

INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE

Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente



Dissertação

**Estruturação e Desenvolvimento de Maleta Didática de Baixo Custo para Estudos em
Energia Solar Fotovoltaica *OnGrid* e *OffGrid***

Lucas Tadeu da Silva

Araquari, 2022

Lucas Tadeu da Silva

**Estruturação e Desenvolvimento de Maleta Didática de Baixo Custo para Estudos em
Energia Solar Fotovoltaica *OnGrid* e *OffGrid***

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Tecnologia e Ambiente do Instituto Federal Catarinense, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (área de concentração: Ciências Ambientais).

Orientador: Professor Dr. Sandro Augusto Rhoden - IFC São Francisco do Sul – SC

Coorientador (es): Professor Dr. Eduardo Augusto Werneck - IFC São Francisco do Sul – SC

Professor Me. Lucas Knebel Centenaro - IFC São Francisco do Sul – SC

Araquari, 2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática do ICMC/USP, cedido ao IFC e
adaptado pela CTI - Araquari e pelas bibliotecas do Campus de Araquari e Concórdia.

D586e Da Silva, Lucas Tadeu
Estruturação e Desenvolvimento de Maleta Didática
de Baixo Custo para Estudos em Energia Solar
Fotovoltaica OnGrid e OffGrid / Lucas Tadeu Da
Silva; orientador Sando Augusto Rhoden; coorientador
Eduardo Augusto Werneck; coorientador Lucas
Centenaro. -- Araquari, 2022.
83 p.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal
Catarinense, campus Araquari, , Araquari, 2022.

Inclui referências.

1. Maleta Didática. 2. Fotovoltaico. 3. Energia
Limpa. I. Rhoden, Sando Augusto, II. Werneck, Eduardo
Augusto . III. Centenaro, Lucas . IV. Instituto
Federal Catarinense. . V. Título.

Lucas Tadeu da Silva

**Estruturação e Desenvolvimento de Maleta Didática de Baixo Custo para Estudos em
Energia Solar Fotovoltaica *OnGrid* e *OffGrid***

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense.

Data da Defesa: 31/8/2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sandro Augusto Rhoden (Orientador)

Doutor em Biologia Comparada pela Universidade Estadual de Maringá

Instituição de vínculo Instituto Federal Catarinense - IFC

Prof. Dr. Eduardo Augusto Werneck

Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná

Instituição de vínculo Instituto Federal Catarinense - IFC

Prof. Dr. Leandro Ludwig

Doutor em Desenvolvimento Regional pela Fundação Universidade Regional de Blumenau

Instituição de vínculo Fundação Universidade Regional de Blumenau



Emitido em 31/08/2022

DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI Nº 18/2022 - CCPGTA (11.01.02.31)
(Nº do Documento: 17)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 30/09/2022 18:12)

FABRICIO MOREIRA SOBREIRA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
CGES/ARA (11.01.02.39)
Matricula: ###774#6

(Assinado digitalmente em 10/10/2022 19:42)

SANDRO AUGUSTO RHODEN
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
CEXESE/SFS (11.01.08.01.03.03)
Matricula: ###902#5

Visualize o documento original em <https://sig.ifc.edu.br/documentos/> informando seu número: **17**, ano: **2022**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS - CAMPUS ARAQUARI**, data de emissão: **30/09/2022** e o código de verificação: **83050dbb1c**

Agradecimentos

Aos mestres por sempre estarem dispostos e acreditarem no sucesso do projeto. Aos colaboradores do IFC – São Francisco do Sul por também participarem de forma voluntária no alcance do objetivo. Aos laboratoristas que também dedicaram tempo para aprender e trocar ideias de grande valia.

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim.”

(Nikola Tesla)

Resumo

DA SILVA, Lucas Tadeu. **Estruturação e Desenvolvimento de Maleta Didática de Baixo Custo para Estudos em Energia Solar Fotovoltaica *OnGrid* e *OffGrid***. 2022. número de folhas "83". Dissertação (Mestrado em Ciências) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2022.

Sabe-se que, através de vastas pesquisas científicas publicadas ao longo dos anos por estudiosos e instituições de renomes mundiais, as fontes de energia tradicionais como petróleo, gases, entre outras, além de serem finitas trazem um prejuízo ambiental enorme ao planeta. Desta forma, faz-se necessário pensar em alternativas que possam mitigar esta trajetória autodestrutiva que nações vem seguindo nos últimos séculos. Uma das soluções é a utilização de fontes alternativas de energia, onde inclui-se o sol, que é uma das fontes geradoras até então inesgotável, gratuita e em abundância na superfície terrestre. Fica então o questionamento: porque esta forma de geração de energia não tem uma utilização tão disseminada no Brasil. Dentre os vários motivos, está a falta de interesse dos grandes grupos globais em detrimento de dar prioridade aos combustíveis fósseis, e alto custo de produção e importação dos elementos que constituem um sistema de geração de energia fotovoltaico. Existe também um fator que se deve observar, que é a lacuna de profissionais no mercado para atenderem esta demanda crescente relacionada instalação de energia fotovoltaica. Tal fato tem como agravante a falta de materiais didáticos práticos para uma formação em massa nessa área, isto devido ao valor elevado dos equipamentos como bancadas e maletas existentes no mercado. Analisando este último fator é que este projeto objetivou o desenvolvimento de uma maleta didática de baixo custo, comprovadamente em relação as existentes no mercado, para sua utilização no ensino, além da demonstração desta tecnologia na comunidade, na qual foi desenvolvida. Além deste objetivo, a maleta também será um centro de conhecimento, tanto nos profissionais em formação nas instituições e nas escolas. O presente trabalho descreve as etapas que foram seguidas até se chegar no produto final. Nessas etapas foram apresentados os conceitos básicos, os cálculos para o dimensionamento do sistema, o orçamento e especificação dos componentes, a etapa de montagem e testes. Além disso também foi discorrido sobre o aplicativo e a apostila criada como material de apoio para utilização durante as aulas práticas. Também está presente neste trabalho a experiência demonstrativa do sistema à alunos do ensino técnico, de modo a validar um dos objetivos buscados que é a maior absorção do assunto pelo público através de aulas práticas. A produção deste material gerou um capítulo de livro publicado em junho de 2022 e um depósito de patente de desenho industrial no Instituto Nacional da Propriedade Industrial. De modo geral, este projeto foi concluído com êxito e sua produção gerou um material que servirá de exemplo e poderá ser replicado em outros centros de ensino bem como a fabricação em incubadora institucional, com a finalidade da criação de protótipos de baixo custo.

Palavras-chave: Maleta didática; energia solar; efeito fotovoltaico; produto; baixo-custo.

Abstract

DA SILVA, Lucas Tadeu. **Structuring and Development of a Low-Cost Didactic Kit for *OnGrid* and *OffGrid* Photovoltaic Solar Energy Studies Didactic Bench for Studies on Photovoltaic Solar Energy Generation**. 2022. Number of pages "83". Dissertation (Master degree in Science) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ambiente, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, Instituto Federal Catarinense, Araquari, 2017.

It is known that, through vast scientific research published over the years by world renowned scholars and institutions, traditional energy sources such as oil, gases, among others, in addition to being exhausted, bring enormous environmental damage to the planet. In this way, it is necessary to think of alternatives that can mitigate this self-destructive trajectory that nations have been following in recent centuries. One of the solutions is the use of alternative sources of energy, including the sun, which is one of the sources that until then was inexhaustible, free and in abundance on the earth's surface. The question then remains, why this form of energy generation does not have such widespread use in Brazil. Among the various reasons, there is the lack of interest of large global groups to the detriment of giving priority to fossil fuels, due to the high cost of production and importation of the elements that constitute a photovoltaic energy generation system. There is also a factor that must be observed, which is the lack of contact of the population in general with this type of technology, as something distant in relation to the generation and consumption of traditional energy. Analyzing this last factor, this project aimed to develop a low-cost teaching bag, proven in relation to those on the market, for use in teaching, in addition to demonstrating this technology in the community, in which it was developed. In addition to this objective, the briefcase will also be a center of knowledge, both for professionals in training in institutions and in schools. The present work describes the steps that were followed until reaching the final product. In these stages, the basic concepts, the calculations for the sizing of the system, the budget and specification of the components, the stage of assembly and tests were presented. In addition, it was also discussed about the application and the handout created as support material for use during practical classes. Also present in this work is the demonstrative experience of the system for technical education students, in order to validate one of the objectives sought, which is the greater absorption of the subject by the public through practical classes. The production of this material generated a book chapter published in June 2022 and an industrial design patent filing with the National Institute of Industrial Property. In general, this project was successfully completed and its production generated material that will serve as an example and can be replicated in other teaching centers as well as manufacturing in an institutional incubator, with the purpose of creating low-cost prototypes.

Keywords: didactic bench; solar energy; photovoltaic effect; product; low cost.

Lista de Figuras

Figura 1 – Diagrama em Blocos Sistema OnGrid	17
Figura 2- Diagrama em Blocos Sistema OffGrid.....	18
Figura 3- Módulo Fotovoltaico.....	18
Figura 4- Bateria Estacionária	19
Figura 5- Inversor de Tensão OffGrid.....	19
Figura 6- Inversor de Tensão OnGrid	20
Figura 7- Controlador de Carga.....	20
Figura 8 - Medidor de Energia Bidirecional	21
Figura 9 - Quadro de Horas de Pico Sol	23
Figura 10 - Diagrama Maleta Didática	26
Figura 11- Desenho Técnico das Maletas	27
Figura 12- Desenho Técnico das Maletas com os Elementos no Interior	28
Figura 13 - Teste do Sistema OnGrid	31
Figura 14 - Testes dos Sistema OnGrid	32
Figura 15 - Testes do Sistema OffGrid	32
Figura 16 - Maleta com os Elementos	33
Figura 17 - Maleta com os Elementos	34
Figura 18 - Maletas dos Elementos e Módulo Acopladas.....	34
Figura 19 - Aula Demonstrativa	35
Figura 20 - Aula Demonstrativa	35

Lista de Tabelas

Tabela 01 - Orçamento dos Elementos do Sistema.....	29
Tabela 02 - Comparação de Orçamentos.....	30
Tabela 03 – Comparação das Características dos Sistemas.....	30

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	11
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral	15
2.2	Específicos	15
3	ESTRUTURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO	16
3.1	Introdução	16
3.2	Materiais e Métodos	16
3.2.1	Conceitos Básicos	17
3.2.2	Dimensionamento do Sistema	21
3.2.3	Orçamento do sistema	28
3.2.4	Montagem e Testes do Sistema	31
3.2.5	Apostila e Aplicativo	36
3.3	Resultados	38
3.3	Discussão	40
3.5	Conclusão	42
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
5	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICES	47
	APÊNDICE A	47
	APÊNDICE B	61
	ANEXOS	65
	ANEXO A	65

1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Em um momento em que a geração de energia proveniente de fontes não renováveis entra em escassez e poluem o meio ambiente, a busca de sistemas de geração de energias limpas e renováveis se tornam mais urgentes. O mundo possui uma matriz energética composta, principalmente, por fontes não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2018). Fontes renováveis como solar, eólica e geotérmica, por exemplo, juntas correspondem a apenas 1,60% da matriz energética mundial. Somando à participação da energia hidráulica e da biomassa, as renováveis totalizam 14% da matriz energética mundial (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, 2018).

Tratando-se de energia elétrica, no cenário brasileiro, segundo a EPE – Empresa de Pesquisa Energética, a matriz geradora são as hidroelétricas, seguido das usinas de gás. Porém sabe-se por exemplos como Itaipu – Binacional e a termoeletrica Porto de Sergipe, que a instalações de usinas desses modelos exigem um grande sacrifício da fauna e flora no local de implantação. Isso, somados ao custo construtivo e requisitos de legislação, tornam esses projetos cada vez menos viáveis. Deste modo a busca por novos sistemas de geração de energia elétrica renováveis e de baixo impacto socioambiental estão em crescimento.

A tecnologia de geração de energia elétrica através de placas fotovoltaicas aparenta ser emergente, mas em 1839 o físico francês Edmond Becquerel foi quem descobriu o que se chamaria mais tarde de “Efeito Fotovoltaico”. Posteriormente em 1877, os americanos W. G. Adams e R. E. Day, utilizaram as propriedades fotocondutoras do selênio para desenvolver o primeiro dispositivo sólido de produção de eletricidade por exposição à luz. Em 1923, Einstein recebeu o prêmio Nobel de Física pela formulação da ideia do Efeito Fotovoltaico. E em 1954 Calvin Fuller desenvolveu células fotovoltaicas à base de Silício, que tem seu princípio de funcionamento utilizado até hoje (VALLÊRA; BRITO, 2004).

Apresentado as informações, pergunta-se o motivo de ainda não ser algo comum e difundido mundialmente. Os fatores que mais impactam na estagnação dessa tecnologia podem ser citados como a falta de incentivos fiscais para a geração de energia fotovoltaica;

incentivo à indústria para a produção de equipamentos de energia fotovoltaica e incentivos estaduais e federais em pesquisas no segmento da energia solar fotovoltaica (RODRIGUES; WODIHY; GONÇALVES, 2015). Em relação a estes fatores, há uma expectativa de que custo de produção e instalação diminuam e se tornem cada vez mais acessíveis à população, devido ao surgimento de novos fabricantes no mercado nacional e a possibilidade de importação desses equipamentos, através de novos incentivos de origem fiscal praticados pelo governo.

Em agosto de 2020 o governo federal zerou os impostos para importação de itens relacionados a geração desse tipo de energia, até o final de 2021 (ALVES, 2020). Além desses incentivos deve-se buscar por mais pesquisa, além de preparo profissional para o assunto, visando que toda a tecnologia seja desenvolvida no país, customizando e reduzindo os custos gerais, visto que há uma certa deficiência de equipamentos nos centros de estudos, prejudicando a abordagem desse assunto na prática. Essa ausência de materiais e equipamentos nesta área de estudo, se dá ao elevado preço desses elementos, onde há dificuldade de compra por instituições para alavancar aulas práticas e projetos de pesquisa na área. Desta forma, os formados que entram no mercado de trabalho, tem pouco ou quase nenhum contato com a tecnologia em questão e seus diversos benefícios e aplicações.

Um dos paradigmas atuais da formação é como uma informação pode ser transformada em algo significativo para quem ouve e uma das alternativas de sucesso é a inserção de elementos reais, como protótipos, maquetes e experiências (Isaac,2016). Em 2016 foi desenvolvido o projeto de Bancada Didática Para Simulações de Painéis Fotovoltaicos com o intuito de estudar as grandezas como tensão e corrente gerada por um modulo conforme sua variação de inclinação em relação a exposição à radiação solar (Isaac,2016). Este projeto era composto principalmente por um modulo e medidores de corrente, não envolvendo outros elementos que compõe um sistema completo.

A Universidade Federal do Pará através de seu Grupo de Estudos e Desenvolvimento de Energias Alternativas Energéticas desenvolveu um Kit Didático chamado Bancada Didática Para Demonstração da Conexão e Operação de Sistemas

Fotovoltaicos Conectados à Rede Elétrica de Baixa Tensão (TORRES et Al., 2016). Esse projeto foi desenvolvido e apresentado em formato de bancada simulando um sistema de geração ligado na rede de energia *OnGrid*.

Em 2020 o mesmo grupo da Universidade Federal do Pará desenvolveu uma maleta didática para sistemas isolados *OffGrid*. A preocupação principal tratava-se de levar energia limpa as localidades isoladas da Amazônia onde a predominância da geração de energia é através de geradores a diesel. A forma de demonstração ao público ocorre através de visitas ao prédio da instituição e também apresentações em escolas da região (DA FONSECA et al., 2020).

Sabe-se da importância das aulas práticas nos centros de ensino com intuito de prover nos alunos maior *know how*. A aula prática é uma sugestão de estratégia de ensino que pode contribuir para melhoria na aprendizagem, pois além dos experimentos facilitarem a compreensão do conteúdo, tornam as aulas mais dinâmicas, e mais interativas. Esse método de ensino vem diante das grandes e inúmeras dificuldades que os alunos possuem de abstrair conceitos passados em sala de aula. (DA SILVA; QUEIROZ, 2021). As aulas nas quais o aluno intervém mais diretamente, participando em atividades diversificadas, ou seja, as aulas práticas e as teórico-práticas, são importantes, pois permitem, por exemplo, que o aluno esteja no centro do processo de aprendizagem e que estabeleça interações com o meio e com outras pessoas (BARROS, 2013). As aprendizagens efetuadas pelos alunos ficam mais facilmente consolidadas e interiorizadas se eles participarem direta e ativamente na aula, como atores e não são como espectadores, na aquisição do conhecimento (BARROS, 2013). Este artigo busca evidenciar este tópico, que é a abordagem da tecnologia de geração de energia por células fotovoltaicas nos centros de ensino através de aulas práticas, introduzindo o conhecimento ao aluno, e este, por sua vez, multiplicará à comunidade. Na proposta didática deste trabalho, segundo o Ministério da Educação, existem no país 2.608 instituições de educação superior. Dessas, 2.306 são particulares e 302 públicas. O total de cursos de engenharia, produção e construção são de 6.405, onde pode-se enquadrar o assunto em questão (INSTITUTO; TEIXEIRA, 2021). Segundo a Plataforma Nilo Peçanha que

coleta, valida e dissemina dados estatísticos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, os Institutos Federais Catarinenses de Araquari e São Francisco do Sul possuem juntos aproximadamente 3.019 alunos entre ensino médio, técnico e superior (PNP,2022). Esse público será atingido diretamente pelo projeto, além disso o projeto busca abranger alunos da rede de escolas publicas e particulares da região.

Hoje no mercado as opções que se tem de bancadas didáticas limitam-se em sua maioria a só atender sistemas *OffGrid*, sendo bem poucas opções que também atendam sistemas em *OnGrid*, ambos em um sistema de maleta didática. Além disso seus preços variam entre dezoito mil reais a sessenta mil reais, quantias essas que dificultam os centros de ensino a adquirirem. Outro ponto a destacar é que os modelos didáticos disponibilizados no mercado, em sua maioria, se apresentam em forma de bancada, com limitações de locomoção dos equipamentos entre diferentes locais. É visto também que há pouco material de pesquisa que englobe todas as características em um só produto como o fato de ser uma maleta móvel, de baixo custo e que possua os dois sistemas completos tanto *OffGrid* e *OnGrid*.

Levando em consideração o potencial da Energia solar e no grande contingente educacional, neste presente trabalho será discorrido sobre: a estruturação e desenvolvimento de uma maleta didática de baixo custo para estudos de geração de energia elétrica através de um sistema fotovoltaico. Um sistema com valor de produção inferior e acessível em relação aos existentes no mercado, também de fácil locomoção entre ambientes por se apresentar de forma de maleta, e com os dois sistemas *Ongrid* e *Offgrid*. Tendo como local de pesquisa, construção e montagem o Instituto Federal Catarinense – Campus São Francisco do Sul –SC, este material servirá como consultivo, com a finalidade de replicar a experiência de dimensionamento de um sistema de geração de energia solar, através de módulos fotovoltaicos. Além disso, este produto didático, prático e de baixo custo, será utilizado em laboratório para estudos de montagem, experiências e simulações de funcionamento desta tecnologia.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

O objetivo geral é dimensionar, projetar e montar uma maleta didática para estudos de geração de energia elétrica através de módulos fotovoltaicos, tanto conectado na rede de energia elétrica (*OnGrid*) como também fora dela (*OffGrid*). Gerar um conteúdo informativo, com o objetivo que esta experiência possa ser replicada, disseminando o conhecimento e a tecnologia em questão.

2.2 Específicos

Dimensionar os elementos do sistema para a carga que se deseja alimentar através das equações da Lei de Ohm para tensão, corrente e resistência.

Elencar os elementos que serão utilizados considerando a sua capacidade de interação entre um elemento e outro. Para tanto, deve-se considerar as faixas de tensão e corrente em que esses operam para que seja possível a experiência.

Após dimensionados os elementos, será gerada uma listagem de materiais. Com esta listagem será feito o orçamento de valores deles, de modo a comprovar a possibilidade de montagem de um sistema de baixo custo. Para tal comprovação será buscado no comércio orçamentos de sistemas similares ao que se deseja criar.

A compra dos elementos e início da fase de testes dos sistemas *OnGrid* (ligado à rede da concessionária) e *OffGrid* (não ligado à rede da concessionária) junto com a etapa de projeto da maleta que irá abrigar os elementos do sistema.

Realizado os testes, projetado e feito o recipiente, será realizada a montagem. Como complemento e auxílio para o produto, será criada uma apostila e um aplicativo com explicações de cada elemento, além de exercícios teóricos e sequência de montagem de cada sistema como roteiro de aula.

3. ESTRUTURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

3.1 Introdução

Neste capítulo será demonstrado como dimensionar, projetar e montar a bancada didática, para estudos de geração de energia elétrica através de módulos fotovoltaicos. Será gerado um conteúdo informativo, para que esta experiência possa ser replicada disseminando o conhecimento e a tecnologia em questão. Será criado um produto de qualidade, porém de baixo custo em relação aos existentes no mercado. Em complemento a este material, também será criada uma apostila e um aplicativo para auxiliar nos estudos do sistema.

3.2 Materiais e Métodos

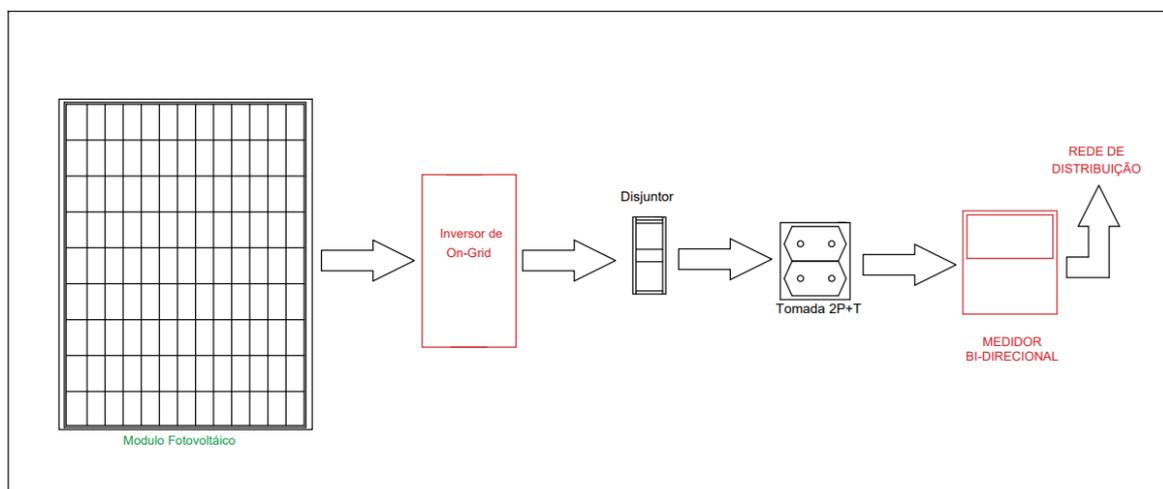
Serão apresentados alguns conceitos básicos de sistemas de geração fotovoltaico, em seguida será demonstrado o dimensionamento do sistema montado. Também será apresentada a montagem do sistema dimensionado, na sequência será apresentada a apostila desenvolvida para auxiliar na manutenção e utilização da maleta, com informações dos componentes, além de exercícios. Por último, será apresentado o aplicativo criado de forma a digitalizar e informatizar as informações sobre a maleta, sendo que todos os usuários podem ter acesso enquanto praticam os exercícios. Esta ferramenta foi gerada de forma a complementar o protótipo, auxiliando no suporte das questões teóricas e práticas durante as aulas. Todo aluno terá acesso através de seu dispositivo móvel, celular ou tablet através de um link. Com isso poderá acessar o conteúdo com a explicação de cada elemento da maleta, modo de utilizar, dicas de segurança, e exercícios de simulação.

3.2.1 Conceitos Básicos

Para entender-se o funcionamento e as partes que constituem um sistema de geração de energia fotovoltaico é necessário o conhecimento básico, conforme é apresentado a seguir (PINHO; GALDINO, 2014).

OnGrid, é aquele em que o sistema está conectado à rede pública de energia, dessa forma, quando o sistema solar produz energia excedente àquela que é consumida no local, esta diferença é direcionada e distribuída à rede pública, desta forma, gerando créditos para o consumidor. Do contrário, quando o sistema solar produz menos energia que o consumo local, a rede pública complementa essa falta, assim, gerando um débito ao consumidor. Esse sistema pode ser implementado em casas, prédios, fábricas, entre outros. Na figura 1 pode-se ver um diagrama em blocos dos principais elementos que compõe o sistema *OnGrid*.

Figura 1 – Diagrama em Blocos Sistema *OnGrid*

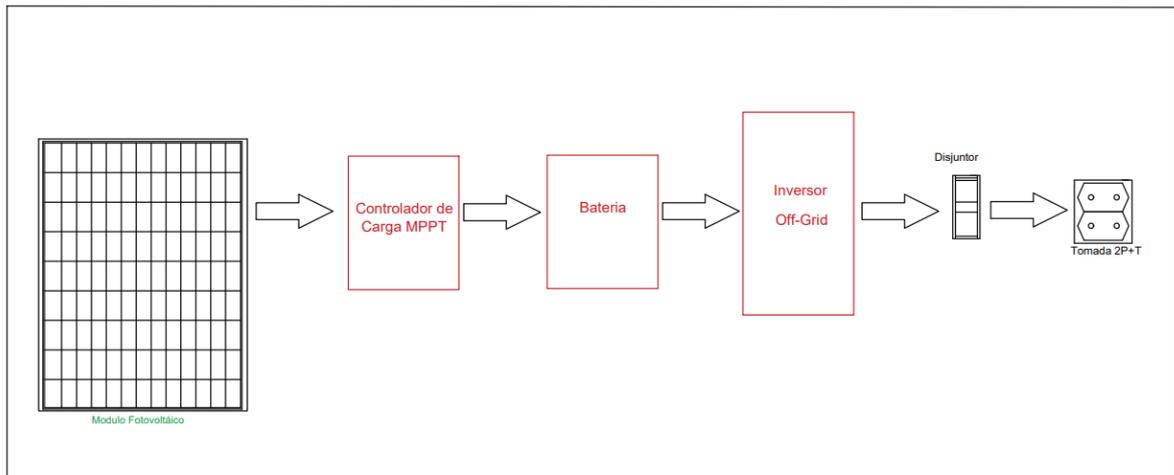


Fonte: O autor (2021)

OffGrid, o sistema isolado, é aquele que não possui ligação com a rede pública de energia, sendo assim necessita de um banco de baterias para armazenar a energia sobressalente. Esse sistema é geralmente utilizado em lugares remotos, como áreas rurais, onde não há fornecimento público de energia (MOREIRA PEIXOTO PEREIRA; ROSA MENDES,

2019). Na figura 2 pode-se ver um diagrama em blocos dos principais elementos que compõe o sistema *OffGrid*.

Figura 2- Diagrama em Blocos Sistema *OffGrid*



Fonte: O autor (2021)

Na sequência descreve-se a definição dos principais elementos presentes em ambos os sistemas. Na figura 3 apresenta-se o módulo fotovoltaico ou placas solares em sua maioria, que tem como principal elemento de composição o silício, e quando expostas aos fótons oriundos do sol geram energia pelo efeito fotovoltaico.

Figura 3- Módulo Fotovoltaico



Fonte: O autor (2021)

A bateria de corrente contínua apresentada na figura 4, são do tipo estacionárias utilizadas para armazenar a energia do sistema *OffGrid*.

Figura 4- Bateria Estacionária



Fonte: O autor (2021)

O Inversor de tensão é um componente utilizado para converter a tensão contínua gerada pelas placas, em corrente alternada. Cada sistema tem seu próprio inversor, isto se deve ao fato de que para operar ligado na rede, o inversor para o sistema *OnGrid* (figura 6) possui uma configuração diferente e mais complexa que o *OffGrid* (figura 5).

Figura 5- Inversor de Tensão *OffGrid*



Fonte: O autor (2021)

Figura 6- Inversor de Tensão *OnGrid*



Fonte: O autor (2021)

Na figura 7 pode-se ver o controlador de carga que tem a função de proteger as baterias de serem sobrecarregadas, ou descarregadas profundamente.

Figura 7- Controlador de Carga



Fonte: O autor (2021)

Outro elemento que vale ser citado é medidor de energia bidirecional (figura 8) instalado pela concessionária de energia, é o equipamento que contabiliza a quantidade de energia enviada (crédito em Kwh) e consumida da rede elétrica.

Figura 8 - Medidor de Energia Bidirecional



Fonte: CELESC (2021)

String box é o nome dado ao quadro utilizado para proteção e manutenção do sistema. Ela pode aparecer em formas de disjuntores normalmente posicionados em um quadro de distribuição.

3.2.2 Dimensionamento do Sistema

Para se dimensionar um sistema de geração fotovoltaica deve-se realizar os cálculos do sistema levando em consideração os seguintes fatores (MARINOSKI; SALAMONI; RÜTHER, 2004):

- Áreas para instalações dos painéis: com seu estudo relativo à área de sombra, de maneira a garantir que o local onde as placas forem instaladas, tenham maior incidência ao longo do tempo de luz solar.
- Consumo de energia elétrica: para dimensionamento do sistema deve-se levantar o consumo médio mensal e diário que pode ser obtido através da conta de energia, esses valores serão utilizados nas equações que serão mostradas adiante.
- Orientação geográfica: esta serve para identificar o norte geográfico da localização, onde pretende-se instalar o sistema, de modo a garantir melhor posicionamento das placas fotovoltaicas.

- Radiação solar: esta variável serve para realizar o cálculo da potência a ser gerada pelos painéis. Existem diversos softwares para essa aplicação, que visa definir o melhor ângulo de inclinação e posição na área definida que devem ser instaladas as placas fotovoltaicas. Esta ferramenta pode ser acessada pelo projetista no site do Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito, chama-se *SunData 3.0* (CRESESB,2014). Vale ressaltar que durante o dimensionamento não será escolhido o fabricante, isso irá ser realizado no momento posterior, levando em consideração fatores como qualidade e custo.

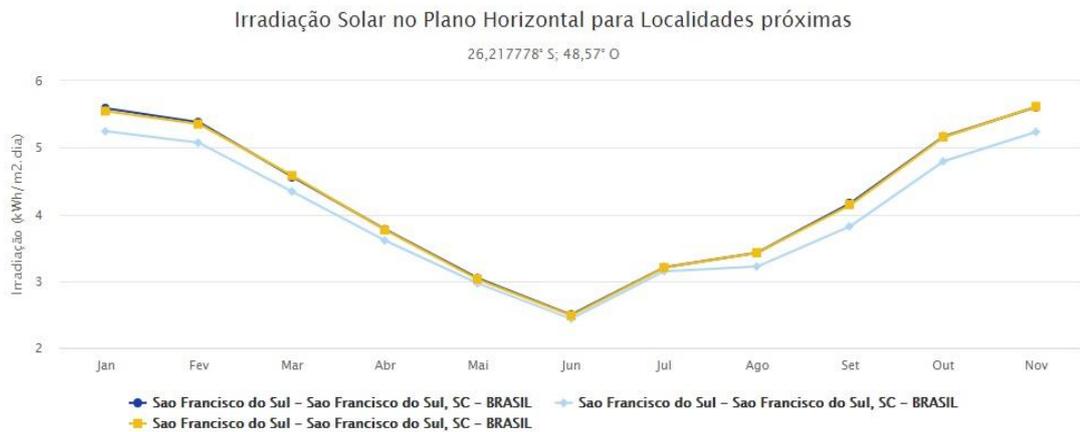
Após a identificação destas variáveis, para iniciar o dimensionamento da maleta foi determinado as cargas que pretendem ser alimentadas. Em um caso real de implementação de um sistema residencial, o projetista poderá buscar esses valores no simulador de consumo da Celesc (CELESC,2021). Neste sítio, os valores como por exemplo, um televisor colorido e um ventilador consomem cada um 150Wh, uma luminária led utiliza 40 Wh, um computador com monitor 300 Wh, ou através da média de consumo mensal de energia da residência. Lembrando, que quanto maior o número de cargas alimentadas, maior terá de ser o sistema, com equipamentos maiores e mais pesados.

A proposta da maleta didática é simular a montagem e verificar o funcionamento do sistema, dessa forma serão alimentadas cargas com baixo consumo de energia, com no máximo 50 Wh, o que equivale a até três lâmpadas led de 18 W, estando estas por um funcionamento contínuo de 1 hora. Dessa forma, consegue-se projetar um sistema enxuto e leve de se manipular. A iluminação utilizada para gerar a luz, que irá radiar sobre as placas fotovoltaicas será simulada através de lâmpadas de Halogênio, com isso, será possível simular variadas posições de incidência de luz. No entanto, para fins de cálculos será utilizado o *G_{poa}* (Ganho por radiação solar, mensal do total diário em kWh/m².dia) obtido através da localização Latitudinal 26°13'4.25 e longitudinal 48°34'12.79 do Campus do IFC São Francisco do Sul, no valor da média do último ano *G_{poa}* = 4,08, essa variável em outras literaturas também é conhecida como Horas de Sol Pico (HSP). Na figura 9 pode-se analisar os dados de horas de pico sol ao longo dos meses do ano na região escolhida.

Figura 9 - Quadro de Horas de Pico Sol

Latitude: 26,217778° S
Longitude: 48,57° O

#	Estação	Município	UF	País	Irradiação solar diária média [kWh/m ² .dia]												Média	Delta			
					Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set			Out	Nov	Dez
✓	Sao Francisco do Sul	Sao Francisco do Sul	SC	BRASIL	26,201° S	48,549° O	2,8	5,59	5,38	4,56	3,77	3,04	2,50	2,55	3,21	3,43	4,17	5,16	5,61	4,08	3,11
✓	Sao Francisco do Sul	Sao Francisco do Sul	SC	BRASIL	26,201° S	48,649° O	8,1	5,24	5,07	4,34	3,61	2,97	2,44	2,50	3,15	3,22	3,82	4,79	5,24	5,88	2,81
✓	Sao Francisco do Sul	Sao Francisco do Sul	SC	BRASIL	26,301° S	48,549° O	9,5	5,55	5,35	4,58	3,77	3,03	2,48	2,55	3,20	3,43	4,14	5,16	5,62	4,07	3,13



Fonte: CRESESB (2021)

Observando a figura 9, nota-se que a média de incidência da irradiação solar na localização desejada é de 4,08kWh/m². dia.

A terceira variável é chamada de rendimento (η). Esta refere-se as perdas que podem existir no sistema: temperatura, incompatibilidade elétrica, aumento de sujeira, cabeamentos, inversor (PINHO; GALDINO, 2014). Para efeitos de cálculos, com considerações conservadoras, será considerado que o sistema terá um rendimento de 80% considerando uma perda de 20%. Com isso, pode agora calcular a potencial total (P_t) que se precisa para alimentar o sistema em questão. Para tal tem-se a seguinte formula:

$$Potencia\ total = \frac{Energia\ de\ Geração}{G_{p0a} \times \eta} \quad [Eq.1]$$

$$Potência\ Total\ (W_{pt}) = \frac{50}{4,08 \times ,80} = 15,31\ W_{pt}$$

Onde:

P_t = Potência média necessária (W_{pt});

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

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

η = Rendimento do sistema (%);

E_g = Energia de Geração (W).

Com este procedimento, sabe-se agora a potência total que o sistema deve absorver através dos módulos fotovoltaicos para alimentar a carga anteriormente citada. Sabe-se que existem diversos valores potenciais de módulos fotovoltaicos. Porém, quando trate-se de um sistema de maior porte como fornecimento de energia para residências e empresas, grande parte dos fabricantes fornecem módulos fotovoltaicos com potência comercial nos valores de 100, 150, 240, 245, 250, 255, 260, 265, 270, 330 até 400 Watts (BYD; RENOV, 2019). Para este caso um módulo de 30W seria o suficiente, mas com o intuito de ser similar a outros fabricantes de bancadas didáticas e de ter a possibilidade de aumentar a carga alimentada futuramente, a escolha foi por um módulo de 90W. Com essa informação é possível se dimensionar os outros componentes como inversor, controlador e baterias.

Para dimensionar a bateria foi calculada a corrente de descarga (I_d), através da equação da potência em relação a tensão das baterias, que neste caso será considerada de 12V. Aplicando-se a equação para a potência de 50 Watts que se deseja alimentar tem-se o seguinte valor de corrente de descarga:

$$P = V \times I_d \quad \text{[Eq.2]}$$

$$I_d = \frac{P}{V}$$

$$I_d \text{ (Ah)} = \frac{50}{12} = 4,16 \text{ Ah}$$

As Baterias indicadas para sistemas de geração fotovoltaicos são as do tipo estacionárias de ciclo profundo. Estas possuem características diferentes do que as automotivas, pois suportam mais ciclos de carga e descarga. No entanto, não devem atingir seus valores mínimos de descarga de modo a preservar a sua vida útil. Deste modo é indicado pelo fabricante uma descarga máxima da bateria de 70%. Sendo assim a bateria indicada para este caso seria uma bateria estacionária de 12V com 7 Ah. Considerando a descarga máxima de 70 % ela ainda ficaria com 4,9 Ah, o que é superior aos 4,16 Ah que necessita o sistema.

Segundo a literatura (ALMEIDA; ROSA; DIAS, 2008), para dimensionamento do inversor de tensão *OffGrid* em Watts, deve se considerar a potência do módulo fotovoltaico. No caso atual, a potência dimensionada para o modulo foi de 90W, então para a escolha do inversor deve-se adotar essa referência. De modo a poder futuramente ampliar o sistema, inversor escolhido foi um de 750W Senoidal 12Vcc/220Vca.

Para o dimensionamento do inversor de tensão do sistema *OnGrid* também deve-se considerar o valor de potência do módulo. Para isto foi definido um inversor de 180W, tensão de entrada até 30 Volts contínuo, saída até 230 Volts contínuo.

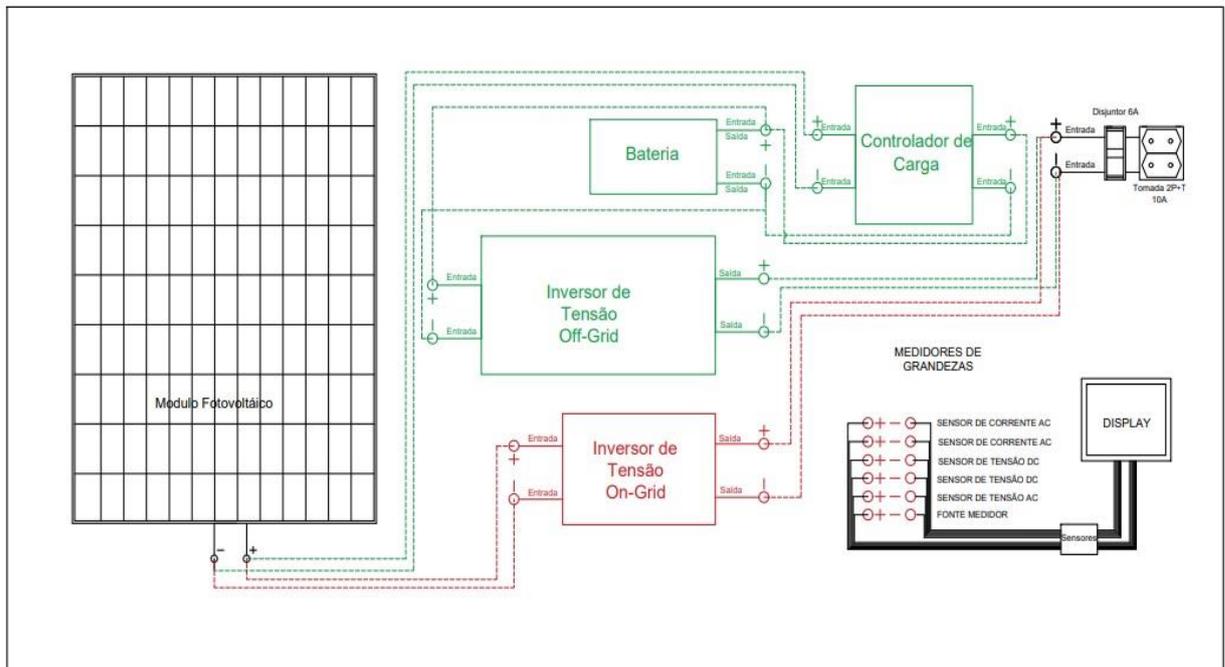
Os controladores de carga se dividem em PWM (*Pulse Width Modulation*) e MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). A primeira opção é o mais utilizado por ter o menor custo, porém é o menos eficiente entre os dois. Já o segundo que tem um custo maior, entrega uma maior eficiência em relação as perdas de corrente. Baseado no fator de eficiência, o controlador de carga utilizado foi o modelo MPPT. Para o dimensionamento do controlador de carga levou-se em consideração a capacidade da bateria já dimensionada anteriormente, este deve operar em um valor de 0,7 Ah que equivale a corrente de carga (I_c). Esta corrente deve ser equivalente a 10% da capacidade total da bateria, que no caso é de 7 Ah.

A proteção do sistema foi efetuada por disjuntor de proteção, cujo seu dimensionamento foi a partir do cálculo da corrente de descarga (I_d). Assim sendo, um disjuntor termomagnético selecionado comercialmente para atende ao um valor acima do

calculado e obedecendo os limites de corrente suportado pelos condutores utilizados (2,5mm²) é de 10A-monopolar, com curva de atuação do tipo “C”.

Analisando os aspectos dos dois sistemas projetados em ambientes reais e assim, traçando elementos que necessitam compor um conjunto compactado para ser utilizado em um ambiente educacional, foi proposto um modelo conforme visto na Figura 10, sendo um diagrama multifilar da maleta didática, com as ligações dos sistemas *OnGrid* e *OffGrid*.

Figura 10 - Diagrama Maleta Didática



Fonte: O autor (2021)

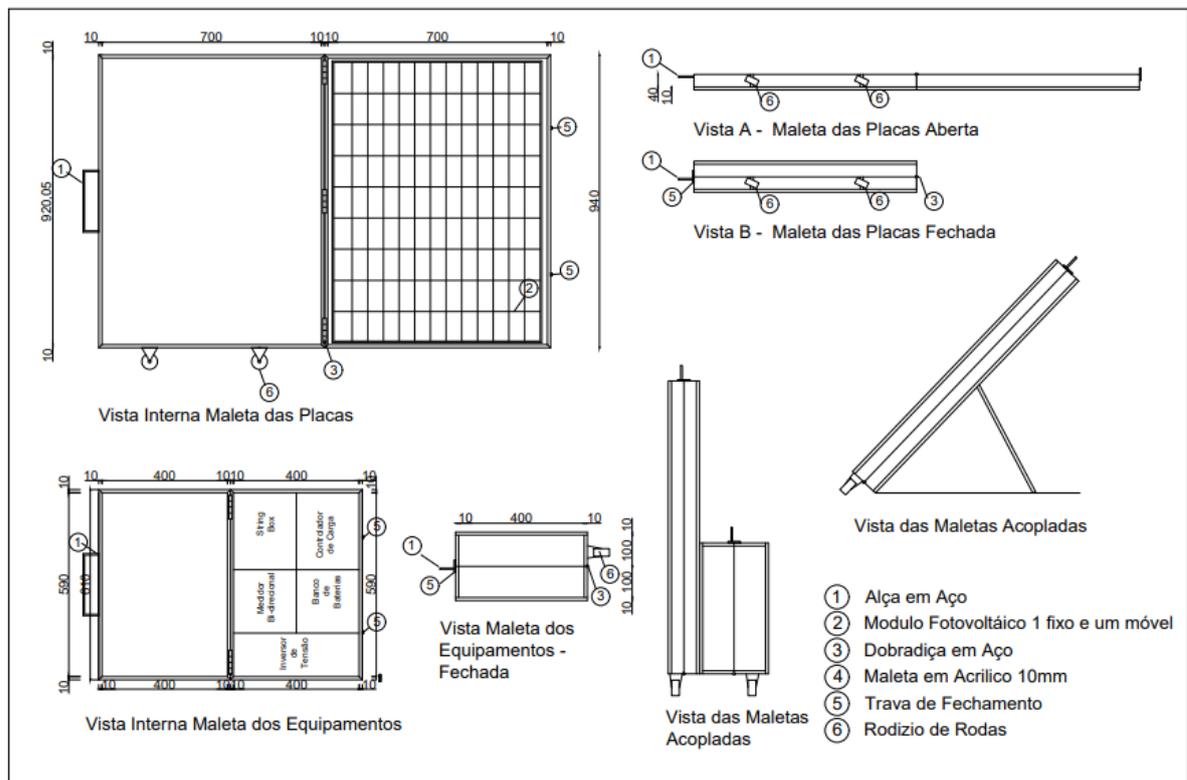
Na figura 10 pode-se identificar um sistema de medição de modo a simular um medidor bidirecional. Este medidor é baseado em sensoriamento de corrente e tensão, operacionalizados por um Arduino¹ com apresentação de dados em um display TFT – LCD.

¹ Arduino é uma plataforma aberta de software e hardware para prototipagem eletrônica que opera em linguagem C/C++.

Este sistema é capaz medir grandezas como tensões e correntes contínuas e alternadas geradas durante as simulações da maleta.

Já dimensionado os elementos, é projetado os recipientes que vão abrigar os mesmos. A intenção é que seja algo resistente e leve ao mesmo tempo, para isso foi escolhida a utilização de compensado com 5mm de espessura. Na figura 11 é apresentado o projeto das maletas com as respectivas medidas.

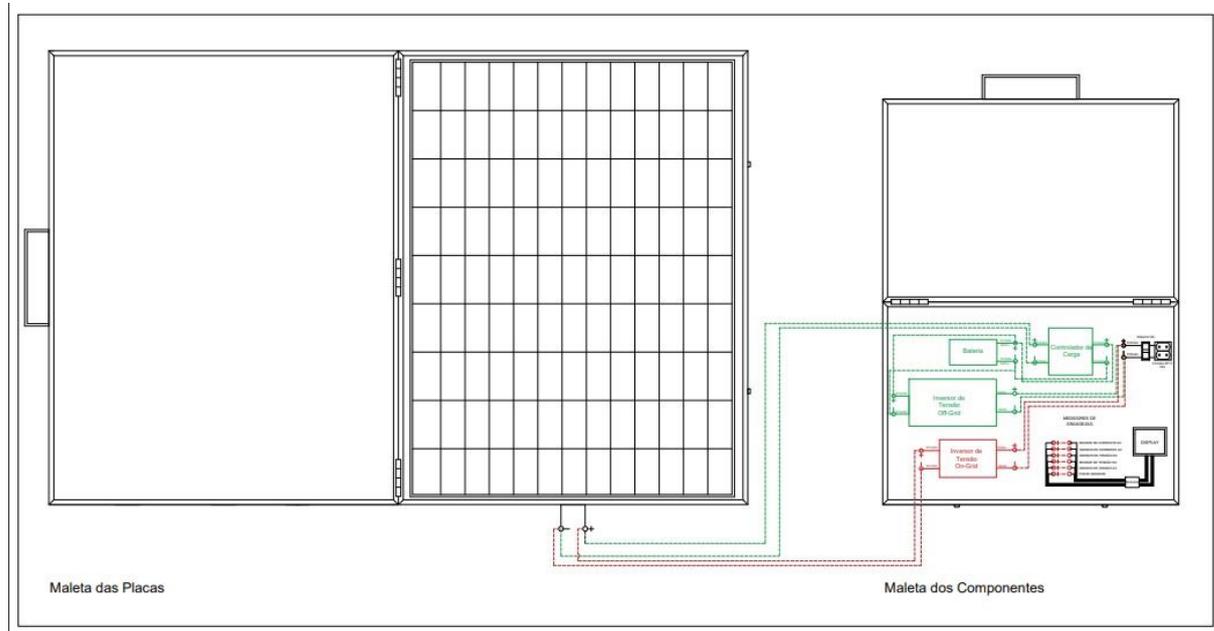
Figura 11- Desenho Técnico das Maletas



Fonte: O autor (2021)

Estes desenhos foram submetidos ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI através do Instituto Federal Catarinense com o pedido de registro de desenho industrial através do número de processo: BR 30 2022 003030 9, com o campo de aplicação principal “Equipamentos de Energia Solar”. No anexo A pode se verificar o protocolo de pedido de registro de desenho industrial junto ao INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

Figura 12- Desenho Técnico das Maletas com os Elementos no Interior



Fonte: O autor (2021)

Na figura 12 pode-se ver o desenho técnico das maletas com os elementos dimensionados instalados em seu interior.

Em seguida será apresentado o orçamento com base no dimensionamento e o layout das maletas desenvolvidas anteriormente.

3.2.3 Orçamento do sistema

Para o levantamento dos materiais foi considerado os seguintes fatores, qualidade, preço e garantia do fabricante. Na Tabela 01 estão relacionados os itens com seus valores unitários e totais, assim como a quantidade necessários para a montagem da maleta.

Tabela 01 – Orçamento dos Elementos do Sistema

Nº	ITEM	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1	Bateria Selada 12v/7ah Distribuidor Oficial Moura	1	166,77	166,77
2	Inversor 12vdc/220v 750w Onda Modificada Hayonik - <i>OffGrid</i>	1	534,00	534,00
3	Inversor GMI - 120W/150W/180W - <i>OnGrid</i>	1	235,73	235,73
4	Controlador Carga 20a - Mppt - Mc2420n10 - SRNE	1	729,00	729,00
5	Painel Solar Fotovoltaico Sun Energy 90w	1	414,00	414,00
6	Rodinha Silicone Gel 35mm Antirisco Sem Travas (kit 4 Un)	2	30,00	60,00
7	Tomada de Sobrepor 2P+T 10A	1	10,00	10,00
8	Cabo com Pino Banana 4mm ² x 1m Preto	10	11,00	110,00
9	Cabo com Pino Banana 4mm ² x 1m Vermelho	10	11,00	110,00
10	Borne conector banana fêmea Preto 4mm ²	20	2,70	54,00
11	Borne conector banana fêmea Vermelho 4mm ²	20	2,70	54,00
12	Disjuntor monopolar 10 Ampères	1	12,00	12,00
13	Serviços de Metalurgia/Carpintaria/Serigrafia/Serraria	1	1200,00	1200,00
14	Display LCD TFT 3.2" 240x320	1	150,00	150,00
15	Sensor de Corrente ACS712 -30A a +30A	1	30,00	30,00
16	Kit Jumper Macho - 40 peças	1	26,00	26,00
17	Placa MEGA 2560 R3 + Cabo USB para Arduino	1	130,00	130,00
18	Sensor De Tensão Voltagem DC 0 A 25 V Arduino	2	60,00	30,00
Valor Total			3754,9	4085,5

Fonte: O autor (2021)

O valor total do orçamento já incluindo a mão de obra para montagem ficou em R\$4.085,5 (quatro mil, oitenta e cinco reais e cinco centavos). Segue Tabela 02 com os valores de orçamentos de bancadas comerciais similares ao produto apresentado.

Tabela 02 – Comparação de Orçamentos

Nº	Empresa	Modelo	Valor (R\$)	Data do Orçamento
1	Líder Didática Comercio de Equipamentos (bancada)	<i>OffGrid</i>	18.900,00	25/01/2022
2	Didatech Comércio e Automação de Sistemas Educacionais (bancada) – DT ER015	<i>OffGrid</i>	78.448,00	10/02/2022
3	Didatech Comércio e Automação de Sistemas Educacionais (bancada) – DT ER019	<i>Off/OnGrid</i>	59.335,00	10/02/2022
4	Exto Tecnologia (bancada)	<i>OffGrid</i>	31.284,10	19/11/2020

Fonte: O autor (2021)

Em comparação com os sistemas comerciais orçados nota-se uma diferença significativa de valores, tendo uma variação de 78,54% a 94,83% a mais no valor do produto em relação ao projeto apresentado. Considerando que as empresas têm os custos de impostos e o lucro, ainda assim é uma grande diferença. Sem contar que os produtos orçados comercialmente só apresentam em sua maioria a opção do sistema *OffGrid*. Com disso pode-se comparar outros pontos além do valor entre os sistemas, essa comparação foi feita em relação a bancadas didáticas, já que poucas empresas fornecem o equipamento em um esquema de maleta e com todos os elementos que foi implantado neste projeto. A comparação mais próxima da realidade é a de utilizar valores de bancadas com os elementos categorizados conforme tabela 3.

Tabela 03 – Comparação de Características dos Sistemas

	IFC	Líder	Didatech - DT ER015	Didatech - DT ER019	Exto
Possui Sistema <i>OffGrid</i>	✓	✓	✓	✓	✓
Possui Sistema <i>OnGrid</i>	✓	✗	✗	✓	✗
Fácil Locomoção	✓	✗	✓	✗	✗
Apostila	✓	✓	✓	✓	✓
Aplicativo	✓	✗	✗	✗	✗
Material Consultivo Disponível	✓	✗	✗	✗	✗
Valor (R\$)	4.085,50	18.900,00	78.448,00	59.335,00	31.284,10

Fonte: O autor (2021)

Com isto foi realizado a compra dos materiais e a montagem como será mostrado a seguir.

3.2.4 Montagem e Testes do Sistema

A montagem e testes dos sistemas ocorreram nos laboratórios de eletrotécnica e eletrônica do IFC São Francisco do sul. Foram testados isoladamente os sistemas *Ongrid* e *OffGrid* conforme pode ser visto nas figuras 13, 14 e 15. Esta montagem seguiu o diagrama unifilar apresentado na figura 10 apresentada anteriormente.

Figura 13 - Teste do Sistema *OnGrid*



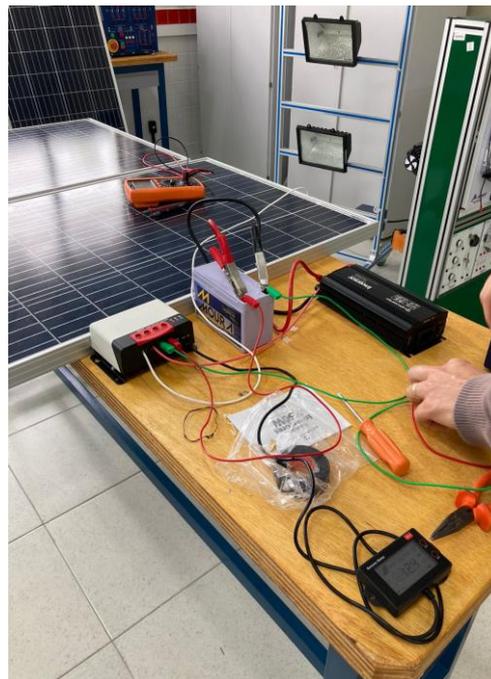
Fonte: O autor (2021)

Figura 14 - Testes dos Sistema *OnGrid*



Fonte: O autor (2021)

Figura 15 - Testes do Sistema *OffGrid*



Fonte: O autor (2021)

Os testes dos sistemas foram realizados com sucesso. Porém deve-se orientar e alertar o leitor para que tenham atenção às especificações técnicas de cada elemento. Importante verificar antes de cada compra a faixa de tensão que os módulos geram, se atendem as faixas de entrada do controlador de carga, e se o inversor de tensão opera dentro da tensão fornecida pela bateria. Deve-se verificar também qual será a iluminação utilizada para gerar a energia no modulo fotovoltaico, se esta vai ser natural ou simulada. Neste caso ela foi simulada por lâmpadas auxiliares que se encontravam no laboratório.

Após a fase de testes iniciou-se a fase de montagem da maleta. Como apresentado na Figura 16. A disposição dos elementos dentro da maleta, assim como o modulo fotovoltaico, tiveram sua fixação com parafusos. Para proteger os equipamentos foi utilizado uma chapa acrílica transparente também fixada através de parafusos, criando uma boa resistência. As conexões que ficaram expostas são somente os bornes fêmeas onde serão conectados os cabos bananas, fornecendo bastante segurança aos operadores. Acima do acrílico estão identificados com etiquetas as entradas e saídas de cada elemento, assim como a identificação dos elementos. Também está colocado um informativo com as melhores práticas e segurança para a operação do sistema.

Figura 16 - Maleta com os Elementos



Fonte: O autor (2022)

Figura 17 - Maleta com os Elementos



Fonte: O autor (2022)

Figura 18 - Maletas dos Elementos e Módulo Acopladas



Fonte: O autor (2022)

Após a montagem do produto foi possível fazer uma demonstração do sistema, assim como explicar as particularidades de funcionamento de cada modo de instalação. A demonstração aconteceu para alunos do ensino técnico do IFC São Francisco do Sul e alunos

do nono ano de uma escola estadual do município de São Francisco do Sul – SC que visitavam as instalações do laboratório naquele momento. Abaixo registros da aula demonstrativa.

Figura 19 - Aula Demonstrativa



Fonte: O autor (2022)

Figura 20 - Aula Demonstrativa



Fonte: O autor (2022)

A experiência foi excelente, houve interação dos alunos com o assunto e muitos questionamentos que puderem ser explicados de forma fácil devido a ferramenta ser bem interativa. Também se notou o despertar da curiosidade dos alunos para a tecnologia de geração de energia solar através de módulos fotovoltaicos visto que já é realidade em muitas casas da região.

3.2.5 Apostila e Aplicativo

A ideia de desenvolver um material de acompanhamento segue as diretrizes das bancadas comerciais que possuem esse apoio aos seus produtos. Por isso, decidiu-se desenvolver uma apostila que seja parte do produto, com seu conteúdo voltado para explicações teóricas de cada elemento da maleta e o diagrama de montagem e questionamentos sobre o sistema. Este material está destinado ao público do ensino médio e técnico das áreas correlatas. A apostila está detalhada no apêndice A.

Em paralelo a apostila foi desenvolvido um aplicativo através da plataforma *Bubble*, sendo possível acessar ele por meio do link <<http://appbancada.bubbleapps.io/version-test>>. O aplicativo é separado por páginas, cada uma contendo um tópico diferente, sendo eles a tela de início, tela de componentes, tela sobre os conceitos da bancada e uma aba sobre os cuidados que se deve ter ao utilizar o sistema. Na figura 22 é possível ver a capa do aplicativo e no apêndice B outras partes que compõem a ferramenta.

Figura 21 - Capa do Aplicativo



Fonte: O autor (2022)

A ferramenta usada para a criação do aplicativo utiliza uma linguagem de programação visual, contendo blocos onde é colocado sua função, sendo mais fácil de se programar na mesma. Para utilização nas aulas, cada aluno poderá acessar o link via celular ou computador.

3.3 Resultados

Os resultados esperados foram alcançados, pois foi possível desenvolver um produto que atenda a demanda de disseminar o conhecimento sobre energia fotovoltaica, popularizando este assunto com alunos e ouvintes. Demonstrar como é possível desenvolver um produto de qualidade e de baixo custo, pode de certa forma despertar em outras instituições a intenção de replicar a ideia e ter em seus campi um material semelhante.

O passo a passo, desde o dimensionamento até a montagem do sistema poderá servir como guia para novas experiências, sendo este um dos objetivos que foi cumprido deste trabalho. Além disso, o produto em si, possui a praticidade de locomoção. O desenvolvimento da apostila e o aplicativo, que são mais outros dois produtos dentro de um só. Desenvolver uma maleta didática de qualidade e baixo custo em relação aos produtos existentes no mercado, era um segundo objetivo que foi cumprido do trabalho.

Alguns contratempos durante os testes e montagem foram encontrados, principalmente em relação a compatibilidade dos elementos, mas superados através de pesquisas e compreender como cada elemento funcionava e interagia com os demais. De modo geral, os principais resultados esperados no início do projeto foram alcançados com sucesso e pode-se entregar um produto completo incluindo maletas, apostila e aplicativo.

Como complemento dos resultados, é importante informar que no início do ano o conteúdo deste trabalho foi submetido a uma editora chamada Dialética que aceitou a submissão e tornou o conteúdo como capítulo de livro. O livro questão é o CAMINHOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - PERSPECTIVAS INTERDISCIPLINARES: VOLUME 2, com as seguintes informações:

DOI do Livro: 10.48021/978-65-252-4813-4

ISBN do Livro físico: 978-65-252-4813-4

ISBN do E-book: 978-65-252-4812-7

DOI do capítulo: 10.48021/978-65-252-4813-4-c3

Figura 22 - Capítulo de Livro



Fonte: O autor (2022)

3.3 Discussão

Durante o desenvolvimento do projeto e execução do mesmo surgiram desafios que levam à fatores que devem ser discutidos de modo a aprimorar o processo assim como o produto final.

Em relação a parte técnica do projeto um dos pontos que devem ser levantados é o fato de que os elementos comprados tinham potência superior ao calculado, isso também reflete no valor do sistema como um todo. Isto ocorreu porque o cálculo inicial do sistema era para operar cargas de até 500W. A compra dos elementos foi realizada com base neste quesito. No entanto, viu-se que o conjunto de maletas ficaria muito pesado e de difícil manuseio. Então, do projeto original para o apresentado foi retirado um modulo fotovoltaico, uma bateria estacionária de 12V e o inversor *OnGrid* que era de 1000W, foi reduzido para um de 120W. Com isso ganhou-se em redução de peso do conjunto, seguindo de fácil manuseio do protótipo. Também fica como uma orientação para que desejar desenvolver o mesmo projeto, verificar inicialmente a necessidade de alimentação das cargas. Outro ponto técnico que vale se discutir em relação as melhorias que podem ser implementadas no sistema da maleta. As maletas foram feitas de madeira compensada, isto porque em material acrílico o valor seria muito alto para fornecer a mesma resistência que a madeira apresenta. No entanto, outro material como alumino ou inox pode ser pensado futuramente de modo a dar mais leveza ao sistema desde que não agreguem muito ao valor final.

Foi efetuado experiencias com o protótipo em apresentações aos alunos do ensino técnico do IFC São Francisco do Sul /SC e através da interação deles notou-se grande interesse no assunto. Isto corrobora com a afirmação de que a aula prática é um mecanismo facilitador do processo de ensino-aprendizagem e que a aplicação de práticas pedagógicas diversificadas contribui para a aprendizagem dos alunos (CARLOS;AMORIM;THEBAS,2017). Muitos questionamentos surgiram por parte dos alunos e possibilidade de explicar mostrando como ocorriam os fatos e como funcionava cada

elemento da maleta facilitou tanto a explicação para o professor quanto o entendimento para o aluno. A abordagem prática poderia ser considerada não só como ferramenta, mas também ser utilizada como um fim em si só, enfatizando a necessidade de mudança de atitude para com a natureza e seus recursos, pois além de sua relevância disciplinar, possui profunda significância no âmbito social devido (PRESTES; MACHADO RODRIGUES, 2020). A educação de jovens e adultos é uma modalidade de ensino que na maioria das vezes atende alunos que possuem compromissos diários e a rotina cansativa. Isto faz com que haja um desinteresse em dar segmento aos estudos, e para recuperar o interesse desses alunos, é preciso diversificar a metodologia de ensino (CARLOS;AMORIM;THEBAS,2017).

Discutir sobre esse projeto é refletir a gama de benefícios que foi despertada ao longo de seu desenvolvimento. As etapas de projetar, dimensionar, orçamento, comparação, montagem, testes, demonstração, por sim só cada uma seria responsável por longas discussões. Quando se entra no campo dos produtos que surgiram junto do projeto como a apostila e o aplicativo surgem novas possibilidades que podem gerar projetos independentes com diferentes finalidades. Este projeto também despertou a ideia de haver um programa de incubadoras dentro das instituições para desenvolvimento de protótipos semelhantes. Além do campo fotovoltaico, existem experiências que podem ser desenvolvidas como a geração de energia por turbinas eólicas. São produtos com potencial enorme de comercialização e que se viabilizados podem ser produzidos dentro das instituições para outras instituições, despertando o espírito empreendedor.

Este projeto irá atingir diretamente 3.019 alunos, considerando 856 no campus São Francisco do Sul e 2.163 no campus Araquari (PNP,2022). Isto se faz possível devido a sua fácil locomoção entre ambientes, um dos pontos principais deste protótipo. Considerando que pode ser levado e apresentado nas escolas do município e região e poderá ser replicado através de consulta no seu material descritivo é incontável o número de pessoas que este pode atingir.

3.5 Conclusão

É fato que a busca por novas fontes de energia tornou-se uma corrida contra o tempo nas últimas décadas, ainda mais quando se relacionamos energias renováveis. Este projeto buscou de forma clara e objetiva destacar a importância desses assuntos de forma prática no ambiente acadêmico. O intuito é preparar o aluno para atuar na sociedade com uma visão da possibilidade da aplicação prática da energia solar através de módulos fotovoltaicos, que tal assunto não fique somente no campo teórico. Além de atingir diretamente os alunos do IFC São Francisco do Sul/SC, este projeto buscar levar essa tecnologia à comunidade, através de apresentações nas escolas. Também é possível com este artigo atingir um número incontável de pessoas que se interessam pelo assunto e possam replicar a ideia tanto no meio acadêmico, quanto em suas próprias casas.

Foi desenvolvido um produto de qualidade e de baixo custo em relação aos produtos apresentados no mercado de bancadas didáticas. O resultado foi positivo nas etapas demonstradas: dimensionamento, desenhos técnicos, orçamentos, comparativos, montagem e testes. Além disso, juntamente com esse produto foram gerados mais dois materiais: a apostila e o aplicativo, estes essenciais para o auxílio na compreensão do assunto.

A Maleta Didática para Estudos de Geração de Energia Solar Fotovoltaica é um material físico, que será utilizada para exercícios práticos relacionados a geração de energia fotovoltaica. O desenvolvimento deste produto gera um impacto direto na comunidade local e regional do município de São Francisco do Sul, na qual, o sistema poderá ser apresentado, na forma de visitas e feiras.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do projeto mostrou a possibilidade de dimensionar e estruturar uma maleta didática, para estudo de geração de energia fotovoltaica com qualidade e de baixo custo, além de disseminar entre os alunos esta tecnologia, na sociedade na comunidade em geral é uma forma de superar as carências nas instituições de ensino.

De maneira geral, este protótipo oferece opções de melhorias a serem implementadas, como aumentar a energia gerada e alimentar mais equipamentos elétricos, além de melhorias estéticas, na apostila e no aplicativo.

O trabalho também se destaca no fato do presente produto, pode ser desenvolvido dentro das instituições de ensino pelos seus colaboradores e alunos, comercializadas ou doadas as outras instituições, ou outra alternativa, seria a criação de incubadoras dentro do próprio campus, desta forma, além de todo o conhecimento envolvido, também o de desenvolver o espírito empreendedor.

5 REFERÊNCIAS

- ABNT, A. B. DE N. T. **NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro 30.09.2004, , 2004.
- ALMEIDA, E.; ROSA, A.; DIAS, F. C. L. S. **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**. *Journal of Chemical Information and Modeling*, v. 53, n. 9, p. 287, 2008.
- ALVES, A. L. Ministério da Economia. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**, p. 2020, 2020.
- BYD, E. DO B.; RENOV, E. **Soluções em energias renováveis**. v. 1, p. 12, 2019.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço energético nacional 2018: Ano base 2017**. Ministério de Minas e Energia, p. 15–25, 2018.
- INSTITUTO; TEIXEIRA, N. DE E. E P. E. A. **Resumo Técnico do Censo da Educação Superior 2019**. Brasília, 2021.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2018: Highlights**. v. 32, n. 0, p. 23–28, 2018.
- MARINOSKI, D. L.; SALAMONI, I. T.; RÜTHER, R. **Pré-dimensionamento de Sistema Solar Fotovoltaico: Estudo de Caso do Edifício Sede do CREA-SC**. p. 3–13, 2004.
- MOREIRA PEIXOTO PEREIRA, H.; ROSA MENDES, L. F. **Análise de rendimento do sistema de bombeamento de água por energia solar fotovoltaica para irrigação de um viveiro de mudas**. Rio de Janeiro, 2019.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Revisada e ed. Rio de Janeiro: [s.n.].
- RODRIGUES, F.; WODIHY, J.; GONÇALVES, A. **Energias Renováveis: Buscando por uma Matriz Energética Sustentável**. p. 17, 2015.
- VALLÊRA, A. M.; BRITO, M. C. **Meio Século De História Fotovoltaica**. *Gazeta de Física*, p. 10–15, 2004.
- PRESTES, E.; MACHADO RODRIGUES, L. **Levantamento Sobre a Importância de Aulas Práticas Para o Ensino Superior de Engenharia**. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 8, n. 1, 14 fev. 2020.ar
- DA SILVA, EDVALDO FERREIRA; QUEIROZ, YAGO. **O Uso de Aulas Práticas no Ensino e Aprendizagem Na Disciplina de Química: Identificação de Açúcares Redutores Pela Reação de Benedict**. *Anais do Congresso Nacional de Educação*, 2021, Campina Grande. Anais, Editora Realize, 2021.
- CARLOS, M. C.; AMORIM, L. C.; THEBAS, A. de M. M. **A Importância das Aulas Práticas na Perspectiva de Alunos Jovens e Adultos**. *Revista Univap, [S. l.]*, v. 22, n. 40, p. 672, 2017.
- BARROS, MARGARIDA DE JESUS ESPADA BRÁS DA SILVA RAMOS E. **Influência das Aulas Práticas Laboratoriais e Teórico-práticas na Aprendizagem dos Alunos**. Master Thesis. Repositório Universidade de Évora, 2013.
- CRESESB**. Cresesb: Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito, 2014. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em: 05 de jun. de 2021.
- CELESC**. Celesc: Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A, 2021. Disponível em: <<https://www.celesc.com.br/>>. Acesso em: 06 de jun. de 2021.

PNP. Pnp: Plataforma Nacional Nilo Peçanha, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/pnp>. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

MEDEIROS, I. P. M. M., BARBOSA, C. R. F., FONTES, F. A. O., MEDEIROS, R. R. B., VALCACER, S. M., AZEVEDO, F.V. **Bancada Didática Para Simulação de Painéis Fotovoltaicos.** Revista Tecnologia & Cultura – n.27, ano 18 – jan./jun. 2016.

TORRES, P. F., COSTA, A. F. P, GALHARDO, A. M., PINHO, J. T., MACEDO, W. N. **Desenvolvimento de Bancada Didática Para Demonstração da Conexão e Operação de Sistemas Fotovoltaicos Conectados à Rede de baixa Tensão,** Anais: VI CBENS – VI Congresso Brasileiro de Energia Solar, Belo Horizonte, 2016.

DA FONSECA, A. C., SOUSA, S. C., ALVES, V. P. O., BARBOSA, C. F. O., PINHO, J. T., PEREIRA, E. J. S. **Bancada Didática Demonstrativa da Operação de Sistemas Fotovoltaicos Isolados,** Anais: VIII CBENS – VIII Congresso Brasileiro de Energia Solar, Fortaleza, 2020.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Apostila que acompanha a Maleta Didática.



Estruturação e Desenvolvimento de Maleta Didática de Baixo Custo para Estudos em Energia Solar Fotovoltaica *OnGrid* e *OffGrid*

Autor: Discente em Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais Lucas Tadeu da Silva – IFC Araquari

Orientador: Professor Dr. Sandro Augusto Rhoden - IFC São Francisco do Sul – SC

Coorientador (es): Professor Dr. Eduardo Augusto Werneck - IFC São Francisco do Sul – SC

Professor Me. Lucas Knebel Centenaro - IFC São Francisco do Sul – SC –

SUMÁRIO

1. Introdução.....	2
2. Energia Fotovoltaica	3
3. Identificando o Sistema <i>OnGrid</i> e <i>OffGrid</i>.....	4
4. Principais Elementos	5
5. Montagem do conjunto	8
6. Principais cuidados com o sistema	10
7. Exercícios:.....	11
8. REFERENCIAS.....	14

1. Introdução

Esta apostila é destinada ao público do ensino médio e turmas do ensino técnico com áreas correlatas ao assunto, visando o aprendizado sobre geração de energia solar fotovoltaica. Propondo assim, o preparo teórico sobre o assunto abordado, tanto sua aplicação quanto seus benefícios.

Dessa forma, o leitor consegue compreender da melhor forma essa produção de energia alternativa, que corresponde ao total de 1,7% da matriz energética brasileira, que mesmo não sendo a mais utilizada possui variadas vantagens

Assim, nesta apostila será abordado tanto os conceitos básicos quanto os principais elementos para a produção energética. Iremos abordar também o meio prático com alguns exercícios ao fim dessa apostila, temos como objetivo não somente ensinar, mas também aplicar o que se foi aprendido.

2. Energia Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica nada mais é do que a conversão direta da radiação solar em energia elétrica. Essa conversão é realizada pelas chamadas células fotovoltaicas, compostas por material semicondutor, normalmente o silício. Ao incidir sobre as células, a luz solar provoca a movimentação dos elétrons do material condutor, transportando-os pelo material até serem captados por um campo elétrico (formado por uma diferença de potencial existente entre os semicondutores). Dessa forma, gera-se eletricidade.

Constituído por painéis, módulos e equipamentos elétricos, o sistema fotovoltaico não exige um ambiente com alta radiação para funcionar. No entanto, a quantidade de energia produzida depende da densidade das nuvens, ou seja, quanto menos nuvens houver no céu, maior será a produção de eletricidade.

Essa forma de obtenção de energia, uma das mais promissoras atualmente, vem crescendo cada vez mais em virtude da redução dos preços e dos incentivos oferecidos para que os países adotem fontes renováveis de energia (SOUSA, Rafaela).

Figura 1 - Painéis Solares

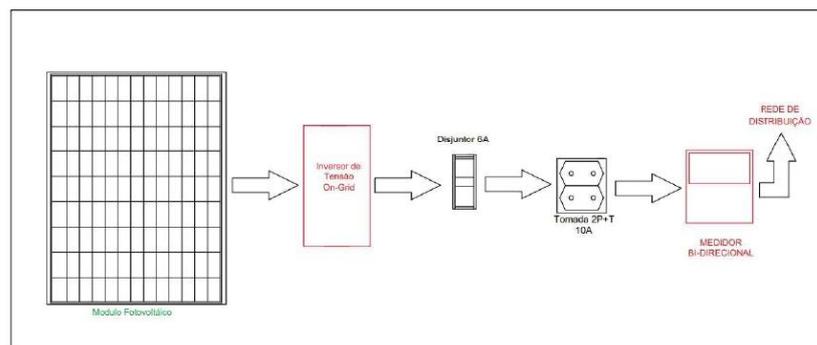


Fonte: O Autor (2021)

3. Identificando o Sistema *OnGrid* e *OffGrid*

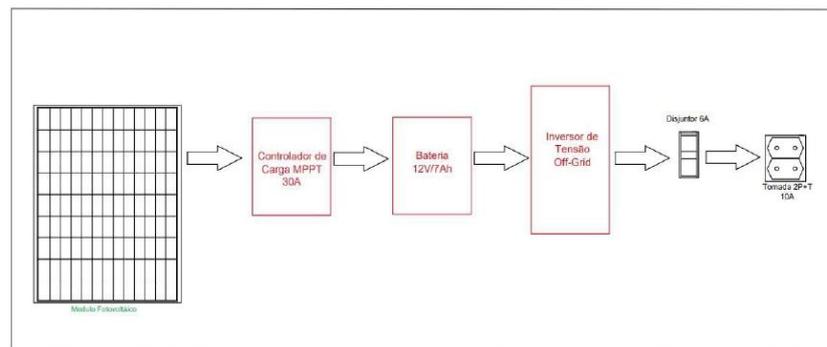
OnGrid é aquele em que o mesmo é conectado à rede pública de energia, dessa forma quando o sistema solar produz mais energia do que consome a unidade, esta sobra volta para a rede pública gerando créditos para o consumidor. Do contrário, quando o sistema solar produz menos energia do que a consumida, a rede pública complementa essa falta, desta forma gerando um débito ao consumidor. Esse sistema pode ser implementado em casas, prédios, e fábricas, entre outros.

Figura 2 - Sistema *OnGrid*



Fonte: O Autor (2021)

OffGrid - O sistema isolado, é aquele que não possui ligação com a rede pública de energia, sendo assim necessita de um banco de baterias para armazenar a energia sobressalente. Esse sistema é geralmente utilizado em lugares remotos, como áreas rurais, onde não há fornecimento público de energia (MOREIRA PEIXOTO PEREIRA; ROSA MENDES, 2019).

Figura 3 - Sistema *OffGrid*

Fonte: O Autor (2021)

4. Principais Elementos

Na sequência descreve-se a definição dos principais elementos presentes em ambos os sistemas. Todos os elementos abaixo estão identificados na figura 3.

Módulo fotovoltaico ou placas solares em sua maioria, tem como principal elemento de composição o silício, e geram energia quando expostas aos fótons através do efeito fotovoltaico.

Figura 4 - Módulo Fotovoltaico



Fonte: O autor (2021)

As baterias de corrente contínua são do tipo estacionárias de 12V utilizadas para armazenar a energia do sistema *OffGrid*.

Figura 5- Bateria Estacionária



Fonte: O autor (2021)

O Inversor de tensão é um componente utilizado para converter a tensão contínua gerada pelas placas, em corrente alternada. Cada sistema tem seu próprio inversor, ou seja, para estes experimentos foram necessários dois inversores. Isto se deve ao fato de que para operar ligado na rede, o inversor para o sistema *OnGrid* possui uma configuração diferente e mais complexa que o *OffGrid*.

Figura 6- Inversor de Tensão *OffGrid*



Fonte: O autor (2021)

Figura 7- Inversor de Tensão *OnGrid*



Fonte: O autor (2021)

O Controlador de carga tem a função de proteger as baterias de serem sobrecarregadas, ou descarregadas profundamente.

Figura 8- Controlador de Carga



Fonte: O autor (2021)

O medidor de energia bidirecional instalado pela concessionária de energia, é o equipamento que contabiliza a quantidade de energia enviada (crédito em Kwh) e consumida da rede elétrica. Neste caso foi utilizado um medidor baseado em sensoriamento de corrente e tensão, operacionalizados por um Arduino¹ com apresentação de dados em um display TFT – LCD.

String box é o nome dado ao quadro utilizado para proteção e manutenção do sistema.

Watt (W) é a unidade de medida para potência.

¹ Arduino é uma plataforma aberta de software e hardware para prototipagem eletrônica que opera em linguagem C/C++.

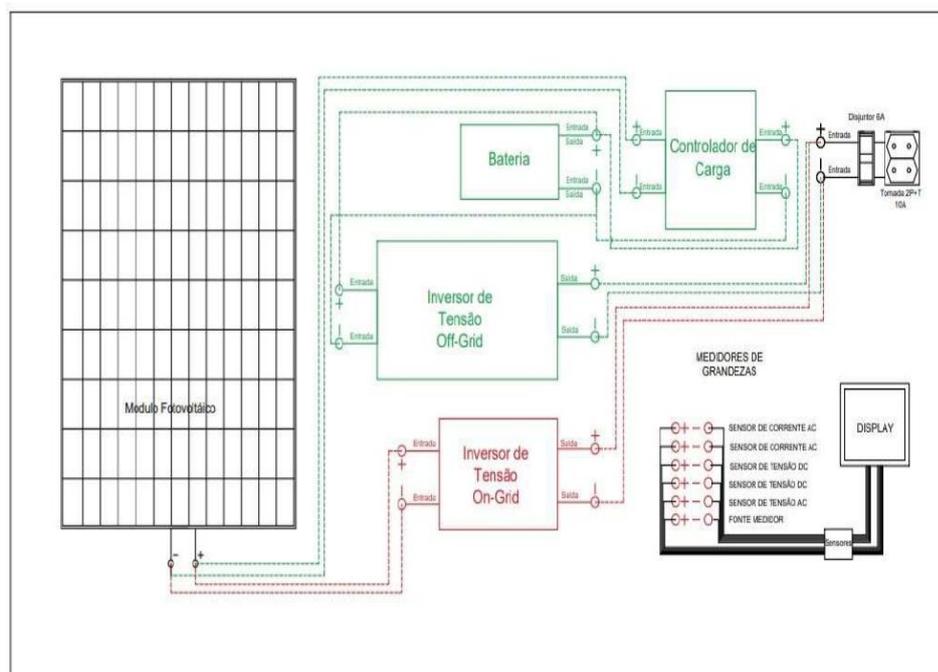
Watt Hora (Wh) é a unidade de medida para potência consumida ou gerada por hora.

Volt (V) é a unidade de medida para tensão.

5. Montagem do conjunto

Abaixo esquema de ligação dos sistemas OffGrid (em verde) e OnGrid (em vermelho).

Figura 9 - Esquema de Ligação dos Sistemas



Fonte: O autor (2022)

Para o sistema *OffGrid*, seguir os seguintes passos para efetuar as ligações:

1. Com um par de cabos bananas ligar o positivo e o negativo do módulo junto à entrada positiva e negativa respectivamente do controlador de carga;
2. Com outro par de cabos bananas ligar o positivo e negativo da saída do controlador referente à bateria estacionária nas entradas positivo e negativo da mesma;
3. Com um par de cabos bananas ligar a saída positiva e negativa da bateria na entrada do inversor de tensão *OffGrid*. **CUIDADO - Após esse passo, cuidar com as saídas do inversor de tensão, pois estas podem já estar fornecendo uma tensão de 220V AC;**
4. Das saídas do inversor *OffGrid* conectar respectivamente os cabos na entrada do sistema de tomada e disjuntor;
5. Ligar a lâmpada na tomada junto ao disjuntor;
6. No sistema de medição poderão ser tomadas as tensões e correntes na saída de cada elemento.

Lembre-se que a medição de corrente deve ser feita com o circuito aberto e todo o processo ser feito com o acompanhamento de um responsável.

Para o sistema *OnGrid*, seguir os seguintes passos para efetuar as ligações:

1. Com um par de cabos bananas ligar o positivo e o negativo do módulo junto à entrada positiva e negativa respectivamente do inversor de tensão *OnGrid*.
2. Com um par de cabos bananas ligar a saída positiva e negativa do inversor de tensão *OnGrid* junto a entrada positiva e negativa do sistema de tomada e disjuntor. **CUIDADO - Após esse passo, cuidar com as saídas do inversor de tensão, pois estas podem já estar fornecendo uma tensão de 220V AC;**
3. Com a extensão auxiliar ligar a tomada do sistema de disjuntor à uma tomada da rede elétrica da sala. Somente após conectada a extensão na rede poderá ser ligado o disjuntor de proteção.
4. No sistema de medição poderão ser tomadas as tensões e correntes na saída de cada elemento.

Lembre-se que a medição de corrente deve ser feita com o circuito aberto e todo o processo ser feito com o acompanhamento de um responsável.

6. Principais cuidados com o sistema

Transporte da Maleta – Por ser um material delicado, deve-se transportar com o maior cuidado possível, tentando evitar movimentos bruscos.

Conexões no ato da montagem – Conexões erradas podem prejudicar o projeto, e podem levar até a perda de certos materiais. Somente energize o circuito após a revisão do professor.

Posicionamento das placas solares para a maior radiação – No Brasil, a melhor direção do painel solar fotovoltaico é a voltada para o Norte. Isso tendo em vista que, no hemisfério Sul, o Sol nasce no Leste, sobe se inclinando ao Norte e se põe no Oeste. A direção do painel solar tem uma grande importância na captação de energia, de modo que utilizar a direção do painel solar correta pode fazer com que seu projeto de energia solar custe menos recursos e tempo para ser finalizado, além de aumentar a eficiência do painel solar.(PORTAL SOLAR S.A.)

7. Exercícios:

Sobre o sistema *OnGrid*, responda às seguintes questões:

1 - A que rede o sistema *OnGrid* é conectado?

- a) O sistema *OnGrid* é conectado a uma bateria, podendo assim gerar energia ao consumidor.
- b) O sistema *OnGrid* é conectado a uma rede pública, gerando créditos ao consumidor e quando necessário utiliza a rede pública para consumo.
- c) O sistema *OnGrid* é conectado a um gerador, podendo assim distribuir energia ao local de consumo.

2 - Para o que o inversor de tensão *OnGrid* é projetado?

- a) É projetado para interagir com o sinal senoidal, podendo assim haver mistura de energia, tanto a energia que vem da rede, como também a gerada.
- b) É projetado para converter corrente alternada que vem direto das placas solares, para corrente contínua que vai para o local de consumo.
- c) É projetado para converter a corrente que vem direto da rede, e só assim podendo distribuir a energia no local de consumo.

3 - Qual será a fonte de energia do consumidor, se o sistema solar não produzir energia suficiente para o local?

- a) Será utilizado energia eólica
- b) Será utilizado baterias e geradores
- c) Será utilizado a rede de energia pública

4 - Quais são os equipamentos utilizados no sistema *OnGrid*

- a) Painel solar; inversor de tensão; medidor de energia bidirecional; inversor de frequência; String box.
- b) Medidor de energia bidirecional; Painel solar; inversor de tensão; inversor de frequência; Bateria; Controlador de carga.
- c) Inversor de tensão; controlador de carga; String box; Painel solar; medidor de energia bidirecional.

5 - O sistema *OnGrid* é mais utilizado em qual área?

- a) É mais utilizado nas áreas rurais.
- b) É mais utilizado nas áreas urbanas.
- c) É utilizado em ambas as áreas, rurais e urbanas.

Sobre o sistema *OffGrid*, responda às seguintes questões:

1- A que rede o sistema *OffGrid* é conectado?

- a) O sistema *OffGrid* é conectado a uma rede de motores, podendo assim distribuir energia ao local de consumo.
- b) O sistema *OffGrid* é conectado a uma rede pública, gerando créditos ao consumidor e quando necessário utiliza a rede pública para consumo.
- c) O sistema *OffGrid* é conectado a uma bateria ou um gerador, podendo assim gerar energia ao consumidor.

2 - As baterias utilizadas para armazenar a energia do sistema *OffGrid* são de quantos volts?

- a) 5V
- b) 24V
- c) 220V

3 - Qual a função de um inversor de tensão *OffGrid*?

- a) Ele tem como função inverter a corrente contínua que vem da bateria ou gerador, para corrente alternada, que é a utilizada no local de consumo.
- b) Ele tem como função inverter a corrente alternada que vem da rede pública, para corrente contínua, que é a utilizada no local de consumo.
- c) Ele tem como função inverter a corrente contínua que vem da rede pública, para corrente alternada, que é a utilizada no local de consumo.

4 - Quais são os equipamentos utilizados no sistema *OffGrid*?

- a) Painel solar; inversor de tensão; inversor de frequência; Bateria ou Gerador; Controlador de carga.
- b) Inversor de tensão; controlador de carga; String box; Painel solar; medidor de energia bidirecional.

c) Painel solar; inversor de tensão; medidor de energia bidirecional; inversor de frequência; String box.

5 - Para que ele serve o controlador de carga?

- a) Controlar a quantidade de energia que está sendo consumida.
- b) Evitar sobrecarga das baterias ou a descarga delas.
- c) Controlar a quantidade de energia que está vindo da rede pública.

Gabarito:

Sistema *OnGrid*

- 1 - B = O sistema *OnGrid* é conectado a uma rede pública, gerando créditos ao consumidor e quando necessário utiliza a rede pública para consumo.
- 2 - A = É projetado para interagir com o sinal senoidal, podendo assim haver mistura de energia, tanto a energia que vem da rede, como também a gerada.
- 3 - C = Será utilizado a rede de energia pública
- 4 - A = Painel solar; inversor de tensão; medidor de energia bidirecional; Inversor de frequência; String box.
- 5 - B = É mais utilizado nas áreas urbanas.

Sistema *OffGrid*

- 1 - C = O sistema off-grid é conectado a uma bateria ou um gerador, podendo assim gerar energia ao consumidor.
- 2 - B = 24V
- 3 - A = Ele tem como função inverter a corrente contínua que vem da bateria ou gerador, para corrente alternada, que é a utilizada no local de consumo.
- 4 - A = Painel solar; inversor de tensão; inversor de frequência; Bateria ou Gerador; Controlador de carga.
- 5 - B = Evitar sobrecarga das baterias ou a descarga delas.

8.REFERENCIAS

- ABNT, A. B. DE N. T. **NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro 30.09.2004, , 2004.
- ALMEIDA, E.; ROSA, A.; DIAS, F. C. L. S. **Energia Solar Fotovoltaica: Revisão Bibliográfica**. Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 287, 2008.
- ALVES, A. L. Ministério da Economia. **DIARIO OFICIAL DA UNIÃO**, p. 2020, 2020.
- BYD, E. DO B.; RENOV, E. **Soluções em energias renováveis**. v. 1, p. 12, 2019.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional 2018: Ano base 2017**. Ministério de Minas e Energia, p. 15–25, 2018.
- INSTITUTO; TEIXEIRA, N. DE E. E P. E. A. **Resumo Técnico do Censo da Educação Superior 2019**. Brasília, 2021.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **World Energy Outlook 2018: Highlights**. v. 32, n. 0, p. 23–28, 2018.
- MARINOSKI, D. L.; SALAMONI, I. T.; RÜTHER, R. **Pré-dimensionamento de Sistema Solar Fotovoltaico: Estudo de Caso do Edifício Sede do CREA-SC**. p. 3–13, 2004.
- MOREIRA PEIXOTO PEREIRA, H.; ROSA MENDES, L. F. **Análise de rendimento do sistema de bombeamento de água por energia solar fotovoltaica para irrigação de um viveiro de mudas**. Rio de Janeiro, 2019.
- PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Revisada e ed. Rio de Janeiro: [s.n.].
- RODRIGUES, F.; WODIHY, J.; GONÇALVES, A. **Energias Renováveis: Buscando por uma Matriz Energética Sustentável**. p. 17, 2015.
- VALLÊRA, A. M.; BRITO, M. C. **Meio Século De História Fotovoltaica**. Gazeta de Física, p. 10–15, 2004. **CRESESB**. Cresesb: Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de S. Brito, 2014. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/>>. Acesso em: 05 de jun. de 2021.
- CELESC**. Celesc: Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A, 2021. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/>. Acesso em: 06 de jun. de 2021.

APÊNDICE B – Aplicativo que acompanha a Maleta Didática.

Conceitos

Componentes

Cuidados

Guia Bancada

INSTITUTO FEDERAL
Catarinense

b Built on Bubble

< >   





Transporte da maleta

 Built on Bubble





ANEXOS

ANEXO A - Protocolo de Submissão do Desenho Industrial Junto ao INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial.



Pedido de registro de desenho industrial

Número do Processo: BR 30 2022 003030 9

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CNPJ: 10635424000186

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Rua das Missões, 100

Cidade: Blumenau

Estado: SC

CEP: 89051000

País: Brasil

Telefone: 47 3331 7812

Fax: 47 3331 7800

Email: nit@ifc.edu.br

Dados do Registro de DI

Objeto do Desenho: Tridimensional

Natureza: Depósito de Pedidos de Registro de Desenho Industrial (DI)

Título: Configuração aplicada a/em MALETA DIDÁTICA PARA ESTUDOS EM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA ONGRID E OFFGRID (MDEE SFOG)

Campo de Aplicação Principal: 13-04 EQUIPAMENTOS DE ENERGIA SOLAR

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 10/06/2022 às 19:39, Petição 870220051478

Dados do Autor (72)**Autor 1 de 4****Nome:** LUCAS KNEBEL CENTENARO**CPF:** 00474827012**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Profissional:** Pesquisador**Endereço:** Rua das missões, 100**Cidade:** Blumenau**Estado:** SC**CEP:****País:** BRASIL**Telefone:****Fax:****Email:****Autor 2 de 4****Nome:** SANDRO AUGUSTO RHOEN**CPF:** 02321682965**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Profissional:** Pesquisador**Endereço:** Rua das missões, 100**Cidade:** Blumenau**Estado:** SC**CEP:****País:** BRASIL**Telefone:****Fax:****Email:****Autor 3 de 4**

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 10/08/2022 às 19:39, Petição 870320051478

Nome: EDUARDO AUGUSTO WERNECK RIBEIRO**CPF:** 26005349899**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Fielis:** Pesquisador**Endereço:** Rua das missões, 100**Cidade:** Blumenau**Estado:** SC**CEP:****País:** BRASIL**Telefone:****Fax:****Email:****Autor 4 de 4****Nome:** LUCAS TADEU DA SILVA**CPF:** 07400573947**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Fielis:** Pesquisador**Endereço:** Rua das missões, 100**Cidade:** Blumenau**Estado:** SC**CEP:****País:** BRASIL**Telefone:****Fax:****Email:****Documentos anexados**

Tipo Anexo	Nome
GRU E COMPROVANTE Desenhos e/ou Fotografias	GRU E COMPROVANTE - 5 DI.pdf DESENHO - 5 DI.pdf

Declaração de veracidade

Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

**PETICIONAMENTO
ELETRÔNICO**

Esta solicitação foi enviada pelo sistema Petição Eletrônica em 10/06/2022 às 10:39, Petição 870220051478

[bb.com.br] - Boleto gerado pelo sistema MPAG. 24/12/2021 00:40:34

INSTRUÇÕES:

A data de vencimento não prevalece sobre o prazo legal. O pagamento deve ser efetuado antes do protocolo. Órgãos públicos que utilizam o sistema SIAFI devem utilizar o número da GRU no campo Número de Referência na emissão do pagamento. Serviço: 100-Pedido de registro de desenho industrial

[Clique aqui e pague este boleto através do Auto Atendimento Pessoa Física.](#)

[Clique aqui e pague este boleto através do Auto Atendimento Pessoa Jurídica.](#)

BANCO DO BRASIL		001-9	00190.00009 02940.923192 44554.835171 4 88730000009400			Resumo do Pagador
Nome do Pagador(CPF/CNPJ)Endereço						
INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE - CPF/CNPJ: 1003543000186						
RUA DAS MISSOES 100, BLUMENAU -SC CEP:89051000						
Especie/Análise						
Número Documento	N. Documento	Data de Vencimento	Valor do Documento	V. Valor Pago		
20409201944554835	20409201944554835	22/01/2022	84,00			
Nome do Beneficiário(CPF/CNPJ)Endereço						
INPI SERV REGISTRO DE DESENHO INDUSTRIAL CPF/CNPJ: 42.521.888/0001-37						
RUA MAYRINK VEIGA 9 3º ANDAR ED WHITE MARTINS , RIO DE JANEIRO - RJ CEP: 20090910						
Agência/Código do Beneficiário				Automação Médica		
2234-6 / 203628-1						

BANCO DO BRASIL		001-9	00190.00009 02940.923192 44554.835171 4 88730000009400			
Local de Pagamento						Data de Vencimento
PAGÁVEL EM QUALQUER BANCO ATÉ O VENCIMENTO						22/01/2022
Nome do Beneficiário(CPF/CNPJ)						Agência/Código do Beneficiário
INPI SERV REGISTRO DE DESENHO INDUSTRIAL CPF/CNPJ: 42.521.888/0001-37						2234-6 / 203628-1
Data do Documento	N. Documento	Especie DOC	Avuls	Data do Processamento	Número Documento	
24/12/2021	20409201944554835	DS	N	24/12/2021	20409201944554835	
Data do Boleto	Código	Especie	Quantidade	Valor	V. Valor do Documento	
20409201944554835	17	RS		84,00	84,00	
Informações de Responsabilidade do Beneficiário						1) Descrição/Endereço:
A data de vencimento não prevalece sobre o prazo legal.						
O pagamento deve ser efetuado antes do protocolo.						
Órgãos públicos que utilizam o sistema SIAFI devem utilizar o número da GRU e o campo Número de Referência na emissão do pagamento.						2) Assinatura:
Serviço: 100-Pedido de registro de desenho industrial.						
						3) Nota Cobrança:
Nome do Pagador(CPF/CNPJ)Endereço						Código de Barra
INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE - CPF/CNPJ: 1003543000186						Automação Médica
RUA DAS MISSOES 100,						Fecha de Compensação
BLUMENAU-SC CEP:89051000						
Endereço Realizado						

Postado em 24/12/2021 00:40:34



__ SIAFID031-DOCUMENTO-CONSULTA-COMGRU (CONSULTA GUIA DE RECOLHIMENTO DA UNIAO
 03/01/22 15:05 USUARIO : CHARLES
 DATA EMISSAO : 29Dec21 TIPO : 1 - PAGAMENTO NUMERO : 202108800055
 UO/GESTAO EMITENTE : 158125 / 26422 - INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE - REITOR
 UO/GESTAO FAVORECIDA : 183038 / 18801 - INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDU
 RECOLHEDOR : 158125 GESTAO : 26422
 CODIGO RECOLHIMENTO : 73500 - 0 COMPETENCIA: VENCIMENTO: 22Jan22
 DEC. ORIGEM: 158125 / 26422 / 2021INPD00409 PROCESSO : 23346.DD6486/2021
 RECURSO : 3
 (-)VALOR DOCUMENTO : 94,00
 (-)DESCONTO/ABATIMENTO:
 (-)OUTRAS DEDUÇÕES :
 (+)MORA/MULTA :
 (+)JUNTOS/ENCARGOS :
 (+)OUTROS ACRESCIMOS :
 (-)VALOR TOTAL : 94,00
 NCSO NUMERO/NUMERO REFERENCIA : 00029409031944554835
 CODIGO DE BARRAS : 89650000000 6 94000001010 5 95523127350 4 00360640000 4
 OBSERVACAO
 PAGAMENTO DO BOLETO Nº 29409231944554835 REFERENTE REGISTRO DO 5º DESENHO INDU
 STRIAL JUNTO AO INPI PARA ATENDER AS NECESSIDADES DO IFC. (NÃO SE APLICA 37/20
 LANÇADO POR : 076073T1931 - CHARLES UO : 158125 29Dec2021 12:29
 PF1-AJUDA PF3-SAI PF2-DADOS CRC/FIN PF4-ESPELHO PF12-RETORNA

1/10

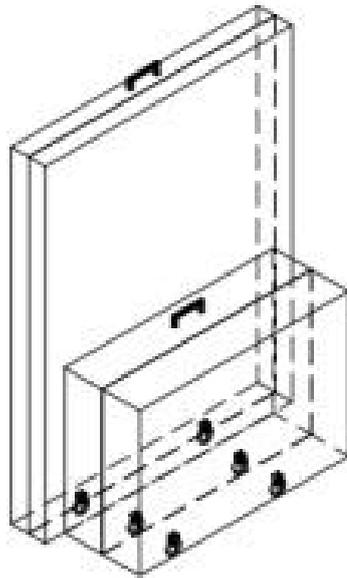


Figura 1.1

2/10

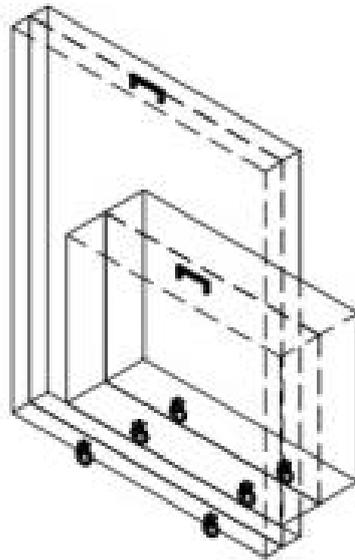


Figura 1.2

3/10

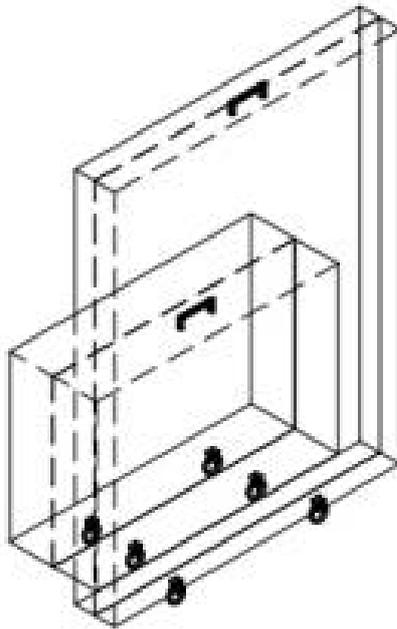


Figura 1.3

4/10

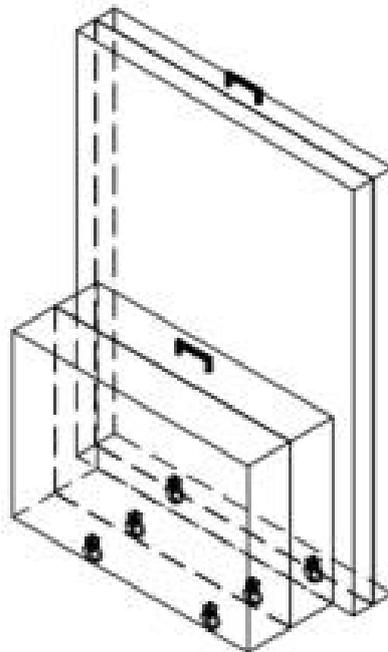


Figura 1.4

5/10

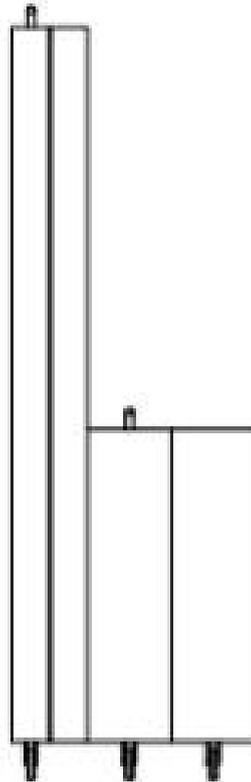


Figura 1.5

6/10

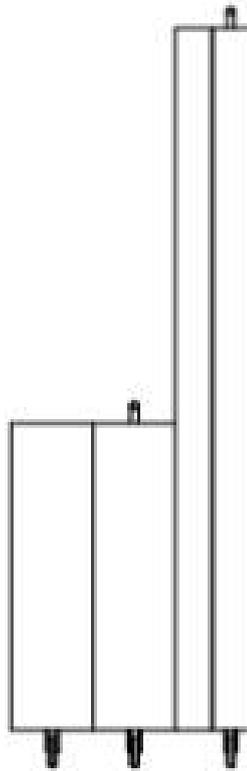


Figura 1.6

7/10

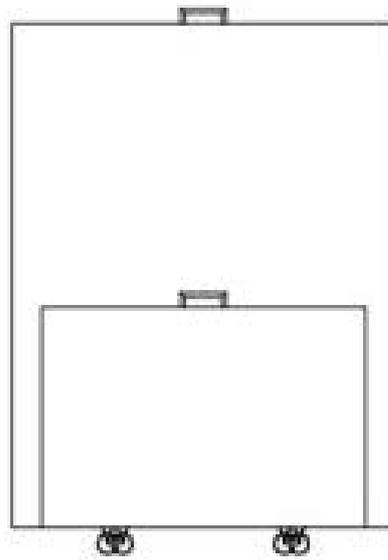


Figura 1.7

8/10

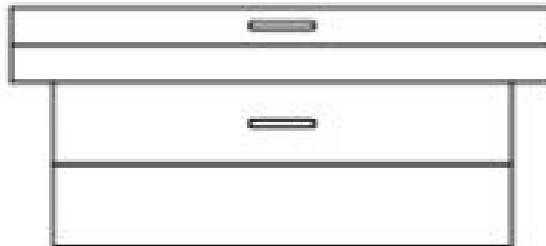


Figura 1.8

9/10

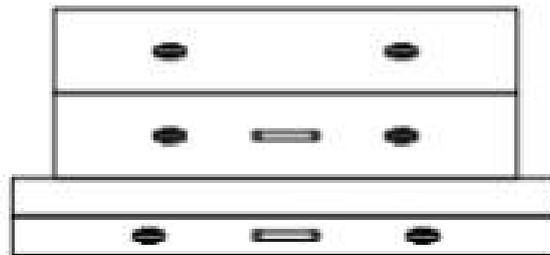


Figura 1.9

10/10

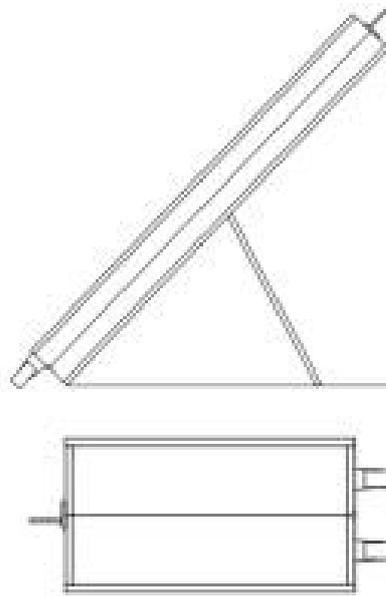


Figura 1.10