



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ARTHUR DE FARIAS LEAL

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: SOLAR NOBRE – ENERGIA
SOLAR E SERVIÇOS ELÉTRICOS**

Campina Grande – PB
2022

ARTHUR DE FARIAS LEAL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO: SOLAR NOBRE – ENERGIA
SOLAR E SERVIÇOS ELÉTRICOS

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado à Unidade Acadêmica de 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:

Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.

Campina Grande – PB

2022

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado à Unidade Acadêmica de 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: Geração de Energia e Instalações Elétricas.

APROVADO EM 30/08/2022

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Luis Reyes Rosales Montero, D. Sc.
Orientador

Prof. Roberto Silva de Siqueira, D. Sc.
Avaliador

Dedico este trabalho, primeiramente a Deus, aos meus pais – Fábio e Mércia, à minha avó – Carmelita, à minha namorada – Mariana, pelo amor, carinho e apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por me ter me dado saúde, força e sabedoria para superar todos os obstáculos que me foram impostos durante essa trajetória.

Aos meus pais, Fábio e Mércia, que me apoiaram em todas as decisões tomadas até aqui. Sem esse apoio, esse sonho não teria se tornado realidade.

À minha avó Carmelita, que sempre esteve presente nos momentos em que eu mais precisei. Obrigado por tudo.

À minha namorada, Mariana, sempre ao meu lado nos momentos de incertezas, me ouvindo, aconselhando e apoiando.

À empresa Solar Nobre, em especial a Eduardo, pela confiança depositada e pelo aprendizado que levarei para a minha carreira profissional.

A todos os familiares e amigos que contribuíram para que eu conseguisse chegar até aqui.

Ao meu orientador, Luis Reyes, pela dedicação e pelos ensinamentos que me ajudaram a concluir a graduação.

RESUMO

Este relatório apresenta a descrição das atividades realizadas por Arthur de Farias Leal, concluinte do curso de Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, enquanto estagiário da empresa Solar Nobre, localizada na cidade de Campina Grande – PB. O estágio foi compreendido entre os dias 03 de maio de 2022 e 18 de agosto de 2022, sob a supervisão do engenheiro eletricitista Eduardo Silva Fernandes e orientação do professor Luis Reyes Rosales Montero. Durante esse período, o estagiário atuou no setor de projetos da empresa, estando apto a realizar atividades como elaboração de orçamentos, projetos, acompanhamento de obra e vistoria técnica.

PALAVRAS-CHAVE: Estágio Supervisionado. Energia Solar Fotovoltaica. Sistemas Fotovoltaicos. Solar Nobre.

ABSTRACT

This report presents the description of the activities performed by Arthur de Farias Leal, concluding the Electrical Engineering course at the Federal University of Campina Grande, while an intern at Solar Nobre company, located in the city of Campina Grande - PB. The internship was from May 03, 2022 to August 18, 2022, under the supervision of electrical engineer Eduardo Silva Fernandes and guidance of Professor Luis Reyes Rosales Montero. During this period, the trainee worked in the company's project sector, and was able to perform activities such as preparing budgets, projects, construction monitoring, and technical inspections.

KEYWORDS: Supervised Internship. Photovoltaic Solar Energy. Photovoltaic Systems. Solar Nobre.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
GD	Geração Distribuída
UC	Unidade Consumidora
RN	Resolução Normativa
SFCR	Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
MPPT	<i>Maximum Power Tracking</i>
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surtos
NDU	Norma de Distribuição Unificada
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ABSOLAR	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
CRESESB	Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito
FDI	Fator de Dimensionamento do Inversor
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
VPL	Valor Presente Líquido
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Informações gerais da UC.....	33
Tabela 2 – Características dos projetos fotovoltaicos concluídos	41
Tabela 3 – Lista de materiais	42
Tabela 4 – Informações e dados do padrão de entrada da UC.....	43
Tabela 5 – Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.....	44
Tabela 6 - Dados técnicos do inversor	44
Tabela 7 – Lista de materiais	50
Tabela 8 - Informações e dados do padrão de entrada da UC	50
Tabela 9 - Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.....	51
Tabela 10: Dados técnicos do inversor	51
Tabela 11 – Ajustes recomendados das proteções.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fachada da Solar Nobre	14
Figura 2: Setores da empresa	15
Figura 3: Interior da empresa – Sala da presidência (a), do jurídico (b) e de projetos (c).....	15
Figura 4: Evolução da energia solar fotovoltaica no Brasil	18
Figura 5: Sistema de geração fotovoltaica <i>on-grid</i> (geração superior ao consumo).....	19
Figura 6: Sistema de geração fotovoltaica <i>on-grid</i> (geração inferior ao consumo).....	20
Figura 7: Sistema de geração fotovoltaica <i>on-grid</i> (ausência de geração).....	20
Figura 8: Sistema de geração fotovoltaica <i>off-grid</i>	22
Figura 9: Composição de um módulo fotovoltaico.....	23
Figura 10: Curvas características de um módulo fotovoltaico (I x V e P x V)	24
Figura 11: Configuração de um sistema fotovoltaico típico	26
Figura 12: Configuração de um sistema fotovoltaico <i>off-grid</i> com armazenamento de energia e inversor	27
Figura 13: Etapas de acesso de microgeradores ao Sistema de Distribuição Energisa	31
Figura 14: Coordenadas geográficas da UC	34
Figura 15: Dados de irradiação média mensal do caso em análise (Campina Grande).....	34
Figura 16: Histórico de consumo.....	35
Figura 17: Kit fotovoltaico do projeto na plataforma da Aldo Solar.....	38
Figura 18: Fachada frontal da residência	42
Figura 19: Diagrama unifilar do projeto	46
Figura 20: Vista superior da residência	46
Figura 21: Planta baixa do térreo	47
Figura 22: Detalhes do padrão de entrada, aterramento e medição bidirecional	47
Figura 23: Planta de situação da UC.....	48
Figura 24: Fachada frontal da UC	49
Figura 25: Kit fotovoltaico do projeto na plataforma da Aldo Solar.....	49
Figura 26: Diagrama unifilar do projeto	53
Figura 27: Diagrama trifilar do projeto	53
Figura 28: Vista superior da UC	54
Figura 29: Planta baixa do térreo	55
Figura 30: Detalhes do padrão de entrada, aterramento e medição bidirecional	55
Figura 31: Planta de situação da UC.....	56
Figura 32: Instalação dos módulos fotovoltaicos no telhado da edificação	57
Figura 33: Demarcação da passagem dos eletrodutos (a) e instalação do inversor (b).....	58
Figura 34: Instalação do quadro de proteção CA	58
Figura 35: Quadro de distribuição (conexão entre ele e o inversor em amarelo)	59
Figura 36: Especificação do inversor Growatt.....	60
Figura 37: Conectores do inversor (a) e conexão das <i>strings</i> (b).....	60

Figura 38: Conexão do moldem no inversor (em amarelo)	61
Figura 39: Interface do aplicativo <i>ShinePhone</i> - Página inicial (a) e página de registro (b)	62
Figura 40: Escaneamento do <i>QR Code</i> presente no <i>moldem</i>	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS	12
1.2	ESTRUTURAÇÃO DO RELATÓRIO	13
2	A EMPRESA	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	17
3.2	TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	18
3.2.1	Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (<i>On-grid</i>)	19
3.2.2	Sistema Fotovoltaico Isolado (<i>Off-grid</i>)	21
3.3	COMPONENTES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO	22
3.3.1	Painéis Fotovoltaicos	22
3.3.2	Inversor de Frequência	26
3.3.3	<i>String Box</i>	28
3.4	NORMAS E REGULAMENTAÇÕES	28
3.4.1	Resolução Normativa nº 687/2015	28
3.4.2	NDU 013	30
3.4.2	NDU 001	31
4	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	32
4.1	TREINAMENTO	32
4.2	ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS	33
4.2.1	Informações Gerais da UC	33
4.2.2	Dados Solarimétricos	33
4.2.3	Análise de Consumo da UC	34
4.2.4	Dimensionamento da Potência do Sistema	36
4.2.5	Dimensionamento dos Módulos	36
4.2.6	Dimensionamento do Inversor	37
4.2.7	Retorno do Investimento	39
4.3	ELABORAÇÃO DE PROJETOS FOTOVOLTAICOS	39
4.3.1	Projeto Residencial – Grupo B	42
4.3.2	Projeto de Domínio Público – Grupo A	48
4.4	ACOMPANHAMENTO DE OBRAS	56
4.5	PARAMETRIZAÇÃO DOS INVERSORES	61

4.6	VISTORIA TÉCNICA	64
5	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	66
	ANEXO A – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO	68
	ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO	70
	ANEXO C – PRANCHA DO PROJETO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL	73
	ANEXO D – PRANCHA DO PROJETO FOTOVOLTAICO DE DOMÍNIO PÚBLICO.....	74
	74
	ANEXO E – PROJETOS REALIZADOS	75
	ANEXO F – PROPOSTA COMERCIAL DE UM PROJETO FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL.....	94

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório descreve as atividades e competências desenvolvidas por Arthur de Farias Leal, aluno do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante o período de estágio realizado no setor de projetos da empresa Solar Nobre – Energia Solar e Serviços Elétricos. O estágio foi realizado entre os dias 03 de maio e 18 de agosto de 2022, a uma carga horária de 20 horas semanais, totalizando 270 horas. Durante esse período, o aluno esteve sob a supervisão do engenheiro eletricista Eduardo da Silva Fernandes e orientação do professor Luis Reyes Rosales Montero.

O estágio foi cumprido no padrão supervisionado e possibilitou o aluno concluir uma disciplina fundamental da sua carreira acadêmica – a de Estágio Curricular. Ela possibilita a aplicação direta dos conhecimentos teóricos obtidos durante a graduação, fator tão importante para inserção do engenheiro recém-formado no mercado de trabalho.

Todas as práticas realizadas durante o estágio foram, essencialmente, relacionadas à área de projetos de energia solar fotovoltaica *on-grid*. O aluno foi capaz de participar de todos os trâmites necessários para instalação de um sistema de energia solar, desde a etapa de orçamento até a instalação final.

1.1 MOTIVAÇÕES E OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo apresentar e relatar todas as atividades desenvolvidas pelo estagiário no período em que esteve na empresa Solar Nobre. Dentre elas, pode-se citar:

- Treinamento conforme NDU 001 e NDU 013;
- Elaboração de orçamentos de sistemas fotovoltaicos *on-grid*;
- Preenchimento de documentos técnicos;
- Elaboração de projetos de sistemas fotovoltaicos *on-grid*;
- Parametrização de inversores;
- Acompanhamento de obras.

1.2 ESTRUTURAÇÃO DO RELATÓRIO

Este relatório apresenta-se estruturado em 5 seções, de acordo com a descrição a seguir:

Na **Seção 1** será apresentada uma breve introdução acerca do estágio, bem como os seus objetivos e a estruturação do relatório.

A **Seção 2** é destinada à apresentação da empresa, destacando a sua área de atuação no mercado e o ambiente em que o estágio foi realizado.

Na **Seção 3** é apresentado o embasamento teórico necessário para o entendimento das atividades que foram realizadas pelo estagiário.

A **Seção 4** traz o relato de todas as tarefas que foram desenvolvidas durante o estágio.

Por fim, a **Seção 5** apresenta as conclusões que foram possíveis ser obtidas ao final do estágio supervisionado.

2 A EMPRESA

A Solar Nobre é uma empresa paraibana, sediada em Campina Grande – PB e localizada na Rua Dom Pedro II, 250 – Loja 4, Prata. Ela foi fundada no ano de 2017, por Eduardo Silva Fernandes, e já se apresenta com extrema solidez no cenário de integradores fotovoltaicos campinense. Apesar de ter sua sede em Campina Grande, a empresa não se limita ao mercado local. Ela atende diversos estados do Nordeste, como Pernambuco, Sergipe, Rio Grande do Norte, Piauí e Maranhão. A Figura 1 traz uma fotografia da fachada da empresa.

Figura 1. Fachada da Solar Nobre.



Fonte: Google Maps, 2022.

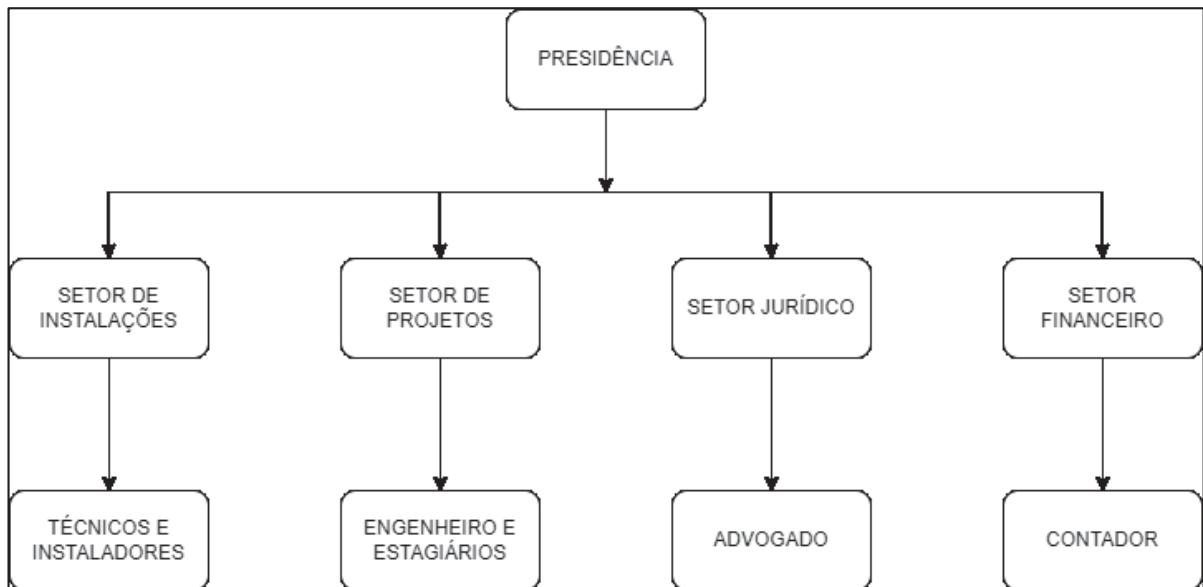
Além de realizar projetos de energia solar fotovoltaica, a Solar Nobre oferece serviços de instalações elétricas em geral, tais como: projetos de subestações, adequação de padrão de entrada, projetos elétricos residenciais, prediais e industriais e sistemas de automação.

Esses serviços não atendem somente a iniciativa privada. Nos últimos anos, a empresa tem tido grande destaque no cenário de licitações. Se não a pioneira, a Solar Nobre é uma das primeiras empresas, do ramo da energia solar de Campina Grande,

a explorar esse setor. Hoje, ela já conta com diversas obras de poder público em seu portfólio.

As atividades da empresa acontecem com a colaboração de cinco setores – presidência, setor de projetos, setor de instalações, setor jurídico e setor financeiro. A Figura 2 apresenta um organograma de como são divididas as funções de cada funcionário a partir dos cinco setores. Desses cinco, três estão presentes diariamente no escritório – presidência, setor de projetos e setor jurídico. O setor financeiro atua num escritório a parte do ambiente da empresa e o setor de instalações atua sempre em campo. A Figura 3 traz uma fotografia da disposição dos ambientes internos da Solar Nobre – presidência, setor de projetos e setor jurídico, respectivamente.

Figura 2. Setores da empresa.



Fonte: Autor próprio (2022).

Figura 3. Interior da empresa – Sala da presidência (a), do jurídico (b) e de projetos (c).



(a)

(b)



(c)

Fonte: Autor próprio (2022).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção é dedicada aos conhecimentos teóricos que basearam as atividades realizadas durante o estágio. O entendimento dos fundamentos acerca da energia solar fotovoltaica e suas normas regulamentadoras são de extrema importância para tudo que foi realizado pelo estudante enquanto estagiário.

3.1 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

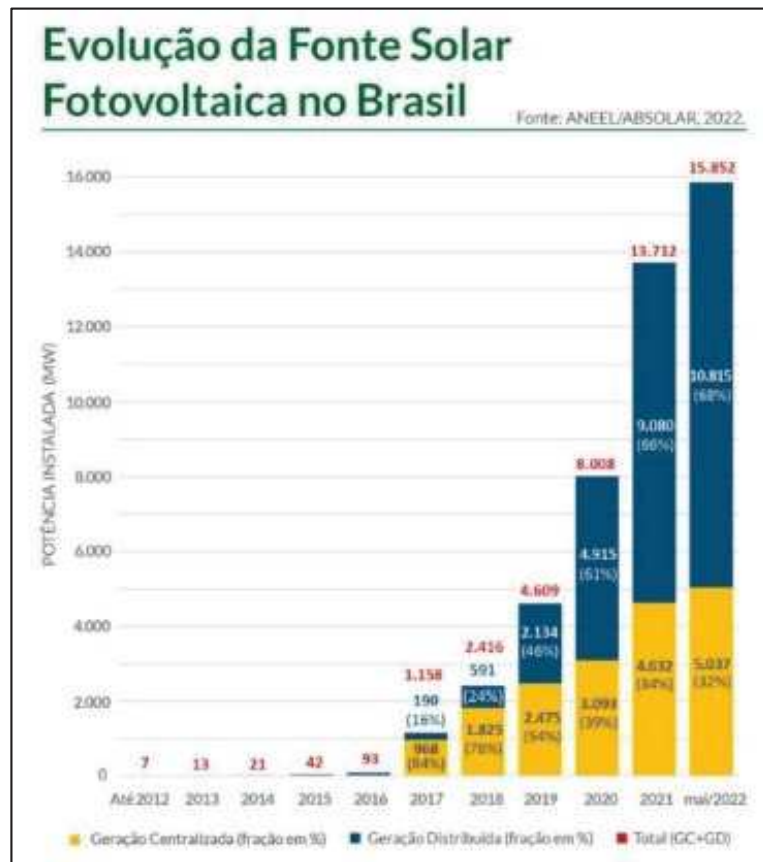
A energia solar fotovoltaica é obtida a partir de uma reação físico-química capaz de converter radiação solar em eletricidade.

A compreensão do efeito fotovoltaico é atribuída aos primeiros estudos do físico francês Alexandre Edmond Becquerel, em meados dos anos 1800. Cerca de 40 anos depois, pesquisadores ingleses observaram o efeito fotovoltaico em um material sólido, a base de selênio. Após um experimento, esses pesquisadores conseguiram produzir energia elétrica a partir da interação da luz solar com o semicondutor sólido (PINHO; GALDINO, 2014).

Um material semicondutor – selênio e silício, por exemplo – quando submetido à radiação solar, sofre uma excitação nos seus elétrons. Dessa forma, se esse material é conectado a um circuito elétrico metálico com uma diferença de potencial, ao tempo que permanece exposto a luz do sol, uma corrente elétrica será gerada no material a partir do movimento ordenado dos seus elétrons. Diante disso, é possível gerar energia elétrica a partir do sol, sem a produção de resíduos e emissão de poluentes.

No Brasil, a energia solar fotovoltaica tem crescido cada vez com os projetos de geração distribuída (GD). Só no primeiro semestre de 2022, mais de 250 mil sistemas fotovoltaicos foram instalados em território nacional (SOLAR, 2022). A ABSOLAR (Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica) traz um dado de quase 16 MW de geração de energia solar instalada no Brasil. Desse total, 68% pertence à geração distribuída e 32% à geração centralizada, como mostra a Fig. 4 (Absolar, 2022).

Figura 4. Evolução da energia solar fotovoltaica no Brasil.



Fonte: ABSOLAR (2022).

3.2 TIPOS DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Hoje em dia, os sistemas fotovoltaicos são baseados em dois tipos de configurações: os autônomos (*off-grid*), que geram sua energia sem precisar estar conectados à rede de distribuição da concessionária; e os conectados à rede (*on-grid*), que utilizam a energia da distribuidora em determinados períodos.

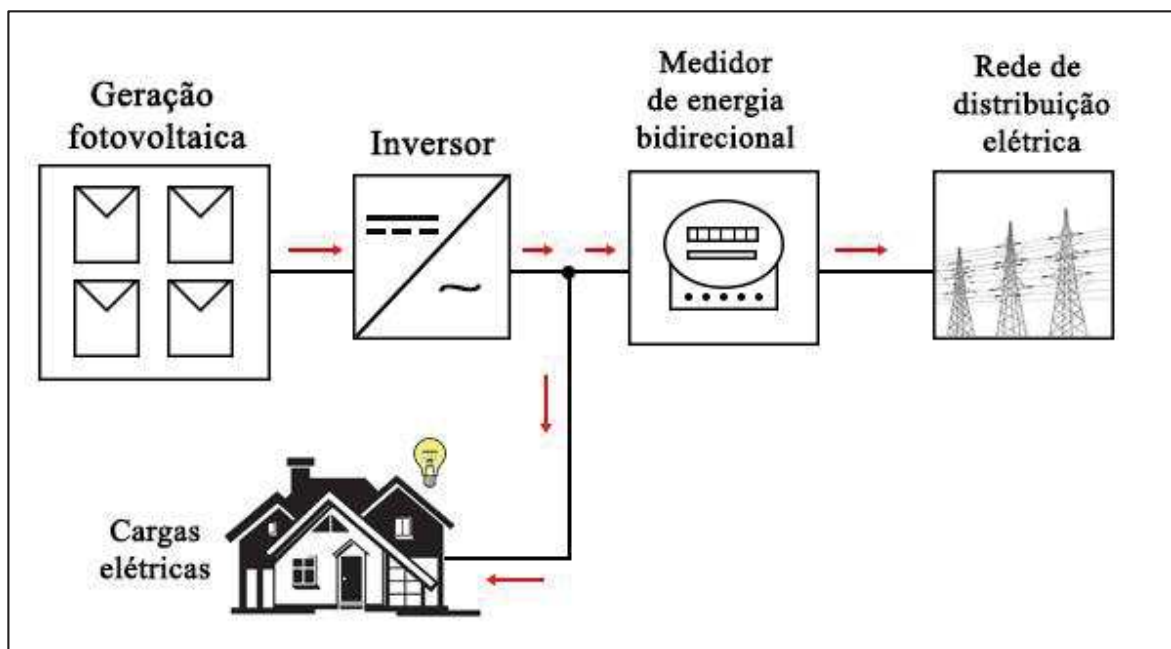
A forma de geração dos dois tipos de sistemas é similar. Os módulos fotovoltaicos são instalados, no telhado ou no solo, para que os raios solares incidam sobre eles e se convertam em corrente elétrica. O inversor é utilizado para converter essa corrente elétrica, gerada na forma contínua pelos módulos, em corrente alternada (CA) (GSH, 2022). Abaixo esses tipos de sistemas são apresentados com mais detalhes.

3.2.1 Sistema Fotovoltaico Conectado à Rede (*On-grid*)

Os Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede (SFVCR) são compreendidos pela conexão direta com a rede de distribuição da concessionária. Eles são instalados em paralelo à rede local, de modo que a mesma forneça energia elétrica ao sistema em períodos que o consumo supera à geração.

Quando a UC consome menos energia do que está sendo gerado pelo sistema fotovoltaico, o excedente de energia é inserido na rede elétrica e registrado em um medidor bidirecional (FERNANDES, 2018).

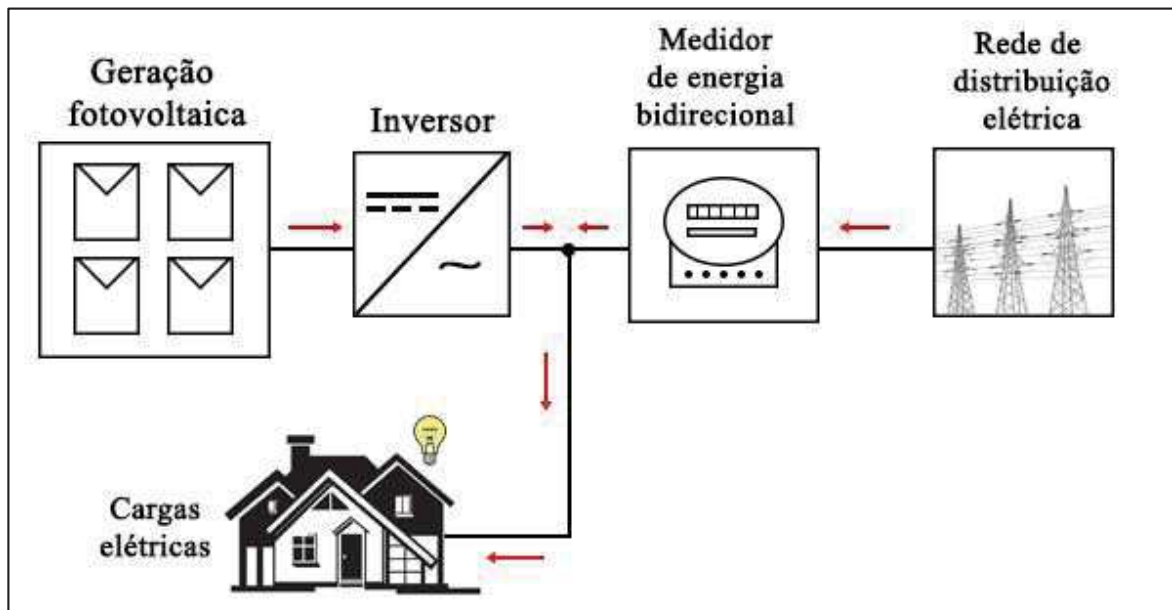
Figura 5. Sistema de geração fotovoltaica *on-grid* (geração superior ao consumo).



Fonte: Fernandes (2018).

Quando o consumo extrapola a geração, a rede da concessionária assume o fornecimento de energia elétrica que falta à UC e a potência consumida da rede também é registrada pelo medidor bidirecional (FERNANDES, 2018).

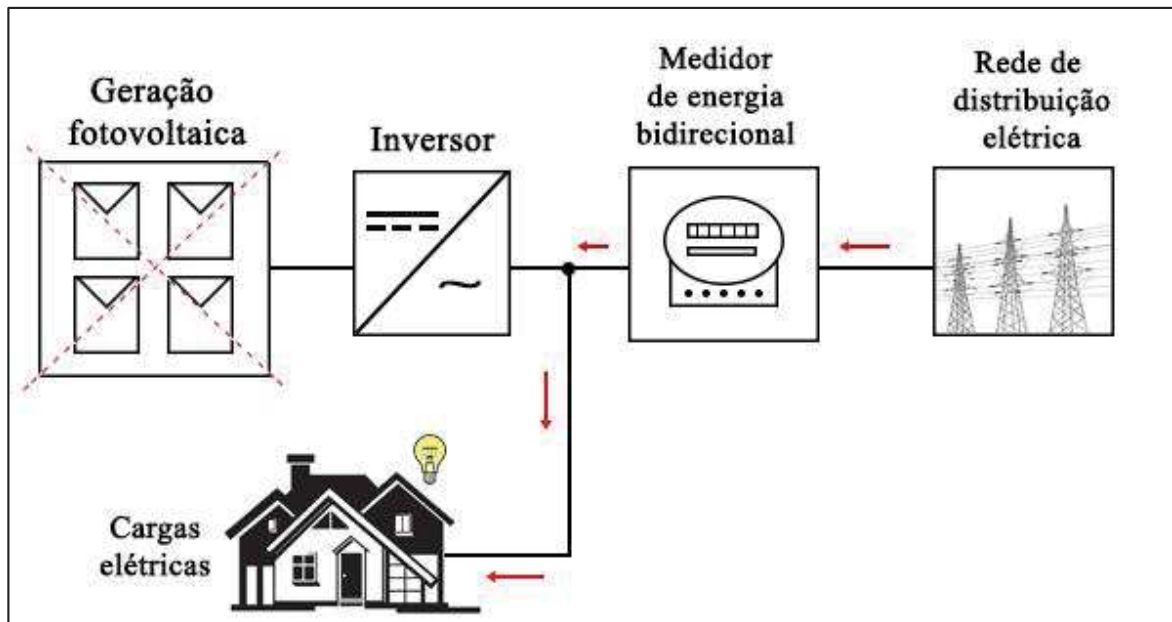
Figura 6. Sistema de geração fotovoltaica *on-grid* (geração inferior ao consumo).



Fonte: Fernandes (2018).

Nos períodos desfavoráveis à geração – durante a noite, por exemplo –, a rede elétrica da concessionária passa a fornecer toda a potência demandada pelas cargas e o consumo é contabilizado pelo medidor bidirecional (FERNANDES, 2018).

Figura 7. Sistema de geração fotovoltaica *on-grid* (ausência de geração).



Fonte: Fernandes (2018).

No fim do mês, ao receber sua fatura, o consumidor poderá visualizar o quanto de energia elétrica foi injetada na rede e o quanto de energia elétrica foi consumida da rede naquele período. O valor líquido entre o que foi injetado e o que foi consumido da rede é o que será cobrado ao consumidor. Caso a injeção de energia na rede tenha sido maior que a energia consumida dela, o cliente recebe créditos relativos ao excedente e esses poderão ser convertidos em desconto nas faturas seguintes, desde que não ultrapasse a validade de 60 meses (FERNANDES, 2018).

Ressalta-se que, para unidades consumidoras enquadradas no grupo B (baixa tensão), mesmo que o excesso de energia repassado à distribuidora seja maior que o consumo, será cobrado ao cliente uma taxa referente ao custo de disponibilidade – valor relativo a 30 kWh (monofásico), 50 kWh (bifásico) ou 100 kWh (trifásico). Já para consumidores do grupo A, o custo do consumo poderá ser zerado, porém ele continuará pagando pela demanda contratada.

3.2.2 Sistema Fotovoltaico Isolado (*Off-grid*)

Como o próprio nome sugere, os sistemas fotovoltaicos isolados operam sem conexão com a rede elétrica local. Eles são caracterizados por gerar toda a energia necessária para consumo, independente de outra fonte geradora de energia.

Diferentemente dos SFVCR, que injetam o excedente de energia elétrica na rede de distribuição, os sistemas fotovoltaicos isolados armazenam essa energia em um banco de baterias, a fim de utilizá-la nos períodos em que não houver geração. Por essa razão, esses sistemas são ideais para locais de difícil acesso, onde não chega o atendimento de rede elétrica.

Para preservar a vida útil das baterias, é utilizado um controlador de carga. Ele atua gerando uma corrente de alimentação superior à descarga do sistema, a fim de evitar sobrecargas e níveis de descargas abruptas.

Como as baterias armazenam energia na forma de corrente contínua (CC), é necessário instalar um inversor capaz de convertê-la em valores de corrente alternada adequados às cargas. A Figura 8 ilustra a configuração simplificada do sistema.

Figura 8. Sistema de geração fotovoltaica *off-grid*.



Fonte: NeoSolar (2022).

Dessa forma, por demandar a utilização de baterias e controladores de carga, o custo de um sistema fotovoltaico *off-grid* pode se tornar um tanto elevado se comparado ao sistema *on-grid*.

3.3 COMPONENTES DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO

Nesta seção serão apresentados os principais componentes de um sistema fotovoltaico. Em suma, os principais são: painéis fotovoltaicos, inversor de frequência e *string box*. Cada um deles serão detalhados a seguir.

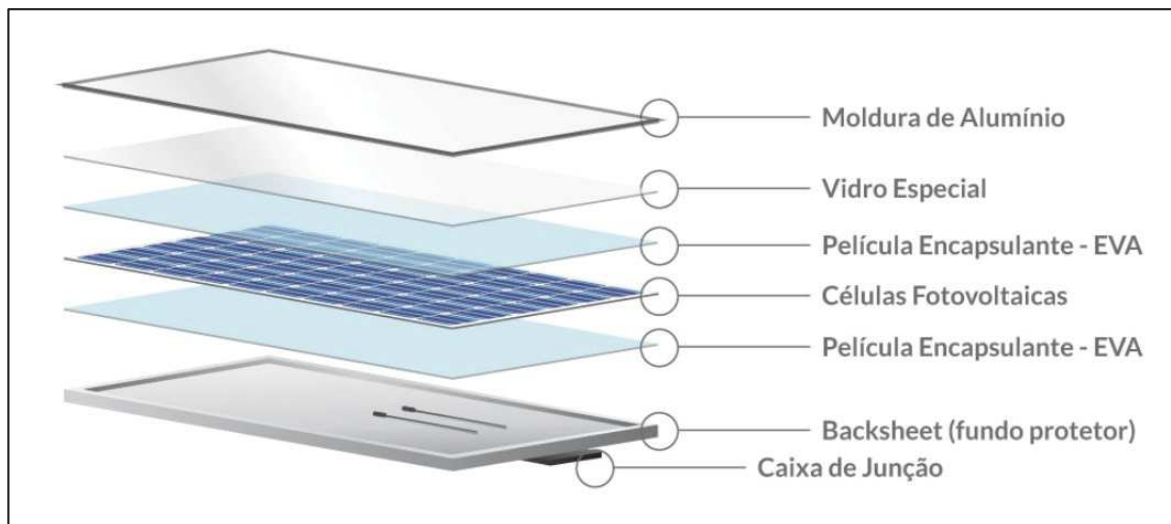
3.3.1 Painéis Fotovoltaicos

Um painel fotovoltaico, também chamado de módulo fotovoltaico, nada mais é do que um conjunto de células fotovoltaicas agrupadas sobre uma estrutura rígida e eletricamente conectadas entre si. Como situações práticas demandam um nível maior de tensão, e essas células, individualmente, geram tensões muito baixas – da ordem de 0,60 V em horários ensolarados e sem nuvens –, faz-se necessário a associação em série de várias delas para que tensões maiores sejam obtidas. O uso de uma

estrutura rígida na composição dos módulos se justifica pelo fato de que, por natureza, as células fotovoltaicas são sensíveis e necessitam de proteção mecânica.

Para fabricar um painel fotovoltaico, é necessário uma série de cuidados. A Figura 9 apresenta um módulo com as suas principais camadas de encapsulamento.

Figura 9. Composição de um módulo fotovoltaico.



Fonte: BlueSol (2022).

Evidentemente, a célula fotovoltaica é o coração do painel. É ela a responsável por gerar o efeito fotovoltaico a partir de uma combinação físico-química que converte a radiação do sol em energia elétrica. Ela significa quase que 60% do custo de fabricação do módulo (SOLAR, 2022).

A camada de vidro é responsável por garantir proteção e resistência mecânica ao painel fotovoltaico e é desenvolvido para refletir o menos possível, mantendo um alto grau de transparência, para que o máximo de radiação passe através dele. Ele significa aproximadamente 10% do custo do painel (SOLAR, 2022).

As células precisam estar encapsuladas em lâminas plásticas transparentes, de modo a bloquear o contato direto com a lâmina de vidro que reveste a parte superior. Para isso, é utilizado um filme encapsulante, tradicionalmente chamado de EVA (acetato-vinilo de etileno, que deriva do inglês Ethylene Vinyl Acetat). Além de bloquear o contato com a lâmina de vidro, esse filme garante proteção contra o envelhecimento, de modo que o máximo de radiação incida sobre as células. Ele representa cerca de 8% do custo do módulo (SOLAR, 2022).

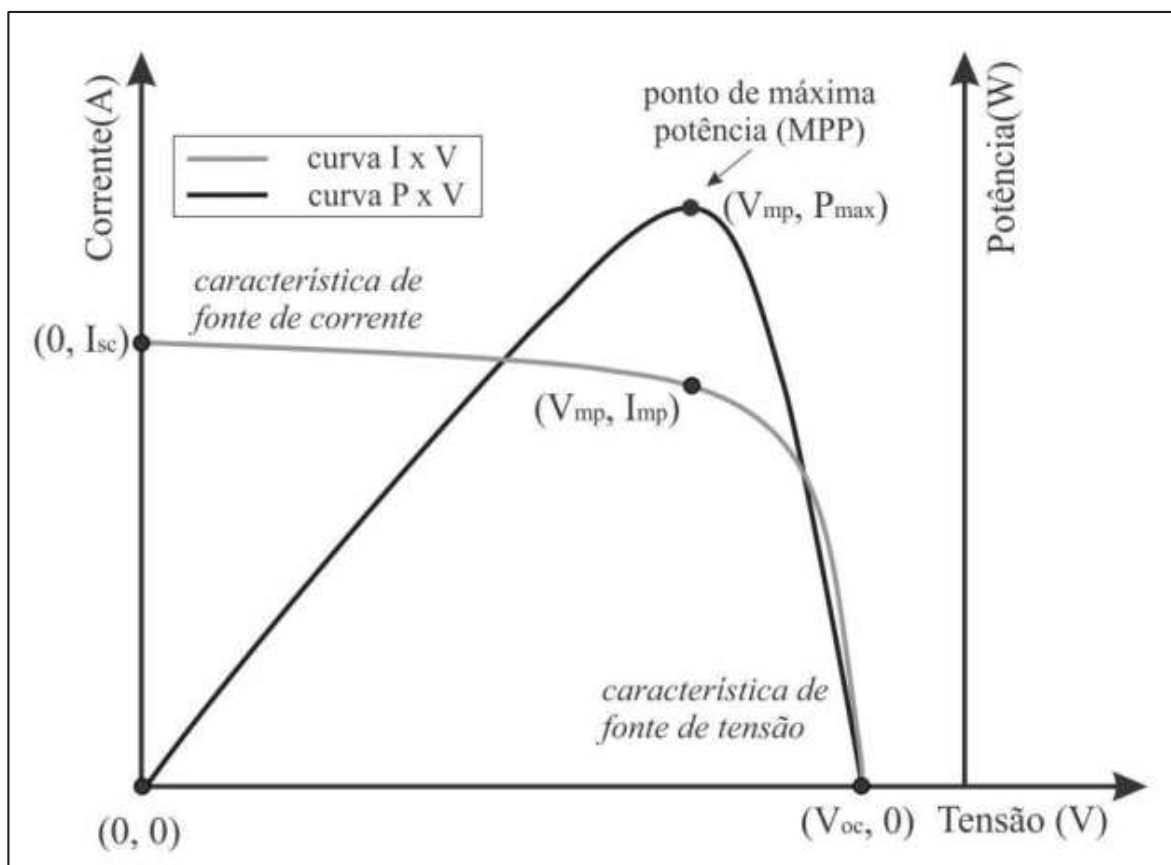
Nas costas do painel, é colocado um fundo protetor chamado de *backsheet*. Ele será responsável por garantir isolamento elétrico e proteger os componentes internos do painel. Assim como o EVA, o *backsheet* representa uma parcela de 8% do custo de fabricação do painel (SOLAR, 2022).

Uma das partes mais importante do módulo é a caixa de conexões elétricas, conhecida como caixa de junção. Ela é instalada na parte de trás do painel, onde são conectados os cabos de saída. Essa caixa configura, aproximadamente, 6% do valor do painel fotovoltaico (SOLAR, 2022).

Por fim, o módulo é revestido com uma moldura de alumínio, a fim de garantir a robustez e a integridade do mesmo. Ela não compromete o peso do painel e assegura que as células não danifiquem com o tempo. Essa moldura equivale à cerca de 8% do custo do módulo (SOLAR, 2022).

Os painéis fotovoltaicos são dotados de duas características muito importantes – as curvas de corrente versus tensão e potência versus tensão (Figura 10).

Figura 10. Curvas características de um módulo fotovoltaico (I x V e P x V)



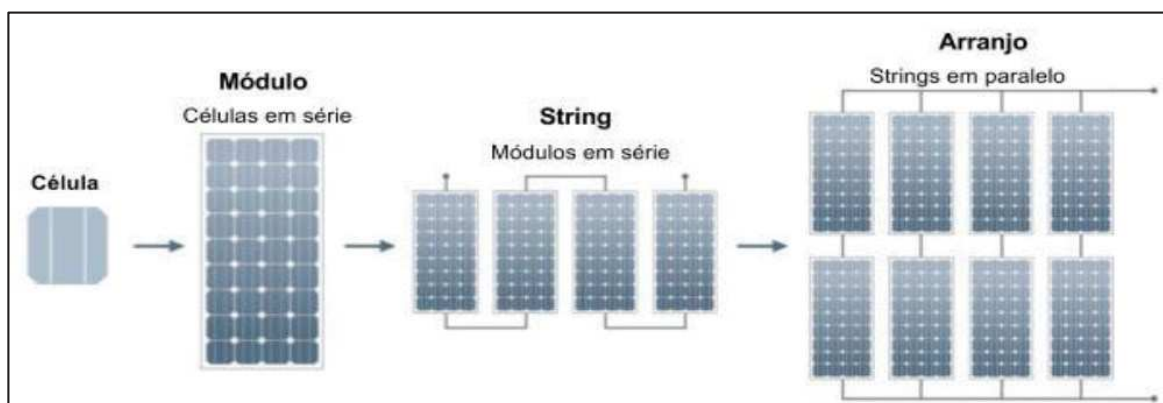
Fonte: Carlette (2015).

Essas curvas são traçadas em laboratórios com ambiente controlado à determinadas condições de temperatura e irradiação. A partir delas, é possível estabelecer parâmetros fundamentais dos painéis, tais como:

- I. **Corrente de curto-circuito (I_{sc})** – representa a máxima corrente fornecida pelo módulo. É obtida a partir de um curto-circuito em seus terminais;
- II. **Tensão de circuito aberto (V_{oc})** – representa a tensão máxima fornecida pelo módulo na ausência de carga. É obtida quando o mesmo está com os seus terminais abertos;
- III. **Corrente de máxima potência (I_{mp})** – representa a corrente gerada pelo módulo quando o mesmo fornece sua máxima potência;
- IV. **Tensão de máxima potência (V_{mp})** – representa a tensão gerada pelo módulo quando o mesmo fornece sua máxima potência;
- V. **Ponto de máxima potência (P_{mp})** – representa a potência máxima que um módulo pode fornecer, sob determinada condição de irradiância solar.

Como dito anteriormente, o módulo fotovoltaico surgiu a partir de uma associação em série de várias células fotovoltaicas para que maiores tensões fossem atingidas. Ainda assim, para instalações reais de sistemas fotovoltaicos, um só módulo não é o suficiente, pois os níveis de tensões necessários são ainda maiores. Portanto, os módulos devem ser associados em série para que, somados, alcancem o nível de tensão adequado. À essa associação de módulos se dá o nome de *string* e, ao conjunto de *strings*, se dá o nome de arranjo fotovoltaico, como mostra a Figura 11.

Figura 11. Configuração de um sistema fotovoltaico típico.



Fonte: Mascarello (2017).

3.3.2 Inversor de Frequência

O inversor de frequência é o equipamento do sistema fotovoltaico responsável por converter a corrente contínua, gerada pelo arranjo, em corrente alternada adequada às cargas. Ele é dimensionado de acordo com a potência máxima do sistema fotovoltaico e com a tensão máxima de entrada advinda dos módulos. A depender da complexidade do sistema, o inversor pode receber energia elétrica de apenas um módulo (microinversor), de apenas uma *string* (quando a tensão de um único módulo é inferior a tensão de entrada do inversor) ou de várias *strings* (FERNANDES, 2018).

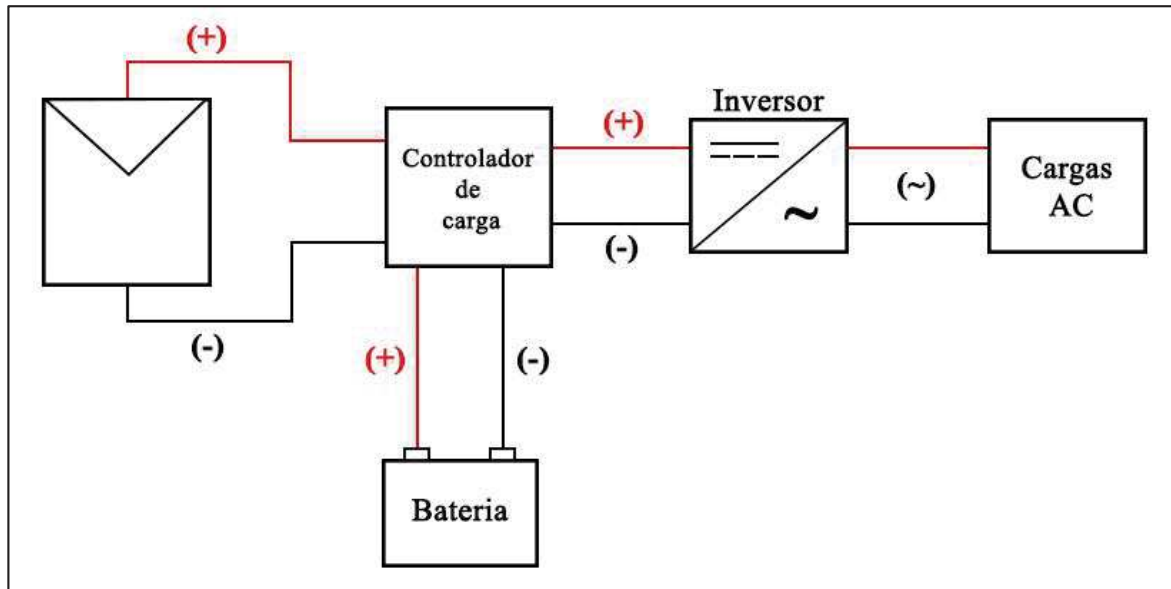
O inversor, além de converter corrente alternada em corrente contínua, tem a função de rastrear o ponto de máxima potência (MPPT – *Maximum Power Point Tracking*) do arranjo fotovoltaico. A partir do produto da máxima corrente e máxima tensão fornecidas pelo módulo, o inversor consegue identificar o ponto MMPT, de forma que o aproveitamento da energia extraída dos painéis seja máximo.

Os inversores podem ser classificados em dois tipos:

- **Inversores isolados** – convertem corrente contínua em corrente alternada, sem precisar estar conectado na rede elétrica da concessionária;
- **Inversores conectados à rede** – convertem corrente contínua em corrente alternada, com forma de onda igual à da energia elétrica abastecida pela concessionária.

O inversor autônomo, utilizado em sistemas fotovoltaicos isolados, é conectado entre às cargas e o controlador de carga, como mostra a configuração abaixo:

Figura 12. Configuração de um sistema fotovoltaico *off-grid* com armazenamento de energia e inversor.



Fonte: Fernandes (2018).

Já o inversor conectado à rede, como o próprio nome sugere, necessita da rede da concessionária para operar. Como ele precisa funcionar com forma de onda igual à da rede elétrica, é necessário que os seus parâmetros sejam verificados constantemente para garantir que ele trabalhe em sincronismo com a rede. Por esse motivo, eles não precisam ser instalados com baterias e controladores de carga.

As principais características desses inversores são:

- **Corrente contínua máxima de entrada:** valor máximo de corrente que a entrada do inversor admite;
- **Tensão contínua máxima de entrada:** valor máximo de tensão que a entrada do inversor admite;
- **Potência de corrente contínua na entrada:** máxima potência que o inversor admite na sua entrada;
- **Potência de corrente alternada na saída:** máxima potência que o inversor admite na sua saída para injetar na rede;

- **Tensão de operação na conexão com a rede:** valor de tensão nominal de saída do inversor;
- **Quantidade máxima de *strings* na entrada:** número máximo de *strings* que podem ser conectadas na entrada do inversor;
- **Quantidade de entradas independentes com MPPT:** número de entradas com MMPT do inversor;
- **Frequência da rede elétrica:** frequência nominal de saída do inversor;
- **Consumo de energia parado:** quanto o inversor consome de potência quando o mesmo está com ausência de carga;
- **Rendimento:** quanto é aproveitado da energia extraída pelos painéis.

3.3.3 *String Box*

Logicamente, qualquer instalação elétrica precisa estar de acordo com normas pré-estabelecidas. No caso de sistemas fotovoltaicos, uma série de normas norteiam as condições necessárias na hora do projeto, dentre as quais duas se destacam – a NBR 5410 e a NBR 16690. Essas duas normas preveem que as instalações fotovoltaicas devem ter, como princípios básicos, a proteção contra sobrecorrente e sobretensão, proteção contra choques elétricos, proteção contra incêndios e efeitos térmicos e capacidade de seccionamento (SOLAR, 2019).

Diante disso, a *String Box* é um quadro de proteção, instalado separado do quadro geral de distribuição, que conecta os cabos vindos do arranjo fotovoltaico ao inversor. Ele é responsável por proteger o inversor e o arranjo contra sobrecorrente e sobretensão e seccionar o circuito.

A *String Box* é composta basicamente por um invólucro – para proteger as conexões elétricas e os dispositivos de proteção –, um dispositivo seccionador – para conectar e desconectar a parte CC do sistema fotovoltaico –, um DPS – para proteção contra sobretensão –, um disjuntor ou fusível – para proteção contra e sobrecorrentes – e, logicamente, cabos CC (SOLAR, 2019). Em casos que as chaves seccionadoras já vêm instaladas no inversor, a *String Box* só é composta por disjuntor e DPS's.

3.4 NORMAS E REGULAMENTAÇÕES

3.4.1 Resolução Normativa nº 687/2015

Geração Distribuída (GD) é uma modalidade de geração de energia elétrica que possibilita o consumidor gerar a sua própria energia. Ela é caracterizada pela utilização de geradores de pequeno porte que são instalados próximo ao local de consumo ou, até mesmo, no próprio local. A GD surge em alternativa à tradicional modalidade de geração centralizada, caracterizada por grandes centrais de produção de energia elétrica, como termoelétricas e hidrelétricas, por exemplo (SOLAR, 2022).

No Brasil, o pontapé inicial para regulamentar e incentivar o crescimento da geração distribuída se deu no ano de 2012, a partir da Resolução Normativa nº 482/2012. Essa resolução foi responsável por determinar as condições gerais para acesso à microgeração e minigeração distribuída, bem como instituir o sistema de compensação de energia elétrica e outras providências.

Em 2015, buscando introduzir melhorias à RN 482/2012, a ANEEL resolveu elaborar a RN 687/2015. A partir dela, os conceitos sobre microgeração e minigeração foram atualizados e novos pontos foram estabelecidos. O texto, hoje em vigor, definiu o seguinte:

- **Microgeração Distribuída:** antes definido como 100 kW, o limite de potência para microgeração passa a ser de 75 kW. No entanto, a categoria é expandida para todas as fontes de energia renováveis e cogeração qualificada;
- **Minigeração Distribuída:** para ser considerado minigeração, os limites de potência deverão ser iguais ou maiores que 75 kW e menores ou iguais a 5 MW. Antes da atualização, os limites eram de 100 kW até 1 MW. Assim como na microgeração, a categoria também foi expandida para todas as fontes de energia renováveis e cogeração qualificada;
- **Sistema de Compensação de Energia:** permitiu ao consumidor – de mini e microgeração – injetar a energia elétrica excedente na rede da distribuidora e, a partir disso, obter créditos de energia em forma de desconto no consumo das próximas faturas;

- **Autoconsumo Remoto:** permitiu a utilização dos créditos de energia para abater o consumo de unidades consumidoras situadas em outros locais, desde que sejam do mesmo titular e estejam na mesma área de concessão ou permissão;
- **Empreendimentos com múltiplas unidades consumidoras:** permite a instalação de um sistema de micro ou minigeração distribuída para condomínios, verticais e horizontais, sendo eles residências e/ou comerciais, de modo que compartilhem entre as unidades consumidoras a energia gerada pelo sistema;
- **Geração Compartilhada:** possibilita que consumidores, dentro da mesma área de concessão ou permissão, se reúnam em um consórcio ou em uma cooperativa, para instalar um sistema de GD, de modo a utilizar a energia excedente gerada como forma de compensação nas suas faturas;
- **Validade dos créditos:** antes válidos por 36 meses, os créditos de energia passam a ter a validade de 60 meses.

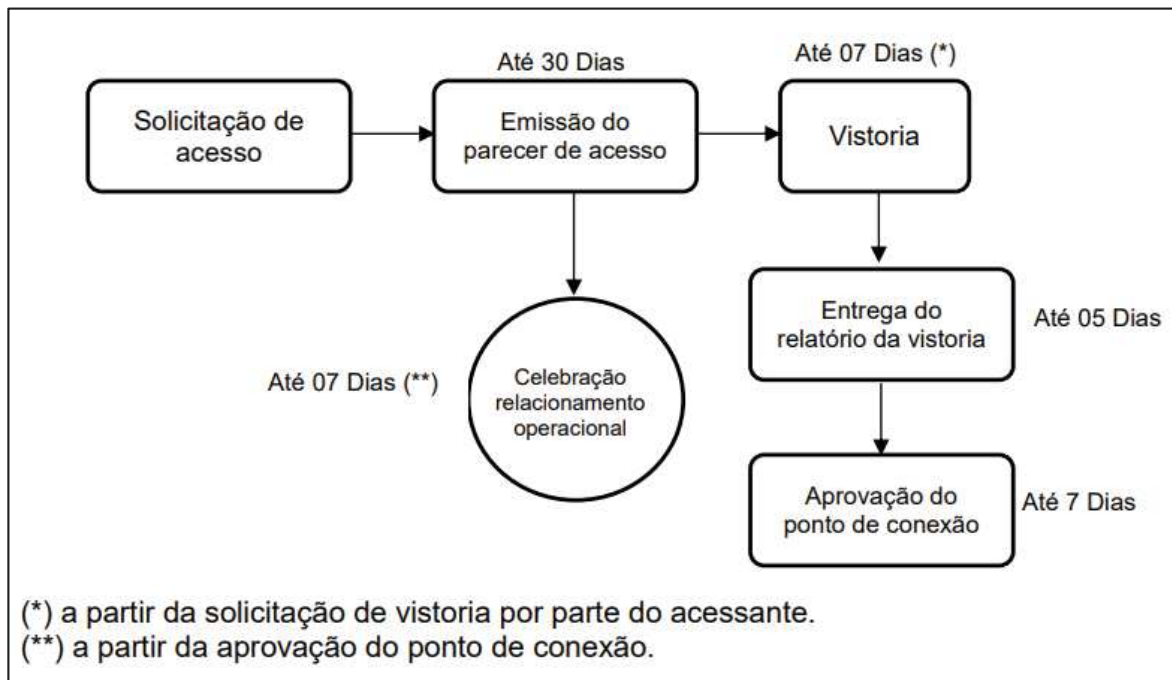
3.4.2 NDU 013

A Norma de Distribuição Unificada (NDU) 013 é uma norma técnica do Grupo Energia que concentra e sistematiza os critérios mínimos e procedimentos técnicos necessários para geração distribuída em consumidores de baixa tensão conectados à rede, em conformidade com as legislações vigentes (ENERGISA, 2019).

Todos os projetos de geração distribuída conectados ao sistema de distribuição devem obedecer ao regimento dessa norma reguladora para receber a aprovação da concessionária. Após o envio do projeto à Energisa e a posterior aprovação, o mesmo está pronto para ser executado. Finalizada a etapa de execução, um pedido de vistoria deverá ser encaminhado à concessionária. Nessa vistoria, a equipe técnica da Energisa irá inspecionar toda a instalação, verificando se todos os seus parâmetros estão em conformidade com o projeto apresentado. Estando tudo correto, o sistema é homologado e será instalado um novo medidor – agora bidirecional – para contabilizar a energia elétrica consumida pela UC e a injetada na rede.

A Figura 13 ilustra, de forma sucinta, todas as etapas que compreendem o procedimento de acesso, acompanhadas de seus prazos.

Figura 13. Etapas de acesso de microgeradores ao Sistemas de Distribuição Energisa.



Fonte: NDU 013 (p. 11) (2019).

3.4.3 NDU 001

A Norma de Distribuição Unificada 001 é responsável por estabelecer os critérios mínimos necessários para projetos de instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão, quando a mesma possuir carga instalada de até 75 kW (ENERGISA, 2020). Ela estabelece recomendações importantes sobre aterramento, carga instalada, padrão de entrada, ramal de entrada, ramal de ligação, etc. Todas essas recomendações se aplicam às instalações individuais ou agrupadas – de até 3 unidades consumidoras – a partir dos requisitos técnicos e de segurança apontados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e compatíveis com as Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (ENERGISA, 2020).

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo serão relatadas as atividades desenvolvidas e acompanhadas pelo aluno enquanto estagiário, desde o período de treinamento até a etapa de vistoria por parte da concessionária.

4.1 TREINAMENTO

Inicialmente, os estagiários passaram por um período de treinamento que se estendeu por 1 semana. Ele foi realizado sob as orientações diretas do engenheiro supervisor e dos estagiários que estavam concluindo o período de estágio. Esse processo foi dividido em três etapas e todas elas foram realizadas com base nas normas NDU 001 e NDU 013.

Na primeira, o estagiário foi munido de todos os conhecimentos teóricos necessários para realização do estágio – princípio de funcionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede, exposição dos equipamentos e suas características, etc.

A segunda etapa se deu a partir da análise dos projetos já executados dentro da própria empresa. Primeiro, é explicado todo o passo a passo necessário para o preenchimento do formulário de solicitação de acesso e memorial técnico, seguido da obtenção das certificações do INMETRO dos equipamentos de um sistema fotovoltaico. Depois disso, são explanados todos os parâmetros de projeto dentro da plataforma AutoCAD.

Por fim, na terceira e última etapa, a equipe de treinamento modifica os parâmetros de projetos que já foram executados e solicita que o estagiário os refaça com base em tudo que foi explicado.

4.2 ELABORAÇÃO DE ORÇAMENTOS

A atividade de elaboração de orçamentos compreende as seguintes etapas:

4.2.1 Informações Gerais da UC

A primeira etapa do orçamento consiste na coleta de informações da unidade consumidora. Um dos orçamentos realizados pelo estagiário foi para uma residência localizada na cidade de Campina Grande-PB, atendida pela concessionária Energia Borborema. A Tabela 1 resume as principais informações relativas à UC.

Tabela 1. Informações gerais da UC.

Classe de atendimento	Residencial
Tensão de atendimento	220 V
Tipo de conexão	Monofásica
Categoria de atendimento	M1
Tipo de ramal de entrada	Aéreo

Fonte: Autor próprio (2022).

Nessa etapa também é analisado o local de instalação dos módulos para definir o tipo de estrutura que será utilizada para fixação dos mesmos. Para esta residência, a estrutura de fixação será de parafuso estrutural de madeira.

4.2.2 Dados Solarimétricos

O próximo ponto a ser levado em consideração na elaboração do orçamento é o índice de irradiação solar do local. Para isso, o estagiário utilizou o *software SunData* v3.0 desenvolvido pelo CRESESB (Centro de Referência para Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito). Antes de utilizar o programa, é necessário ter conhecimento dos dados exatos de latitude e longitude da UC. Eles podem ser facilmente encontrados numa busca rápida no *Google Maps*.

Com esses dados em mãos, deve-se acessar a página do CRESESB no endereço <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata> (CRESESB, 2022).

As informações de latitude e longitude devem ser inseridas no campo de “Coordenada Geográficas” (Figura 14).

Figura 14. Coordenadas geográficas da UC.

Coordenada Geográfica

Latitude **Longitude** Oeste

Sul ▼

Norte:

graus decimais (00.00°)

graus, minutos e segundos (00°00'00")

I. Os valores válidos de latitude devem estar na faixa de 12° Norte e 40° Sul e de longitude na faixa de 30° Oeste e 80° Oeste. Em caso de dúvida entre em contato conosco.

Fonte: CRESESB, 2022.

Após o preenchimento dos campos, o programa retorna os seguintes valores de irradiação solar diária em cada mês do ano:

Figura 15. Dados de irradiação média mensal do caso em análise (Campina Grande).

Cálculo no Plano Inclinado																
Estação: Campina Grande Município: Campina Grande, PB - BRASIL Latitude: 7,201° S Longitude: 35,949° O Distância do ponto de ref. (7,243307° S; 35,933916° O): 5,0 km																
#	Ângulo	Inclinação	Irradiação solar diária média mensal [kWh/m ² .dia]													
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média	Delta
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano Horizontal	0° N	5,85	5,90	5,95	5,35	4,66	4,12	4,24	5,01	5,66	5,97	6,19	5,97	5,40	2,07
<input checked="" type="checkbox"/>	Ângulo igual a latitude	7° N	5,61	5,75	5,95	5,49	4,88	4,36	4,46	5,19	5,71	5,87	5,95	5,68	5,41	1,59
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior média anual	4° N	5,72	5,82	5,96	5,44	4,79	4,26	4,37	5,12	5,70	5,92	6,06	5,81	5,41	1,79
<input checked="" type="checkbox"/>	Maior mínimo mensal	24° N	4,80	5,17	5,67	5,58	5,21	4,74	4,81	5,38	5,59	5,37	5,14	4,79	5,19	,93

Irradiação Solar no Plano Inclinado –Campina Grande–Campina Grande, PB-BRASIL

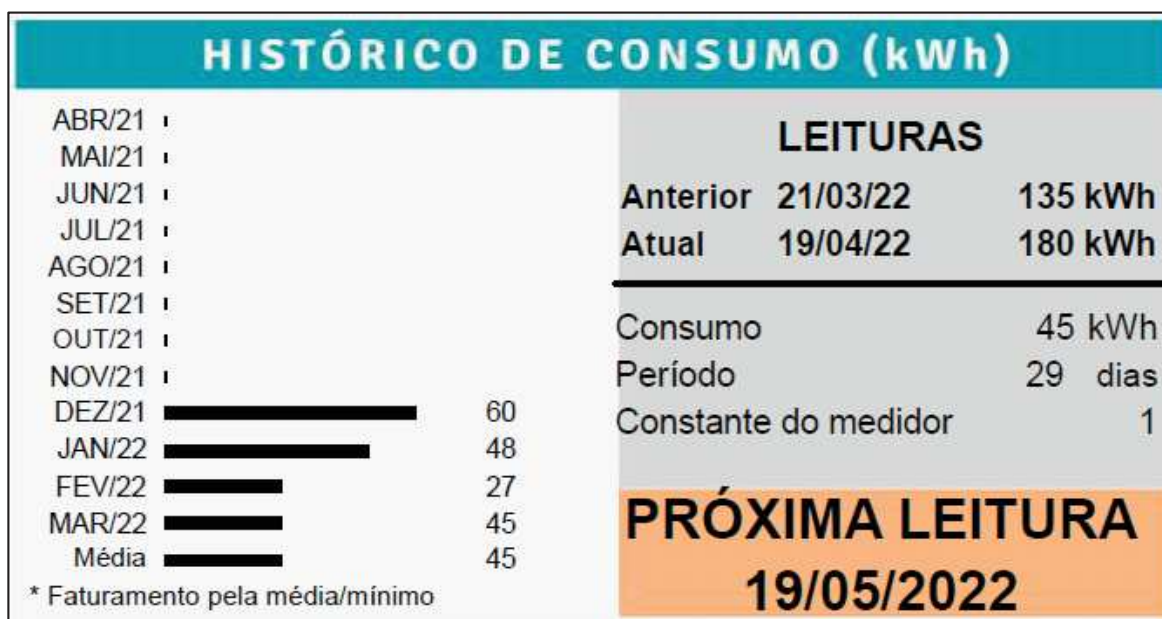
Fonte: CRESESB (2022).

Recomenda-se projetar o sistema fotovoltaico para a maior média anual de irradiação solar – 5,41 kWh/m².dia.

4.2.3 Análise de Consumo da UC

A análise de consumo da residência é realizada com base nos dados de consumo dos últimos 12 meses. Eles podem ser encontrados na fatura de energia elétrica, como mostra a figura abaixo.

Figura 16. Histórico de consumo.



Fonte: Autor próprio (2022).

Caso haja alguma anormalidade nos dados de consumo – consumo nulo ou muito discrepante em relação a outros meses, por exemplo –, deve-se conversar com o cliente para analisar as causas. Além disso, é importante saber se há o desejo, por parte dele, de futuramente aumentar as cargas da unidade de forma que impacte significativamente no consumo.

No caso particular descrito na Figura 16, não é possível estabelecer uma média de consumo da UC a partir da fatura de energia, pois a mesma encontra-se em fase de construção. Dessa forma, o consumo mensal foi estimado com base na carga prevista. Ficou definido um consumo de aproximadamente 700 kWh/mês.

Sabendo que, mesmo após a instalação do sistema, o cliente continuará pagando o custo de disponibilidade referente ao padrão de ligação da UC, é necessário descontar esse valor do valor de consumo que foi estimado. No caso desta residência, como se sabe, o padrão de ligação é monofásico, portanto, o consumidor paga uma taxa mínima equivalente a 30 kWh. Desse modo, o consumo estimado para projeto é de 670 kWh/mês.

4.2.4 Dimensionamento da Potência do Sistema

Conhecendo as informações de consumo da UC e o índice de irradiação solar do local, dimensiona-se a potência do sistema fotovoltaico de acordo com a equação abaixo:

$$P_{wp} = \frac{C}{I_{rr} \cdot F} \quad (1)$$

Em que:

P_{wp} – Potência do sistema;

C – Consumo médio diário;

I_{rr} – Radiação solar local;

F – Fator de performance dos módulos.

Para determinar o consumo médio diário é muito simples, basta dividir por 30 (dias) o consumo médio mensal.

$$C = \frac{670 \text{ kWh/mês}}{30 \text{ dias}}$$

$$C = 22,33 \text{ kWh/dia}$$

Sabendo disso e considerando um fator de performance dos módulos em torno de 85%, a potência do sistema fotovoltaico é de:

$$P_{wp} = \frac{22,33}{5,41 \cdot 0,85} = 4,9 \text{ kWp}$$

Desse modo, optou-se por projetar um sistema fotovoltaico de 5 kWp.

4.2.5 Dimensionamento dos Módulos

Uma das premissas básicas da Solar Nobre é o controle de qualidade do seu serviço. Dessa forma, os critérios estabelecidos pelo estagiário na escolha dos módulos foram o desempenho do módulo, potência e, sobretudo, a confiabilidade da

marca, certificando que a mesma atende as certificações do INMETRO. Aliando todos esses fatores ao melhor custo-benefício e avaliando a área em que os módulos serão instalados, foi escolhido o módulo fotovoltaico da fabricante Jinko Solar, de 460 W. Na seção 4.3.1, quando o projeto deste sistema fotovoltaico for destrinchado, serão descritas as principais especificações do módulo.

Considerando a potência total do sistema – dimensionada na seção anterior – e a potência individual dos módulos, a quantidade necessária de módulos será:

$$\text{Quantidade de módulos} = \frac{\text{Potência do sistema}}{\text{Potência dos módulos}} = \frac{5000}{460} = 11 \text{ módulos}$$

4.2.6 Dimensionamento do Inversor

Após estabelecer a potência total do sistema e dimensionar os módulos fotovoltaicos, o estagiário determinou a configuração de inversor que melhor se adequasse ao projeto, a partir do Fator de Dimensionamento do Inversor (FDI), definido pela relação entre a potência de saída do inversor ($P_{s,inv}$) e a potência de pico do gerador fotovoltaico ($P_{p,gfv}$), de acordo com a Equação 2.

$$FDI = \frac{P_{s,inv}}{P_{p,gfv}} \quad (2)$$

Alguns modelos para previsão do FDI têm sido propostos na literatura, contudo a maioria deles não leva em consideração fatores como umidade relativa do ar e a consequência que a velocidade do vento afeta no desempenho dos módulos fotovoltaico (F. FILHO, 2022). De acordo com (Cantor, 2017), a consideração desses fatores causa efeito imediato na temperatura de operação das células fotovoltaicas, especialmente em regiões de clima tropical.

Baseado em estudos que levam em consideração esses efeitos, ficou definido que, para regiões de clima tropical semiárido, valores de FDI maiores ou iguais que 1,0 proporcionam maiores produtividades médias anuais de sistema fotovoltaicos conectados à rede (F. FILHO, 2022).

Considerando esses fatores e sabendo que o sistema fotovoltaico será instalado na cidade de Campina Grande – PB, o estagiário optou por um FDI de 1,0.

Esse valor permitirá que o sistema atue em ótimas condições e gere um melhor custo-benefício para o cliente. Desta forma, a potência de saída do inversor será:

$$P_{s,inv} = FDI \cdot P_{p,gv} = 1,0 \cdot 5 \text{ kWp} = 5 \text{ kW}$$

Para determinar o melhor inversor com essa potência, foram adotados os mesmos critérios utilizados na escolha dos módulos – rendimento, certificações nacionais e confiabilidade da marca. Sendo assim, o inversor escolhido foi o inversor da fabricante *Growatt*.

Conhecendo as informações gerais da UC e dimensionados a potência total do sistema, módulos e inversor, já é possível orçar o preço do sistema fotovoltaico. No caso da Solar Nobre, a distribuidora responsável por vender os kits fotovoltaicos é a Aldo Solar. Desse modo, o kit escolhido foi o seguinte:

Figura 17. Kit fotovoltaico do projeto na plataforma da Aldo Solar.



The image shows a product listing for a solar kit on the Aldo Solar platform. On the left, there is a white and green Growatt inverter. In the center, a black solar panel is displayed with the text 'Jinko Solar Tiger Pro MONO 460W' and efficiency statistics: 'EFICIÊNCIA 21,32%' and '84,8% AOS 25 ANOS'. To the right, the product code '167429-6' is listed, followed by the product name: 'GERADOR DE ENERGIA SOLAR GROWATT ROSCA DUPLA METAL ROMAGNOLE ALDO SOLAR ON GRID (167429-6)'. Below this, the specifications 'GF 5,06KWP JINKO TIGER PRO MONO 460W MIN 5KW 2MPPT MONO 220V' are provided. The price is shown as 'R\$20.699,00' in red. A small box below the price states 'PREÇO SUGERIDO AO CONSUMIDOR FINAL. NÃO INCLUI CUSTOS DE INSTALAÇÃO E PROJETO.' At the bottom right, there is a red banner with the text 'VANTAGEM PARA SEU NEGÓCIO FINANCIAMOS PARA SEU CLIENTE' and the Santander Financiamentos logo.

Fonte: Autor próprio (2022).

Ressalta-se que o valor acima é o valor de venda para o consumidor final. Além disso, não está acrescido do custo de serviço. Por políticas de privacidade da empresa, este custo não será descrito.

4.2.7 Retorno do Investimento

O orçamento apresentado ao cliente vem acompanhado da análise de retorno do investimento. Essa análise é baseada em 3 indicadores financeiros: *Payback*, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR).

O primeiro consiste em mostrar ao cliente em quanto tempo os lucros obtidos pela implantação do sistema fotovoltaico cobrirão o valor que ele pagou. O segundo indica quanto estaria valendo atualmente a soma dos futuros pagamentos com o valor inicial pago pelo projeto. Uma taxa de VPL positiva, por exemplo, significa que o projeto é viável, pois ele é capaz de remunerar ao longo do tempo, gerando um excedente financeiro. A TIR, por sua vez, complementa o VPL e indica se o valor de retorno gerado pelo projeto é igual às despesas trazidas a valor atual. Para que o projeto seja viável, essa taxa deve, obrigatoriamente, ser positiva.

Para o projeto desta residência, em particular, os indicadores obtidos foram os seguintes:

- *Payback*: 3 anos e 8 meses;
- Valor Presente Líquido (VPL): R\$ 149.235,04
- Taxa Interna de Retorno (TIR): 33%

O ANEXO F traz a proposta comercial completa deste sistema fotovoltaico.

4.3 ELABORAÇÃO DE PROJETO FOTOVOLTAICOS

Após o fechamento de contrato com o cliente, é solicitado ao estagiário que ele inicie o desenvolvimento do projeto. As seguintes etapas são seguidas:

- **Formulário de solicitação de acesso:** o estagiário deve preencher o formulário de solicitação de acesso elaborado pela ANEEL e fornecido pela Energisa. Nele, estão contidas todas as informações da UC – código da UC, classe de consumo, titularidade, dados de endereço, dados do titular, potência instalada, tensão de atendimento, padrão de conexão e tipo de ramal de entrada. Além disso, o formulário traz dados acerca da geração, como a potência instalada de geração (kWp) e o tipo de fonte de geração;

- **Certificações INMETRO e *datasheets* dos equipamentos:** o estagiário deve anexar ao projeto todas as certificações INMETRO e *datasheets* dos equipamentos que serão utilizados. Inversores acima de 10 kWh devem possuir certificações em conformidade com as normas brasileiras (ABNT, ABNT 16150, ABNT IEC 62116 e NBR 16149) ou americana (IEE 1547) ou europeias (IEC 62116:2014 e IEC 61727:2004-12). Essas certificações deverão ser informadas no memorial técnico para projeto elétrico de GD solar;
- **Memorial técnico para projeto elétrico de GD solar:** após preencher o formulário de solicitação de acesso, o estagiário deve preencher o memorial técnico descritivo fornecido pela Energisa. Nele, estão contidos todos os dados cadastrais da UC – já informados no formulário de solicitação de acesso – acrescidos do dimensionamento do padrão de entrada, especificando os tipos e seções mínimas de condutores e eletrodutos, dados de aterramento e dimensionamento do disjuntor. Ademais, são preenchidos novos dados sobre a geração, tais como: informações das placas, informações do(s) inversor(es), dimensionamento dos equipamentos de proteção e seus ajustes recomendados;
- **Diagrama unifilar:** após o preenchimento de todos esses dados, o estagiário está pronto para executar o projeto no *AutoCad*. Deve-se, primeiramente, elaborar o diagrama unifilar, especificando todos os componentes do sistema – módulos, inversor, dispositivos de proteção contra surtos, disjuntores, dimensionamento de cabos, detalhes de aterramento e detalhes do ramal de entrada;
- **Detalhe do telhado:** o estagiário deve projetar a vista superior da unidade, detalhando a localização dos painéis, bem como os pontos de ligação entre o arranjo e o inversor;
- **Planta baixa do térreo:** deve-se projetar a planta baixa do térreo, detalhando a localização do inversor e dos seus pontos de conexão com o arranjo e com o QDC. O QDC, por sua vez, conecta-se ao medidor;

- **Detalhe da fachada:** o estagiário deve detalhar a fachada da unidade para identificação da Energisa, especificando a localização do padrão de entrada;
- **Detalhe do ponto de acesso, medição bidirecional e aterramento:** nessa etapa, o estágio deve especificar os detalhes do padrão de entrada, aterramento medição;
- **Planta de situação:** o estagiário deve acrescentar na prancha a planta de situação indicando a localização da UC.

Nos ANEXOS A e B estão presentes o formulário de solicitação de acesso e memorial técnico, respectivamente.

Durante o período de estágio, o estagiário desenvolveu 13 projetos de sistemas fotovoltaicos, dos quais 9 já foram concluídos e 4 estão em andamento. Os projetos concluídos são apresentados no ANEXO E e algumas de suas características são destacadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características dos projetos fotovoltaicos concluídos.

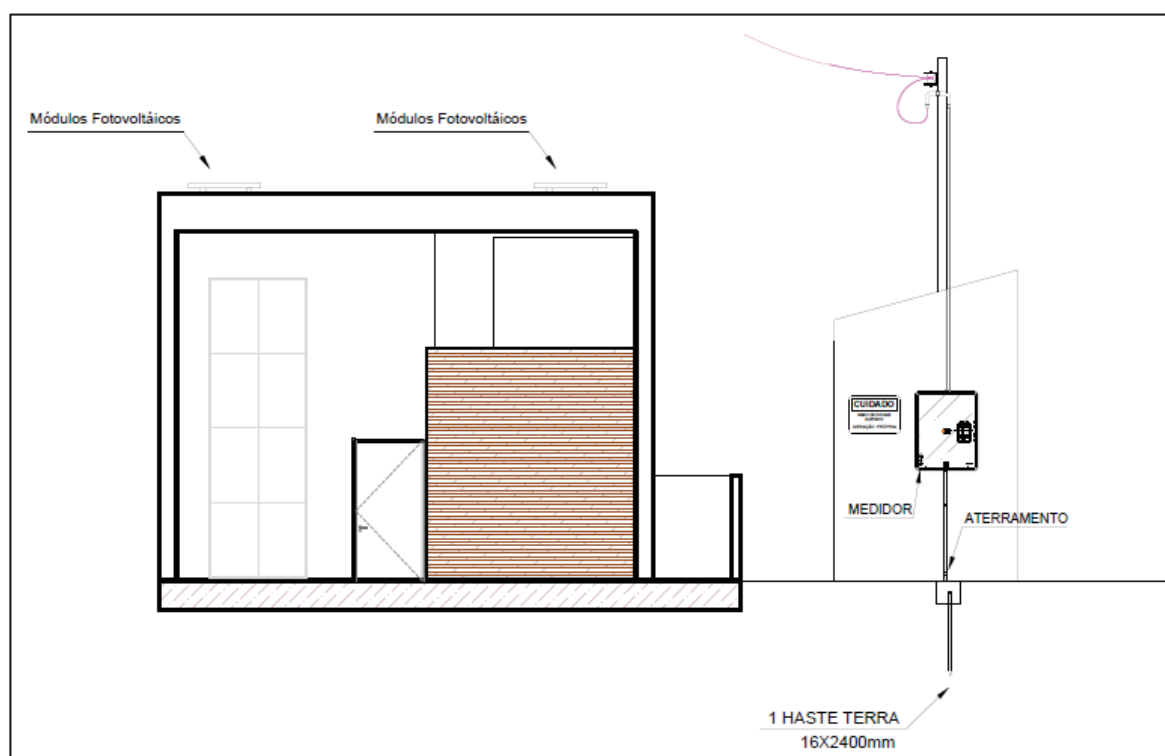
Potência (kWp)	Inversor		Módulo Fotovoltaico	
	Fabricante	Modelo	Fabricante	Modelo
5,06	Growatt	MIC5000TK-X	Jinko	JKM460M-60HL4-V
24,84	Growatt	2x (MIN 10000TL-X)	Jinko	JKM460M-60HL4-V
29,15	Growatt	MID 25KTL3-X	Jinko	JKM530M-72HL4-TV
3,22	Growatt	MIC 3000TL-X	Jinko	JKM460M-60HL4-V
9,90	Growatt	MIN8000TL-X(E)	Jinko	JKM450M-60HL4-V
4,14	Growatt	MIN6000TL-X	Jinko	JKM460M-60HL4-V
3,60	Growatt	MIN 8000TL-X	Jinko	JKM450M-60HL4-V
3,60	Growatt	MIN 5000TL-X	Jinko	JKM450M-60HL4-V
9,00	Growatt	MIN10000TL-X	Jinko	JKM450M-60HL4-V

Fonte: Autor próprio (2022).

4.3.1 Projeto Residencial – Grupo B

Um dos projetos elaborados pelo estagiário foi instalado em uma residência do condomínio Monteville, localizado na Rua Jabuticabeira, nº 1100, bairro Serrotão. Esse projeto foi atribuído ao estagiário no dia 10 de maio e é o mesmo projeto orçado na seção 4.2. A Figura 18 traz o desenho da fachada da residência.

Figura 18. Fachada frontal da residência.



Fonte: Autor próprio (2022).

De acordo com os dados apresentados na seção de orçamento, sabe-se que este sistema fotovoltaico será projeto para gerar uma potência de 5,06 kWp e que o kit dos equipamentos será fornecido pela distribuidora Aldo Solar, como foi visto na Figura 17. A lista dos materiais que compõem este kit é apresentada na Tabela 2.

Tabela 3. Lista de materiais.

Equipamentos	Quantidade
STAUBLI CONECTOR MC4 320016P0001-UR PV-KBT4/6II-UR ACOPLADOR FEMEA	8
STAUBLI CONECTOR MC4 32.0017P0001-UR PV-KST4/6II-UR ACOPLADOR MACHO	8

INVERSOR SOLAR GROWATT ON GRID MIN5000TL-X 5KW MONOFASICO 220V 2MPPT MONITORAMENTO	1
PAINEL SOLAR JINKO JKM460M-60HL4-V 460W TIGER PRO MONO PERC HALF CEL 21,32% EFIC 120 CEL	11
ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 412135 RS-327 2 PARES PERFIL DE ALUMINIO 2,40 M 4 PAINEIS PRATIC LITE	3
ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 412210 RS223 KIT FIXACAO 4 PAINEIS TELHA FIBROCIMENTO PARAFUSO MADEIRA	3
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC RL 50 PRETO	50
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC RL 50 VERMELHO	50

Fonte: Autor próprio, 2022.

Como foi dito na seção anterior, o primeiro passo é o preenchimento do formulário de solicitação de acesso com os dados gerais da UC e da geração. Em seguida, preenche-se o memorial técnico para projeto elétrico de GD solar, de acordo com os critérios definidos pela ANEEL e pelas normas NDU 001 e NDU 013 do Grupo Energisa.

O próximo passo é elaborar o diagrama unifilar do sistema. Para tanto, deve-se verificar a categoria de atendimento da UC e consultar os dados do padrão de entrada, de acordo com a NDU 001. Todos esses dados estão na tabela abaixo:

Tabela 4. Informações e dados do padrão de entrada da UC.

Classe de atendimento	Residencial
Tensão de atendimento	220 V
Tipo de conexão	Monofásica
Categoria de atendimento	M1
Tipo de ramal de entrada	Aéreo
Seção mínima dos condutores do padrão de entrada	6(6)mm ²
Disjuntor termomagnético	32 A
Aterramento	Cabo de Cobre de 6mm ²
Eletroduto de PVC rígido	25mm ²

Fonte: Autor próprio (2022).

Posteriormente, foram dimensionadas as *strings* do sistema. Para isso, recorre-se aos dados técnicos contidos nos *datasheets* dos módulos fotovoltaicos e do inversor. As Tabelas 4 e 5 trazem os dados necessários para o projeto.

Tabela 5. Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.

Fabricante	Jinko
Modelo	JKM460M-60HL4-V
Potência individual dos módulos	460 W
Quantidade de módulos	11
Tensão de circuito aberto	41,48 V
Corrente de curto-circuito	14,01 V
Tensão máxima de energia	34,20 V
Corrente máxima de operação	13,45 A

Fonte: Autor próprio (2022).

Tabela 6. Dados técnicos do inversor.

Fabricante	GROWATT
Modelo	MIN 5000TL-X
Quantidade de MPPT	2
Dados de entrada (CC)	
Tensão máxima	550 V
Potência máxima recomendada	7000 W
Faixa de tensão	80-550 V
Corrente máxima de entrada por MPPT	12,5 A
Corrente máxima de curto-circuito por MPPT	16 A
Dados de saída (CA)	
Tensão nominal	230 V
Potência nominal	5000 W
Frequência nominal	60 Hz
Corrente máxima de saída	22,7 A

Fonte: Autor próprio (2022).

De posse desses dados, os seguintes pontos foram levados em consideração para dimensionar a *string*:

- Assegurar a melhor localização dos módulos fotovoltaicos no telhado da residência, a fim de evitar a projeção de sombra sobre eles.

- A corrente de curto-circuito dos painéis deve ser menor que a corrente máxima no MPPT:

$$I_{sc} = 14,41 A$$

$$I_{m\acute{a}x \text{ por MPPT}} = 16 A$$

- Para um arranjo em s\u00e9rie, a tens\u00e3o m\u00e1xima de entrada do inversor deve ser menor que a soma da tens\u00e3o de circuito aberto de todos os m\u00f3dulos:

$$V_{oc} = 41,48 V$$

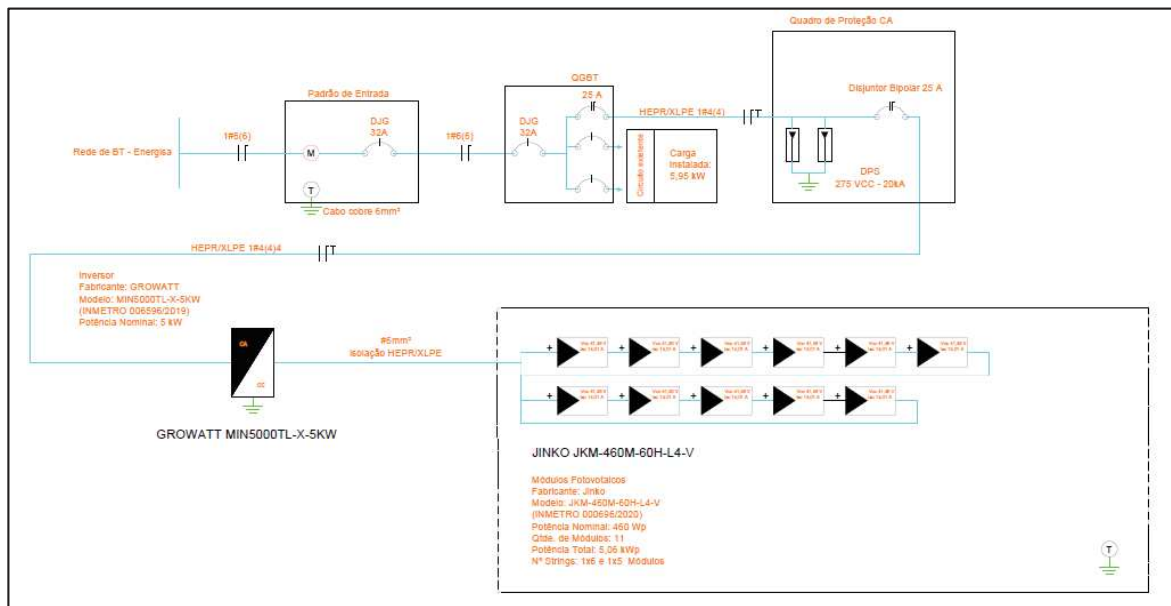
$$V_{m\acute{a}x.entrada} = 550 V$$

$$\frac{V_{oc}}{V_{m\acute{a}x.entrada}} = \frac{41,48 V}{550 V} = 0,0754$$

Sendo assim, a quantidade m\u00e1xima de m\u00f3dulos por *string* \u00e9 de 13. Como o sistema fotovoltaico possui 11 placas, uma *string* j\u00e1 \u00e9 suficiente.

O passo seguinte \u00e9 dimensionar os dispositivos de prote\u00e7\u00e3o. Sabendo que a corrente m\u00e1xima de sa\u00edda do inversor \u00e9 22,7 A, ent\u00e3o o disjuntor bipolar escolhido foi de 25 A. J\u00e1 com rela\u00e7\u00e3o ao DPS, optou-se por utilizar um DPS classe II, de 275 A de tens\u00e3o nominal e corrente m\u00e1xima de descarga de 20 kA. Os dispositivos de prote\u00e7\u00e3o CC, no caso desse sistema, s\u00e3o internos ao inversor. A Figura 19 apresenta o diagrama unifilar do sistema projetado.

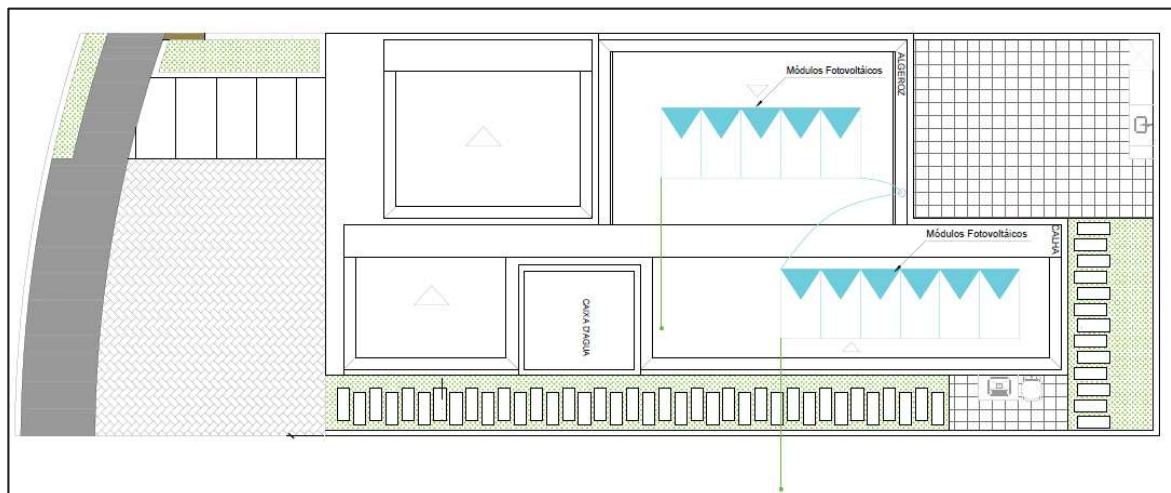
Figura 19. Diagrama unifilar do projeto.



Fonte: Autor próprio (2022).

Depois de elaborar o diagrama unifilar, o estagiário desenhou a vista superior da residência (Figura 20), detalhando a localização dos painéis e dos pontos de conexões entre o arranjo e o inversor.

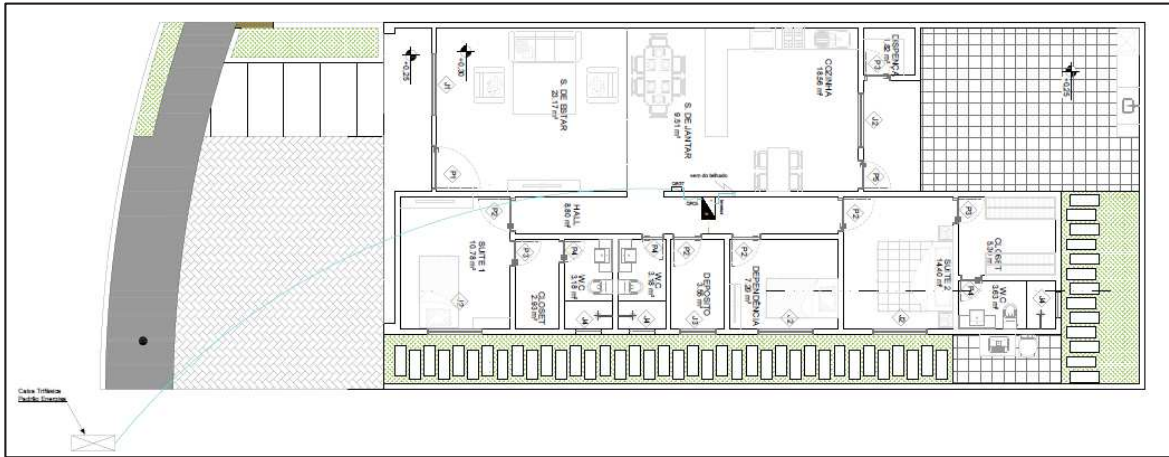
Figura 20. Vista superior da residência.



Fonte: Autor próprio (2022).

Em seguida, foi desenhada a planta baixa do térreo (Figura 21), indicando a localização do inversor e seus pontos de conexão com o arranjo e com o QDC.

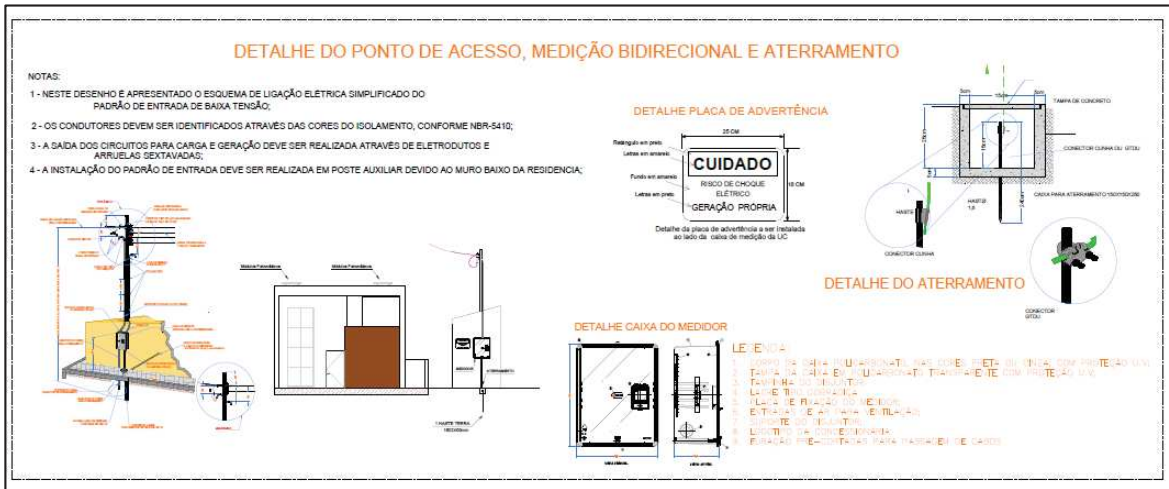
Figura 21. Planta baixa do térreo.



Fonte: Autor próprio (2022).

Após o desenho da planta baixa do térreo, foi desenhado os detalhes do padrão de entrada, aterramento e medição, como mostra a Figura 22.

Figura 22. Detalhe do padrão de entrada, aterramento e medição bidirecional.



Fonte: Autor próprio (2022).

Por último, é desenhada a planta de situação com a indicação da localização da UC (Figura 23).

Figura 23. Planta de situação da UC.



Fonte: Autor próprio (2022).

O ANEXO C traz a prancha completa do projeto, na versão que é enviada para Energisa.

4.3.2 Projeto de Poder Público – Grupo A

No dia 20 de julho, foi atribuído ao estagiário o projeto de um sistema fotovoltaico para uma UC do grupo A (unidades consumidoras atendidas em tensão igual ou superior a 2,3 kV). Esta unidade é pertencente ao domínio público e, portanto, foi obtida por meio de licitação. Por este motivo, não foi necessário realizar o dimensionamento prévio do sistema, já que as exigências técnicas já vêm contidas no edital licitatório.

A UC referida é o Centro de Referência em Reabilitação e Assistência em Saúde do Trabalho (CERAST), localizada na Rua Dinamérica Correia, s/n, bairro Dinamérica. A Figura 24 mostra o desenho da fachada da unidade elaborado pelo estagiário, no *AutoCad*, durante a execução do projeto.

Figura 24. Fachada frontal da UC.



Fonte: Autor próprio (2022).

De acordo com o edital licitatório, a exigência de potência instalada de geração era de 24,84 kWp, divididos em dois sistemas, portanto, com dois inversores. Esse sistema fotovoltaico não compensa todo o consumo da UC, mas apenas uma parte dele.

Baseado nessas exigências e nos critérios já explicados na seção de orçamento, optou-se por trabalhar com módulos fotovoltaicos de 460 W. A escolha dos inversores foi feita com base num FDI unitário, porém como não existe inversores de 12,42 kW, optou-se por trabalhar com inversores 10 kW, valor mais próximo do ideal. Desse modo, foram escolhidos dois kits fotovoltaicos do tipo mostrado na Figura 25 e a lista de materiais que compõe este kit é apresentada na Tabela 6.

Figura 25. Kit fotovoltaico do projeto na plataforma da Aldo Solar.

aldo SOLAR

GERADOR DE ENERGIA SOLAR GROWATT ROSCA DUPLA MADEIRA ROMAGNOLE ALDO SOLAR ON GRID (147246-6)

Código: 147246-6

GF 12,88KWP JINKO TIGER PRO MONO 460W MIN 10KW 3MPPT MONO 220V

R\$47.099,00

PREÇO SUGERIDO AO CONSUMIDOR FINAL.
NÃO INCLUI CUSTOS DE INSTALAÇÃO E PROJETO.

Jinko Solar
Building Your Future in Solar
TIGER Pro
MONO
460W

EFICIÊNCIA
21,32%

84,8%
AOS 25 ANOS

aldosolar **VANTAGEM**
PARA SEU NEGÓCIO
FINANCIAMOS PARA SEU CLIENTE

Santander Financiamentos

Fonte: Autor próprio (2022).

Tabela 7. Lista de materiais.

Equipamentos	Quantidade
STAUBLI CONECTOR MC4 320016P0001-UR PV-KBT4/6II-UR ACOPLADOR FEMEA	14
STAUBLI CONECTOR MC4 32.0017P0001-UR PV-KST4/6II-UR ACOPLADOR MACHO	14
INVERSOR SOLAR GROWATT ON GRID MIN10000TL-X 10KW MONOFASICO 220V 3MPPT MONITORAMENTO	1
PAINEL SOLAR JINKO JKM460M-60HL4-V 460W TIGER PRO MONO PERC HALF CEL 21,32% EFIC 120 CEL	28
ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 412135 RS-327 2 PARES PERFIL DE ALUMINIO 2,40 M 4 PAINEIS PRATIC LITE	7
ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 412210 RS223 KIT FIXACAO 4 PAINEIS TELHA FIBROCIMENTO PARAFUSO MADEIRA	7
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC RL200 PRETO	200
CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC VERMELHO RL200 VERMELHO	200

Fonte: Auto próprio (2022).

Todas as quantidades dos equipamentos acima devem ser multiplicadas por 2, já que são dois kits.

O passo a passo da elaboração do projeto é o mesmo que foi seguido para o projeto residencial, desde o preenchimento do formulário de solicitação de acesso até os desenhos técnicos da prancha.

Assim como no projeto residencial, o memorial técnico para projeto elétrico de GD solar deve ser preenchido com base nos critérios técnicos da ANEEL e do Grupo Energisa. Como se trata de uma UC do grupo A, os dados do padrão de entrada são definidos de acordo com a NDU 002 – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária. As informações da UC e os dados do padrão de entrada são descritos na Tabela 7.

Tabela 8. Informações e dados do padrão de entrada da UC.

Classe de atendimento	Poder Público
Tensão de atendimento	380/220 V
Transformador	112,5 kVA
Tipo de conexão	Trifásica

Potência instalada	128 W
Tipo de ramal de entrada	Aéreo
Seção mínima dos condutores do padrão de entrada	3#70(35)
Disjunto termomagnético	175 A
Aterramento	Cabo de Cobre de 25 mm ²
Eletroduto de aço	80 mm ²

Fonte: Autor próprio (2022).

O dimensionamento das *strings* do sistema é feito com base nas características técnicas dos módulos e do inversor, assim como no projeto fotovoltaico residencial. As tabelas abaixo descrevem as principais características que devem ser levadas em consideração:

Tabela 9. Dados técnicos dos módulos fotovoltaicos.

Fabricante	Jinko
Modelo	JKM460M-60HL4-V
Potência individual dos módulos	460 W
Quantidade de módulos	2x27
Tensão de circuito aberto	41,48 V
Corrente de curto-circuito	14,01 V
Tensão máxima de energia	34,20 V
Corrente máxima de operação	13,45 A

Fonte: Autor próprio (2022).

Tabela 10. Dados técnicos do inversor.

Fabricante	GROWATT
Modelo	MIN 10000TL-X
Quantidade de MPPT	3
Dados de entrada (CC)	
Tensão máxima	600 V
Potência máxima recomendada	15000 W
Faixa de tensão	60-550 V
Corrente máxima de entrada por MPPT	27 A

Corrente máxima de curto-circuito por MPPT	33,8 A
Dados de saída (CA)	
Tensão nominal	220V/160~300V
Potência nominal	10000 W
Frequência nominal	60 Hz
Corrente máxima de saída	45,5 A

Fonte: Autor próprio (2022).

Com esses dados em mãos e sabendo que a tensão máxima do inversor deve ser menor que a soma das tensões de circuito aberto de todos os módulos, tem-se que:

$$V_{oc} = 41,48 \text{ V}$$

$$V_{m\acute{a}x.entrada} = 600 \text{ V}$$

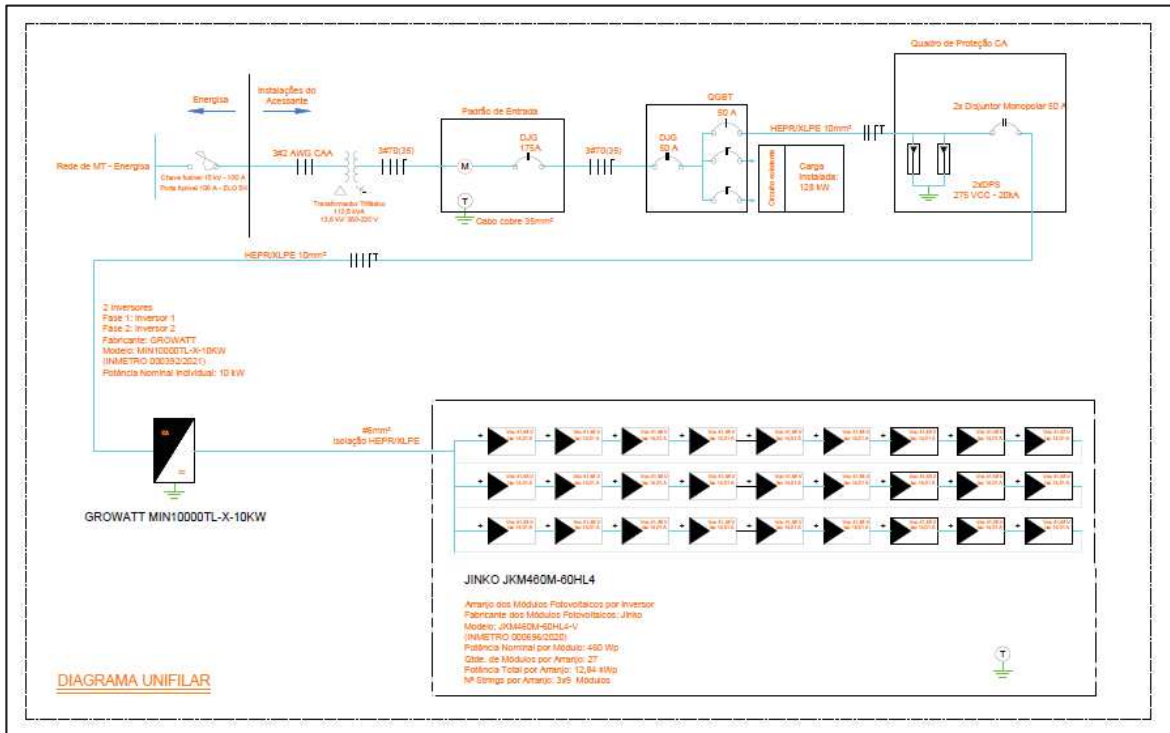
$$\frac{V_{oc}}{V_{m\acute{a}x.entrada}} = \frac{600 \text{ V}}{41,48 \text{ V}} = 14,46$$

Portanto, a quantidade máxima de módulos por *string* é de 14. Considerando a área do telhado e sabendo que cada sistema demanda 27 módulos, optou-se por dividir cada arranjo em 3 *strings* de 9 módulos.

No dimensionamento dos dispositivos de proteção, optou-se por utilizar um disjuntor termomagnético monopolar de 50 A, já que a corrente máxima de saída do inversor é de 45,5 A. Avaliando o nível de tensão da rede elétrica local e sabendo que a UC está numa área urbana, próxima a prédios equipados com para-raios, foi escolhido utilizar um DPS classe II, de 275 V de tensão nominal e corrente máxima de descarga de 20 kA. Como também foi utilizado um inversor da fabricante *Growatt*, não será necessário dimensionar os dispositivos de proteção CC, já que eles são internos ao equipamento.

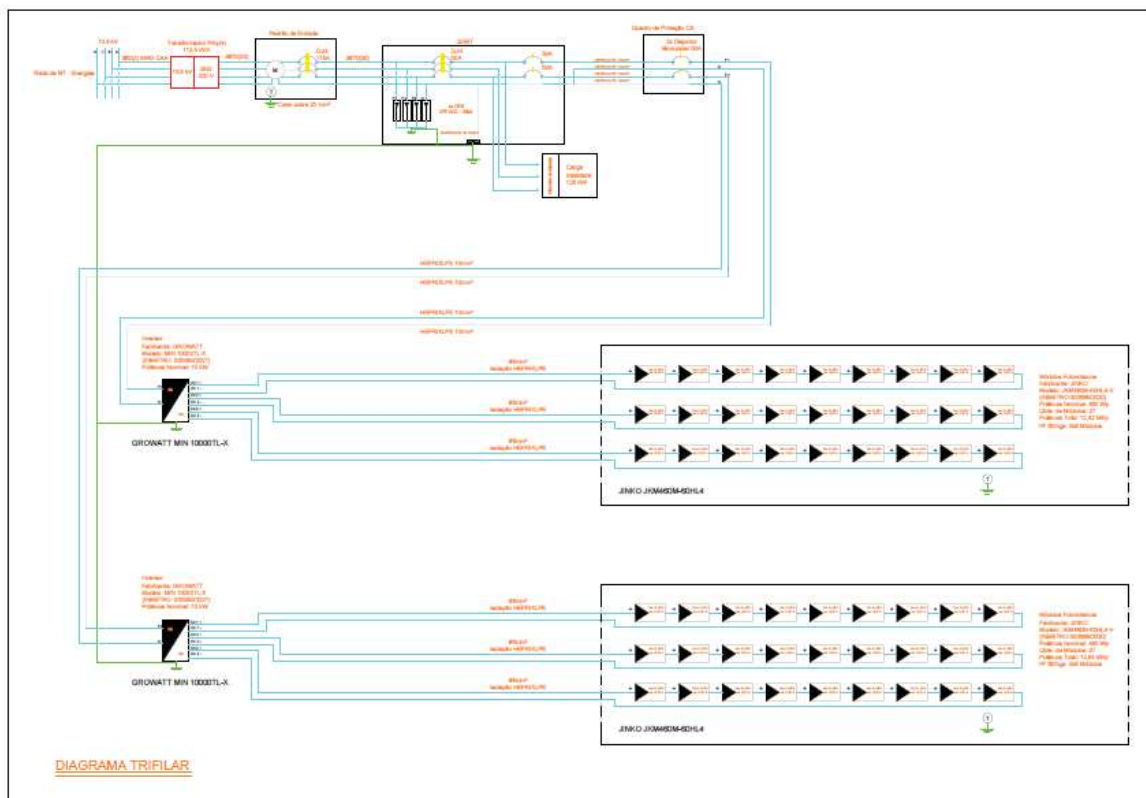
Para projetos desse tipo, com conexão trifásica, a Energisa solicita que, além do diagrama unifilar, seja elaborado o diagrama trifilar. As Figuras 26 e 27 mostram os dois diagramas com todos os parâmetros de projeto já calculados até aqui.

Figura 26. Diagrama unifilar do projeto.



Fonte: Autor próprio (2022).

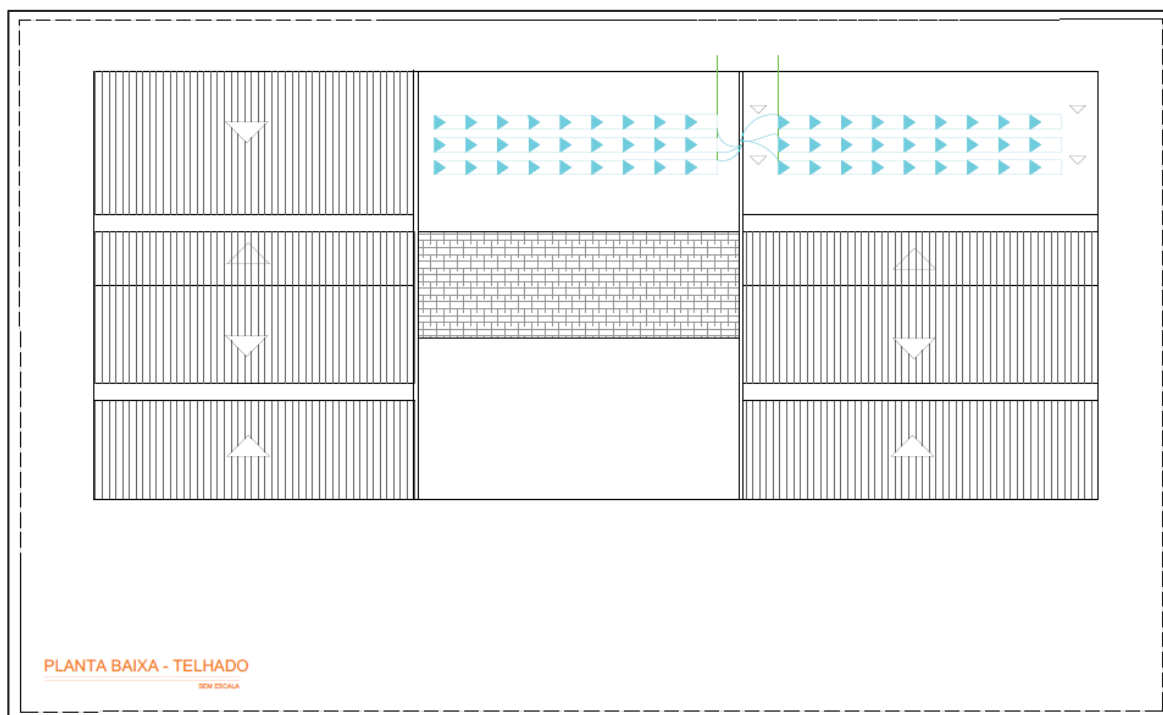
Figura 27. Diagrama trifilar do projeto.



Fonte: Autor próprio (2022).

A vista superior da UC com os detalhes da localização dos painéis e dos pontos de conexões entre eles e o inversor está na Figura 28 abaixo:

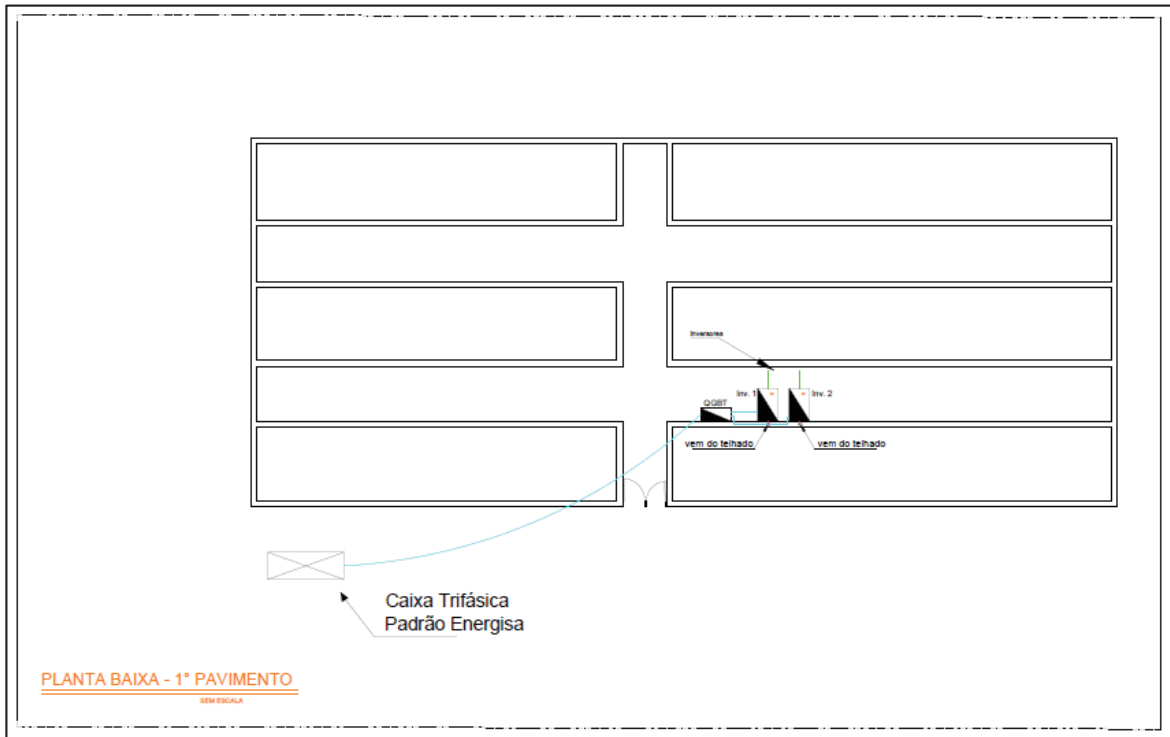
Figura 28. Vista superior da UC.



Fonte: Autor próprio (2022).

Da mesma forma, após o desenho da planta baixa do telhado, foi desenhada a planta baixa do térreo (Figura 29) para indicar onde os inversores serão instalados e os pontos de conexão com os módulos e com o QDC.

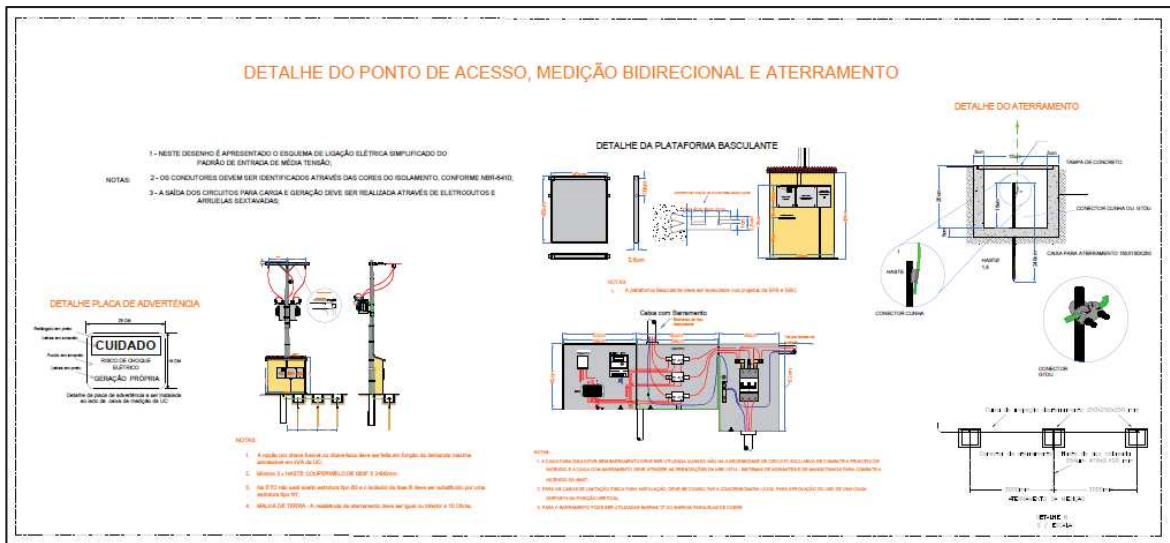
Figura 29. Planta baixa do térreo.



Fonte: Autor próprio (2022).

Os detalhes do ponto de acesso, medidor bidirecional e aterramento são mostrados na figura abaixo:

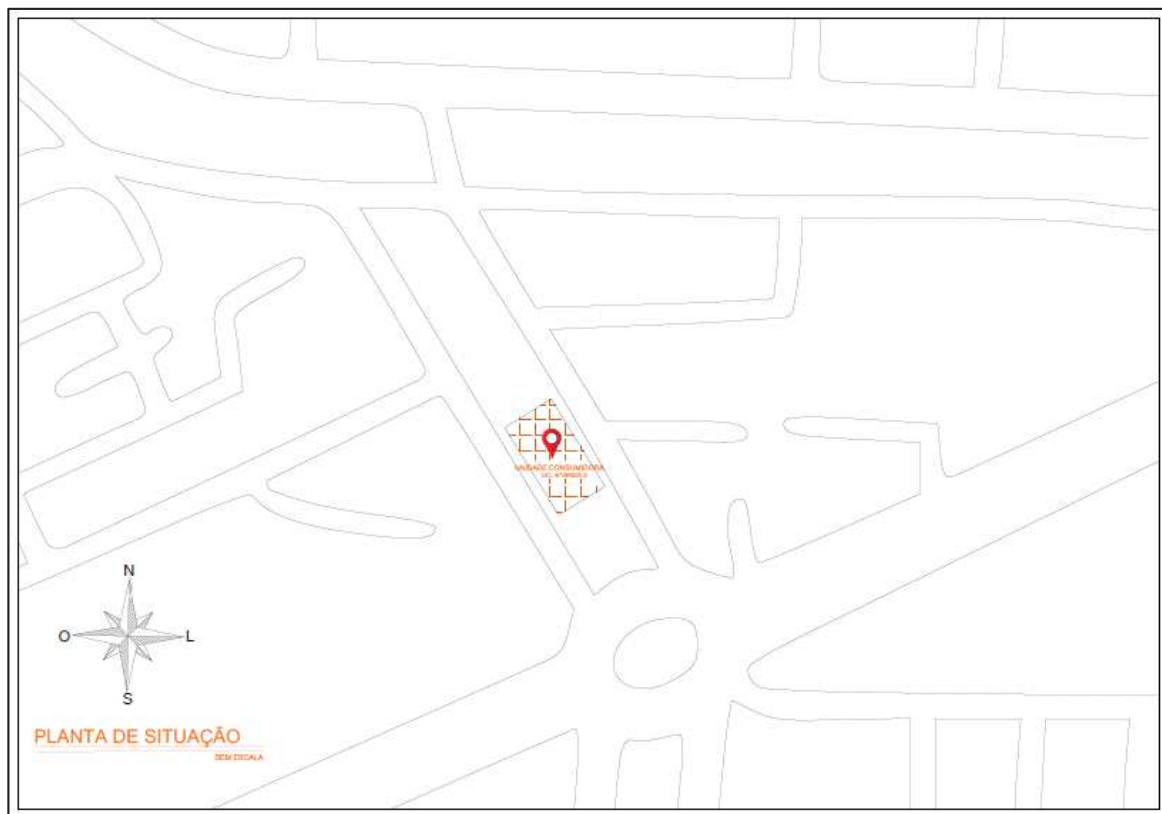
Figura 30. Detalhes do padrão de entrada, aterramento e medição bidirecional.



Fonte: Autor próprio (2022).

Por fim, desenha-se a planta de situação (Figura 31) que indica a localização da unidade consumidora.

Figura 31. Planta de situação da UC.



Fonte: Autor próprio (2022).

Assim como o projeto fotovoltaico residencial, é possível observar a prancha completa desse projeto no ANEXO D.

4.4 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

Outra atividade realizada durante o estágio foi o acompanhamento de obras. Nessa etapa, o estagiário pôde visualizar, na prática, o que ele mesmo implementou no projeto. Todas as instalações são realizadas por uma equipe de 4 pessoas – dois técnicos e dois instaladores – e, a depender da complexidade das mesmas, elas duram de 2 a 7 dias, normalmente. A obra descrita a seguir teve início no dia 25 de julho de 2022.

No primeiro dia (25) foi realizado o posicionamento dos módulos fotovoltaicos no telhado da edificação. Apesar de já está definido em projeto, a equipe deve

confirmar a posição mais adequada para instalação dos módulos, a fim de garantir a menor incidência de sombra possível sobre os painéis ao longo do dia. Para isso, adota-se como critério a variação da angulação do sol no decorrer das estações do ano, variando 25° para o sul no período de inverno e 25° para o norte no período de verão.

Nesta etapa da obra, deve-se levar em consideração, também, a estrutura do telhado. Na maioria dos projetos realizados durante o estágio, as estruturas eram compostas por telhas de fibrocimento. Neste caso, a fixação dos módulos é realizada em trilhos de alumínio que, por sua vez, são fixados na própria estrutura do telhado. A Figura 23 traz uma fotografia obtida durante essa etapa da obra.

Figura 32. Instalação dos módulos fotovoltaicos no telhado da edificação.



Fonte: Autor próprio (2022).

Ainda no dia 25 de julho, deu-se início a segunda etapa da instalação, que compreendeu a demarcação do caminho de passagem dos eletrodutos (Figura 33-a).

No dia seguinte (26), foi efetuada a instalação do inversor (Figura 33-b) e do quadro de proteção CA (Figura 34), onde serão colocados disjuntor e DPS.

Figura 33. Demarcação da passagem dos eletrodutos (a) e instalação do inversor (b).



(a)

(b)

Fonte: Autor próprio (2022).

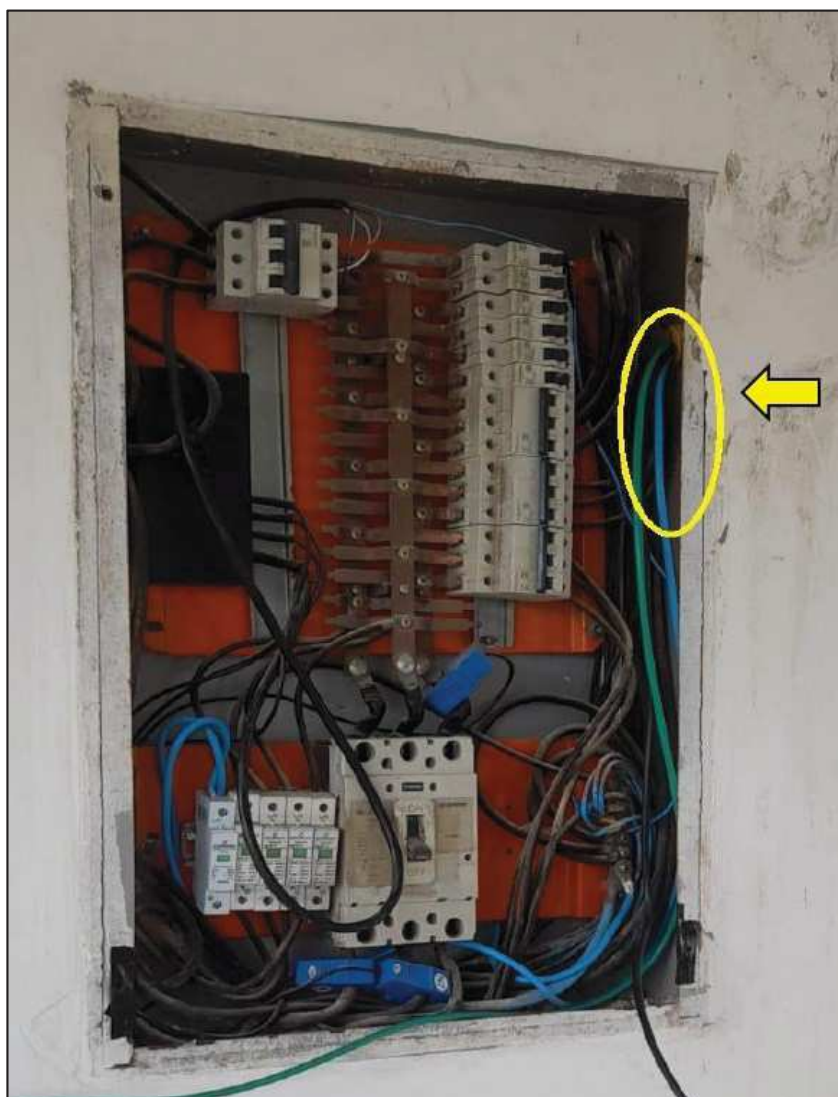
Figura 34. Instalação do quadro de proteção CA.



Fonte: Autor próprio, 2022.

Como o inversor foi instalado na parte de trás da parede onde fica o quadro de distribuição, ficou muito fácil conectar um ao outro. A Figura 26 é uma fotografia do quadro de distribuição, destacando o ponto de conexão entre ele e o inversor.

Figura 35. Quadro de distribuição (conexão entre ele e o inversor em amarelo).



Fonte: Autor próprio (2022).

Nessa instalação, em particular, não foi necessário instalar os elementos de proteção CC, pois os mesmos são internos ao inversor. O inversor utilizado é da marca Growatt e suas especificações podem ser vistas na sua lateral, como mostra a figura abaixo.

Figura 36. Especificações do inversor Growatt.



Fonte: Autor próprio (2022).

Feito tudo isso, basta conectar os cabos ao inversor. Cada *string* é conectada na parte inferior do inversor, por meio de conectados macho e fêmea. A Figura 28 mostra uma fotografia dessa conexão.

Figura 37. Conectores do inversor (a) e conexão das *strings* (b)



(a)

(b)

Fonte: Autor próprio (2022).

Por fim, no dia 27, foi realizada a parametrização do inversor de acordo com os padrões exigidos pela Energisa. Esta etapa será melhor descrita na próxima seção.

4.5 PARAMETRIZAÇÃO DOS INVERSORES

Depois de instalar todo o sistema, é necessário configurar o inversor de acordo com as normas exigidas pela Energisa. Qualquer parâmetro do inversor que estiver configurado de maneira inadequada, resultará na reprovação do projeto no dia da vistoria.

Desta forma, o estagiário acompanhou a parametrização de um inversor da marca Growatt, modelo MIN 10000 TL-X. A parametrização é realizada a partir da conexão de um *moldem* próprio do inversor com a rede *Wi-fi*. Esse *moldem* é utilizado, tanto para essa configuração do inversor, quanto para o acompanhamento dos dados de geração do sistema por parte do próprio cliente.

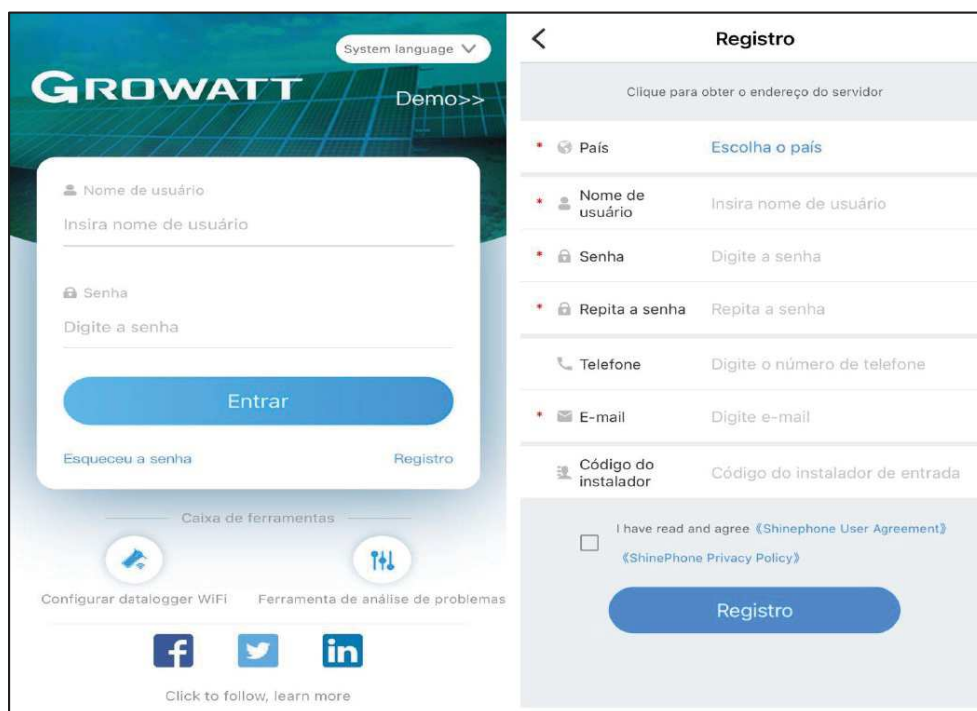
Para começar, deve-se conectar o *moldem* no inversor (Figura 29) e criar uma conta no aplicativo *ShinePhone* da fabricante Growatt (Figura 30). Nessa conta, são solicitados os seguintes dados: nome da instalação, data da instalação, endereço da planta e tipo de planta (residencial, comercial, etc).

Figura 38. Conexão do *moldem* no inversor (em amarelo).



Fonte: Autor próprio (2022).

Figura 39. Interface do aplicativo *ShinePhon* – Página inicial (a) e página de registro (b).



(a)

(b)

Fonte: Autor próprio (2022).

Após conectar o *moldem* ao inversor e realizar o cadastro no aplicativo, deve-se fazer o escaneamento do *QR Code* presente no dispositivo (Figura 31).

Figura 40. Escaneamento do *QR Code* presente no *moldem*.



Fonte: Autor próprio (2022).

Depois de conectar o *moldem*, registrar a conta no aplicativo e escanear o *QR Code*, é preciso acessar o site <https://server.growatt.com/> para realizar a configuração do inversor. O *login* é feito com o mesmo usuário e senha que foram cadastrados anteriormente no aplicativo. Entrando na conta, deve-se acessar a aba de Configurações Avançadas para, finalmente, configurar os parâmetros do inversor.

Como já foi dito, todos os parâmetros são configurados de acordo com as normas de Energisa. A Tabela 10 apresenta todos os ajustes de proteção recomendados na parametrização do inversor.

Tabela 11. Ajustes recomendados das proteções.

Descrição	Parâmetros	Tempo de atuação
Proteção de subtensão	$V < 80\% (0,8 \text{ pu}) V_n$	Desligar em 0,2s
Proteção de sobretensão	$V < 110\% (1,1 \text{ pu}) V_n$	Desligar em 0,2s
Regime normal de operação	$80\% \leq V \leq 110\%$	Condições normais
Proteção de subfrequência	$f < 57,5 \text{ Hz}$	Desligar em até 0,2s
Proteção de sobrecorrente	$f > 57,5 \text{ Hz}$	Desligar em 0,2s
Frequência nominal da rede	$f = 60 \text{ Hz}$	Condições normais
Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia a rede:	Ilhamento	Interromper em até 2s
Após a retomada das condições normais de tensão e frequência da rede, religar:	Reconexão	Após 180s

Fonte: NDU 013.

4.6 VISTORIA TÉCNICA

Depois de concluir o processo de instalação do sistema fotovoltaico conectado à rede, é necessário entrar em contato com a Energia para solicitar um pedido de vistoria técnica.

Essa vistoria consiste na verificação do medidor de energia, inversor e quadro de proteção. É realizado o teste de ilhamento e, logo após a reconexão do inversor, é verificado o padrão de entrada. Além disso, é verificado se a reconexão do sistema acontece dentro do tempo esperado (180 segundos). Se todas as condições forem atendidas, a equipe aprova o projeto e é realizada a troca do medidor – o convencional é removido e um bidirecional é instalado. Daí em diante, o sistema está autorizado a gerar energia elétrica.

Como as vistorias têm sido realizadas remotamente, por chamada de vídeo, o estagiário não conseguiu estar presente, mas o engenheiro supervisor fez questão de deixá-lo ciente das etapas que envolvem esse processo.

5 CONCLUSÃO

A realização do estágio teve papel preponderante para a confirmação do aluno como futuro profissional no domínio da Engenharia Elétrica. Todas as atividades realizadas durante esse período propiciaram a aplicação dos conceitos estudados em sala de aula, principalmente nas disciplinas de Sistemas Elétricos, Instalações Elétrica, Geração de Energia Elétrica, Gerenciamento de Energia e Proteção de Sistemas Elétricos.

Além da aplicação desses conceitos, foi possível adquirir novos conhecimentos acerca do tema da energia solar fotovoltaica, até então pouco aprofundada durante a graduação. O estagiário foi munido de informações sobre as normas técnicas da concessionária, bem como os procedimentos necessários para desenvolvimento e execução de projetos de sistemas de geração distribuída fotovoltaica.

Sendo assim, é possível afirmar que o estágio cumpriu com o seu real objetivo, proporcionando experiências fundamentais para a conclusão da graduação e inserção do aluno, como Engenheiro Eletricista, no contexto do mercado de trabalho.

6 REFERÊNCIAS

ABSOLAR. **Panorama da solar fotovoltaica no Brasil e no mundo**. Disponível em: <https://www.absolar.org.br/mercado/infografico/>. Acesso em: 05 jun. 2022.

NEOSOLAR. **SISTEMAS DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SEUS COMPONENTES**. Disponível em: <https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>. Acesso em: 21 jul. 2022.

FERNANDES, E. S. Instalação e dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. 2018.

ECOSOL. **ON-GRID E OFF-GRID: CONHEÇA AS VANTAGENS DESSES SISTEMAS**. Disponível em: <https://www.ecosolgeracao.com.br/post/on-grid-e-off-grid-conheca-as-vantagens-desses-sistemas>. Acesso em: 01 jun. 2022.

CARLETTE, L. P. Comparação de Algoritmos de Máxima Potência em Sistemas Fotovoltaicos como Carregador de Baterias. Monografia. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2015.

SOLAR, Canal. **O que é geração distribuída de energia elétrica?** Disponível em: <https://canalsolar.com.br/o-que-e-geracao-distribuida-de-energia-eletrica/>. Acesso em: 20 jul. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA ANEEL. **Resolução Normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

ENERGISA. **NDU 013: Critérios para a Conexão em Baixa Tensão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição**. 4.1 ed. Minas Gerais: Energisa, 2019.

ENERGISA. **NDU 013: CRITÉRIOS PARA A CONEXÃO DE ACESSANTES DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA AO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DA ENERGISA - CONEXÃO EM BAIXA TENSÃO**. 2.0 ed. Minas Gerais: Energisa, 2015. 38 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENGENHARIA ELÉTRICA ANEEL. **Resolução Normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/bren2012482.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2022

F. FILHO, José F. B. de. **Análise do Fator de Dimensionamento do Inversor em Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede para Localidades Nordestinas de Clima Tropical Semiárido**. 2022. 8 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2022.

CRESESB. **Potencial Solar - SunData v 3.0**. 2022. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>. Acesso em: 23 jul. 2022.

CARLETTE, L. P. Comparação de Algoritmos de Máxima Potência em Sistemas Fotovoltaicos como Carregador de Baterias. Monografia. Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Viçosa – UFV, 2015.

PINHO, J. T.; GALDINO M. A.; Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro: CEPEL – CRESESB, 2014.

ANEXO A – FORMULÁRIO DE SOLICITAÇÃO DE ACESSO

SOLICITAÇÃO DE ACESSO PARA MICROGERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM POTÊNCIA IGUAL OU INFERIOR A 10kW										
1. IDENTIFICAÇÃO DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC										
Código da UC:				Classe:	Residencial					
Titular da UC:										
Logradouro:										
N°:	Bairro:			Cidade:						
E-mail:	projetos@solarnobre.com.br			UF:			CEP:			
Telefone:				Celular:	83 9 9946-0497					
CNPJ/CPF:										
2. DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA - UC										
Potência Instalada (kW):				Tensão de Atendimento:						
Tipo de Conexão:	Monofásica	<input checked="" type="checkbox"/>	Bifásica	<input type="checkbox"/>	Trifásica	<input type="checkbox"/>				
Tipo de Ramal:	Aéreo		<input checked="" type="checkbox"/>	Subterrâneo		<input type="checkbox"/>				
3. DADOS DA GERAÇÃO										
Potência Instalada de Geração (kWp):										
Tipo da Fonte de Geração:	Solar	<input checked="" type="checkbox"/>	Eólica	<input type="checkbox"/>	Biomassa	<input type="checkbox"/>				
	Cogeração	<input type="checkbox"/>	Outra (Especificar):							
4. DOCUMENTAÇÕES A SEREM ANEXADAS										
<input type="checkbox"/>	1. ART do Responsável Técnico pelo Projeto Elétrico e instalação do sistema de Microgeração;									
<input type="checkbox"/>	2. Diagrama Unifilar contemplando Geração/Proteção (Inversor, se for o caso)/Medição e Memorial Descritivo da instalação;									
<input type="checkbox"/>	3. Certificado de conformidade do(s) Inversor(es) ou número de Registro da concessão do INMETRO do(s) inversor(es) para a tensão Nominal de conexão com a rede;									
<input type="checkbox"/>	4. Dados necessários ao Registro da Central Geradora conforme disponível no site da ANEEL: www.aneel.gov.br/scg									
<input type="checkbox"/>	5. Lista de Unidades Consumidoras participantes do sistema de compensação (se houver) indicando a porcentagem de rateio dos créditos e o enquadramento conforme incisos VI e VIII do art. 2º da Resolução Normativa nº 482/2012;									
<input type="checkbox"/>	6. Cópia de documento que comprove o compromisso de solidariedade entre os integrantes (se houver);									
<input type="checkbox"/>	7. Documento que comprove o reconhecimento pela ANEEL da cogeração qualificada (se houver).									
5. CONTATOS NA DISTRIBUIDORA (PREENCHIDO PELA DISTRIBUIDORA)										
Responsável/Área:										
Endereço:										
Telefone:				E-mail:						
6. DADOS DO SOLICITANTE										
Nome/Procurador Legal:										
Telefone:	83 9 9946-0497			E-mail:	projetos@solarnobre.com.br					
Local:	Campina Grande - PB									
Data:	01/02/2022			Assinatura do Responsável						

ANEXO B – MEMORIAL TÉCNICO

**MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO
DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA (GD) SOLAR**

Tipo de Projeto		Microgeração (potência inferior ou igual a 75kW)		Previsão de Atendimento:		2022	
FINALIDADE:		O projeto prevê a instalação de um sistema de microgeração de energia solar fotovoltaica conectado ao sistema de distribuição de BT da Energia para acesso a microgeração, com potência instalada menor que 75 kW. O projeto tem como finalidade atender a residência registrada pelo nº da UC 3/?????3-3.					
Normas e Padrões Técnicos e Resoluções Relacionadas		NDU 013, NDU 001, Resolução 482, NDU 015, Prodist 3.7					
DADOS DO PROPRIETÁRIO							
NOME:							
PESSOA:		CPF:		RG/EMISSOR:			
ENDEREÇO:		Nº:		COMP.:		UF:	
BAIRRO:		CIDADE:					
EMAIL: PROJETOS@SOLARNOBRE.COM.BR							
TELEFONE-01: 83 9 9946-0497		02:		03:			
DADOS DA OBRA							
EDIFICAÇÃO:							
ENDEREÇO:		Nº:		COMP.:		ZONA:	
BAIRRO:		CIDADE:					
Dados da Unidade Consumidora Geradora							
UNIDADE CONSUMIDORA EXISTENTE:				<i>Modalidade</i>			
<i>Tipo de Fonte da Geração</i>				<i>Potência da Geração</i>			
<i>Potencia previamente instalada da UC.</i>				<i>Tipo do Ramal de Entrada</i>			
<i>Tipo de conexão</i>				<i>Classe de Atendimento</i>			
<i>Tensão de conexão</i>							
<i>Dimensionamento do Padrão de Entrada</i>							
DESCREVER ABAIXO TODAS AS UC'S QUE IRÃO PARTICIPAR DO SISTEMA DE COMPENSAÇÃO:							
Nº UC		% de Compensação		Nº UC		% de Compensação	
DADOS DO RESP. TÉCNICO							
NOME: EDUARDO SILVA FERNANDES							
REG. PROFISSIONAL: 162031492-4		ORGÃO: CREA-PB		CPF: 074.097.254-51			
EMAIL: PROJETOS@SOLARNOBRE.COM.BR							
TELEFONE-01: 83 9 9946-0497		02:		03:			
PARECER ENERGISA:							
ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPOS DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO							

**MEMORIAL TÉCNICO PARA PROJETO ELÉTRICO
DE GERAÇÃO DISTRIBUIDA (GD) SOLAR**

Informações Das Placas

<i>Fabricante dos Módulos</i>		<i>Modelo dos Módulos</i>	
<i>Potência Individual dos Módulos (Wp):</i>		<i>Quantidade de Módulos</i>	
<i>Potencia Total da Geração (kWp)</i>		<i>Área Total dos Arranjos (m²)</i>	
<i>Localização da instalação das placas:</i>			

Informações Dos Inversores

<i>Fabricante do Inversor</i>		<i>Modelos dos Inversores</i>	
<i>Potencia Individual dos Inversores (kW):</i>		<i>Quantidade de Inversores</i>	
<i>Potencia Total dos Inversores(kW):</i>		<i>Localização dos Inversores:</i>	
<i>Altura do Inversor - Do topo do visor até o piso acabado</i>		<i>Certificações:</i>	
<i>Dimensionamento dos equipamentos de proteções</i>			

Ajustes Recomendados das Proteções - Parametrização do Inversor

<i>Descrição</i>	<i>Parâmetros</i>	<i>Tempo de Atuação</i>
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	$V < 80\% (0,8 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s
<i>Tensão no ponto de Conexão:</i>	$V < 110\% (1,1 \text{ PU}) V_n$	Desligar em 0,2 s
<i>Regime Nomal de Operação</i>	$80\% \leq V \leq 110\%$	Condições normais
<i>Subfrequência</i>	$f < 57,5 \text{ HZ}$	Desligar em até 0,2 s
<i>Sobrefrequência</i>	$f > 62,0 \text{ HZ}$	Desligar em 0,2 s
<i>Frequência Nominal da Rede</i>	$f = 60 \text{ HZ}$	Condições normais
<i>Após a perda da rede (ilhamento), deverá interromper o fornecimento de energia a rede:</i>	Ilhamento	Interromper em até 2s
<i>Após a retomada das condições nomais de tensão e frequencia da red, religar:</i>	Reconexão	Após 180s

NOTAS:

- Os inversores deverão ser instalados em local de fácil e permanente acesso, onde o visor do inversor deverá ficar a uma altura máxima de 1,50m do piso acabado ao seu topo.
- Próximo à caixa de medição deverá ser instalada uma placa de advertência com os seguintes dizeres: "CUIDADO – RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO – GERAÇÃO PRÓPRIA".
- A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC ou acrílico com espessura mínima de 1mm e conforme modelo apresentado no desenho 16, em anexo à Norma Técnica 013.
- Para o ramal de entrada monofásico deverá ser instalado a caixa de medição trifásica, pois a monofásica não suporta o medidor bidirecional.

Observações do projetista:

--

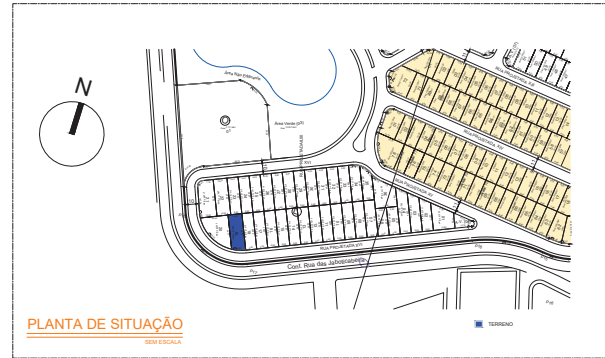
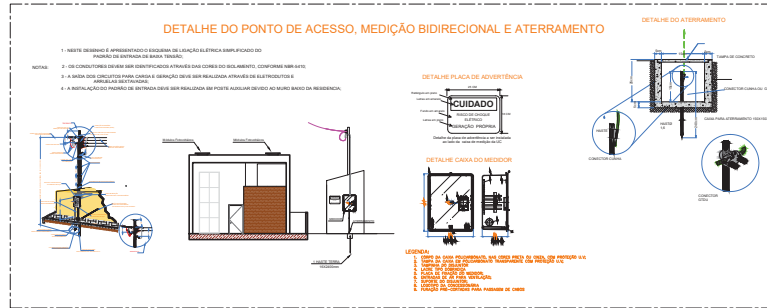
PARECER ENERGISA

--

ESPAÇO PARA INSERIR LOGOTIPO DA EMPRESA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO PROJETO

--

**ANEXO C – PRANCHA DO PROJETO FOTOVOLTAICO
RESIDENCIAL**



NOTAS OBRIGATORIAS

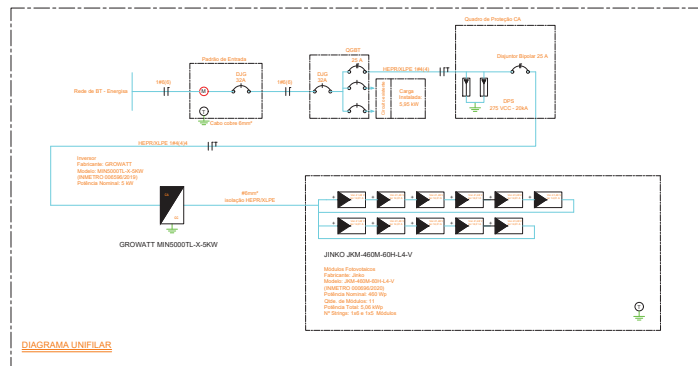
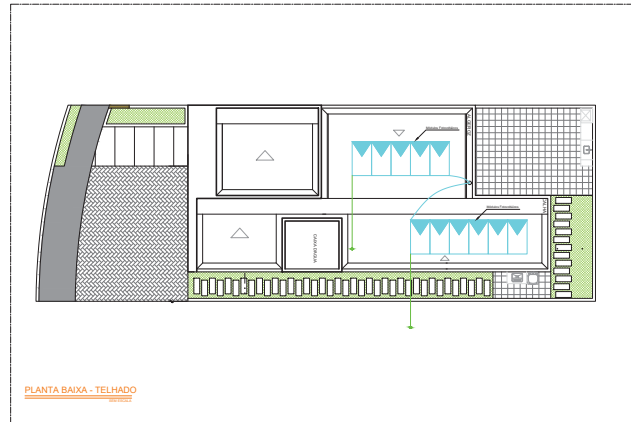
- O Inversor será instalado em local de fácil acesso;
- Somente deverá injetar energia na rede elétrica após a instalação do medidor bidirecional por parte da Energia;
- O ponto de entrada de energia está em condições técnicas e de conservação próprias para a instalação do medidor de energia;
- As instalações serão executadas de acordo com a NBR 5410 e 14039 da ABNT;
- Todos os dispositivos serão certificados pelo INMETRO;
- A aprovação da vistoria pela Energia, referente a obra deste projeto, fica condicionada a apresentação da ART/RTT (Anotação de Responsabilidade Técnica Termo de Responsabilidade Técnica) de execução visada no CREA/CFI da localidade;
- A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC/cloroflex com espessura mínima de 1mm.

BREVE DESCRITIVO DO EMPREENDIMENTO

O projeto prevê a instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica conectado ao sistema de distribuição de BT da Energia para acesso a microgeração, com potência instalada menor que 75 kW. O projeto tem como finalidade atender a residência registrada pelo nº da LIC PRINCIPAL: 7771, estando conectado com a rede elétrica do concessionária e participar do sistema de compensação através da modalidade GERAÇÃO NA PRÓPRIA LIC.

LEGENDA E ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

<ul style="list-style-type: none"> DISJUNTOR MONOPOLAR DISJUNTOR BIPOLAR DISJUNTOR TRIPOLAR DISJUNTOR QUADRIPOLOAR DPS CA DPS CC MEDIDOR BIDIRECIONAL ATERRAMENTO 	<ul style="list-style-type: none"> QUADRO DE PROTEÇÃO INVERSOR CC/CA GROWATT MEN 5000TL-X PLACA SOLAR 460 W JINKO JKM-460M-60H-L4-V
---	--



DADOS DO PROJETO:

Endereço: _____

Cidade / Setor: _____

Proprietário: _____

Autor do Projeto: _____

Interessado: _____

Autor do Projeto: _____ Nº CREA: _____

Interessado: _____ Nº ART: _____

VISTORIADO E APROVADO POR:

DATA: ____/____/____

ANALISADO POR: _____

APROVADO POR: _____

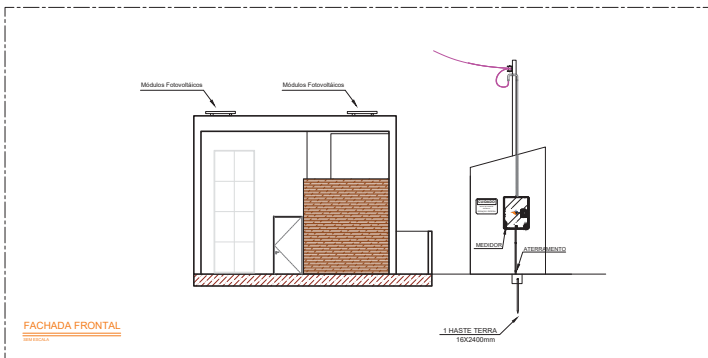
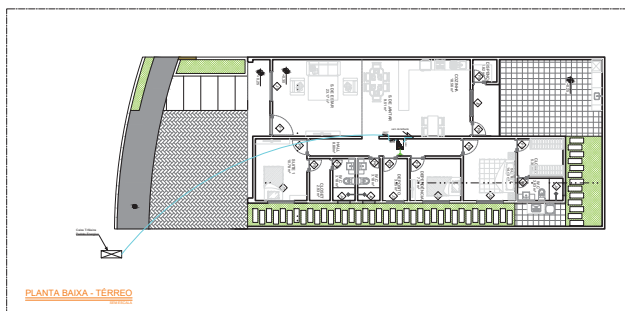
O assessor deve solicitar a vistoria à distribuidora acessada em até 120 (cento e vinte) dias após a emissão do parecer de acesso. A inobservância do prazo estabelecido acima implica na perda das condições de conexão estabelecidas no parecer de acesso, exceto se um novo prazo for pactuado entre as partes.

PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

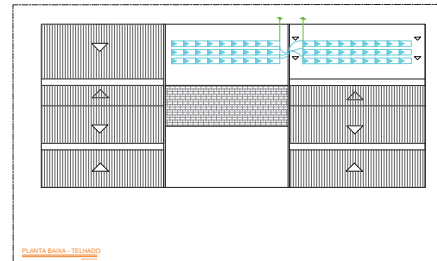
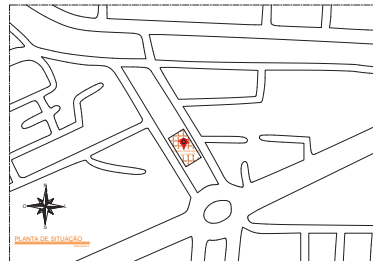
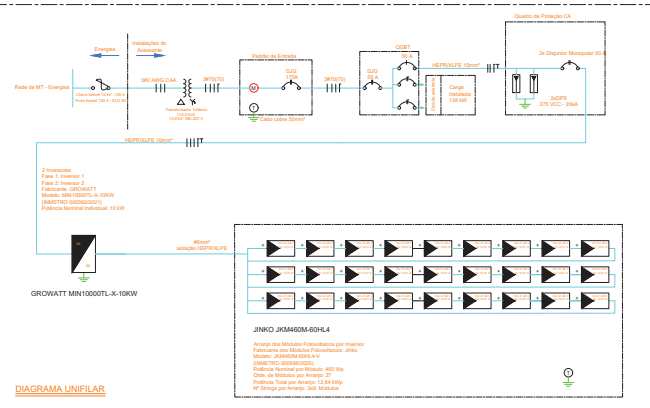
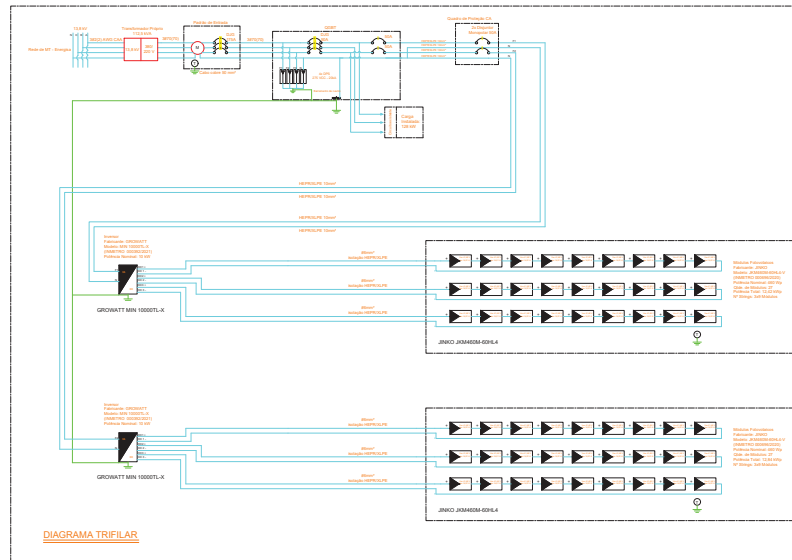
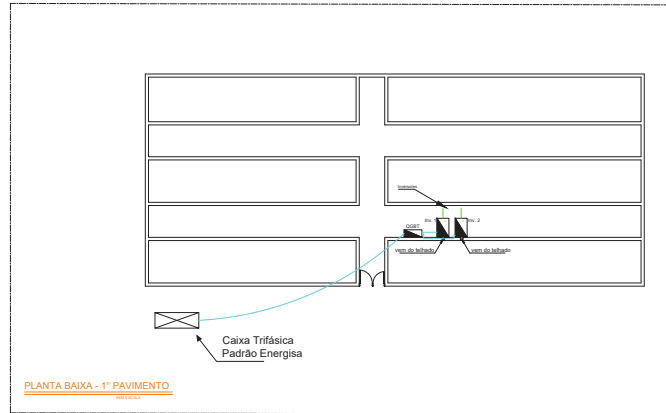
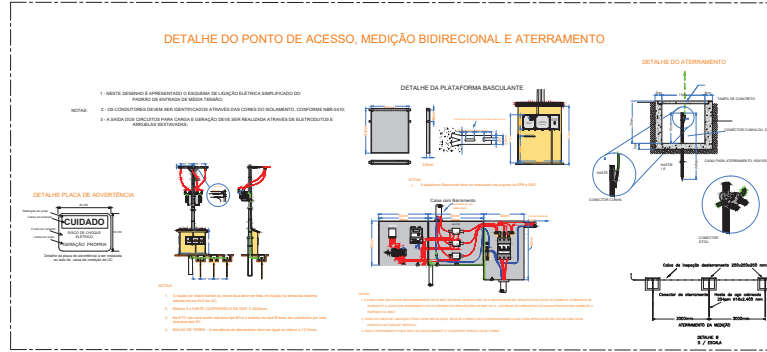
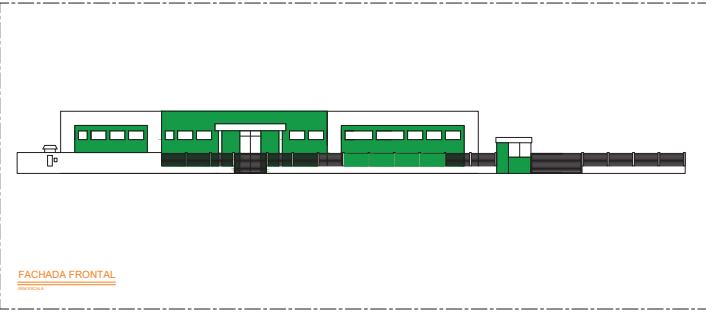
Planta baixa de 1º pavimento (inversor, DPS CC e DPS CA) e de situação (Fachada Frontal (localização dos módulos))
 Detalhe do ponto de acesso, medição bidirecional e aterramento

01

A1 - Preto e Branco



**ANEXO D – PRANCHA DO PROJETO FOTOVOLTAICO DE
DOMÍNIO PÚBLICO**



NOTAS OBRIGATORIAS

1. O Inversor será instalado em local de fácil acesso;
2. Somente deverá injetar energia na rede elétrica após a instalação do medidor bidirecional por parte da Energia;
3. O ponto de entrada de energia está em condições técnicas e de conservação próprias para a instalação do medidor de energia;
4. As instalações serão executadas de acordo com a NBR 5410 e 14039 da ABNT;
5. Todos os dispositivos serão certificados pelo METRCO;
6. A aprovação da vistoria pela Energia, referente a obra deste projeto, fica condicionada a apresentação da ART/TRT (Anotação de Responsabilidade Técnica Termo de Responsabilidade Técnica) de execução visada no CREA/CT da localidade;
7. A placa de advertência deverá ser confeccionada em PVC/clarifco com espessura mínima de 1mm

BREVE DESCRITIVO DO EMPREENDIMENTO

O projeto prevê a instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica conectado ao sistema de distribuição de MT da Energia para acesso e microgeração, com potência instalada superior a 75 kW. O projeto tem como finalidade atender a um parque registrado pelo nº de LIC PRINCIPAL: 777777, fazendo conexão com a rede elétrica da concessionária e participar do sistema de compensação através da modalidade GERAÇÃO NA PRÓPRIA UC.

LEGENDA E ESPECIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

	DISJUNTOR MONOPOLAR		QUADRO DE PROTEÇÃO
	DISJUNTOR BIPOLAR		INVERSOR CC/CA GROWATT MINI1000TL-X
	DISJUNTOR TRIPOLAR		PLACA SOLAR 450 W JINKO JSM40M-G0H4
	DISJUNTOR QUADRIPOLOAR		QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO
	DPS CA		
	DPS CC		
	MEDIDOR BIDIRECIONAL		
	ATERRAMENTO		
	CHAVE SECCIONADORA		
	TRANSFORMADOR DE 12,5 kVA		

DADOS DO PROJETO:

Endereço: _____
 Cidade / Setor: _____
 Proprietário: _____
 Autor do Projeto: _____
 Interessado: _____

Autor do Projeto _____ Nº CREA: _____
 Interessado _____ Nº ART: _____

VISTORIADO E APROVADO POR:

DATA: ____/____/____

ANALISADO POR: _____

APROVADO POR: _____

O assessor deve solicitar a vistoria à distribuidora acessada em até 120 (cento e vinte) dias após a emissão do parecer de acesso. A inobservância do prazo estabelecido acima implica na perda das condições de conexão estabelecidas no parecer de acesso, exceto se um novo prazo for pactuado entre as partes.

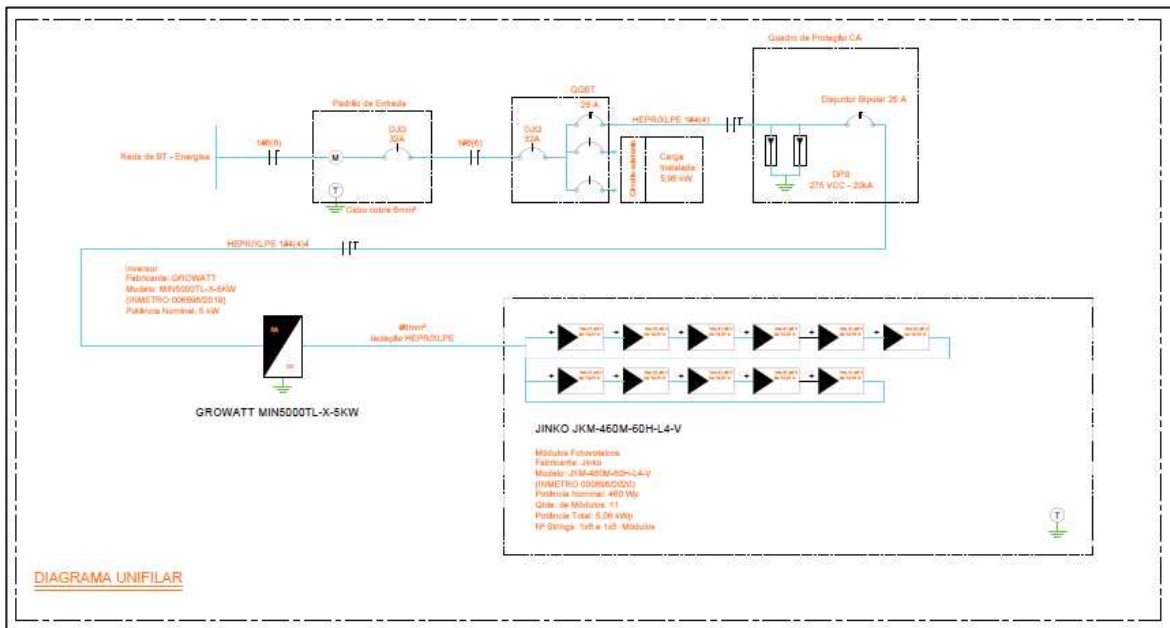
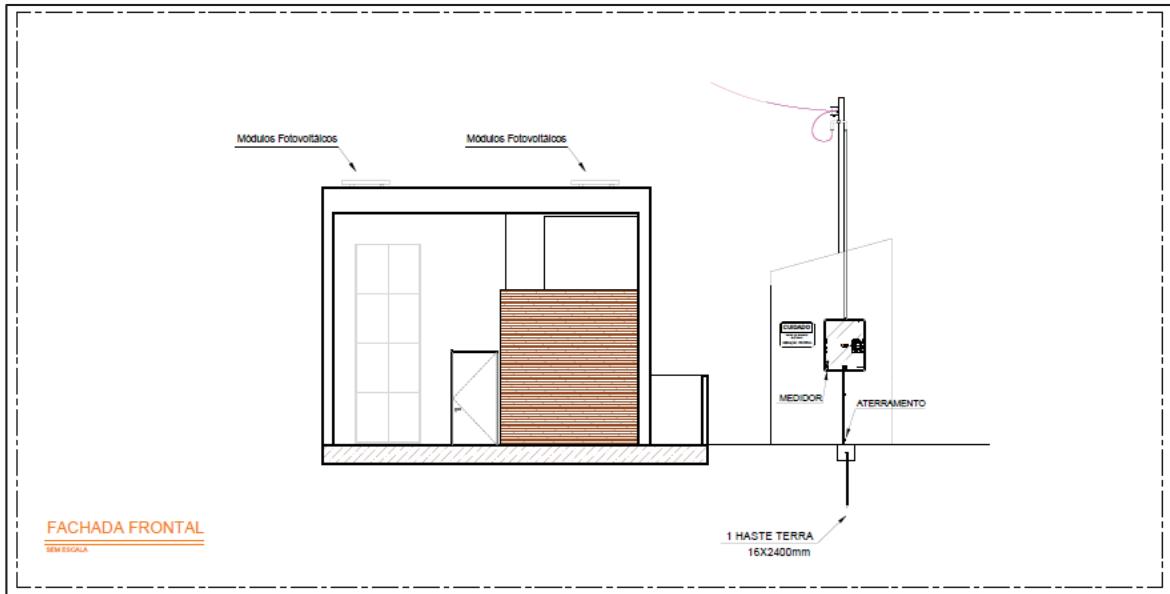
PROJETO DE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

01

Escala: Sem Escala Data Completa: 28 de Julho, 2022 Desenho: Solar Nobre	Diagrama Unifilar Planta baixa do gabinete (inversor e DPS/CA) e de situação, 1º pavimento (localização dos módulos), fachada frontal, Detalhe do ponto de acesso, medição bidirecional e aterramento	A1 - Preto e Branco
--	--	---------------------

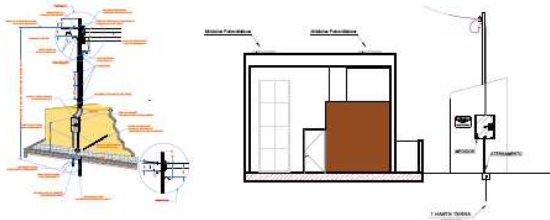
ANEXO E – PROJETOS REALIZADOS

PROJETO 1



DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

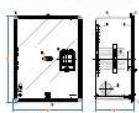
- 1 - NESTE DESENHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PONTO DE ENTRADA DE BAIXA TENSÃO.
- NOTAS:
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-0410;
 - 3 - A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELETRÓDOS E ARRUELAS SEXTAVADAS;
 - 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PONTE AUXILIAR DEVIDO AO MURO SAÍDO DA RESIDÊNCIA.



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA

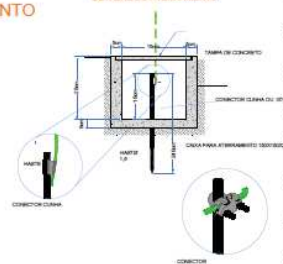


DETALHE CAIXA DO MEDIDOR

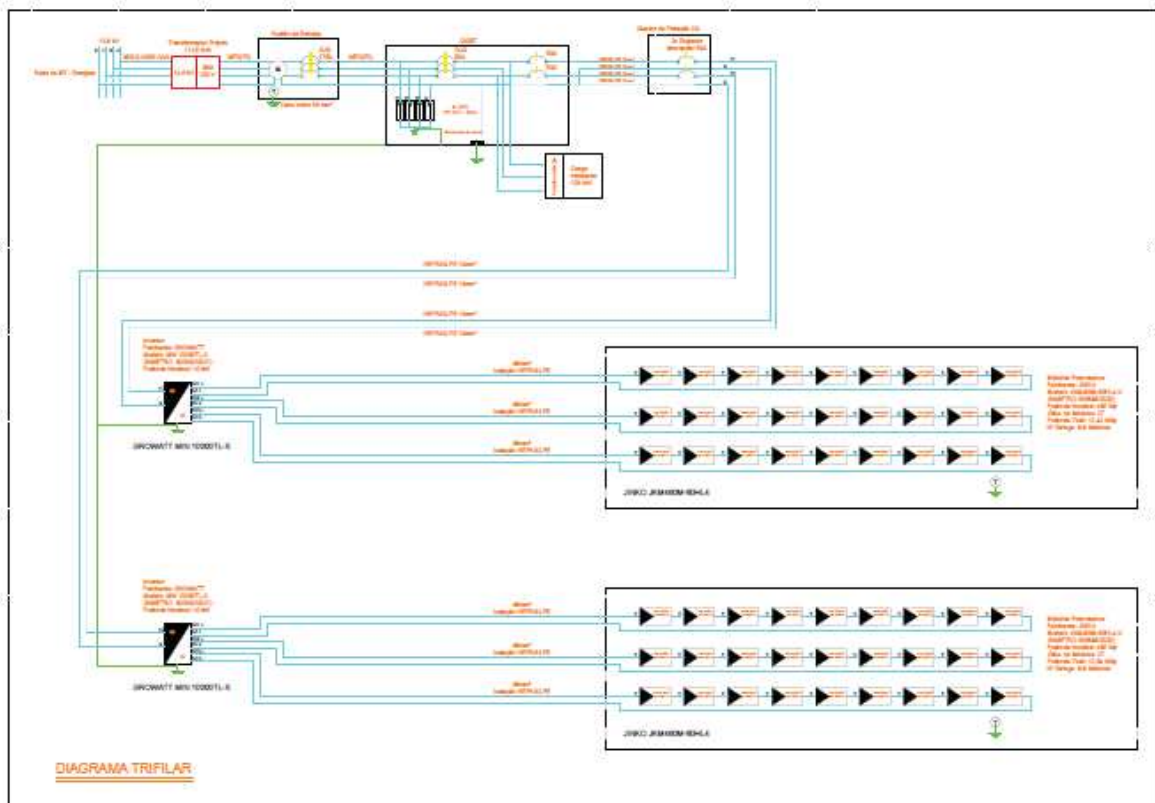
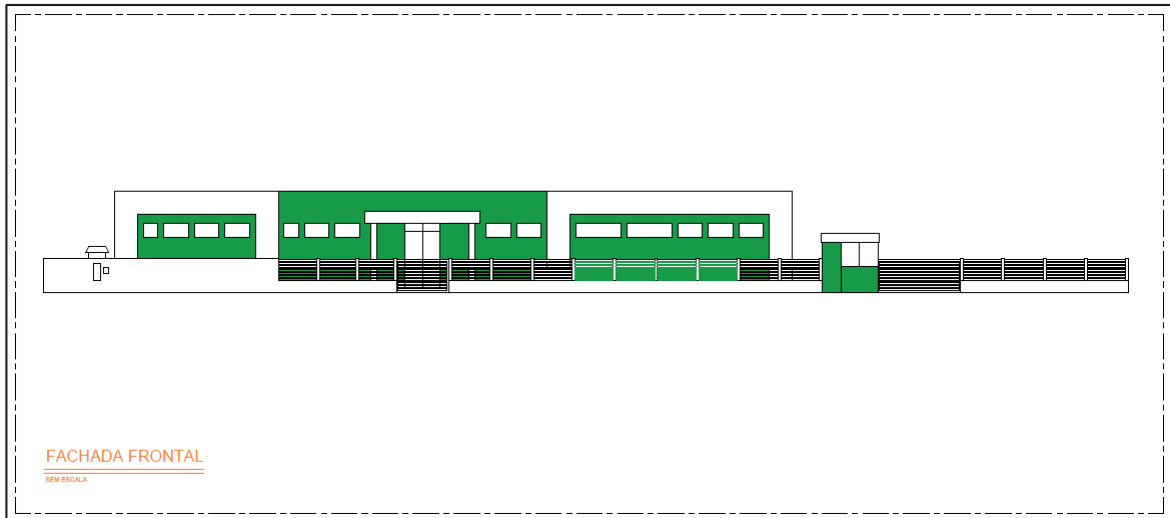


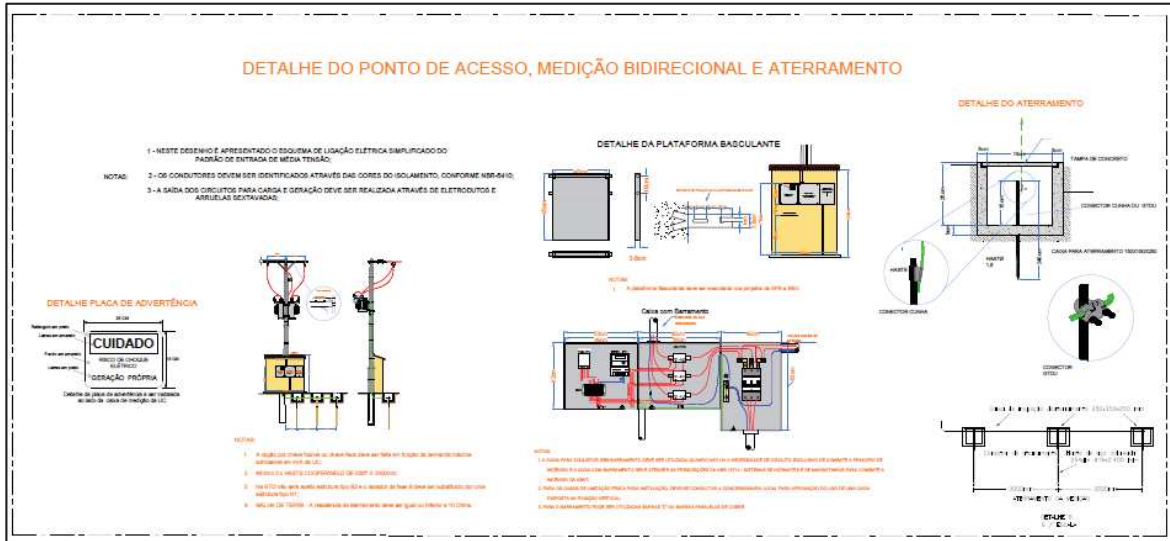
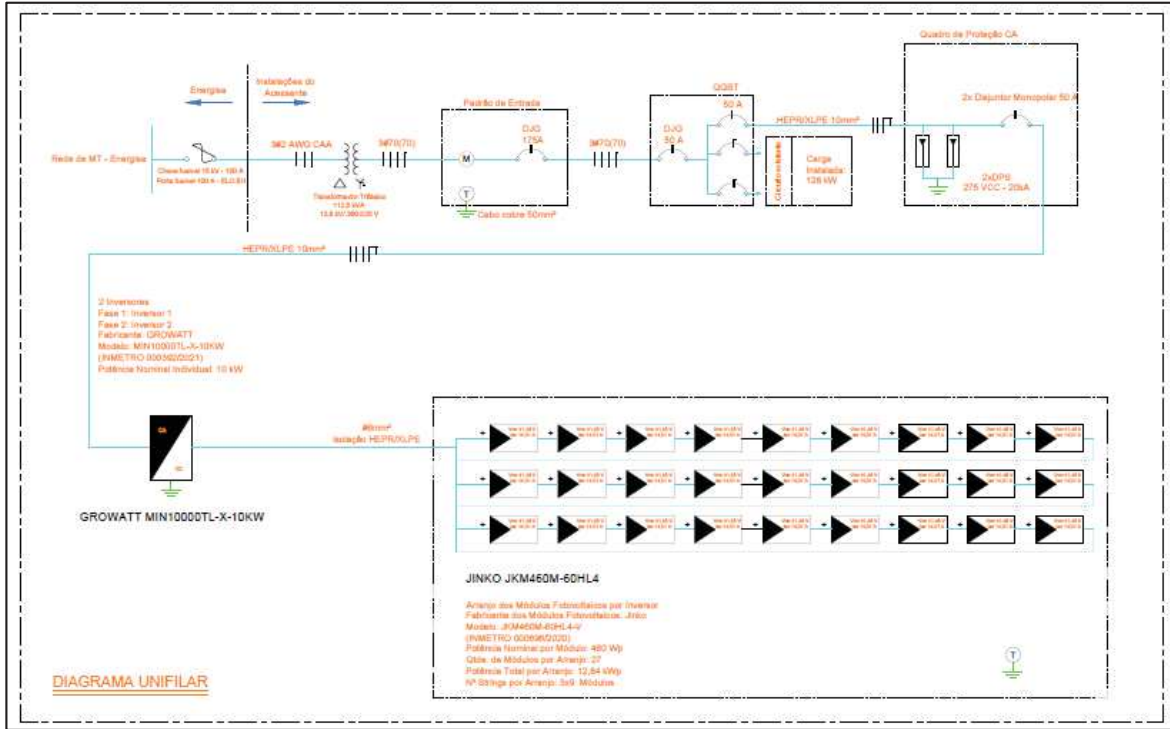
- LEGENDA:
- 1 - Condutores de baixa tensão (fase e neutro) - 220V
 - 2 - Condutores de alta tensão (fase e neutro) - 220V
 - 3 - Condutores de terra (fase e neutro) - 220V
 - 4 - Condutores de terra (fase e neutro) - 220V
 - 5 - Condutores de terra (fase e neutro) - 220V
 - 6 - Condutores de terra (fase e neutro) - 220V
 - 7 - Condutores de terra (fase e neutro) - 220V

DETALHE DO ATERRAMENTO



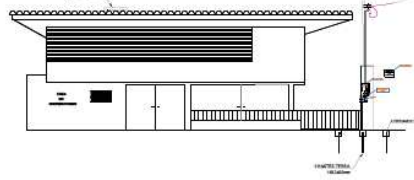
PROJETO 2





DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

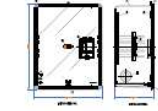
- 1 - NESTE DESINHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE SALA TERÇA.
- NOTA:
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-5410.
 - 3 - A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELETRÓDUTOS E ARRUELAS DEIXADAS.
 - 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM POSTE AUXILIAR DEVIDO AO MURO BAIXO DA RESIDÊNCIA.



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA

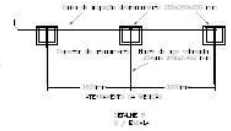
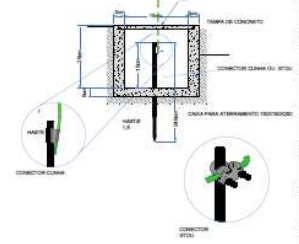


DETALHE CAIXA DO MEDIDOR

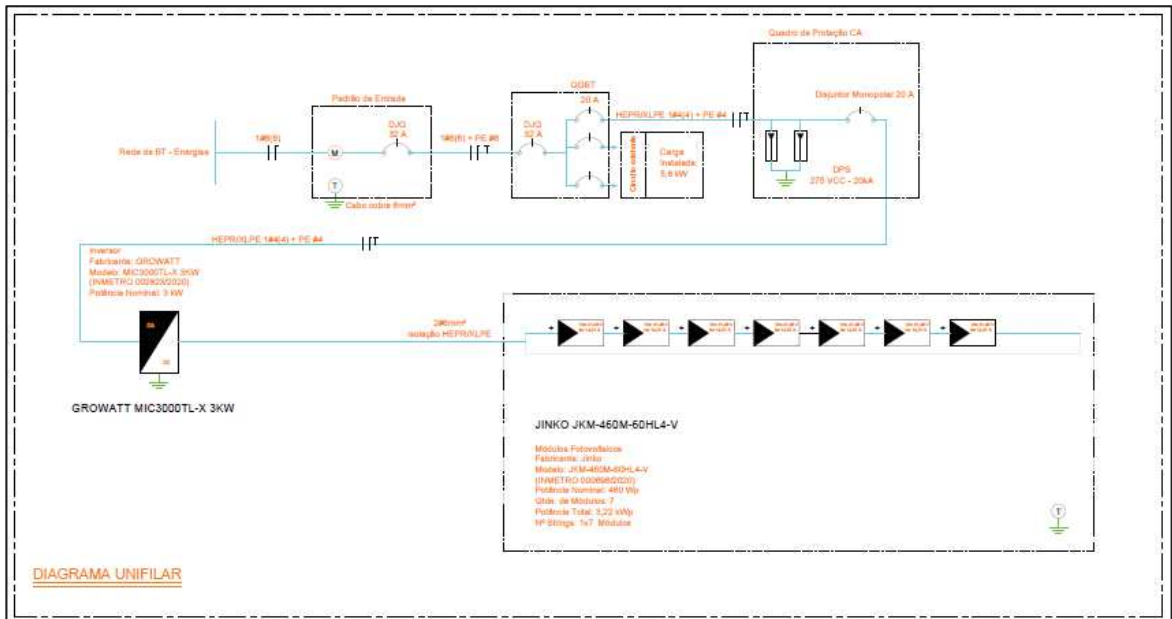
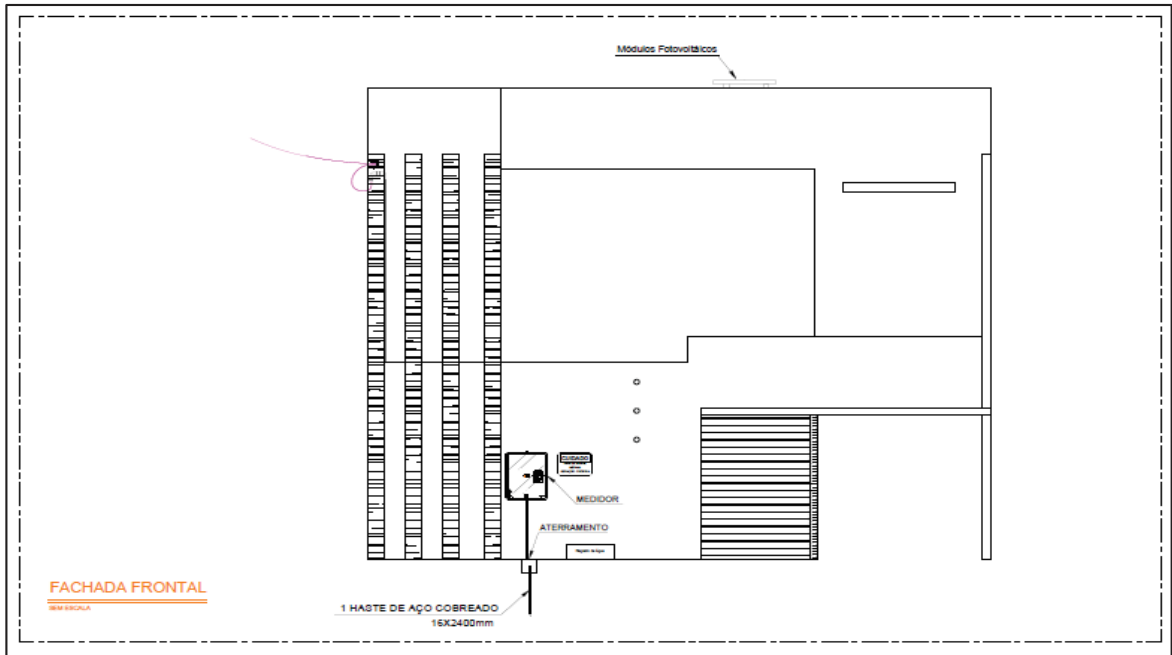


LEIA: **ATENÇÃO: NÃO TOQUE EM QUALQUER PARTE DO SISTEMA DE ENERGIA ELÉTRICA SEM ADEQUADA QUALIFICAÇÃO TÉCNICA. O RISCO DE CHOQUE ELÉTRICO É ALTÍSSIMO. TRABALHE SEMPRE COM O SISTEMA DESLIGADO E SEMPRE COM O USO DE EPI'S.**

DETALHE DO ATERRAMENTO

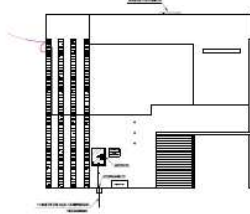


PROJETO 4



DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

- 1 - NESTE DESINHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE BAIXA TENSÃO;
- NOTAS:
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-5410;
 - 3 - A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELÉTRICODUTOS E ARRUELAS SEPARADAS;
 - 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PÓRTE AUXILIAR DEVIDO AO MURO BAIXO DA RESIDÊNCIA;



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA

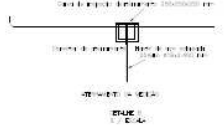
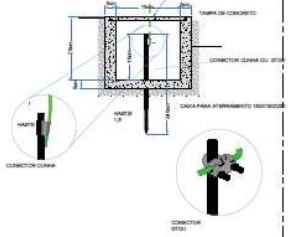


DETALHE CAIXA DO MEDIDOR



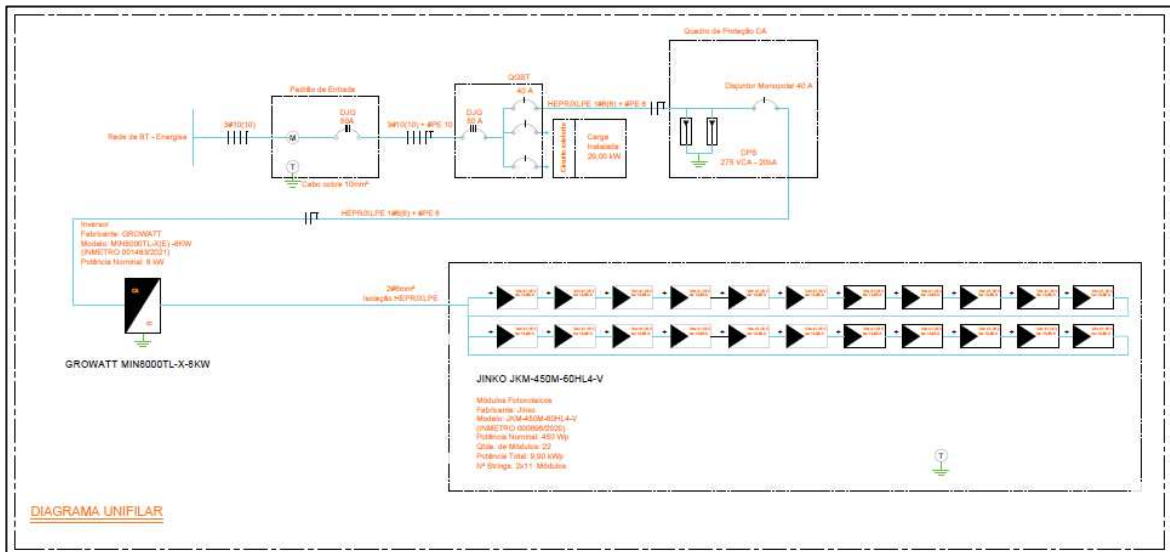
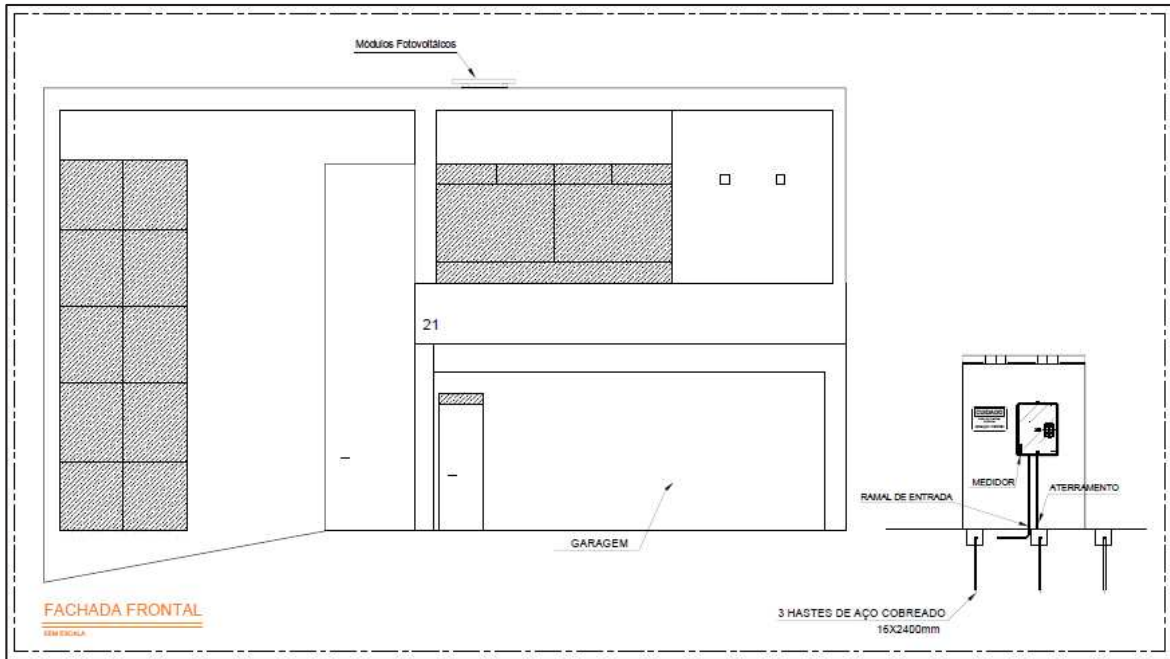
LEI 14.120/2021
 O artigo 10º da Lei nº 14.120, de 2021, estabelece que a energia elétrica gerada em residências deve ser considerada como energia de baixa tensão e não mais como energia de distribuição. Isso implica que a medição bidirecional deve ser realizada em um ponto de acesso adequado, garantindo a segurança e a precisão da medição.

DETALHE DO ATERRAMENTO



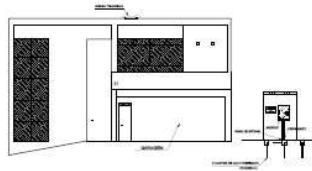
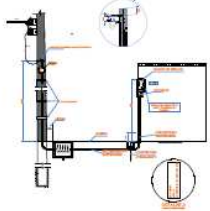
ETIQUETA

PROJETO 5



DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

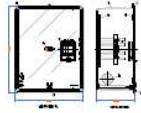
- NOTAS:**
- 1- NESTE DESENHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE BAIXA TENSÃO;
 - 2- OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-470;
 - 3- A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELETRÓDUTOS E ARRUILOS RECTANGULARES;
 - 4- AS COTAS SÃO EM MILÍMETROS;
 - 5- TODO ELETRÓDUTO EMBITIDO NO SOLO OU NA PAREDE DEVE SER DE AÇO GALVANIZADO;
 - 6- DIVERSA SER COLOCADO UMA SOBRA DE CARGO, NO MÍNIMO DE 20cm, DENTRO DA CAIXA DE PASSAGEM;
 - 7- A CAIXA DE PASSAGEM PODERÁ SER FEITA EM QUALQUER DIREÇÃO DESDE QUE NÃO ESTEJA DENTRO DO ARRUELADEIRO OU TERRENO DE TERREIRO;
 - 8- ELETRÓDUTO SUBTERRÂNEO COM TRECIDOS SUPERIORES A CINCO(05) METROS, SERÁ OBRIGATORIO A INSTALAÇÃO DE UMA SEGUNDA CAIXA DE PASSAGEM;
 - 9- A PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DEVE SER EM ALUMINIO VIGRENO MÍNIMO 10X10CM, CONTENDO QUADRA, LOTE OU NOME DO EMPREENDIMENTO, FISSADA NO ELETRÓDUTO COM ARAME DE AÇO GALVANIZADO;



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA



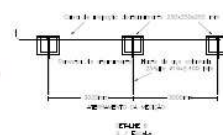
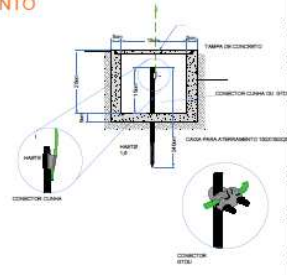
DETALHE CAIXA DO MEDIDOR



LEGENDA:

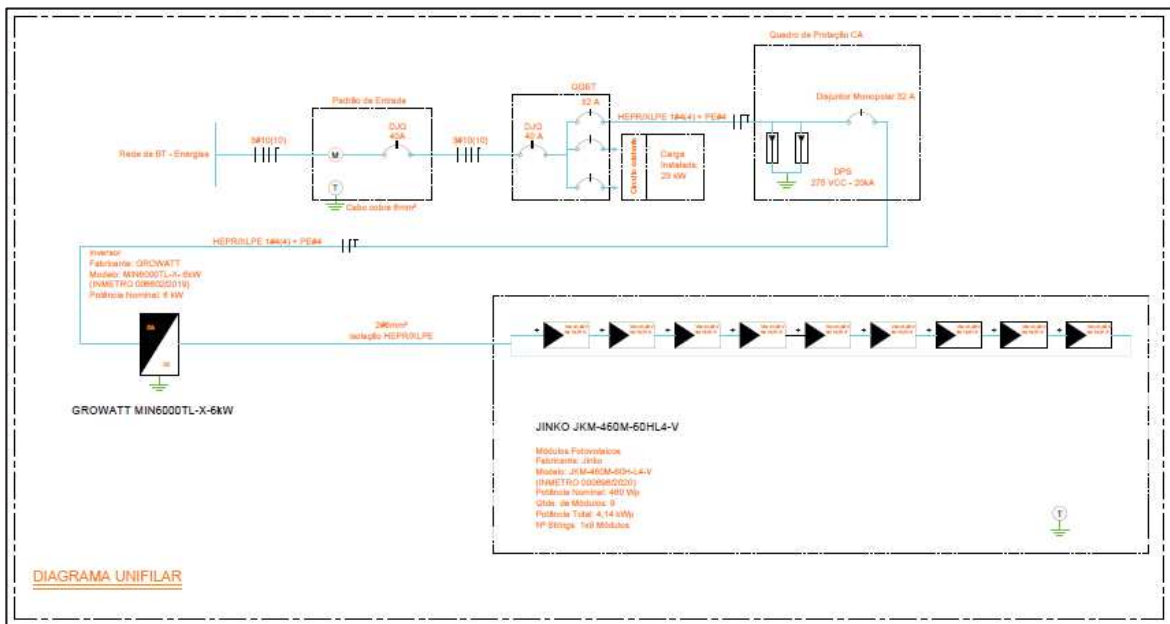
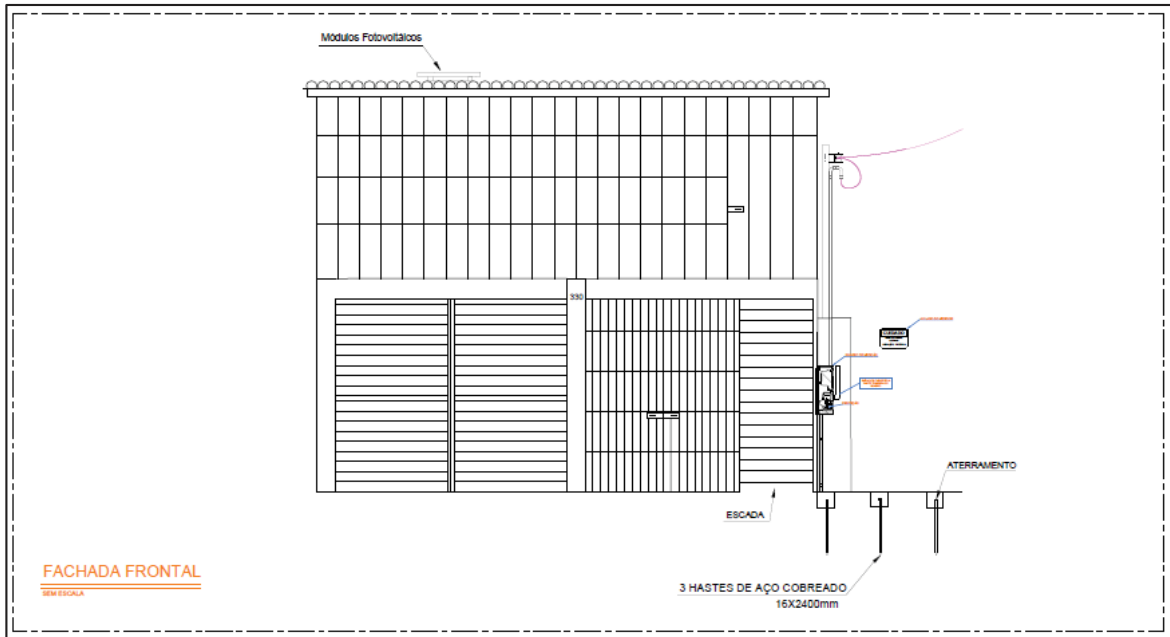
- 1- TUBO DE AÇO GALVANIZADO Ø 25,00
- 2- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 3- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 4- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 5- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 6- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 7- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 8- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 9- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 10- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 11- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 12- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 13- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 14- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 15- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 16- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 17- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 18- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 19- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 20- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 21- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 22- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 23- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 24- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 25- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 26- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 27- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 28- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 29- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 30- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 31- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 32- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 33- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 34- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 35- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 36- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 37- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 38- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 39- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 40- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 41- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 42- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 43- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 44- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 45- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 46- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 47- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 48- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 49- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25
- 50- ARRUILO DE AÇO GALVANIZADO 25x25

DETALHE DO ATERRAMENTO



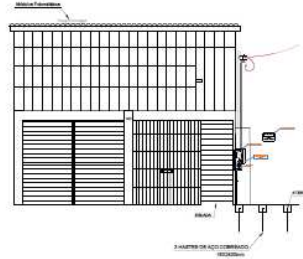
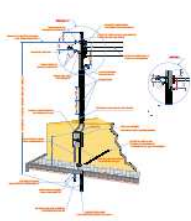
CHAVE 1
1. CHAVE

PROJETO 6



DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

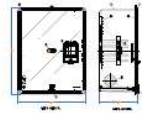
- 1 - NESTE DESPACHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE BAIXA TENSÃO;
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-5410;
- 3 - A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELÉTROTORNOS E ARRUELAS DESTAVADAS;
- 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PÓRTE AUXILIAR DEVIDO AO MURO BAIXO DA RESIDÊNCIA.



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA

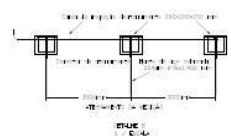
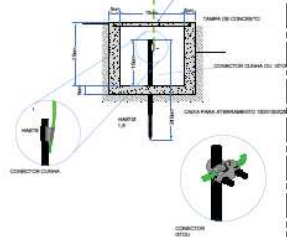


DETALHE CAIXA DO MEDIDOR

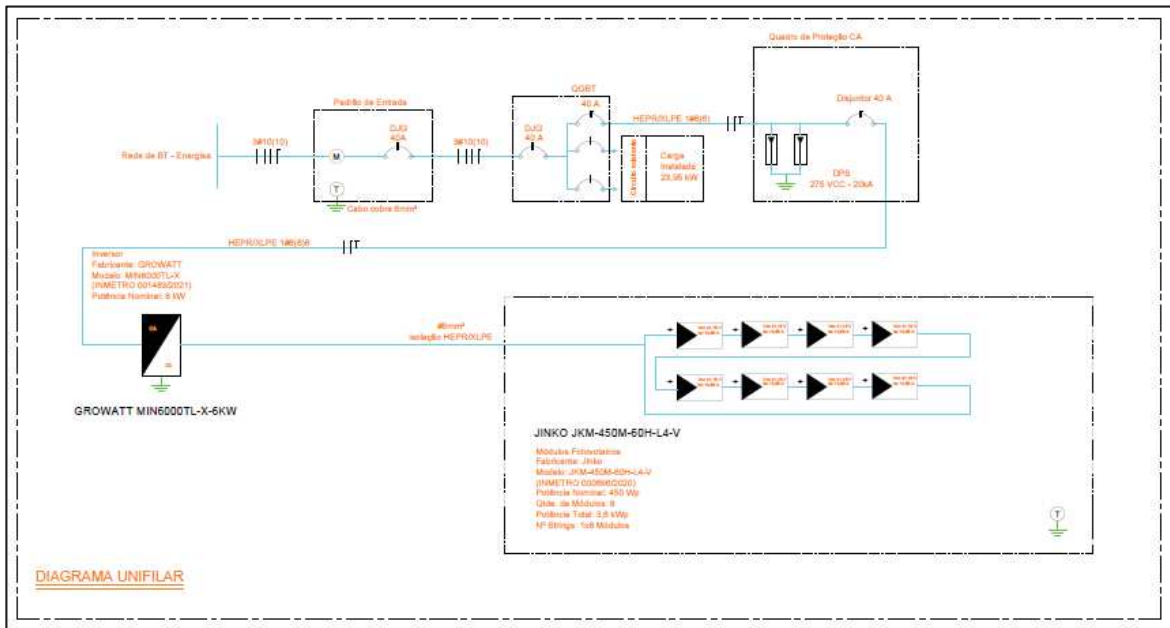
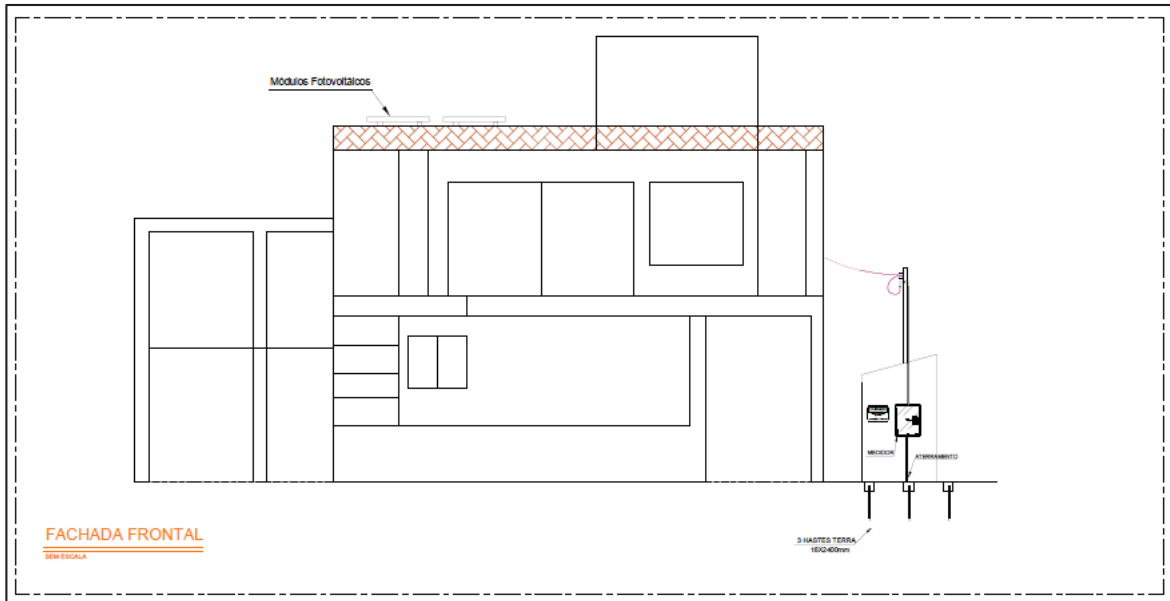


- LEI Nº 10.171/2002 - LEI DE PROTEÇÃO DO CONSUMIDOR
- Art. 10 - O fornecedor de bens e serviços deve assegurar a segurança dos produtos e serviços oferecidos, incluindo a segurança de instalação e uso.
- Art. 17 - O fornecedor de bens e serviços deve assegurar a segurança dos produtos e serviços oferecidos, incluindo a segurança de instalação e uso.
- Art. 18 - O fornecedor de bens e serviços deve assegurar a segurança dos produtos e serviços oferecidos, incluindo a segurança de instalação e uso.
- Art. 19 - O fornecedor de bens e serviços deve assegurar a segurança dos produtos e serviços oferecidos, incluindo a segurança de instalação e uso.
- Art. 20 - O fornecedor de bens e serviços deve assegurar a segurança dos produtos e serviços oferecidos, incluindo a segurança de instalação e uso.

DETALHE DO ATERRAMENTO

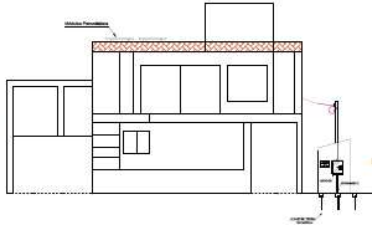
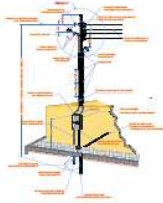


PROJETO 7



DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

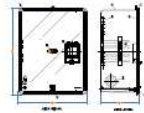
- 1 - NESTE DESENHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE SAÍDA TERMO.
- NOTAS:
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DE ISOLAMENTO, CONFORME NORMAS;
 - 3 - A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELÉTROTODOS E ARRUELAS SEXTAVADAS;
 - 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PONTE AUXILIAR DEVIDO AO MURO BAIXO DA RESIDÊNCIA;



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA

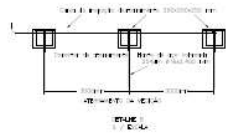
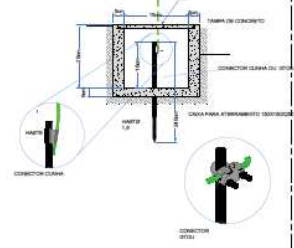


DETALHE CAIXA DO MEDIDOR



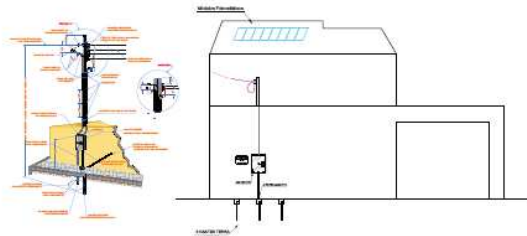
- LEI 14.120/2021 - Lei que estabelece o novo marco regulatório da energia elétrica no Brasil, visando a atração de investimentos e a melhoria da qualidade do serviço.
- LEI 14.120/2021 - Lei que estabelece o novo marco regulatório da energia elétrica no Brasil, visando a atração de investimentos e a melhoria da qualidade do serviço.
- LEI 14.120/2021 - Lei que estabelece o novo marco regulatório da energia elétrica no Brasil, visando a atração de investimentos e a melhoria da qualidade do serviço.
- LEI 14.120/2021 - Lei que estabelece o novo marco regulatório da energia elétrica no Brasil, visando a atração de investimentos e a melhoria da qualidade do serviço.

DETALHE DO ATERRAMENTO



DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

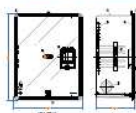
- 1 - NESTE DESENHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE BAIXA TENSÃO;
- NOTAS:
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-5410;
 - 3 - A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELÉTROTODOS E ARRUELAS SEXTAVADAS;
 - 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PÓSTE AUXILIAR DEVIDO AO MURO BAIXO DA RESIDÊNCIA;



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA

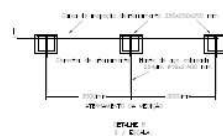
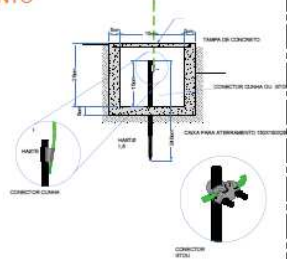


DETALHE CAIXA DO MEDIDOR



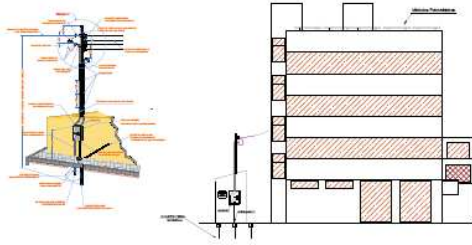
LEI Nº 14.121, de 16 de maio de 2021, altera a Lei Nº 10.171, de 13 de novembro de 2001, para instituir o Sistema Nacional de Segurança Elétrica (SINSE) e o Sistema Nacional de Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade (SISNEI), e dá outras providências.

DETALHE DO ATERRAMENTO



DETALHE DO PONTO DE ACESSO, MEDIÇÃO BIDIRECIONAL E ATERRAMENTO

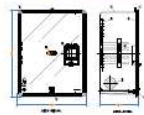
- 1 - NESTE DESENHO É APRESENTADO O ESQUEMA DE LIGAÇÃO ELÉTRICA SIMPLIFICADO DO PADRÃO DE ENTRADA DE CAIXA TENSÃO;
- NOTAS:
- 2 - OS CONDUTORES DEVEM SER IDENTIFICADOS ATRAVÉS DAS CORES DO ISOLAMENTO, CONFORME NBR-5410;
 - 3 - A SAÍDA DOS CIRCUITOS PARA CARGA E GERAÇÃO DEVE SER REALIZADA ATRAVÉS DE ELETRODUTOS E ARRUELAS SEXTAVADAS;
 - 4 - A INSTALAÇÃO DO PADRÃO DE ENTRADA DEVE SER REALIZADA EM PÓSTE AUXILIAR DEVIDO AO MURO BAIXO DA RESIDÊNCIA.



DETALHE PLACA DE ADVERTÊNCIA

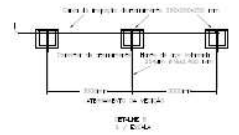
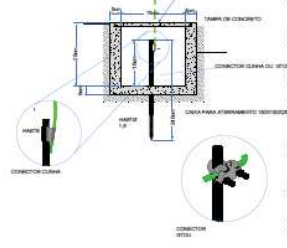


DETALHE CAIXA DO MEDIDOR



- LEI 14.120/2021 - Lei de Energias Renováveis
- Decreto nº 10.231/2020 - Regulamenta a Lei nº 14.120, de 2021, que dispõe sobre o regime de geração distribuída de energia elétrica em baixa tensão de distribuição elétrica, e dá outras providências.
- Decreto nº 10.232/2020 - Regulamenta a Lei nº 14.120, de 2021, que dispõe sobre o regime de geração distribuída de energia elétrica em baixa tensão de distribuição elétrica, e dá outras providências.
- Decreto nº 10.233/2020 - Regulamenta a Lei nº 14.120, de 2021, que dispõe sobre o regime de geração distribuída de energia elétrica em baixa tensão de distribuição elétrica, e dá outras providências.
- Decreto nº 10.234/2020 - Regulamenta a Lei nº 14.120, de 2021, que dispõe sobre o regime de geração distribuída de energia elétrica em baixa tensão de distribuição elétrica, e dá outras providências.

DETALHE DO ATERRAMENTO



**ANEXO F – PROPOSTA COMERCIAL DE UM PROJETO
FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL**



ENERGIA SOLAR
SERVIÇOS ELÉTRICOS



CONFORTO PARA A SUA FAMÍLIA
ECONOMIA PARA SEU NEGÓCIO



Economize até
95%
em sua conta
de energia

Proposta comercial

Sistema Fotovoltaico

Matriz: Rua Dom Pedro II, 250 – Loja 04 , Prata – Campina Grande / PB • (83) 999460497

Filial: Avenida Deputado Américo Maia, 45 – Centro – Catolé do Rocha / PB

 SOLARNOBRE



ENERGIA SOLAR
SERVIÇOS ELÉTRICOS

ITENS INCLUSOS NA PROPOSTA:

Equipamentos do Sistema de Geração Fotovoltaica

Estrutura de Fixação

Equipamentos de Proteção

Projeto Elétrico Fotovoltaico com Planta de Situação

Homologação com a concessionária local

Instalação do Sistema Fotovoltaico

Sistema de Monitoramento Wi-Fi



ENERGIA SOLAR

SERVIÇOS ELÉTRICOS

DADOS DO CLIENTE

Nome:	
CPF/CNPJ:	
Telefone:	
Email:	

APRESENTAÇÃO

Este documento tem como objetivo tratar sobre a descrição, garantia e vida útil, geração de energia, reforma e adequação, equipamentos, análise financeira, fluxo de caixa e condições comerciais de um projeto de um Sistema gerador de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica de alta performance, conectado à rede elétrica da Distribuidora local (on Grid Tie) em Campina Grande-PB.

DESCRIÇÃO

Sistema gerador de energia elétrica através da fonte solar fotovoltaica de alta performance, conectado à rede elétrica da Distribuidora local (on Grid Tie), composto por módulos solares fotovoltaicos, inversores de corrente contínua para corrente alternada, caixa de proteção de CC e CA, estruturas de suporte em alumínio, cabos próprios para sistemas solares e conectores originais MC4.

GARANTIA E VIDA ÚTIL

Módulos solares fotovoltaicos policristalinos de 360/425 Watts pico, ou monocristalinos de 380/385 Watts pico, certificados pelo Inmetro com nível "A" em eficiência energética, com Garantia de 25 anos com geração mínima de 86% de energia elétrica (Garantia Linear, conforme Ficha Técnica anexo), 12 anos contra defeito de fabricação e vida útil aproximada de 30 anos. Inversor fotovoltaico com garantia de 5 anos contra defeitos de fabricação, 7 anos de garantia quando registrado. Estruturas de suporte, cabos e conectores feitos para durar toda a vida útil do sistema (30 anos). Caixa de proteção com garantia de fábrica de 1 ano.



ENERGIA SOLAR

SERVIÇOS ELÉTRICOS

Geração de Energia

Potência: 5 kWp

Estimativa de geração anual: 8.040 kWh

Geração média mensal: 670 kWh

Estimativa mensal de geração	
Janeiro	670 kWh
Fevereiro	670 kWh
Março	670 kWh
Abril	670 kWh
Mai	670 kWh
Junho	670 kWh
Julho	670 kWh
Agosto	670 kWh
Setembro	670 kWh
Outubro	670 kWh
Novembro	670 kWh
Dezembro	670 kWh



ENERGIA SOLAR

SERVIÇOS ELÉTRICOS

Equipamentos – Unidade 1

Título	Descrição	Qte
Módulos		
	PAINEL SOLAR JINKO JKM460M-60HL4-V 460W TIGER PRO MONO PERC HALF CEL 21,32% EFIC 120 CEL	11
Inversores		
	INVERSOR SOLAR GROWATT ON GRID MIN5000TL-X 5KW MONOFASICO 220V 2MPPT MONITORAMENTO	1
Estruturas		
	ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 412135 RS-327 2 PARES PERFIL DE ALUMINIO 2,40 M 4 PAINEIS PRATIC LITE	3
	ESTRUTURA SOLAR ROMAGNOLE 412210 RS223 KIT FIXACAO 4 PAINEIS TELHA FIBROCIMENTO PARAFUSO MADEIRA	3
Variedades		
	CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC RL 50 PRETO	50
	CABO SOLAR FOTOVOLTAICO FLEXIVEL 6MM 1,8KV CC RL 50 VERMELHO	50
	STAUBLI CONECTOR MC4 320016P0001-UR PV-KBT4/6II-UR ACOPLADOR FEMEA	8
	STAUBLI CONECTOR MC4 32.0017P0001-UR PV-KST4/6II-UR ACOPLADOR MACHO	8
SERVIÇOS		
	PROJETO, INSTALAÇÃO E HOMOLOGAÇÃO	1
VALOR FINAL		
	A VISTA	R\$ 23.000,00
	CARTAO DE CREDITO 12X R\$ 2.067,00	R\$ 24.814,00
	SICREDI CARENANCIA 90 DIAS 60X R\$ 628,00	



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

REFORMA E ADEQUAÇÃO:

Para a instalação do sistema, poderá ser necessário realizar algumas reformas de adequação do local onde o sistema será instalado, para garantir o padrão de qualidade e de funcionamento previsto pela empresa.

Toda e qualquer reforma, como eletrodutos embutidos, reformas estruturais em telhado e trocas de rede elétrica do local, assim como seus respectivos dispositivos de proteção, são de total responsabilidade do cliente. Caso seja desejado, será acordado, à parte, as reformas necessárias.

Em caso de estrutura de solo, é necessário um investimento sobre a segurança da estrutura com a formação de bases em concreto para garantir a melhor fixação das treliças em alumínio ou aço galvanizado. Tal investimento não está incluso no orçamento acima.

Condições comerciais

- Prazo para entrega dos equipamentos: 30 dias após o fechamento do pedido
- Projetos de grande porte dependemos do trâmite de importação: 45 a 60 dias.
- Proposta válida por 30 dias.



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

Fluxo de caixa

Caixa acumulado: 844.017,14

Valor presente líquido: 149.235,04

Taxa interna de retorno (TIR): 33

Payback simples/descontado: 3 anos e 8 meses

Ano	Valor
1	R\$ -24.814,80
2	R\$ -18.704,16
3	R\$ -12.235,73
4	R\$ -5.157,07
5	R\$ 2.589,19
6	R\$ 11.065,78
7	R\$ 20.341,30
8	R\$ 30.490,78
9	R\$ 41.596,25
10	R\$ 53.747,41
11	R\$ 67.042,35
12	R\$ 81.588,31
13	R\$ 97.502,55
14	R\$ 114.913,26
15	R\$ 133.960,59
16	R\$ 154.797,76
17	R\$ 177.592,27
18	R\$ 202.527,21
19	R\$ 229.802,73
20	R\$ 259.637,59
21	R\$ 292.270,90



ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS

ANÁLISE FINANCEIRA

O sistema acima possui um custo final de 24.614,80 para a implantação. Contudo, uma vez que avaliado as condições de pagamento é importante explicitar o retorno financeiro que tal sistema irá refletir em sua conta de energia, além da sua importante contribuição para o meio ambiente.

Desta forma, calculando o *payback* composto com base na inflação anual, no valor do kWh/mês, e no investimento proposto, chega-se à conclusão dada na tabela abaixo:

Valor da Proposta	R\$ 24.814,80
Tempo de Vida do projeto	30
Inflação anual	10
Perda de Eficiência ao longo da vida	14
Preço atual kWh + Impostos	0,83
Caixa Acumulado	844.017,14
Valor Presente Liquido	149.235,04
Taxa de Retorno	33%
Payback Simples	3 Anos e 8 Meses

GRÁFICO DE PAYBACK E RETORNO FINANCEIRO





ENERGIA SOLAR SERVIÇOS ELÉTRICOS



Retorno sustentável



Geração compartilhada



Durabilidade resistência (garanti de 25 anos) e vida útil de 30 anos



valorização do imóvel



Energia excedente é convertida em créditos



Instalação rápida



Tendo sido esclarecido sobre todos os pontos do orçamento acima, confirmo o desejo de realizar a instalação solar fotovoltaica do meu estabelecimento, e de acordo com o orçamento acima, autorizo a Solar Nobre - Energia Solar e Serviços Elétricos, a dar andamento sobre o projeto acima, seja pela forma de pagamento a vista ou cartão de crédito ou pelo processo de financiamento, onde a mesma se responsabiliza por solucionar toda e qualquer burocracia junto a financeira para a viabilidade da implantação do mesmo.

Eduardo Silva Fernandes
Diretor Geral – CEO Solar Nobre

Cliente