pelo estagiário.

Figura 11 – Plataforma Fortlev Solar.

The screenshot shows the Fortlev Solar budgeting interface. At the top, there's a header with the logo 'PLATA FORT', the budget ID 'Orçamento 0000108115', a 'Consultar' button, and the user name 'Bruna Moschem Silveira'. There are also buttons for 'Novo Orçamento', a mail icon, a notification bell, and a user profile icon. The main content area has a sidebar on the left with navigation options: Dashboard, Orçamentos (highlighted), Pedidos, Clientes, Agendas, Produtos, Links Úteis, and Termos e Condições. Below the sidebar, there are two radio buttons: 'Faturar para outro Estado' and 'Retira no Local'. The form fields include: Potência desejada (kWp) set to 12, Módulo set to Jinko JKM400M-72H-V, Fabricante Inversor set to GROWATT, Conexão com a Rede set to Monofásico, Tensão set to 220, Potência Orçada (kWp) set to 12,00, Fator de Carregamento do Inversor set to 0,75, Número de strings set to 5, and Módulos por string set to 5. There is a 'Incluir Estrutura' button and a summary bar that says 'Produtos - Kit Fotovoltaico - 5 Itens'. At the bottom, a table header is visible with columns: Id, Código, Produto, Tipo, Origem, and Quantidade.

Fonte: Fortlev Solar, 2021.

4.2 PROJETO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Durante o estágio foram realizados 10 projetos fotovoltaicos, no relatório de estágio será descrito o procedimento realizado em um projeto.

Os passos realizados na etapa de projeto são:

1. Elaboração do projeto;
2. Submissão do projeto e formulários à concessionária;
3. Aprovação do projeto pela concessionária;
4. Instalação do projeto;
5. Vistoria e conexão do sistema à rede de distribuição pela concessionária.

Nos tópicos subsequentes será descrito o passo a passo para um dos projetos realizados durante o estágio.

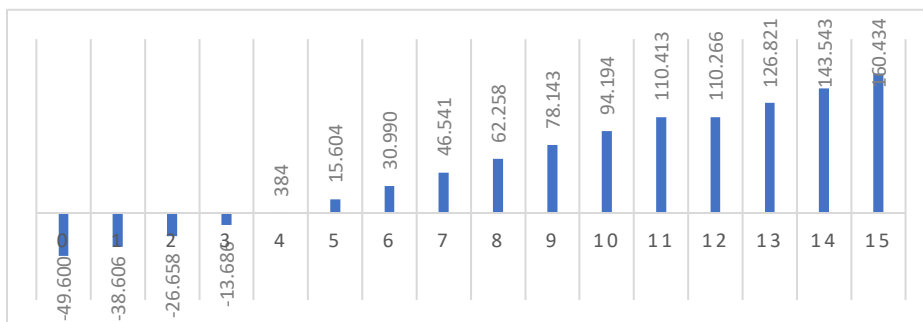
Ademais, foi feita uma análise financeira do investimento e resultando em um *payback* de 4 anos. Para o cálculo do *payback* foram feitos os ajustes detalhados na tabela abaixo e a Figura 12 ilustra o fluxo de caixa:

Tabela 1 - Cálculo do *payback*

Ano	0	1	2	3	4	
A) Rendimento dos painéis		97,5%	96,8%	96,1%	95,4%	
B) Geração anual de Energia (kWh/ano) considerando perda do rendimento dos painéis		17.550	17.424	17.298	17.172	
C) Geração Acumulada de Energia (kWh)		17.550	34.974	52.272	69.444	
D) % de reajuste médio anual de energia descontada a inflação		0%	2%	2%	2%	
E) Custo do kWh - R\$		1,000	1,020	1,040	1,061	
F) Custo anual de disponibilidade do sistema (tarifa mínima) - R\$		-360	-367	-375	-382	
G) Contribuição para o Custeio da Iluminação Pública (COSIP) [anual/aproximado] - R\$		-1.125	-1.147	-1.170	-1.194	
H) Manutenção anual do Sistema Fotovoltaico - R\$		-1.500	-1.530	-1.561	-1.592	
I) Substituição de Inversor Solar - R\$		0	0	0	0	
J) Juros de financiamento sobre o saldo devedor - R\$		-3.571	-2.780	-1.919	-985	
K) Custo de Oportunidade do capital investido - R\$		0	0	0	0	
L) Economia Gerada/ano - R\$ - (BxE + F + G + H + I + J)		10.994	11.948	12.972	14.070	
Economia acumulada (R\$)		10.994	11.948	12.972	14.070	
Retorno do Investimento		-49.600	-38.606	-26.658	-13.686	384

Fonte: Allumer Engenharia e Energia.

Figura 12 - Fluxo de caixa.



Fonte: Allumer Engenharia e Energia.

4.2.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO

O projeto realizado é de baixa tensão, com um consumo mensal de 1500kWh/mês, solicitado à Allumer Engenharia e Energia. O projeto foi realizado na modalidade autoconsumo remoto com cinco UCs na cidade de Alegrete do Piauí. Na Figura 13 é mostrado a imagem superior do telhado.

Figura 13 - Telhado da residência com sistema fotovoltaico *On-grid*.



Fonte: Autoria própria.

- Ligação e tensão de atendimento

A unidade consumidora está ligada em ramal de ligação em baixa tensão aérea, através de um circuito monofásico com dois condutores de alumínio (duplex), sendo o condutor fase com diâmetro nominal de 25mm² e um condutor de neutro de 25mm², com tensão de atendimento de 220V, derivado de uma rede aérea de distribuição secundária.

- Disjuntor de entrada

No ponto de conexão está instalado um disjuntor termomagnético, com as seguintes características:

Tabela 2 - Especificação do disjuntor de entrada.

Tipo:	CA	Corrente Nominal [A]:	50
Tensão Nominal [V]:	400	Frequência [Hz]:	60
Número de polos:	1	Capacidade Máxima de Interrupção [kA]:	3
Inversor:	Inversor 1	Curva de Atuação:	C

Fonte: Memorial técnico para GD da Equatorial Energia.

- Painéis fotovoltaicos

Com o consumo médio mensal de 1500kWh requisitado pelo cliente, tem-se o cálculo da potência teórica do sistema fotovoltaico, conforme Raimundo (2020):

$$Pfv = \frac{C}{I_{rr} \cdot F}$$

Onde:

Pfv = Potência do Sistema (kWp);

C = Consumo anual de energia (kWh/ano);

I_{rr} = Radiação solar local (kWh/m²/ano) (*site* CRESESB);

F = Fator de performance do sistema.

Tomando como radiação solar o valor de 5,40kWh/m²/dia e F = 0,75, calcula-se a potência do sistema fotovoltaico:

$$Pfv = \frac{1500 \cdot 12}{5,50 \cdot 365 \cdot 0,75} \cong 12 \text{ kWp}$$

A quantidade de módulos utilizados é dada pela equação:

$$\text{Quantidade de módulos} = \frac{Pfv}{\text{Potência do módulos}}$$

Para esse projeto foi escolhido um módulo monocristalino da fabricante LONGi de 450Wp (Tabela 3), portanto, tem-se:

$$\text{Quantidade de módulos} = \frac{12 \cdot 10^3}{450} \approx 27 \text{ módulos}$$

Outro parâmetro utilizado para a escolha dos módulos LR4-72HPH-450M foi a análise da área do telhado, já que os módulos monocristalino têm maior eficiência, portanto, necessita de menos painéis quando comparados ao policristalinos.

Tabela 3 - Características técnicas do gerador.

Características técnicas do gerador	
Fabricante	LONGi
Modelo	LR4-72HPH-450M
Potência nominal – Pn [W]	450
Tensão de circuito aberto – Voc [V]	49,3
Corrente de curto-circuito – Isc [A]	11,60
Tensão de máxima potência – Vpmp [V]	41,5
Corrente de máxima potência – Ipmp [A]	10,85
Eficiência [%]	20,9
Quantidade	27
Potência do gerador [Wp]	12150

Fonte: Adaptado do memorial técnico para GD da Equatorial Energia.

- Inversor

Para o dimensionamento do inversor é preciso saber a tensão de entrada da UC, número de fases utilizadas, verificar a quantidade MPPTs disponíveis e o limite de potência.

Para a determinação da potência do inversor é considerado que a potência do inversor pode ser no mínimo 75% da potência do gerador, de forma a otimizar o inversor, resultando em uma máxima geração elétrica. Logo, tem-se:

$$\text{Potência do gerador} = 12,15 \text{ kWp}$$

$$\text{Potência do inversor} > 12,15 \cdot 0,75 = 9,11 \text{ kW}$$

Com base no produtor disponibilizados pelos fornecedores foi utilizado um inversor com potência de 10kW monofásico (dados do inversor são detalhados na Tabela 4), superior ao calculado manualmente.

A tensão em circuito aberto ($V_{oc} = 49,3 \text{ V}$) da série de módulos não deve exceder a tensão máxima de entrada de cada MPPT ($U_{dc,max} = 600\text{V}$), o sistema foi subdividido em três *string* de nove módulo. Portanto:

$$9 \cdot 49,3 = 443,7 \text{ V} < 600 \text{ V}$$

Também deve ser analisado a corrente máxima fornecida por cada string cada MPPT. Tem-se a corrente de curto-circuito ($I_{sc} = 11,60A$) e a máxima corrente por MPPT de $13,5A$ e no MPPT3 de $27,0A$. Portanto, para cada MMPT, tem-se:

$$MPPT1 - I_{sc} = 11,60 A < 13,5 A$$

$$MPPT2 - I_{sc} = 11,60 A < 13,5 A$$

$$MPPT3 - I_{sc} = 11,60 A < 27,0 A$$

Tabela 4 - Características técnicas do inversor.

Características técnicas do inversor	
Fabricante	Growatt
Modelo	MIN10000TL-X
Quantidade	1
Entrada	
Potência nominal – Pn [kW]	10,0
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	15,0
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	600
Máxima corrente CC – Icc-máx [V]	13,5 + 13,5 + 27,0 = 54,0 (MPPT1 + MPPT2 + MPPT3)
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	550
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	60
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	100
Quantidade de Strings	1 + 1 + 2 (MPPT1 + MPPT2 + MPPT3)
Quantidade de entradas MPPT	3
Saída	
Potência nominal CA – Pca [kW]	10,0
Máxima potência na saída CA – Pca-máx [kW]	10,0
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	45,50
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	220
Frequência nominal – Fn [Hz]	60
Máxima tensão CA – Vca-máx [V]	300 F-N
Mínima tensão CA – Vca-min [V]	160 F-N
Fator de potência	0.80 – 1.00 ind./cap.

Tipo de conexão – número de fases + neutro + terra	3 condutores (F+N+PE)
Eficiência máxima [%]	98,1

Fonte: Adaptado do memorial técnico para GD da Equatorial Energia.

Após a instalação do inversor deve ser parametrizado com os ajustes recomendados pela concessionária de energia, descrito na Tabela 5.

Tabela 5 - Parametrização do inversor.

Proteção	Ajustes	Tempo Máximo
Elemento de interrupção (52)	-	
Proteção de subtensão (27)	(27) 0,8 pu	(27) 0,4 seg
Proteção de sobretensão (59)	(59) 1,1 pu	(59) 0,2 seg
Proteção de subfrequência (81U)	(81U) 57,5 Hz	(81U) 0,2 seg
Proteção de sobrefrequência (81O)	(81O) 62,0 Hz	(81O) 0,2 seg
Anti-ilhamento (78 e 81 df/dt – ROCOF)	-	0,2 seg
Tempo de Reconexão (temporizador) (62)	-	
Proteção de Injeção de Componentes CC	lcc > 0,5 ln	1,0 seg
Proteção de sobrecorrente (50/51)	Disjuntor de 50 A	

Fonte: Memorial técnico para GD da Equatorial Energia.

- Dimensionamento de condutores

Para dimensionamento dos cabos CA na saída do inversor é considerado uma corrente admissível de 25% superior a corrente nominal de saída do inversor, com base na norma europeia IEC 60364-7-712. De modo que:

$$I = 1,25 * 45,50 = 56,87 \text{ A.}$$

Com esse valor de corrente é utilizado a tabela de cabo NBR 5410. Foi escolhido o cabo de cobre de 10mm², com isolamento de PVC, que suporta até 57A pelo método de instalação B1.

- Proteção AC

Para dimensionamento da proteção do quadro CA é utilizado como base a corrente máxima da saída do inversor de 45,50A (Tabela 4) e a corrente máxima do cabo de 57A. Então foi escolhido o disjuntor de 50A. O disjuntor selecionado é detalhado na Tabela 6

Para proteção contra surtos atmosféricos é utilizado como base a tensão de operação contínua de 220V e escolhido um DPS com corrente de descarga nominal de 20kA. O DPS utilizado é detalhado na Tabela 7.

Tabela 6 - Especificação disjuntor do inversor.

Tipo:	CA	Corrente Nominal [A]:	50
Tensão Nominal [V]:	400	Frequência [Hz]:	60
Número de polos:	1	Capacidade Máxima de Interrupção [kA]:	3
Inversor:	Inversor 1	Curva de Atuação:	C

Fonte: Memorial técnico para GD da Equatorial Energia.

Tabela 7- Especificação do DPS.

Tipo:	CA	Corrente Nominal [kA]:	10 ou maior
Tensão de Surto [V]:	255	Corrente Máxima [kA]:	20 ou maior
Classe:	II	Quantidade:	2 (F+N)

Fonte: Memorial técnico para GD da Equatorial Energia.

4.2.2 PROJETO E EQUIPAMENTOS

Com a definição da quantidade de módulos e inversor é listado os materiais do kit CC na Tabela 8.

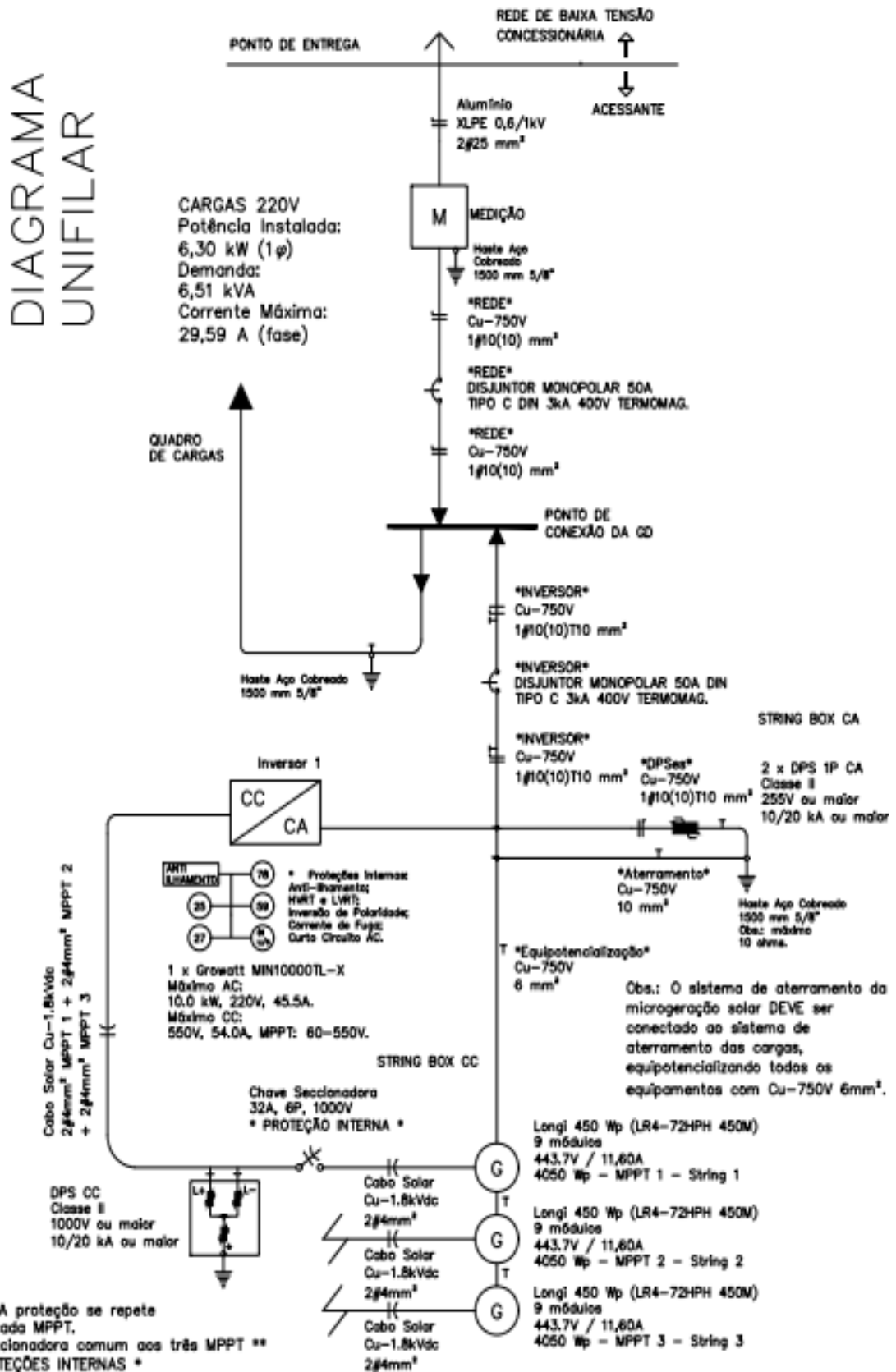
Tabela 8 - Lista de materiais do kit CC.

Lista de Materiais	
Painéis LONGI LR4-72HPH 450M (un.)	27
Inversor GROWATT MIN 10000TL-X - 3 MPPT - 220V (un.)	1
Staubli Conector KIT PAR MC4 PV/6II UR (un.)	6
Perfil suporte do módulo SMART 4,2 m (un.)	14
Grampo Intermediário SMART (un.)	42
Grampo Terminal SMART (un.)	28
Junção U do Perfil (un.)	14
Kit Prisioneiro M10x295 Suporte reto (un.)	28
Kit Prisioneiro M10x200 Suporte reto (un.)	28
Cabo solar 6 mm -1800 V Vermelho (m)	30
Cabo solar 6 mm -1800 V Preto (m)	30

Fonte: Autoria Própria

Desse modo, utilizando a lista de materiais descrita na tabela acima, foi possível iniciar o *layout* do sistema com o diagrama unifilar, ilustrado na figura 14.

Figura 14 - Diagrama Unifilar.



Fonte: Autoria própria.

4.2.3 SUBMISSÃO DE PROJETO E ACOMPANHAMENTO DE OBRA

Após a contratação da empresa pelo cliente para desenvolvimento e execução do projeto, inicia-se a elaboração do projeto fotovoltaico (descrito no tópico anterior). Para que se tenha aprovação do projeto é necessário seguir todos os procedimentos exigidos pela concessionária. Para submissão em microgeração com potência abaixo de 10kW, é necessário enviar a documentação a seguir:

1. Formulário de solicitação de Acesso;
2. ART do Responsável Técnico;
3. Diagrama unifilar do sistema de geração, carga, proteção e medição;
4. Memorial Técnico Descritivo;
5. Certificados de Conformidade dos Inversores ou o número de registro de concessão do INMETRO para a tensão nominal de conexão com a rede (para inversores de até 10kW);
6. Dados necessários para registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg;
7. Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012;
8. Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os Integrantes;
9. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL, no caso de cogeração qualificada;
10. Contrato de aluguel ou arrendamento da unidade consumidora, quando a UC geradora for alugada ou arrendada;
11. Procuração, quando a solicitação for feita por terceiros;
12. Autorização de uso de área comum em condomínio, quando uma UC individualmente construir uma central geradora utilizando a área comum do condomínio.

Nos anexos B, C e D estão dispostos os documentos 1, 3 e 4 respectivamente.

Para implementação do sistema foi designada uma equipe de 4 pessoas, incluindo o estagiário para o acompanhamento da obra. O telhado é composto por telhas cerâmicas e a instalação foi feita utilizando parafusos do tipo prisioneiro para instalação em madeira com trilhos de alumínio, a instalação da estrutura ilustrada na Figura 15 e os módulos instalados na Figura 16.

Figura 15 - Estrutura suporte para os módulos.



Fonte: Autorial Própria.

Figura 16 - Módulos instalados.



Fonte: Autorial Própria.

Ao conectar os painéis e levar os cabos CC até o inversor é importante realizar o teste de comissionamento. Os testes realizados são os de detecção de polaridade e verificação do nível de tensão fornecido por cada *string*, nessa etapa é utilizado um multímetro na escala de tensão contínua. É importante que esse teste seja executado em um horário de alta irradiância solar, pois será aproximadamente as condições de máxima potência.

Após o teste de comissionamento, é feita a conexão no inversor, ilustrado na imagem 17. Na Figura 18 é mostrado o quadro de proteção CA, nele está presente um DPS, um disjuntor

de 50A (descrito no tópico 4.2.1) e um contactor de 4 polos responsáveis pelo seccionamento da fase e neutro. No caso de inadimplência do cliente com o banco é enviado um SMS para um dispositivo interno que contém um chip telefônico e aciona a bobina do contactor desconectando o inversor da rede.

Figura 17 - Instalação do inversor.



Fonte: Aatoria própria.

Figura 18 - Quadro de proteção CA.



Fonte: Aatoria própria.

Outra exigência por parte da concessionária é a instalação de uma placa de advertência próxima ao medidor de energia, em local visível, essa placa deve ser de policarbonato com aditivos anti-raios UV (ultravioleta), com espessura de 2 mm, letras em Arial Black. Na Figura 19 é ilustrada a placa de advertência e na Figura 20 a instalação dela ao lado da medição.

Figura 19 - Placa de advertência.



Fonte: NT 020 Equatorial Energia.

Figura 20 - Placa de advertência junto à medição.



Fonte: Autoria Própria.

Portanto, atendendo todos os pontos citados, o projeto foi aprovado e foi solicitado a vistoria e posteriormente a conexão da residência à rede. O medidor será substituído pelo medidor bidirecional, possibilitando o início da conversão de energia solar em energia elétrica e injetar excedente na rede de distribuição para o autoconsumo remoto.

5 CONCLUSÕES

Por conseguinte, vê-se que o estágio é uma ferramenta de essencial importância para fornecer ao aluno uma experiência profissional, sendo um instrumento para habilitá-lo para o mercado de trabalho, uma vez que durante o estágio esse tem acesso aos desafios do mundo real e o acesso a um profissional habilitado que orienta os caminhos para resolução destes desafios.

Diante do exposto, fica evidente que a componente curricular Estágio Supervisionado é fundamental na formação e amadurecimento dos novos engenheiros. O dia-a-dia no meio profissional contribui para o amadurecimento das ideias e lidar com os desafios da profissão. Na resolução desses desafios é notória a aplicação das disciplinas cursadas ao longo da

graduação, principalmente as disciplinas de Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos, Materiais Elétricos, Circuitos Elétricos e seus respectivos laboratórios.

Nota-se os conhecimentos adquiridos sobre sistemas fotovoltaicos, desde o projeto até sua implementação (tanto de sistemas isolados como conectados à rede). No entanto, percebe-se uma carência desse perfil profissional do engenheiro eletricitista formado pela UFCG e as necessidades exigidas pelo mercado de trabalho, onde é necessário muito conhecimento prático para dar ao estudante mais segurança no exercício da função.

Portanto, o estágio curricular obrigatório foi finalizado com êxito, somando conhecimentos ao aluno e preparando-o para um mundo fora da academia.

REFERÊNCIAS

- ALDO SOLAR. Loja. Disponível em: <<https://www.aldo.com.br/loja/>>. Acesso em: 08 de out. 2021.
- ALLUMER ENGENHARIA E ENERGIA. Site. Disponível em: < <https://www.allumer.eng.br/>> Acesso em: 01 de out. 2021.
- ANEEL. Geração Distribuída. Disponível em: < https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14461914&_101_type=content&_101_groupId=656827&_101_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&inheritRedirect=true>. Acesso em: 05 de out. 2021..
- ANEEL. Geração Distribuída – regulamentação atual e processo de revisão. Disponível em: < <https://www.aneel.gov.br/documents/655804/14752877/Gera%C3%A7%C3%A3o+Distribu%C3%ADa+%E2%80%93+regulamenta%C3%A7%C3%A3o+atual+e+processo+de+revis%C3%A3o.pdf/3def5a2e-baef-bb59-2ce1-4f69a9cb2d88>>. Acesso em: 05 de out. 2021.
- BLUE SOL. Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (On Grid): o Guia 100% Completo. 2019. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-on-grid/> . Acesso em: 09 out. 2021.
- ARISTIZÁBAL, J., et al. "Operation Results of a Photovoltaic System Interconnected to the Low Voltage Grid in Bogotá, Colombia." *Journal of Clean Energy Technologies* 4.2 (2016).
- BAZILIAN, Morgan, et al. Re-considering the economics of photovoltaic power. *Renewable Energy* 53 (2013): 329-338.
- CLAMPER SOLAR. Datasheet. Disponível em: <<https://www.skysollaris.com.br/produtos/anexos/datasheet-string-box-clamper-2e-1s-1568316847.pdf>> Acesso em: 09 de out. 2021
- CRESESB. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito. Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2006.
- DE CASTRO, Rodolfo Damásio. Energia solar térmica e fotovoltaica em residências: estudo comparativo em diversas localidades do Brasil. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, [S. l.], 2014.
- DERRICK, A., BARLOW, R. W., McNELIS, B. and GREGORY, J. A. Photovoltaics: a market overview. Part 1: Review of the Photovoltaic Industry. Ed James X James: England, 1993.
- EQUATORIAL ENERGIA. 2019. CONEXÃO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO , PIAUI, 17 set. 2019. Disponível em: <https://ma.equatorialenergia.com.br/wp-content/uploads/2019/10/NT-020-EQTL-Normas-e-Padroes-Conexao-de-Microgeracao-Distribuida-ao-Sistema-de-Distribuicao.pdf>. Acesso em: 5 out. 2021.
- ELETRONICA DE POTÊNCIA. Blog. Célula Fotovoltaica: Tudo que você precisa saber. Disponível em: <<https://eletronicadepotencia.com/celula-fotovoltaica/>>. Acesso em: 08 de out. 2021.
- FORLEV SOLAR. Loja. Disponível em: <<https://fortlevsolar.com.br/>>. Acesso em: 08 de out. 2021.

- GARCIA, Francisco Everton Batista. Estudo de custo-benefício de geração de energia solar em residências de baixo padrão: estudo de caso. Orientador: Dr. Renato de Oliveira Fernandes. 2017. Monografia (Especialização) - Universidade Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2017.
- HORSTMANN, A.; FIGUEIREDO JÚNIOR, E. A. Geração de energia fotovoltaica aplicado a aviários do sistema Dark House. 2020. 81 f. Monografia (Curso de Engenharia Elétrica), Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2020.
- INOVACARE SOLAR. Tecnologia. Disponível: <<https://inovacare.solar/tecnologia>>. Acesso em: 08 de out. 2021.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. CEPEL - CRESESB, Rio de Janeiro, mar. 2014, 530 f.
- RAIMUNDO, T. H. A. Curso Projetando e Dimensionando Sistema Fotovoltaico. Disponível em:<<https://aett.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Curso-PROJETANDO-E-DIMENSIONANDO-SISTEMA-FOTOVOLTAICO-Oficial.pdf>>. Acesso em: 09 de out. 2021.
- RIBEIRO, Uirê Guimarães Vieira. Capítulo 2: História. In: RIBEIRO, Uirê Guimarães Vieira. Estudo de Viabilidade Econômica de Instalações de Fontes de Energia Renováveis Baseado em Células Fotovoltaicas Para o Uso Residencial. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade de São Paulo, [S. 1.], 2012.
- R. THOMAS, M. FORDHAM, Photovoltaics and Architecture, Spon Press, London and New York, 2001.
- SMESTAD, G. P. Optoelectronics of solar cells. 1a. ed., SPIE: Bellingham, 2002
- Tomislav Pavlovic, The Sun And Photovoltaic Technologies, Green Energy And Technology Series, Springer, 2020. ISBN 978-3-030-22403-5.
- VILLALVA, M. Entendendo as curvas IV e PV dos módulos fotovoltaicos. Canal Solar, 2019. Disponível em: <<https://canalsolar.com.br/entendendo-as-curvas-iv-e-pv-dos-modulos-fotovoltaicos/>>. Acesso em: 09 de out. de 2021.
- XAVIER, G. A., D. Oliveira Filho, and J. C. Carlo. "Photovoltaic solar energy in the world and in Brazil." Renewable and Sustainable Energy Reviews 15.6 (2012): 2696-2706.

ANEXO A – PROPOSTA COMERCIAL ALLUMER ENGENHARIA E
ENERGIA



ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

RHÚLIO VICTOR LUZ C. SOUSA

ENGENHEIRO ELETRICISTA

CREA: 1918773408

89 92000-1700

✉ contato@allumer.eng.br

PROPOSTA COMERCIAL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO ON-GRID / MICROGERAÇÃO

1. APRESENTAÇÃO

Acreditamos em um mundo melhor, mais limpo e sustentável, por isso oferecemos a solução mais eficiente e econômica para nossos clientes com o mínimo de impacto ao meio ambiente. Sistemas fotovoltaicos são capazes de gerar energia elétrica através da radiação solar, uma alternativa sustentável e econômica para obtenção de eletricidade. Os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica operam em paralelo ao sistema de distribuição de energia elétrica e podem ser instalados em residências, comércios, indústrias, estádios, escolas, entre outros.

1.1 Solução Completa

Nesse sistema, a medição de energia é realizada através de um medidor eletrônico bidirecional, capaz de registrar o fluxo de energia nos dois sentidos, a energia que a unidade recebe e a energia que a unidade injeta na rede. Se a unidade consumidora estiver demandando mais energia do que está gerando, o medidor registra o consumo, do contrário, o excedente é injetado na rede e registrado pelo medidor. Ao final do mês o consumidor pagará o que ficou registrado no medidor, ou seja, a diferença entre o que ele consumiu e o que gerou, conforme a Resolução ANEEL nº 482/14 - Compensação de Energia com Geração Distribuída.

1.2 Diferencial

Com um trabalho ético, comprometido e transparente, a Allumer Engenharia e Energia oferece soluções mais sustentáveis e eficientes com a máxima satisfação dos consumidores.

1.2.1 Principais diferenciais da Allumer:

- Elaboração de todo o projeto dentro das normas técnicas e o acompanhamento com a concessionária de energia;
- Emissão de ART de elaboração do projeto e execução no CREA, assim como acompanhamento da obra por um profissional qualificado, Engenheiro Eletricista;
- Todos nossos equipamentos possuem certificações nacionais e/ou internacionais;
- Logística de entrega dos produtos;
- Sistema de monitoramento web da geração de energia;
- Atendimento e garantia do serviço de instalação.



1.2.2 Sistema de Monitoramento

Com o sistema de monitoramento o cliente tem acesso aos dados de geração de energia no seu celular ou no computador. Através do aplicativo, é possível ver dados de geração diários, mensais e anuais, além de ter controle de todos os benefícios ambientais possibilitados pelo sistema.



1.2.3 Módulos Fotovoltaicos

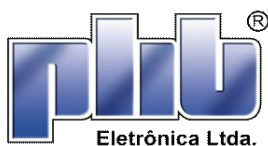


A alta qualidade e a confiabilidade dos módulos (ou painéis solares) de nossos parceiros caracterizam-se pelo design bem projetado e pelo rigoroso teste de qualidade de seus insumos. Os painéis fotovoltaicos possuem a classificação "A" do INMETRO no quesito de eficiência energética. Tecnologia testada e homologada para o mercado brasileiro. Além disso, nossos produtos tem certificações internacionais como: TUV, UL, IEC e VDE.

Energia (Elétrica)		MODELO FOTVOLTAICO
Nome		MONOLITICO
Marcas		MONOLITICO
Modelo		PM160A-200W
Mais eficiente		A
Menos eficiente		
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (%)		16,0
Área Coberta do Módulo (m²)		1,63
Potência Máxima Nominal de Energia (Watt/m²)		32,00
Potência Máxima Nominal de Energia (Watt)		260,00
<small> Informações importantes: - Este produto é homologado pelo INMETRO. - Este produto é homologado pelo INMETRO. - Este produto é homologado pelo INMETRO. </small>		
<small> INFORMAÇÃO IMPORTANTE: FIQUE ATENTO AO MODELO DE INSTALAÇÃO E DESEACOSION DO E-COVIDA DE SEUS DE CONSUMIDOR </small>		



1.2.4 Inversores



A facilidade de monitoramento e o design sofisticado dos inversores, tornam a instalação e manutenção extremamente eficientes. Os inversores possuem interface Wi-Fi e podem ser usados para todos os sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica, desde unidades residenciais até instalações fotovoltaicas em grande escala. Inversores testados, aprovados e certificados pelo Inmetro.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1 Alterações no Projeto

Toda e qualquer modificação do projeto ou serviço inicial, solicitado pelo cliente, que implique em alterações de características específicas, funções adicionais, reinstalação, ampliação ou outros itens não especificados, serão considerados como adicionais ao produto, devendo seguir cronograma de execução e alocação de recursos, através de nova proposta técnica e comercial.

2.2 Responsabilidade da Allumer

Toda a negociação, cobrança e recebimento dos valores dos serviços; agendamento de entrega e dos serviços; instalação e desinstalação; prestação de assistência técnica dos produtos e serviços; prestação de serviços de manutenção e suporte técnico; encaminhamento de garantias; apresentações de ART e autorizações com a Concessionária de Energia, são definidas e negociadas com o cliente.

3. GARANTIAS

Garantia contra defeitos de fabricação	Prazo de Garantia
SERVIÇO DE INSTALAÇÃO	6 meses (Allumer)
SUORTE TÉCNICO GRATUITO	6 meses (Allumer)
PAINÉIS FOTOVOLTAICOS	12 anos¹ (Fabricante - Jinko)
INVERSORES	10 anos (Fabricante - Growatt)
ESTRUTURAS DE FIXAÇÃO	10 anos (Fabricante)
MATERIAL ELÉTRICO	1 ano (Fabricante)
DEMAIS EQUIPAMENTOS	1 ano (Fabricante)

Os prazos de garantia serão contados a partir da data de emissão da respectiva Nota Fiscal e a garantia somente poderá ser acionada mediante apresentação da Nota Fiscal original correspondente ao serviço/produto com defeito. O cliente deve estar ciente que qualquer alteração na estrutura, modificação e abertura dos equipamentos, reconfiguração, desinstalação do sistema gerador solar que não seja realizado diretamente pela Allumer Engenharia, poderá comprometer a garantia de toda a solução. O dimensionamento do sistema fotovoltaico se dá através de dados estatísticos de clima, não sendo possível portanto, oferecer uma garantia de geração mensal efetiva, sendo estes valores apenas para referência.

¹Os painéis fotovoltaicos têm um prazo total de garantia de 25 anos, sendo 10 anos de defeitos de fábrica e mais 15 anos de performance. Quanto à capacidade de geração, garante 90% da potência nominal de geração durante os 10 primeiros anos e 80% nos outros 15 anos.

Não estão cobertos na proposta:

- Custos com obras civis, como: reforço no telhado ou adequação do padrão de entrada;
- Licenciamento, vistos, autorizações e licenças legais de qualquer natureza;
- Custo de conexão ou obras de reforço relacionadas a rede da concessionária;
- Seguros relacionados à financiamentos, obra ou aos itens aqui contidos;
- Manutenção do sistema fotovoltaico (exceto aquelas que se enquadrem como garantia);
- Custo de envio dos produtos para garantia com o fabricante e extras;
- Qualquer outro item não incluso nesta proposta.

4. INVESTIMENTO

Compreende no orçamento do projeto de um Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (SFCR ou On-Grid) com potência nominal CA de 10 kW e potência CC de 12,075 kWp:

Equipamento	Valor Total
23 x Módulo Fotovoltaico Monocristalino 525 Wp - Jinko JKM525M-72HL4-TV	R\$28.302,40
1 x Inversor Monofásico 380/220V 10 kW - Growatt MIN10000TL-X	R\$16.509,74
Estrutura de Fixação em Alumínio e Aço	
Cabo Solar 1,8 kV CC Anti-UV	
Proteção CC com Chave Seccionadora e DPS	
Quadro de Proteção CA com Disjuntor e DPS	
Cabo Flexível CA e Estrutura para Aterramento	R\$7.176,42
Quadro de Proteção CA com Disjuntor e DPS	
Hastes de Aterramento + Conectores + Caixas de Inspeção	
Eletrodutos Rígido Soldável PVC Anti-chama	
Buchas + Curvas + Abraçadeiras para Eletroduto Rígido PVC	
Serviço de projeto, homologação, instalação e configuração	R\$5.709,34
Sub-total	R\$57.697,90
Total com desconto	R\$52.600,00

5. DIMENSIONAMENTO

Potência e expectativa de geração mensal dos módulos fotovoltaicos	525 Wp / 66 kWh por módulo
Ângulo de inclinação e azimute do(s) telhado(s)	30° / -180°
Coordenadas geográficas	-7.07, -41.48
Média de consumo atual do cliente	1500 kWh/mês

Quantidade/Potência de módulos fotovoltaicos necessários	23 módulos / 12,075 kWp
Potência de inversor fotovoltaico necessário	10 kW
Área utilizada pelos módulos fotovoltaicos	46 metros ²
Estrutura de fixação da proposta	Parafuso Estrutural
Geração anual (máxima teórica)	19560 kWh/ano
Geração média mensal (máxima teórica)	1630 kWh/mês
Geração média mensal considerada para a proposta	1500 kWh/mês

RHÚLIO VICTOR LUZ CARVALHO SOUSA

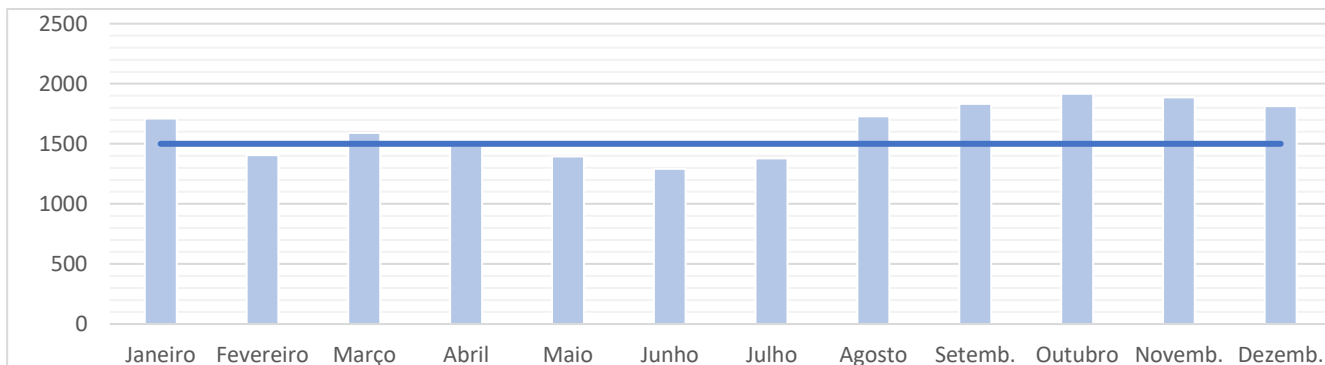
CPF: 045.814.413-40 - CREA: 35.724/PI
 CNPJ: 21.986.801/0001-48 - CREA: 36.065 EMPI
 AV. SENADOR HELVÍDIO NUNES, 879 - SALA A
 BAIRRO BOA SORTE - PICOS - PIAUÍ



ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

Estimativa de Geração ao longo do ano



Observação: Os valores de geração estimada são calculados com margem de erro para menos, visto que dependendo das condições do telhado (inclinação, orientação, etc), os painéis podem gerar mais ou menos que o previsto. Portanto, será considerada geração abaixo da condição ideal para efeitos de possíveis perdas de geração ou sazonalidade.

Condições de pagamento:

- Boleto à vista
- Financiamento Bancário¹
 - Banco do Nordeste¹
 - Santander¹
 - Banco Votorantim (BV)¹
- Cartão de Crédito (c/ juros)
- Allumer Engenharia¹

¹ Sujeito à confirmação de taxa e análise de crédito da instituição financeira, além de encargos solicitados pela mesma não inclusos na proposta.

² As condições e ofertas contidas nesta proposta são válidas por 3 dias, podendo sofrer reajustes posteriores.

Estimativa de entrega do material: aprox. 90 dias após confirmação de pagamento
Prazo de execução: em até 90 dias após entrega do material

RHÚLIO VICTOR LUZ CARVALHO SOUSA

CPF: 045.814.413-40 - CREA: 35.724/PI
 CNPJ: 21.986.801/0001-48 - CREA: 36.065 EMPI
 AV. SENADOR HELVÍDIO NUNES, 879 - SALA A
 BAIRRO BOA SORTE - PICOS - PIAUÍ

RHÚLIO VICTOR LUZ C. SOUSA
 ENGENHEIRO ELETRICISTA
 CREA: 1918773408

WhatsApp: 89 92000-1700
 Instagram: @allumerengenharia

Email: contato@allumer.eng.br
 Website: www.allumer.eng.br



FINANCIAMENTO BANCÁRIO (VALORES APROXIMADOS):

VALOR TOTAL FINANCIADO: R\$52.600,00

		ENTRADA	
1) BV Financeira (carência 30 dias):	Sem entrada	R\$ 15.800,00	R\$ 26.300,00
12 parcelas (1.10% a.m.)	R\$ 4.977,16	R\$ 3.500,89	R\$ 2.519,83
24 parcelas (1.50% a.m.)	R\$ 2.779,08	R\$ 1.954,78	R\$ 1.406,99
36 parcelas (1.62% a.m.)	R\$ 2.052,90	R\$ 1.443,99	R\$ 1.039,34
48 parcelas (1.67% a.m.)	R\$ 1.695,12	R\$ 1.192,34	R\$ 858,20
60 parcelas (1.70% a.m.)	R\$ 1.487,23	R\$ 1.046,10	R\$ 752,95
72 parcelas (1.76% a.m.)	R\$ 1.369,74	R\$ 963,47	R\$ 693,47
84 parcelas (1.86% a.m.)	R\$ 1.315,05	R\$ 925,00	R\$ 665,78

		ENTRADA	
2) Banco do Brasil (carência 30 dias):	Sem entrada	R\$ 15.800,00	R\$ 26.300,00
12 parcelas (0.75% a.m.)	R\$ 4.868,07	R\$ 3.424,16	R\$ 2.464,60
24 parcelas (0.98% a.m.)	R\$ 2.614,16	R\$ 1.838,78	R\$ 1.323,49
36 parcelas (1.39% a.m.)	R\$ 1.975,79	R\$ 1.389,75	R\$ 1.000,30
48 parcelas (1.49% a.m.)	R\$ 1.631,70	R\$ 1.147,72	R\$ 826,09
60 parcelas (1.63% a.m.)	R\$ 1.461,21	R\$ 1.027,81	R\$ 739,78

		ENTRADA	
3) Banco do Nordeste:	Sem entrada	R\$ 15.800,00	R\$ 26.300,00
90 parcelas (IPCA - inflação, aproximado)	R\$ 1.215,64	R\$ 1.040,09	R\$ 923,42

Obs. 1: as parcelas não são fixas.

Obs. 2: tarifas de R\$2376 extras.

Obs. 3: necessário caução de R\$2630.

ANEXO B – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA
MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA (ATÉ 10 kW)

1. Identificação e Dados Cadastrais da Unidade Consumidora - PREENCHER, OBRIGATORIAMENTE, TODOS OS CAMPOS NA COR VERMELHA

Nome do Cliente / Razão Social (Titular da Unidade Consumidora) XX		CPF/CNPJ XXXXXXXXXX	RG XXXXXXXXXX	DATA EXPEDIÇÃO XXXXXXXXXX
Endereço XX		Contatos telefônicos		
CEP: 64.675-000	Município: ALEGRETE DO PIAUÍ	UF (selecionar): PI	E-mail: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	
Tipo de Solicitação (selecionar): CONEXÃO DE GD EM UNIDADE CONSUMIDORA EXISTENTE SEM AUMENTO DE POTÊNCIA DISPONIBILIZADA (ver item abaixo)		Conta Contrato (Se UC existente): XXXXXXXXXXXXX		
Ramo de Atividade (Descrição): RESIDENCIAL		Possui Cargas Especiais? NÃO		
Detalhar - Cargas especiais: -		Subgrupo (selecionar): B1		
Classe (selecionar): Residencial	Tipo de Ligação (selecionar): MONOFÁSICO	Tensão de Atendimento da UC: 220 V		
Carga Declarada da UC: 6,30 kW	Disjuntor de Entrada da UC (selecionar): 50 A	Potência Disponibilizada (PD) para a UC: 10,00 kW		
Tipo de Ramal (selecionar): AÉREO	Nº de identificação do poste ou transformador mais próximo: não identificado			
Preencher as coordenadas do ponto de entrega do acessante em UTM Fuso 23 ou 24		X = XXXXXXXX	Y = XXXXXXXX	
Nome do Responsável Legal		Telefone do Responsável Legal	E-mail do Responsável Legal	

2. Dados Cadastrais do Responsável Técnico

Nome Completo RHULIO VICTOR LUZ CARVALHO SOUSA	Título Profissional Engenheiro Eletricista	Registro Profissional Nº: 35724 UF: PI		
E-mail contato@allumer.eng.br	Telefone Fixo (89) 92000-1700	Telefone Celular (86) 99823-1234		
Endereço de Correspondência AV. SENADOR HELVIDIO NUNES, 879 - SALA A	Bairro BOA SORTE	UF: PI	CEP: 64.607-085	
	Município PICOS			

3. Características da Microgeração Distribuída

Dados Gerais da Central Geradora		Especificar se necessário		
Tipo de Geração (selecionar): SOLAR FOTOVOLTAICA				
Enquadramento da Microgeração (selecionar): AUTOCONSUMO REMOTO	PREENCHER LISTA DE RATEIO DE CLIENTES NA GUIA 4			
Potência Geração (PG): 10,00 kW	OK: PG ≤ PD	Tensão Conexão: 1Ø 220 V	Data Início de Operação: 01/10/2021	

4. Documentos necessários que devem ser anexados à Solicitação de Acesso:

Descrição	Observações
1. ART do Responsável Técnico pelo projeto e instalação do sistema de microgeração	
2. Diagrama unifilar contemplando Geração, Proteção (inversor, se for o caso), Carga e Medição	
3. Memorial Técnico Descritivo da instalação (Conforme Modelo do ANEXO III - MODELO DE MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO)	
4. Certificados de Conformidade dos Inversores ou o número de registro de concessão do INMETRO do(s) inversor(es) para a tensão nominal de conexão com a rede	Inversor até 10 kW, é obrigatório o número do registro de concessão do INMETRO (homologação)
5. Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando na porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012 (PLANILHA NA GUIA 2)	Para autoconsumo remoto, geração compartilhada e empreendimento de múltiplas unidades consumidoras
6. Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os Integrantes (se houver)	Apenas para os casos de empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras e geração compartilhada.
7. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL, da cogeração qualificada (se houver)	Apenas para cogeração qualificada
8. Formulário de Ligação Nova (quando necessário, conforme observação) (Conforme ANEXO IV - FORMULÁRIO DE LIGAÇÃO NOVA)	Apenas no caso de Ligação Nova de unidade consumidora com microgeração distribuída
9. Formulário de Troca de Padrão (de monofásico para bifásico ou trifásico, de bifásico para trifásico, de trifásico para bifásico ou monofásico, de bifásico para monofásico) (Conforme ANEXO V - FORMULÁRIO DE TROCA DE PADRÃO)	Apenas no caso de unidade consumidora existente com aumento ou redução de potência disponibilizada que implique em troca de padrão
10. Contrato de Aluguel ou Arrendamento da unidade consumidora (quando necessário, conforme observação)	Apenas para os casos de aluguel ou arrendamento do local onde será instalada a central geradora
11. Procuração (quando necessário, conforme observação)	Quando a solicitação for feita por terceiros
12. Autorização de uso de área comum em condomínio (quando necessário, conforme observação)	Quando uma UC individualmente construir uma central geradora utilizando a área comum do condomínio

5. Este formulário deve ser preenchido e encaminhado aos canais de atendimento Corporativo da Concessionária

<p>Em caso de dúvidas entre em contato através dos seguintes canais de atendimento ou nos locais onde há Consultores do Atendimento Corporativo:</p> <p>PARÁ - Sede de regionais (Belém, Castanhal, Marabá, Santarém e Altamira) Telefone: 0800 280 3216 E-mail - grandescientes.para@equatorialenergia.com.br</p> <p>MARANHÃO - Sede de regionais (São Luís, Imperatriz, Timon, Balsas e Bacabal) Telefone: 0800 280 2800 E-mail - grandescientes.maranhao@equatorialenergia.com.br</p> <p>PIAUI - Sede de regionais (Teresina, Parnaíba, Picos, Bom Jesus e Floriano) Telefone: 0800 086 8500 E-mail - grandescientes.piaui@equatorialenergia.com.br</p> <p>ALAGOAS - Sede de regionais (Maceio, Arapiraca, Matriz de Camaragibe e Santana do Ipanema) Telefone: 0800 082 8500 E-mail: grandescientes.alagoas@equatorialenergia.com.br</p>	<p>Eu, acessante identificado neste formulário ou procurador legal, venho por meio deste instrumento, solicitar o acesso para microgeração distribuída, fornecendo meus dados cadastrais assim como as documentos necessários, em conformidade com as normas e resoluções aplicáveis.</p> <p align="center">ALEGRETE DO PIAUÍ - PIAUI</p> <p align="center">01/09/2021</p> <p align="center">Local _____ Data _____ Assinatura do Responsável _____</p>
--	---

Informações das Unidades Geradoras (UG): (PREENCHER CONFORME O TIPO DE FONTE DE GERAÇÃO)

1. Solar Fotovoltaica

Item	Potência do Módulo (W)	Quantidade	Potência de Pico (kWp):	Área do arranjo (m²):	Fabricante(s) dos Módulos	Modelo
1	450	9	4,05	19,60	Longi	LR-72HPH 450M
2	450	9	4,05	19,60	Longi	LR-72HPH 450M
3	450	9	4,05	19,60	Longi	LR-72HPH 450M
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
TOTAL		27	12,15	58,80		

Obs: Célula fotovoltaica é a unidade básica, módulo é o conjunto de células e arranjo é o agrupamento de módulos, o gerador

2. Dados dos Inversores

Item	Fabricante*	Modelo*	Potência Nominal (kW)	Faixa de tensão de operação (V)	Corrente Nominal (A)	Fator de Potência	Rendimento (%)	DHT de Corrente (%)
1	Growatt	MIN10000TL-X	10,00	160-300 F-N	45,5	.8-1. ind/cap	98,1	< 3
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
TOTAL			10,00					

Obs: Unidades Geradoras Fotovoltaicas e Eólicas

3. Eólica

Item	Fabricante/Modelo	Eixo do rotor (horizontal/vertical)*	Altura Máxima da Pá (m)*	Diâmetro do rotor (m)	Controle de Potência ⁽¹⁾	Velocidade de rotação nominal / Sobrevelocidade máxima (rpm)	Velocidade do vento (m/s)		Potência Gerada (kW)		Momento de Inércia da Massa Girante MD2/4 (kg.m2)	Documento de certificação da turbina ⁽²⁾
							Entrada em serviço (cut-in)	Saída de serviço (cut-out)	Entrada em serviço (cut-in)	Saída de serviço (cut-out)		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
TOTAL												

Obs: No caso de aerogerador não convencional informar a altura máxima atingida pela estrutura.

⁽¹⁾ Passo variável(Stall), Estol(pitch), Estol ativo (active stall), etc.

⁽²⁾ Data

4. Hidráulica

Item	Rio	Bacia / SubBacia	Tipo turbina	Fabricante Turbina	Potência Turbina (kVA)	Fabricante Gerador	Potência do Gerador (kVA)	Fator de Potência do Gerador	Potência do Gerador (kW)
1									
2									
3									
TOTAL									

5. Térmica (Biomassa/Solar Térmica/Cogeração)

Informação	Especificação	Unidade	Periodicidade	Observação
Fabricante das Turbinas*				
Tipo de Turbina* ⁽¹⁾				
Fabricante/Modelo do Gerador				
Potência Nominal de Placa		kVA		
Potência Máxima em Regime Contínuo		kW		
Corrente Nominal		A		
Tensão Nominal		kV		
Frequência Nominal		Hz		
Velocidade Nominal		rpm		
Número de fases				
Tipo e Ligação ⁽²⁾				
Número de pólos				
Fator de Potência Máximo* ⁽³⁾				

⁽¹⁾ G/V/O

⁽²⁾ Y ou Δ

⁽³⁾ Sobre-excitado ou Sub-excitado

ANEXO C – DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE GERAÇÃO,
CARGA, PROTEÇÃO E MEDIÇÃO

DIAGRAMA UNIFILAR

QUADRO DE CARGAS

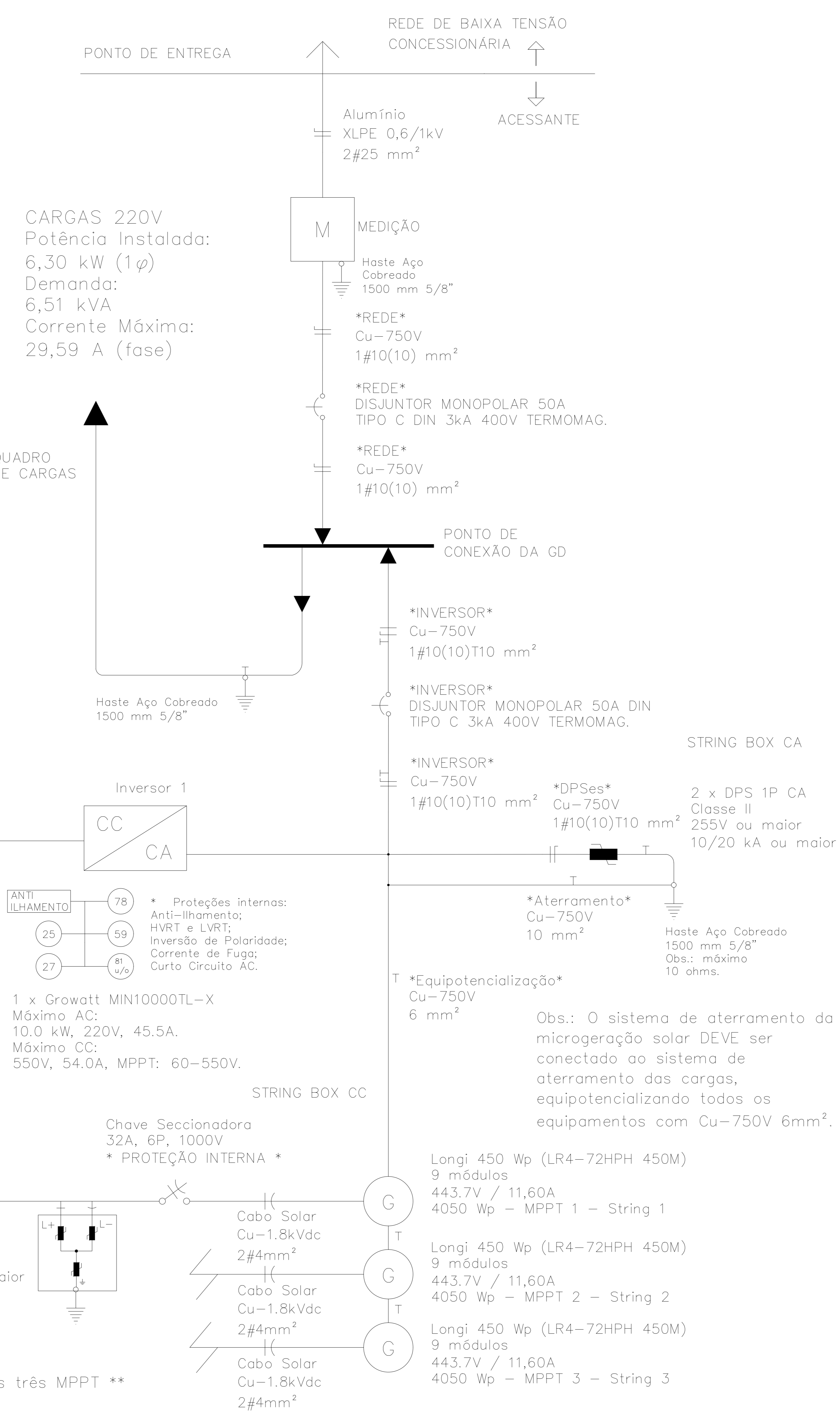
Qtd.	Descrição	Potência Total
1	Freezer Vertical	0,32 kVA
5	Tomadas de Uso Geral 600VA	3,00 kVA
10	Tomadas de Uso Geral 100VA	1,00 kVA
20	Lâmpada Fluorescente Compacta	1,11 kVA
2	Freezer Horizontal	1,10 kVA

TOTAL: 6,53 kVA

QUADRO DE INVERSORES

Qtd.	Descrição	Potência Total
1	Growatt MIN10000TL-X	10,00 kVA

TOTAL: 10,00 kVA



Obs.: A proteção se repete para cada MPPT.
 ** Seccionadora comum aos três MPPT **
 * PROTEÇÕES INTERNAS *

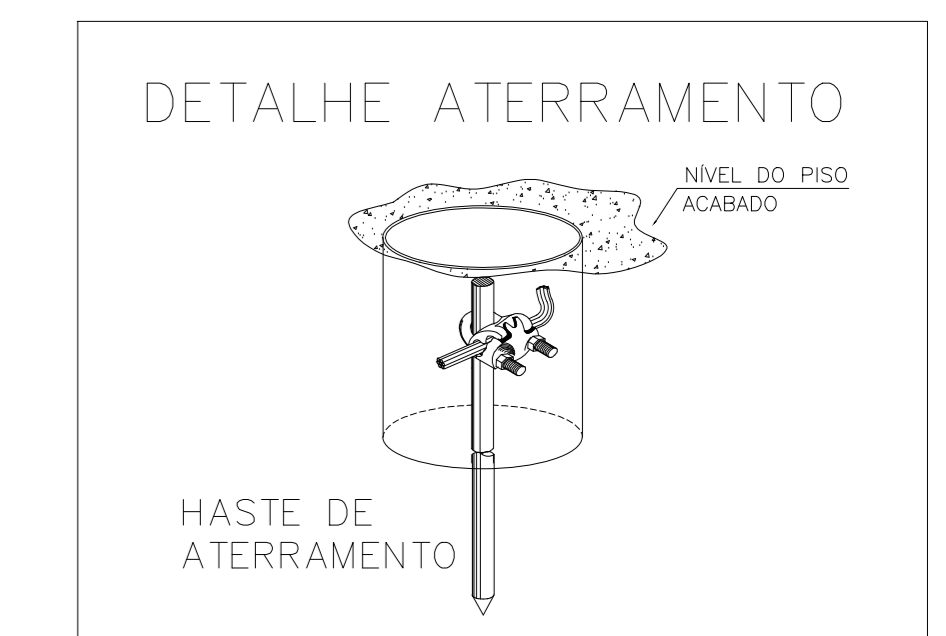
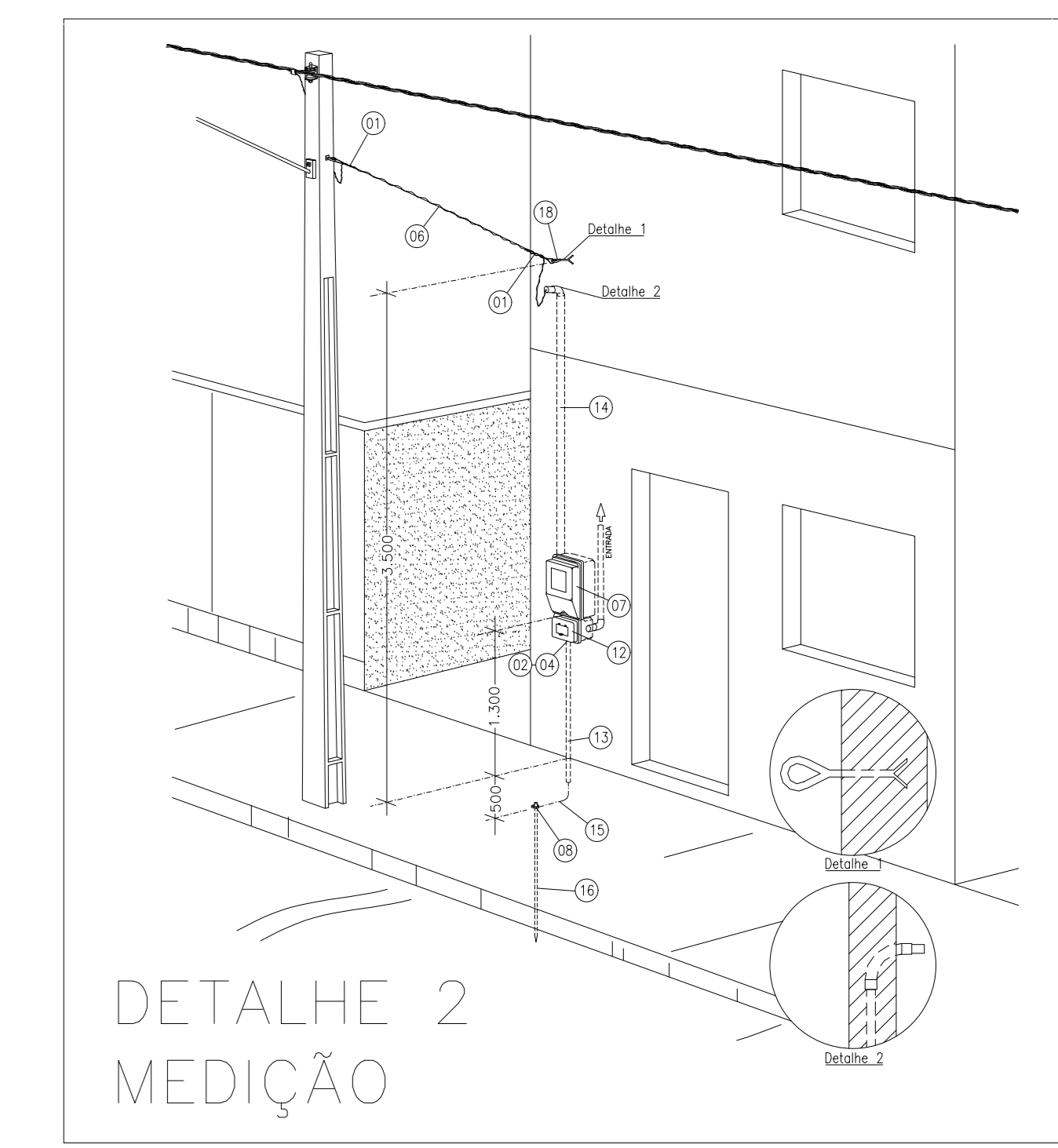
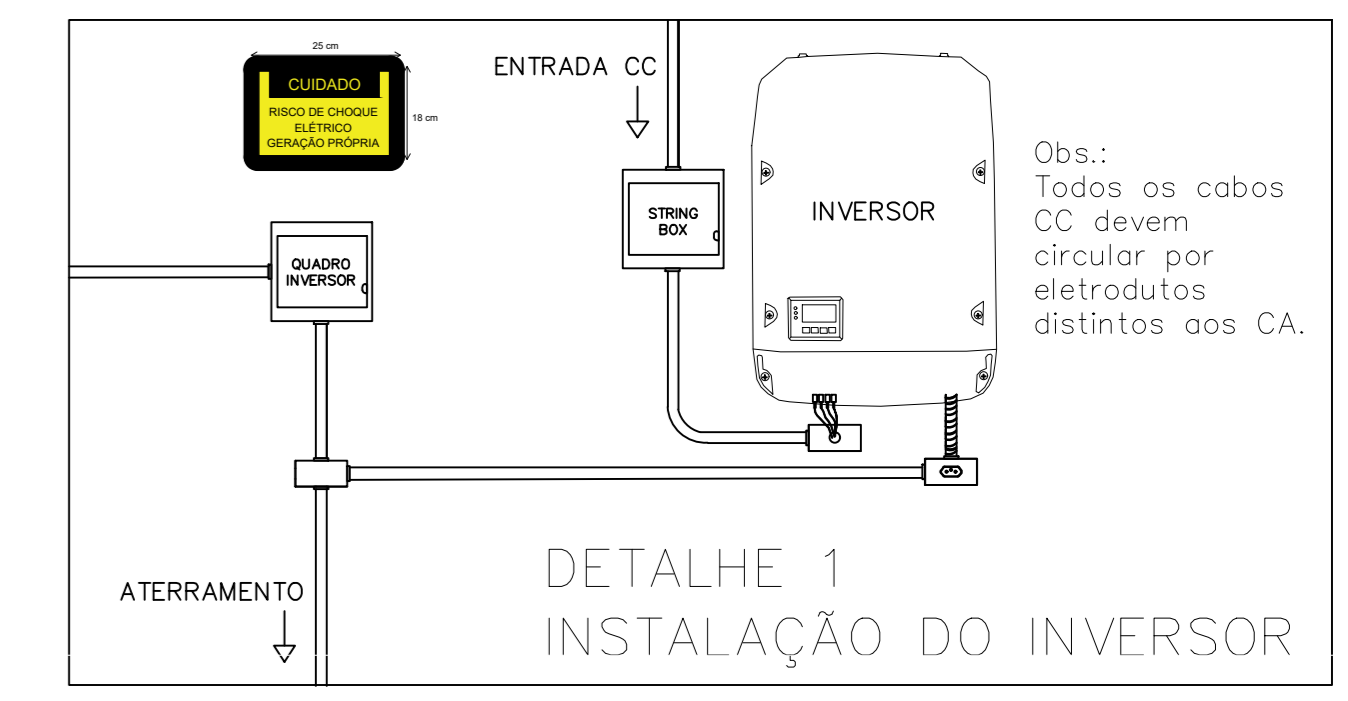


DIAGRAMA UNIFILAR

IND.: RUA MANOEL SANCHES LEAL, S/N - BAIRRO VILA - ALEGRETE DO PIAUI - PIAUI

PROP.: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX CPF.: xxx.xxx.xxx-xx	RESP.TÉCNICO: RHÍLIO V. L. C. SOUSA CREA: 191877340B
ÁREA DO TERRENO: 54 m ² (solar)	ÁREA DE CONSTRUÇÃO:
PROJETO DE MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA	
DATA: 15/09/21	ESCALA: -
REVISÕES:	
PRONDA: A0	

ANEXO D – MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO



ALLUMER
ENGENHARIA E ENERGIA

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA UTILIZANDO UM SISTEMA SOLAR DE 10 KW CONECTADO À REDE DE ENERGIA ELÉTRICA DE BAIXA TENSÃO EM 380/220V CARACTERIZADO COMO AUTOCONSUMO REMOTO

XXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX

RG: X.XXX.XXX

RHÚLIO VICTOR LUZ CARVALHO SOUSA

ENGENHEIRO ELETRICISTA

CREA – 35.724/PI

ALEGRETE DO PIAUÍ – PIAUÍ

SETEMBRO – 2021

RHÚLIO VICTOR LUZ C. SOUSA
ENGENHEIRO ELETRICISTA
CREA: 1918773408



89 92000-1700



@allumerengenharia



contato@allumer.eng.br



www.allumer.eng.br



LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL:	Agência Nacional de Energia Elétrica
BT:	Baixa tensão (220/127 V, 380/220 V)
C.A:	Corrente Alternada
C.C:	Corrente Contínua
CD:	Custo de disponibilidade (30 kWh, 50kWh ou 100 kWh em sistemas de baixa tensão monofásicos, bifásicos ou trifásicos, respectivamente)
CI:	Carga Instalada
DSP:	Dispositivo Supressor de Surto
DSV:	Dispositivo de seccionamento visível
FP:	Fator de potência
FV:	Fotovoltaico
GD:	Geração distribuída
HSP:	Horas de sol pleno
IEC:	<i>International Electrotechnical Commission</i>
I_N :	Corrente Nominal
I_{DN} :	Corrente nominal do disjuntor de entrada da unidade consumidora em ampéres (A)
I_{st} :	Corrente de curto-circuito de módulo fotovoltaico em ampéres (A)
kW:	kilo-watt
kWp:	kilo-watt pico
kWh:	kilo-watt-hora
MicroGD:	Microgeração distribuída
MT:	Média tensão (13.8 kV, 34.5 kV)
NF:	Fator referente ao número de fases, igual a 1 para sistemas monofásicos e bifásicos ou $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos
PRODIST:	Procedimentos de Distribuição
PD:	Potência disponibilizada para a unidade consumidora onde será instalada a geração distribuída
PR:	Pára-raio
QGD:	Quadro Geral de Distribuição
QGBT:	Quadro Geral de Baixa Tensão
REN:	Resolução Normativa
SPDA:	Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas
SFV:	Sistema Fotovoltaico
SFVCR:	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede
TC:	Transformador de corrente
TP:	Transformador de potencial
UC:	Unidade Consumidora
UTM:	Universal Transversa de Mercator
V_N :	Tensão nominal de atendimento em volts (V)
Voc:	Tensão de circuito aberto de módulo fotovoltaico em volts (V)





ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

SUMÁRIO

1. OBJETIVO.....	4
2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E REGULATÓRIA.....	4
3. DOCUMENTOS OBRIGATÓRIOS	5
4. DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA.....	6
5. LEVANTAMENTO DE CARGA E CONSUMO	6
5.1. Levantamento de Carga	6
5.2. Consumo Mensal	7
6. PADRÃO DE ENTRADA.....	7
6.1. Tipo de Ligação e Tensão de Atendimento	7
6.2. Disjuntor de Entrada.....	7
6.3. Potência Disponibilizada.....	7
6.4. Caixa de Medição.....	8
7. ESTIMATIVA DE GERAÇÃO.....	8
8. DIMENSIONAMENTO DO GERADOR.....	9
8.1. Dimensionamento do gerador.....	9
9. DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR	10
10. DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO	11
10.1. Chaves Seccionadoras.....	11
10.2. Fusíveis.....	11
10.3. Disjuntores CA.....	11
10.4. DPS.....	11
10.5. Aterramento	11
10.6. Requisitos de Proteção	12
11. DIMENSIONAMENTO DOS CABOS.....	12
12. PLACA DE ADVERTÊNCIA.....	13
13. ANEXOS.....	14





ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

1. OBJETIVO

O presente memorial técnico descritivo tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada para elaboração e apresentação à EQUATORIAL PIAUÍ, dos documentos mínimos necessários, em conformidade com a REN 482, com o PRODIST Módulo 3 secção 3.7, com a NT.020 e com as normas técnicas nacionais (ABNT) ou internacionais (europeia e americana), para **SOLICITAÇÃO DO PARECER DE ACESSO** de uma microgeração distribuída conectada à rede de distribuição de energia elétrica através sistema solar:

Potência de Saída [kW]:	10,0	Quantidade de Módulos:	27
Categoria:	Autoconsumo remoto	Potência dos Módulos [Wp]:	450
Potência do Inversor:	10,0	Tipo de Ligação:	Monofásico

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS E REGULATÓRIA

Para elaboração deste memorial técnico descritivo, no âmbito da área de concessão do estado de (o) **PIAUÍ** foram utilizadas as normas e resoluções, nas respectivas revisões vigentes, conforme descritas abaixo:

- a) ABNT NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- b) ABNT NBR 10899: Energia Solar Fotovoltaica – Terminologia.
- c) ABNT NBR 11704: Sistemas Fotovoltaicos – Classificação.
- d) ABNT NBR 16149: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição.
- e) ABNT NBR 16150: Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição – Procedimentos de ensaio de conformidade.
- f) ABNT NBR IEC 62116: Procedimento de Ensaio de Anti-ilhamento para Inversores de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica.
- g) EQUATORIAL ENERGIA NT.020.EQTL.Normas e Padrões – Conexão de Microgeração Distribuída ao Sistema de Baixa Tensão.
- h) EQUATORIAL ENERGIA NT.001.EQTL.Normas e Padrões – Fornecimento de Energia Elétrica em Baixa Tensão.
- i) EQUATORIAL ENERGIA NT.030.EQTL.Normas e Padrões - Padrões Construtivos de Caixas de Medição e Proteção.
- j) ANEEL Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – PRODIST: Módulo 3 – Acesso ao Sistema de Distribuição. Revisão 6. 2016, Seção 3.7.
- k) ANEEL Resolução Normativa nº 414, de 09 de setembro de 2010, que estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica.
- l) ANEEL Resolução Normativa ANEEL nº 482, de 17 de abril de 2012, que estabelece as condições gerais para o acesso de micro geração e mini geração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica e o sistema de compensação de energia elétrica.
- m) IEC 61727 Photovoltaic (PV) Systems - Characteristics of the Utility Interface
- n) IEC 62116:2014 Utility-interconnected photovoltaic inverters - Test procedure of islanding prevention measures





ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

3. DOCUMENTOS OBRIGATÓRIOS

Tabela 1 – Documentos obrigatórios para a solicitação de acesso de microgeração distribuída

Documentos Obrigatórios	Até 10 kW	Acima de 10 kW	Observações
1. Formulário de Solicitação de Acesso	SIM	SIM	
2. ART do Responsável Técnico	SIM	SIM	
3. Diagrama unifilar do sistema de geração, carga, proteção e medição	SIM	SIM	
4. Diagrama de blocos do sistema de geração, carga e proteção	NÃO	SIM	Até 10kW apenas o diagrama unifilar
5. Memorial Técnico Descritivo	SIM	SIM	
6. Projeto Elétrico, contendo:	NÃO	SIM	
6.1. Planta de Situação			Itens integrantes do Projeto Elétrico
6.2. Diagrama Funcional			
6.3. Arranjos Físicos ou layout e detalhes de montagem			
6.4. Manual com Folha de Dados (datasheet) dos Inversores (fotovoltaica e eólica) ou dos geradores (hidrúica, biomassa, resíduos, cogeração, etc)			
7. Certificados de Conformidade dos Inversores ou o número de registro de concessão do INMETRO para a tensão nominal de conexão com a rede	SIM	SIM	Inversor acima de 10 kW, não é obrigatória a homologação, apresentar apenas certificados de conformidade.
8. Dados necessários para registro da central geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg	SIM	SIM	
9. Lista de unidades consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI a VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Apenas para os casos de autoconsumo consumo remoto, geração compartilhada e EMUC
10. Cópia de instrumento jurídico que comprove o compromisso de solidariedade entre os Integrantes	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Apenas para EMUC e geração compartilhada.
11. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL, no caso de cogeração qualificada	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Apenas para cogeração qualificada
12. Contrato de aluguel ou arrendamento da unidade consumidora	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Quando a UC geradora for alugada ou arrendada
13. Procuração	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Quando a solicitação for feita por terceiros
14. Autorização de uso de área comum em condomínio	SIM, ver observação	SIM, ver observação	Quando uma UC individualmente construir uma central geradora utilizando a área comum do condomínio

NOTA 1: Para inversores até 10 kW é obrigatório o registro de concessão do INMETRO.





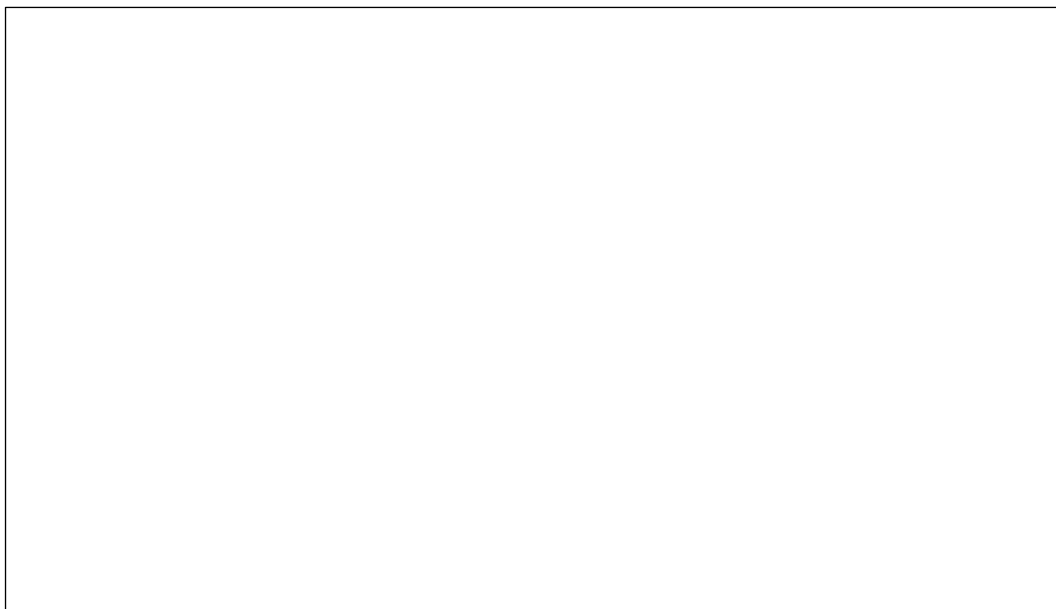
ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

4. DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA

Número da Conta Contrato:	XXXXXXX-X		
Classe:	B1 – Residencial		
Nome do Titular da UC:	XXXXXX XXXXXXXX XX XXXXXXXX		
Endereço Completo:	RUA XXXXXX XXXXXXXX XXXX, S/N BAIRRO XXXX ALEGRETE DO PIAUÍ – PIAUÍ – CEP: 64.675-000		
Número de identificação mais próximo:	não identificado		
Coordenadas georreferenciadas [UTM]:	24M	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX

Figura 1: Localização da unidade consumidora.



5. LEVANTAMENTO DE CARGA E CONSUMO

5.1. Levantamento de Carga

Tabela 2 – Levantamento de carga

ITEM	DESCRIÇÃO	P(W) [A]	QUANT. [B]	CI (kW) [C = (A*B)/1000]	FP [D]	CI (kVA) [E = C/D]	FD [F]	D(kW) [G = CxF]	D(kVA) [H = ExF]
1	Tomada de Uso Geral 100 VA	100	10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	Tomada de Uso Geral 600 VA	600	5	3,00	1,00	3,00	1,00	3,00	3,00
3	Lâmpada Compacta	50	20	1,00	0,90	1,11	1,00	1,00	1,11
4	Freezer Vertical	300	1	0,30	0,92	0,32	1,00	0,30	0,32
5	Freezer Horizontal	500	2	1,00	0,92	1,10	1,00	1,00	1,10
TOTAL				6,3		6,51		6,3	6,51





5.2. Consumo Mensal

Tabela 3 – Consumo mensal dos últimos 12 meses

MÊS	CONSUMO (kWh)	MÊS	CONSUMO (kWh)
08/2020	109	02/2021	116
09/2020	105	03/2021	113
10/2020	112	04/2021	130
11/2020	118	05/2021	126
12/2020	113	06/2021	131
01/2021	121	07/2021	118
TOTAL	1.294	MÉDIA	118

6. PADRÃO DE ENTRADA

6.1. Tipo de Ligação e Tensão de Atendimento

Ligação:	Baixa Tensão	Condutores:	F+N
Conexão:	Monofásico	Seção Nominal [mm ²]:	25
Tensão [V]:	380/220	Material:	Alumínio
Concessionária:	Equatorial Energia	Estado:	Piauí

6.2. Disjuntor de Entrada

No ponto de entrega/conexão está instalado um disjuntor termomagnético, em conformidade com a norma NT.001.EQTL.Normas e Padrões da Equatorial Energia, com as seguintes características:

Número de Polos:	1	Elemento de Proteção:	Termomagnético
Tensão Nominal [V]:	400	Capacidade de Interrupção [kA]:	3
Corrente Nominal [A]:	50	Acionamento:	Mecânico
Frequência Nominal [Hz]:	60	Curva de Atuação (Disparo):	C

6.3. Potência Disponibilizada

A potência disponibilizada para unidades consumidora onde será instalada a microgeração distribuída é igual à:

Tabela 4 – Potência disponibilizada à unidade consumidora.

V_N [V]:	220	Número de Fases:	1
FP:	0,92	PD [kVA]: $(V_N [V] \times I_{DG} [A] \times NF)/1000$	11
I_{DG} [A]	50	PD [kW] PD [kVA] x FP	10

NOTA 2: A potência de geração deve ser menor ou igual a potência disponibilizada PD em kW.





ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

6.4. Caixa de Medição

A caixa de medição **NOVA, MONOFÁSICA**, em material **POLIMÉRICO, SERÁ** instalada em **FACHADA** no ponto de entrega caracterizado como o limite da via pública com a propriedade, conforme imagens abaixo, atendendo aos requisitos de localização, facilidade de acesso e lay-out, em conformidade com as normas da concessionária vigentes na época de implantação. O aterramento da caixa de medição será feito com 1 haste de aterramento, de comprimento 1500 mm e diâmetro 5/8" com conexão em conector GKP.

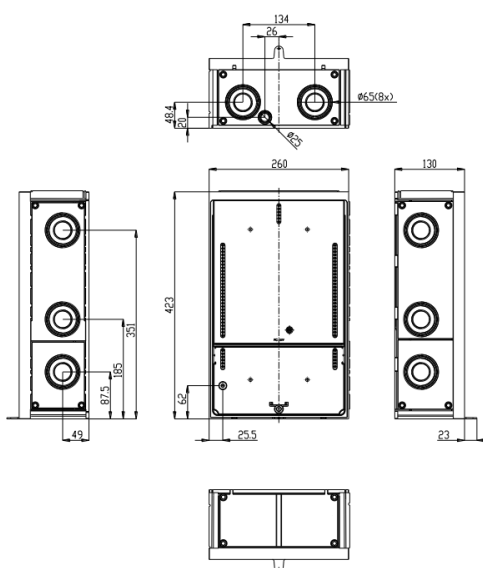


Figura 3: Desenho dimensional detalhado da caixa de medição.

7. ESTIMATIVA DE GERAÇÃO

Figura 3: Estimativa de Geração anual

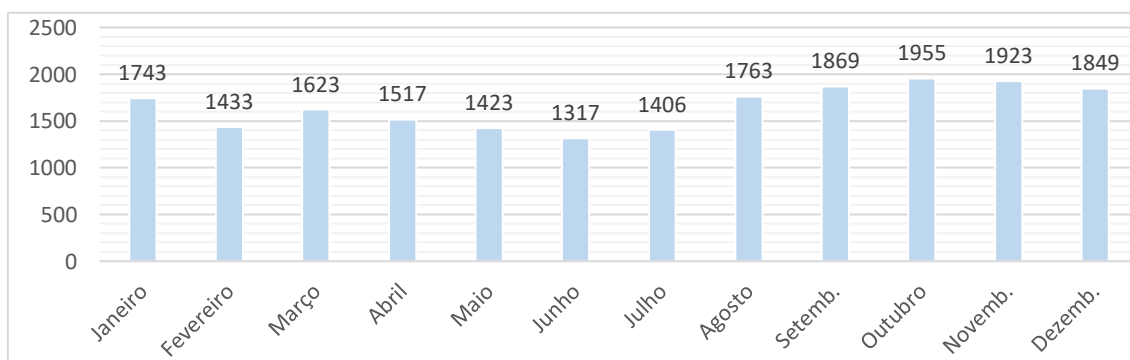




Tabela 5 – Estimativa de Geração anual e média mensal.

Geração Anual [kWh]:	19920	Geração Média Mensal [kWh]:	1.530
----------------------	-------	-----------------------------	-------

8. DIMENSIONAMENTO DO GERADOR

8.1. Dimensionamento do gerador

A quantidade de energia produzida é calculada através de dados radio métricos, conforme fontes como Atlas Solari métrico do Brasil e utilizando cálculos descritos em normas.

Tabela 6 – Características técnicas do gerador

Características técnicas do gerador	
Fabricante	LONGi
Modelo	LR4-72HPH-450M
Potência nominal – Pn [W]	450
Tensão de circuito aberto – Voc [V]	49,3
Corrente de curto circuito – Isc [A]	11,60
Tensão de máxima potência – Vpmp [V]	41,5
Corrente de máxima potência – Ipmp [A]	10,85
Eficiência [%]	20,9
Comprimento [mm]	2094
Largura [mm]	1038
Área [m ²]	2,17
Peso [kg]	23,5
Quantidade	27
Potência do gerador [Wp]	12150





9. DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR

O(s) inversor(es) foi(foram) dimensionado(s) com base na potência de pico do gerador solar, descontadas suas perdas e considerada potência máxima admitida de entrada pelo fabricante.

Tabela 7 – Características técnicas do inversor

Características técnicas do inversor	
Fabricante	Growatt
Modelo	MIN10000TL-X
Quantidade	1
Entrada	
Potência nominal – Pn [kW]	10,0
Máxima potência na entrada CC – Pmax-cc [kW]	15,0
Máxima tensão CC – Vcc-máx [V]	600
Máxima corrente CC – Icc-máx [V]	13,5 + 13,5 + 27,0 = 54,0 (MPPT1 + MPPT2 + MPPT3)
Máxima tensão MPPT – Vpmp-máx [V]	550
Mínima tensão MPPT – Vpmp-min [V]	60
Tensão CC de partida – Vcc-part [V]	100
Quantidade de Strings	1 + 1 + 2 (MPPT1 + MPPT2 + MPPT3)
Quantidade de entradas MPPT	3
Saída	
Potência nominal CA – Pca [kW]	10,0
Máxima potência na saída CA – Pca-máx [kW]	10,0
Máxima corrente na saída CA – Imáx-ca [A]	45,50
Tensão nominal CA – Vnon-ca [V]	220
Frequência nominal – Fn [Hz]	60
Máxima tensão CA – Vca-máx [V]	300 F-N
Mínima tensão CA – Vca-min [V]	160 F-N
THD de corrente [%]	< 3,0
Fator de potência	0.80 – 1.00 ind./cap.
Tipo de conexão – número de fases + neutro + terra	3 condutores (F+N+PE)
Eficiência máxima [%]	98,1





10. DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

Os equipamentos de proteção foram dimensionados com base em tensão, corrente e parâmetros de curto-circuito dos arranjos e inversores, influenciando o tipo de ligação (série ou paralelo), quantidade, disposição e potência.

10.1. Chaves Seccionadoras

Tipo:	CC	Corrente Máxima [A]:	32
Tensão Nominal [V]:	1000 ou maior	Tensão Nominal Impulsionada [kV]:	8
Número de polos:	6	PROTEÇÃO INTERNA	

10.2. Fusíveis

O projeto em questão não dispõe de fusíveis, devido o número de arranjos por MPPT ser no máximo 1.

10.3. Disjuntores

Tipo:	CA	Corrente Nominal [A]:	50
Tensão Nominal [V]:	400	Frequência [Hz]:	60
Número de polos:	1	Capacidade Máxima de Interrupção [kA]:	3
Inversor:	Inversor 1	Curva de Atuação:	C

10.4. DPSes

Tipo:	CC	Corrente Nominal [A]:	10 ou maior
Tensão de Surto [V]:	1000 ou maior	Corrente Máxima [A]:	20 ou maior
Classe:	II	Ligação:	3 (Estrela)
Inversor:	Inversor 1	PROTEÇÃO INTERNA	

Tipo:	CA	Corrente Nominal [A]:	10 ou maior
Tensão de Surto [V]:	255 ou maior	Corrente Máxima [A]:	20 ou maior
Classe:	II	Quantidade:	2 (F+N)





ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

10.5. Aterramento

Atenção! Toda a malha de aterramento do SFCR **DEVE** ser interligada ao aterramento da unidade consumidora, formando uma superfície equipotencial.

Malha:	Linha/Triângulo, 1500mm	Condutores:	Interligação com geração: 10 mm ² PVC 750V, Cobre; Equipotencialização: 6 mm ² PVC 750V, Cobre.
Tipo das hastes:	Aço Cobreado	Conexões:	Conector GTDU (tipo Gar) 5/8"
Quantidade:	1	Resistência:	A menor resistência possível

10.6. Requisitos de Proteção

Tabela 8 – Características técnicas do gerador

Proteção	Ajustes	Tempo Máximo
Elemento de interrupção (52)		-
Proteção de subtensão (27)	(27) 0,8 pu	(27) 0,4 seg
Proteção de sobretensão (59)	(59) 1,1 pu	(59) 0,2 seg
Proteção de subfrequência (81U)	(81U) 57,5 Hz	(81U) 0,2 seg
Proteção de sobrefrequência (81O)	(81O) 62,0 Hz	(81O) 0,2 seg
Anti-ilhamento (78 e 81 df/dt – ROCOF)	-	0,2 seg
Tempo de Reconexão (temporizador) (62)		-
Proteção de Injeção de Componentes CC	lcc > 0,5 In	1,0 seg
Proteção de sobrecorrente (50/51)		Conforme projeto

11. DIMENSIONAMENTO DOS CABOS

- **Cabo de Conjunto (interligação entre os módulos):** conforme *datasheet* dos módulos.
- **Conjunto de Módulos ao(s) Inversor(es):**

Isolação:	90°C, Composto não halogenado termofixo, anti-chamas, anti-UV	Método de Instalação:	B1
Isolamento [kV]:	1,8	Corrente Máxima [A]:	48
Bitola [mm ²]:	4	Quantidade de cabos:	2 (pos. + neg.)

Obs.: Os cabos de interligação entre o conjunto e inversor são dimensionados de forma individual para cada arranjo. Para tanto, a fiação acima discriminada, será utilizada para cada arranjo individual disponível no diagrama unifilar.





- **Inversor(es) ao String Box CA:**

Isolação:	PVC	Método de Instalação:	B1
Isolamento [V]:	750	Corrente Máxima [A]:	57
Bitola [mm²]:	10	Quantidade de cabos:	3 (F+N+PE)

- **String Box CA ao Ponto de Conexão:**

Isolação:	PVC	Método de Instalação:	B1
Isolamento [V]:	750	Corrente Máxima [A]:	57
Bitola [mm²]:	10	Quantidade de cabos:	3 (F+N+PE)

12. PLACA DE ADVERTÊNCIA

Junto ao padrão de entrada de energia deverá ser instalada uma placa de advertência, conforme características abaixo.

- **Características da placa:**

Espessura [mm]:	2	Acabamento:	Deve possuir cor amarela, obtida por processo de masterização com 2%, assegurando opacidade que permita adequada visualização das marcações pintadas na superfície plana.
Material:	Policarbonato com aditivos anti-raios UV		
Gravação:	Arial Black		



Figura 5: Placa de advertência.





ALLUMER

ENGENHARIA E ENERGIA

13. ANEXOS

- Formulário de Solicitação de Acesso
- ART do Responsável Técnico
- Diagrama unifilar contemplando, geração, inversor (se houver), cargas, proteção e medição.
- Diagrama de blocos contemplando geração, inversor (se houver), cargas, proteção e medição.
- Projeto Elétricos contendo: planta de situação, diagrama funcional, arranjos físicos ou lay-out, detalhes de montagem, manual com folha de dados do gerador e manual com folha de dados do inversor (se houver)
- Para inversores até 10 kW registro de concessão do INMETRO, para inversores acima de 10 kW certificados de conformidade
- Dados de registro
- Lista de rateio dos créditos
- Cópia de instrumento jurídico de solidariedade
- Para cogeração documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL.

RHÚLIO VICTOR LUZ CARVALHO SOUSA

ENGENHEIRO ELETRICISTA
RESPONSÁVEL TÉCNICO

CPF: 045.814.413-40 - **CREA:** 1918773408 / 35.724 PI

RHÚLIO VICTOR LUZ CARVALHO SOUSA ME
ALLUMER ENGENHARIA E ENERGIA

CNPJ: 21.986.801/0001-48 – **CREA:** 36.065 EMPI
AV. SENADOR HELVÍDIO NUNES, 879 – SALA A
BAIRRO BOA SORTE – PICOS – PIAUÍ

