



**ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT**

**CURSO TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA**

Eduardo Schmidt Mittmann  
Guilherme Ardenghi de Queiroz  
Luis Claudinei de Souza Filho

**Dispositivo para Carregar Aparelhos Eletrônicos Através de Placas Solares  
Fotovoltaicas**

São Leopoldo  
2020

Eduardo Schmidt Mittmann  
Guilherme Ardenghi de Queiroz  
Luis Claudinei de Souza Filho

**Dispositivo para Carregar Aparelhos Eletrônicos Através de Placas Solares  
Fotovoltaica**

Trabalho de Conclusão apresentado ao  
Curso de Eletromecânica da Escola  
Técnica Estadual Frederico Guilherme  
Schmidt como requisito para aprovação  
nas disciplinas do curso sob orientação  
da Prof. Linamir Rosa

São Leopoldo  
2020

## RESUMO

Este trabalho, é sobre um dispositivo para carregar aparelhos eletrônicos por meio de placas solares fotovoltaicas, que consistirá em armazenar a energia não empregada para ser usada depois. O trabalho destaca uma grande importância ao meio ambiente, já que a geração de energia elétrica com placas solares fotovoltaicas é um dos tipos que menos o atingem. O maior objetivo é conseguir elaborar um protótipo do dispositivo que seja capaz de carregar aparelhos eletrônicos e armazenar energia elétrica. Também fazer com que o dispositivo tenha um valor acessível que consiga atender a várias marcas e modelos de aparelhos e que seja leve e portátil para facilitar o transporte. O dispositivo será construído da seguinte forma, as placas vão se conectar umas nas outras, das placas sairá um cabo que será conectado no regulador de tensão, depois vai ser ligado à bateria portátil, e desta bateria um cabo vai fazer a conexão com o aparelhos a ser carregado. O projeto prioriza um público, que busca praticidade e portabilidade para o dia a dia, como ciclistas, campistas, entregadores, trilheiros ou seja pessoas que utilizam aparelhos eletrônicos porém não tem onde carregar o mesmo, também pode ser útil para uma emergência se o usuário ficar sem energia elétrica em sua residência, precisando apenas de uma certa quantidade de luz assim sem se incomodar com a falta de bateria de seus eletrônicos, ou pode se utilizar onde a energia elétrica é de difícil acesso. O Power Bank (Banco de energia, carregador portátil) armazena a energia para futuras recargas, suprindo inúmeras horas e dias sem o aparelho encostar numa tomada convencional. Em síntese o trabalho busca inovar na relação carregamento x bateria, custo x benefício, o sistema de armazenamento para o horário da noite onde não possui produção de energia, pois não há luz solar e também auxiliar no incentivo do uso de energias mais limpas.

Palavras-chave: dispositivo, energia, placa solar, fotovoltaica, elétrica, eletrônicos.

## ABSTRACT

This work is about a device to charge electronic devices by means of photovoltaic solar panels, which will consist of storing the energy not used to be used later. The work highlights a great importance to the environment, since the generation of electric energy with photovoltaic solar panels is one of the types that least affect it. The main objective is to be able to develop a prototype of the device that is capable of charging electronic devices and storing electrical energy. Also, make the device affordable and able to cater for various makes and models of devices and be lightweight and portable for easy transport. The device will be built in the following way, the boards will connect to each other, from the boards a cable will come out that will be connected to the voltage and current regulators, then it will be connected to the portable battery where a cable will come out to plug into the device to be charged. The project prioritizes an audience that seeks practicality and portability for everyday life, such as cyclists, campers, delivery people, hikers or people who use electronic devices but has nowhere to carry it, it can also be useful for an emergency if the person running out of electricity in your home, needing only sunlight or a certain amount of light, without worrying about the lack of batteries in your electronics, or where electricity is difficult to access. The Power Bank (energy bank, portable charger) stores the energy for future recharges, supplying countless hours and days without the device touching a conventional outlet. In summary, the work seeks to innovate in the charging x battery, cost x benefit ratio, the storage system for the night time where there is no energy production, as there is no sunlight and also to help encourage the use of cleaner energy.

Keywords: device, energy, solar plate, photovoltaic, electrical, electronics.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	5
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo Geral	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 JUSTIFICATIVA	6
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>7</b>
2.1 ESTADO DA ARTE	7
2.1.1 SISTEMA PARA OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ENERGIA DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS	7
2.1.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM CARREGADOR DE BATERIA ATRAVÉS DO CONTROLE DE UM CONVERSOR BUCK	7
2.1.3 DISPOSITIVO PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR UTILIZADO EM CARREGAMENTO DE BATERIAS DE APARELHO CELULARES	8
2.1.4 PROJETO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÔNOMO DE SUPRIMENTO DE ENERGIA USANDO TÉCNICA MPPT E CONTROLE DIGITAL	8
2.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	9
2.3 POWER BANK	10
2.4 PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS	11
2.5 SEMICONDUTORES	12
3.5 Funcionamento	14
3.6 Componentes	15
<b>4. RESULTADOS ESPERADOS</b>	<b>17</b>
<b>5. CRONOGRAMA</b>	<b>17</b>
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>18</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

O intuito do trabalho é desenvolver um dispositivo para carregar aparelhos eletrônicos com a função de trazer praticidade para o usuário e também incentivar o uso de energias limpas.

### **1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO**

Energia solar voltada para a área da elétrica, aplicado ao desenvolvimento de um dispositivo para carregar aparelhos eletrônicos através de placas solares fotovoltaicas.

### **1.2 PROBLEMA DE PESQUISA**

No Brasil cerca de 88% da energia elétrica gerada causa grandes impactos ambientais e apenas 12% são realmente geração de energia limpa(BEN, 2018). Além disso, no Brasil temos uma das energias elétricas mais caras do mundo com uma carga tributária de 30% sendo a maioria destes o ICMS que é o imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (CAMPAGNOLO, 2018), por conta disso deve se aumentar o uso de energias realmente limpas e que sejam mais baratas. É possível desenvolver um dispositivo para carregar aparelhos eletrônicos através de placas solares que seja eficaz e com um bom custo benefício?

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Conseguir desenvolver com um dispositivo para carregar aparelhos eletrônicos através de placas solares fotovoltaicas.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Desenvolver o dispositivo de forma que ele tenha um valor acessível para a população em geral.

Conseguir apresentar um produto final que atenda a uma grande gama de aparelhos eletrônicos de várias marcas e tipos.

Fazer com que o projeto tenha um peso baixo pois o aparelho deve ser prático, além disso uma de suas funcionalidades é poder ser utilizado em uma mochila, e se for pesado vai acabar prejudicando a ergonomia.

Desenvolver um dispositivo resistente à pequenos impactos, areia e respingos d'água pois deve conseguir ser utilizado em trilhas, escaladas, na beira da praia, mochilas de motociclistas, acampamentos e pescarias.

#### 1.4 JUSTIFICATIVA

O tema foi escolhido para incentivar o uso de energias limpas e trazer uma pequena economia de energia gerando a mesma forma que pouco afeta o meio ambiente, além de trazer facilidade para quem usa, como quando o usuário estiver em um local sem energia elétrica ou se sua residência ficar sem eletricidade ele terá um meio de carregar seus aparelhos eletrônicos, além da vantagem de produzir uma energia limpa que afeta menos o meio ambiente.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 ESTADO DA ARTE

#### 2.1.1 SISTEMA PARA OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ENERGIA DE PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS

Um trabalho feito em Portugal tornado como referência; consiste em quatro painéis solares fixados numa estrutura que permite ser rodada em dois eixos, através de dois motores, de forma que os painéis fiquem orientados na direção de maior radiação solar e otimiza a extração da energia produzida através de um circuito que faz com que os painéis operem em potência máxima. A energia elétrica produzida é utilizada para carregar baterias ou alimentar cargas. (TRINDADE.et.al. 2005)

A diferença é que esse projeto encontrado possui um sistema que possibilita a placa solar sempre na melhor posição para a maior intensidade de coleta dos raios solares, deixando as placas fixas no solo, enquanto o projeto que está sendo desenvolvido é um projeto em menor escala, para carregar uma bateria ou algum aparelho eletrônico, e a placa estará fixada em uma base mas será móvel, assim obtendo maior portabilidade e maior utilizações em geral. A placa solar acoplada na parte superior da base para maior extração, e intensidade da luz solar, conectada ao um carregador portátil (*Power Bank*), que armazene a energia elétrica, para outros carregamentos futuramente.

#### 2.1.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM CARREGADOR DE BATERIA ATRAVÉS DO CONTROLE DE UM CONVERSOR BUCK

O projeto é o desenvolvimento de um carregador de baterias utilizando o controle de um conversor de Buck conectado a um painel solar. Para conseguir uma maior eficiência das placas solares “existem algoritmos de busca de máxima potência que consiste no cálculo do valor do ciclo de trabalho do conversor para ajustar o valor de tensão do painel ao ponto de



máxima potência.” (HENRIQUE, 2014). É utilizado o conversor Buck para ajustar o valor de tensão do painel ao ponto de máxima potência.

A diferença é que o projeto realizado não terá um conversor Buck, será portátil, poderá carregar aparelhos eletrônicos e também armazenar a energia que não está sendo utilizada no carregador portátil (Power Bank) que fique para futuros carregamentos, além disso, será colocado em uma base para se tornar mais funcional, e ser utilizada em qualquer lugar e a qualquer instante, com a placa solar na parte superior da base facilitará a coleta de energia, para maior otimização do carregamento.

### 2.1.3 DISPOSITIVO PARA CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR UTILIZADO EM CARREGAMENTO DE BATERIAS DE APARELHO CELULARES

Carregador de bateria de aparelhos celulares através de energia solar com painel fotovoltaico, é composto por baterias para o acúmulo de energia, um controle de carga para evitar o sobrecarregamento do sistema, indicador de carga e inversores para o fornecimento de corrente alternada. O conjunto de baterias é necessário na maior parte dos sistemas que utilizam energia fotovoltaica uma vez que a fonte de energia, o Sol, não está sempre disponível. O carregador de baterias é a base da placa solar fotovoltaica inclinada para o sol objetivando extrair maior quantidade de energia elétrica.(SILVA, et.al, 2018)

O dispositivo com a placa solar fotovoltaica possui um conversor para a maior otimização do carregamento, como por exemplo o celular que precisa no mínimo 5V, e o projeto citado acima entrega no máximo 6v. Com o conversor o carregamento chegará até 12V, otimizando e agilizando o carregamento do Power Bank. O dispositivo sem o conversor só pode ser utilizado em certo local, fixamente, já o dispositivo será móvel e prática, podendo utilizar em qualquer lugar e a qualquer momento.

### 2.1.4 PROJETO DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÔNOMO DE SUPRIMENTO DE ENERGIA USANDO TÉCNICA MPPT E CONTROLE DIGITAL

O trabalho apresenta um projeto de um carregador de baterias de chumbo ácido, com aplicações em sistemas fotovoltaicos autônomos de baixo consumo de energia, a partir de um

conversor de potência tipo Buck, com controle digital para o processo de carregamentos por meio de um processador digital de sinais. Utiliza-se uma técnica de rastreamento do ponto de máxima potência, MPPT (Maximum power point tracking). Com baterias eletroquímicas para o armazenamento de energia elétrica convertida pelos painéis fotovoltaicos. (LÓPEZ, 2009)

O projeto do dispositivo com energia sustentável, possui um carregador ligado a um Power Bank (Carregador Portátil), para armazenar e ser utilizado a qualquer momento. Conversor acoplado para otimizar o carregamento, com bateria de íons de lítio, parecidas com a bateria que acompanham os smartphones, mas possuindo um diferencial de poder receber quanto fornecer energia através de portas USB 3.0.

## 2.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

O conceito de energia solar fotovoltaica diz que a mesma é obtida através da conversão direta da luz do sol em eletricidade isso ocorre através de um efeito chamado fotovoltaico que é o aparecimento de uma diferença de potencial nas extremidades de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental para este processo. A energia solar fotovoltaica tem como vantagens: Energia limpa, baixa manutenção, sistema silencioso e confiável, e fácil instalação. (Solar Brasil, 2019)

Figura 1: Energia Solar Fotovoltaica



Fonte: Sonergy Brasil, 2018

## 2.3 POWER BANK

Os *smartphones*, *tablets* e equipamentos eletrônicos não são equipados com baterias tão potentes e acabam não durando o tempo que desejariam os usuários. Alternativas como as baterias do tipo *Power Bank* estão se tornando populares. Sempre que for necessário, basta conectar o dispositivo portátil no celular ou tablet para ganhar mais horas de uso longe da tomada. O *Power Bank* é um dispositivo portátil que armazena e fornece energia através de um cabo USB, como se fosse um carregador de tomada padrão, Baterias *Power Bank* são parecidas com os modelos de íons de lítio que acompanham os smartphones, mas com uma diferença fundamental: elas podem tanto fornecer quanto receber recarga de energia por meio de portas USB(SILVA, 2017). Recebe a energia do painel solar fotovoltaico por um cabo para armazenar e carregar o carregador portátil. Normalmente um *Power Bank* tem a duração em torno de 500 a 800 ciclos de carregamento, e resiste em torno de dois anos de uso, dependendo do uso. Não há ainda bateria de lítio que dure mais tempo que o padrão.

O carregador portátil prejudica a bateria do dispositivo? Um carregador portátil de qualidade não prejudica o dispositivo, usando um *Power Bank* classe A, não acontece nenhum mal ao aparelho eletrônico.(ALVES, 2014)

O que é mAh em carregador portátil? O mAh significa “miliampère-hora”. É a capacidade de armazenamento da bateria. Quanto mais mAh tiver no Power Bank, mais carga ela terá. Seu modo simplificado é o ampère-hora, ou Ah, que denota quanta corrente consegue ser transmitida em uma hora. No caso de baterias pequenas, como de smartphones ou tablets, esse valor é baixo, daí o uso de uma subunidade de medida que multiplica o número mil vezes. Para calcular quanto sua bateria pode durar, é necessário saber o consumo do gadget medido em miliampere. Normalmente uma bateria de um celular dura em torno de um dia, com o Power Bank mantém seu dispositivo fora da tomada por dias com energia renovável (ALVES, 2014).

Figura 2: Carregamento via Power Bank



Fonte: Sábado.pt Power Bank Duracell, 2018

## 2.4 PAINÉIS SOLARES FOTOVOLTAICOS

A parte mais importante de um painel solar fotovoltaico (placa fotovoltaica) são as células fotovoltaicas de silício (Si). O silício é composto de átomos minúsculos que são carregadas com elétrons. A concepção mais comum de painéis fotovoltaicos utiliza dois tipos diferentes de silício. Isto é para criar cargas negativas e positivas. Para criar uma carga negativa, o silício é combinado com boro, e para criar uma carga positiva, o silício é combinado com o fósforo. Esta combinação cria mais elétrons no silício carregado positivamente e menos elétrons no silício carregado negativamente. (Portal Solar, 2019)

Figura 3: Composição do painel



Fonte: Portal Solar, 2011

Composição do painel (Portal Solar, 2019)

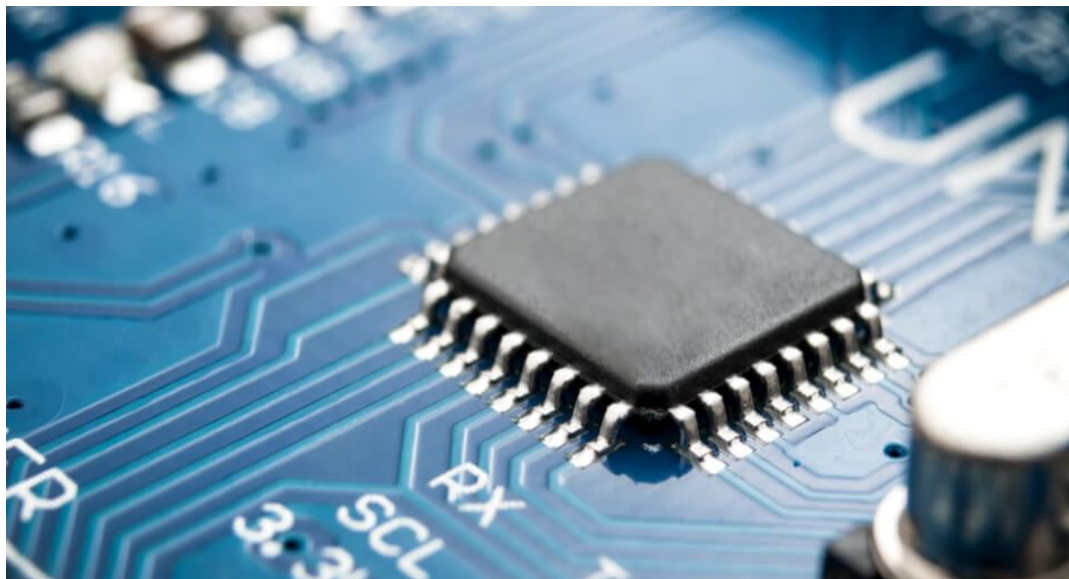
Moldura de Alumínio
Vidro Especial
Película Encapsulante - EVA
Células Fotovoltaicas
Película Encapsulante - EVA
<i>Backsheet</i> (fundo protetor)
Caixa de Junção

## 2.5 SEMICONDUTORES

Os semicondutores são muito utilizados em equipamentos eletrônicos, são sólidos capazes de mudar sua condição de isolante para condutores com grande facilidade. Isso se deve ao fato de que os semicondutores possuem uma banda proibida intermediária. A condutividade dos semicondutores pode ser alterada variando-se a temperatura, o que faz

com que atinjam uma condutividade semelhante a dos metais. A condutividade dos semicondutores provenientes de excitações térmicas é denominada condutividade intrínseca. Os semicondutores podem ser de silício ou germânio, são utilizados para a fabricação de componentes eletrônicos. (CAVALCANTE, 2019)

Figura 4: Semicondutores



Fonte: Shutterstock, 2018

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Estudo exploratório e explicativo baseado em análise de documentos e pesquisa de mercado.

#### **3.1 Placa Solar**

Será utilizada no intuito de captar raios solares para transformá-los em energia elétrica.

#### **3.2 Power Bank**

É uma bateria portátil que será empregada com o propósito de armazenar toda energia elétrica para ser utilizada posteriormente ou para carregar os aparelhos eletrônicos de imediato. Tem o tempo de carregamento de 6 a 8 horas.

### 3.3 Cabo USB

O cabo USB possuirá a atribuição de conduzir a energia elétrica do *Power Bank* para o aparelho a ser carregado.

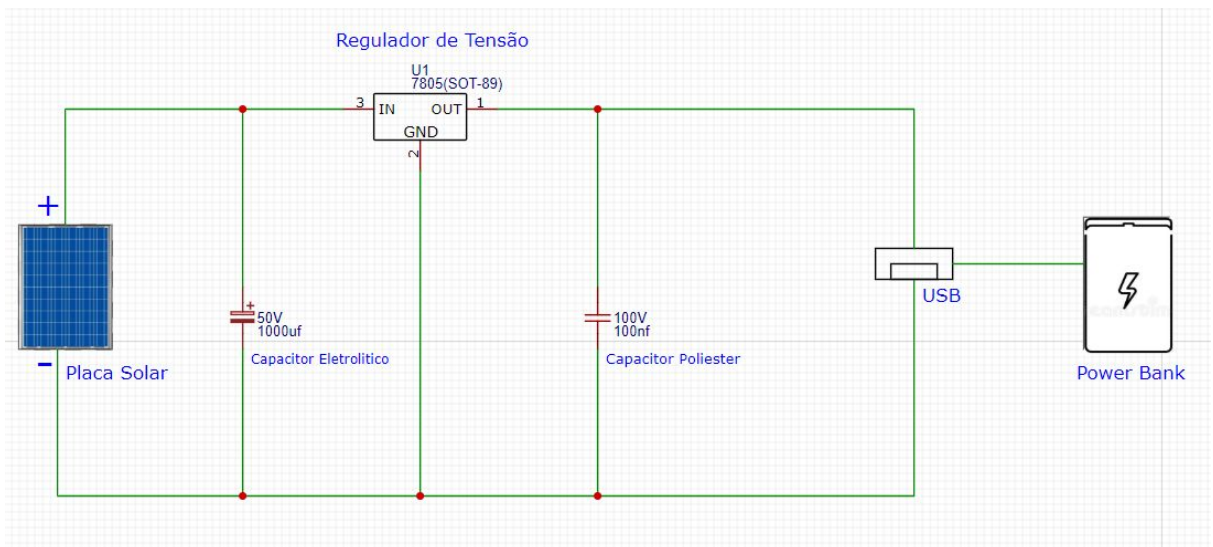
### 3.4 Regulador de tensão

O regulador de tensão terá como finalidade manter a tensão no nível desejado para não danificar a bateria.

### 3.5 Funcionamento

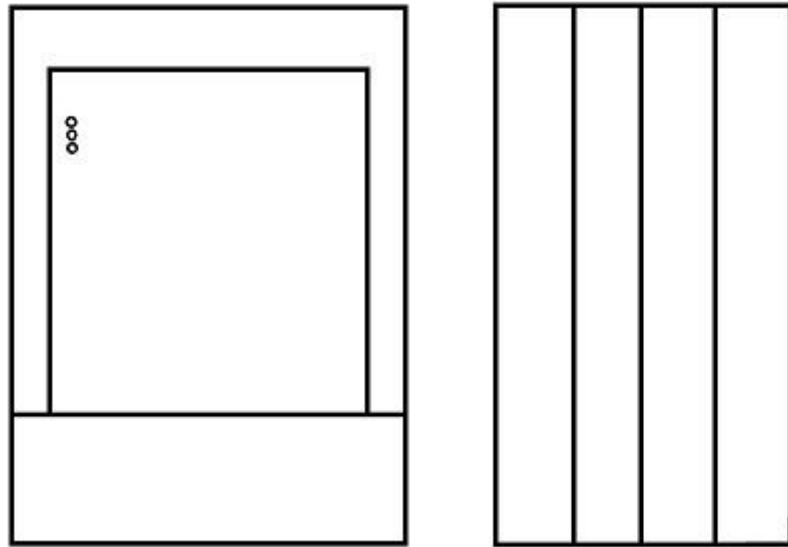
A placa solar fotovoltaica é composta de células solares feita de materiais semicondutores (silício), as chamadas células fotovoltaicas. Quando as partículas da luz solar (fótons) colidem com os átomos desses materiais semicondutores provocam o deslocamento dos elétrons gerando uma corrente elétrica que será enviada por meio de um cabo, passando por um regulador de tensão, sairá um cabo USB do regulador para carregar o *Power Bank* (bateria portátil), e outro cabo USB conectará o *Power Bank* ao dispositivo que será carregado.

Figura 5: Esquema Elétrico



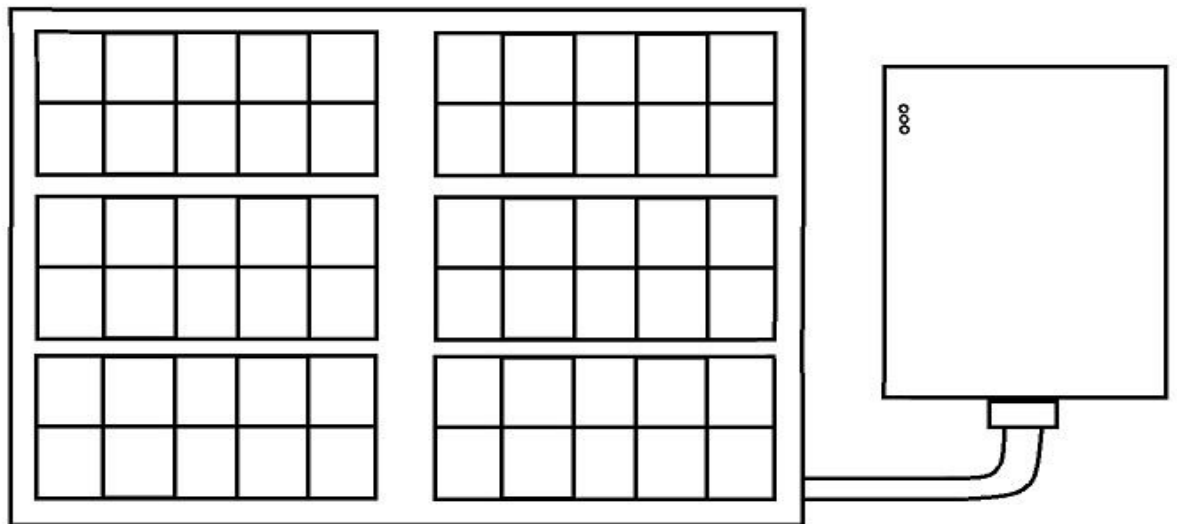
Fonte: Autores

Figura 6: Protótipo(Fechado)



Fonte: Autores

Figura 7: Protótipo(Aberto)



Fonte: Autores

### 3.6 Componentes

Tabela de preços:



Regulador de tensão 7805	R\$ 5,00
PLACA SOLAR	R\$ 172,89
POWER BANK XIAOMI	R\$ 76,00
Cabo USB	R\$ 20,00
Capacitor eletrolítico 1000uf 50v	R\$ 2,50
Capacitor poliéster 100nF 100v	R\$ 3,00
Placa universal	R\$ 10,00
Fios	R\$ 5,00
TOTAL	294,39

### 3.7 Montagem

As placas serão conectadas em paralelo para poder gerar mais corrente elétrica assim agilizando o carregamento dos aparelhos, a conexão será feita por meio de soldagem, após essa etapa as placas serão conectadas a uma placa universal onde vai ser ligado em sequência o capacitor eletrolítico de 1000uF e 50V, o regulador de tensão 7805 e o capacitor poliéster de 100nf e 100v estes componentes serão conectados uns nos

outros por meio de soldagem, depois de concluído este processo vão ser ligados por solda um fio positivo e um negativo na placa estes fios serão do USB que levará energia para a bateria portátil.

#### 4. RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados esperados são alcançar o objetivo geral que é conseguir desenvolver um dispositivo para carregar aparelhos eletrônicos através de placas solares fotovoltaicas, armazenar energia elétrica para ser usada posteriormente, também é esperado que seja alcançado os objetivos específicos que seriam, desenvolver o dispositivo de forma que ele tenha um valor acessível para a população em geral, apresentar um produto final que atenda a uma grande gama de aparelhos eletrônicos de várias marcas e tipos. Ele deve ter um peso baixo pois como uma de suas funcionalidades é ser acoplado em mochilas, assim não prejudicará a ergonomia, o mesmo deve ser resistente e preparado para ser utilizado em atividades como trilhas e escaladas.

#### 5. CRONOGRAMA

<b>Atividades desenvolvidas</b>	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Comprar os componentes do Protótipo		X	X							
Terminar a construção do Protótipo								X		

Análise dos resultados obtidos								X		
Entrega do TCC							X			
Banca								X		
Expo Schmidt										X

## 6. CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do projeto, o grupo pode concluir que o dispositivo alcançou o objetivo principal conseguindo carregar os aparelhos eletrônicos atingindo a meta de geração de energia de 5 Volts de tensão e 1 Ampere de corrente, também foram atingidos alguns objetivos específicos: o dispositivo está com um peso de 500 gramas não interferindo na questão ergonômica, o projeto conseguiu atender a praticamente todos os aparelhos celulares e tablets sendo eles de tipo C, micro USB e iPhone, na parte de resistência o objetivo foi alcançado em parte, pois o *Power Bank* tem uma boa resistência mas, as placas solares não demonstraram ter uma grande resistência à impactos, o custo do dispositivo ficou na média dos que já existem no mercado porém, foi utilizado materiais de ótima qualidade no projeto como o *Power Bank* da marca Xiaomi e o cabo USB também da mesma, o que acabou elevando o custo.

Conclui-se que por meio do protótipo, comprova-se que os objetivos em sua maioria foram alcançados e o projeto respondeu o problema de pesquisa, apesar do custo não ter ficado como o planejado, o dispositivo foi capaz de carregar os aparelhos e armazenar a energia para ser usada posteriormente.

## REFERÊNCIAS

HENRIQUE, João. PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM CARREGADOR DE BATERIA ATRAVÉS DO CONTROLE DE UM CONVERSOR BUCK. 2014. Acesso em: 14 de abril de 2019

Disponível em: <http://www.gesep.ufv.br/wp-content/uploads/joao-2014.pdf>

TRINDADE, Manuel. MARTINS, Júlio. AFONSO, João. Sistema para Otimização da Extração de Energia de Painéis Solares Fotovoltaicos. 2005. Acesso em: 14 de abril de 2019

Disponível em:

[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/3036/1/ENER-05\\_solar.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/3036/1/ENER-05_solar.pdf)

CAMPAGNOLO, Edson. 5 razões para o Brasil ter uma das energias mais caras do mundo. 2018. Acesso em: 21 de Maio de 2019

Disponível em: <http://agenciafiiep.com.br/2018/04/02/5-razoes-para-o-brasil-ter-uma-das-energias-mais-caras-do-mundo/>

BEN. Balanço Energético Nacional 2018. Acesso em: 21 de Maio de 2019

Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>

Solar Brasil. Energia Solar Fotovoltaica – Conceitos. 2019. Acesso em: 21 de Maio de 2019

Disponível em: <http://www.solarbrasil.com.br/blog-da-energia-solar/77-energia-solar-fotovoltaica-conceitos?highlight=WyJlbnVyZ2lhlwiZW5lcmdpYXMiLCJzb2xhciIsInNvbGFyZXMiLCJmb3Rvd>

m9sdGFpY2EiLCJmb3Rvdm9sdGFpY2FzIiwizW5lcmdpYSBzb2xhciIsImVuZXJnaWEgc29sYXlZm90b3ZvbHRhaWNhliwic29sYXlZm90b3ZvbHRhaWNhliI0=

SILVA, Rui. Powerbank: O que é? Para que serve? 2019. Acesso em: 21 de Maio de 2019  
Disponível em: <https://www.i-tecnico.pt/powerbank-serve/>

ALVES, Paulo. O que é mAh? Entenda a influência disso na bateria dos smartphones e tablets. 2014. Acesso em: 21 de Maio de 2019

Disponível em:  
<https://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2014/02/o-que-e-mah-entenda-influencia-disso-na-bateria-dos-smartphones-e-tablets.html>

Portal Solar. Como Funciona o Pannel Solar Fotovoltaico – Placas Fotovoltaicas. 2019. Acesso em: 22 de Maio de 2019

Disponível em:  
<https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-o-pannel-solar-fotovoltaico.html>

CAVALCANTE, Kleber. Semicondutores. 2019. Acesso em: 22 de Maio de 2019

Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/semicondutores.htm>

LÓPEZ, Julio. Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de energia usando técnica MPPT e controle digital. 2009. Acesso em: 23 de Julho de 2019

Disponível em: <https://www.ppgee.ufmg.br/defesas/216M.PDF>

SILVA, Francivaldo. Dispositivo para captação de energia solar utilizado em carregamento de baterias de aparelho celulares. 2018. Acesso em: 23 de Julho de 2019

Disponível em:  
[https://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO\\_EV107\\_MD1\\_SA28\\_ID193\\_28052018183502.pdf](https://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV107_MD1_SA28_ID193_28052018183502.pdf)