



CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

DANIEL PEREIRA CERVANTES
DIEGO DE LIMA TEÓFILO
VINÍCIUS LORENZETTI

PONTO DE ÔNIBUS AUTOSSUSTENTÁVEL

**SÃO CARLOS – SP
2023**

DANIEL PEREIRA CERVANTES
DIEGO DE LIMA TEÓFILO
VINÍCIUS LORENZETTI

PONTO DE ÔNIBUS AUTOSSUSTENTÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado á Etec Paulino Botelho, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, como requisito parcial para a obtenção da habilitação profissional de Técnico de Nível Médio em Eletrotécnica sob a orientação do Professor Valter Cesar Govoni.

SÃO CARLOS - SP
2023

DEDICATÓRIA

Dedicamos este projeto a todos os professores que nos influenciaram na nossa trajetória acadêmica, ao coordenador Célio Escobar e em especial ao professor Valter Cesar Govoni, nosso orientador, com quem compartilhamos nossas dúvidas e dificuldades a respeito do tema.

AGRADECIMENTOS

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que permitiram apresentar um melhor desempenho no processo de formação Técnica ao longo do curso.

À instituição de ensino Centro Paula Souza, essencial no processo de formação Técnica, pela dedicação, e por tudo o que aprendemos ao longo dos anos do curso.

À nossas famílias que nos apoiaram em todas as etapas do curso e compreenderam a nossa ausência nesse período.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, para a realização deste trabalho.

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

(Charles Chaplin)

RESUMO

O trabalho apresenta a ideia de oferecer um Ponto de ônibus Autossustentável, com objetivo de aplicar os conhecimentos adquiridos de todas as disciplinas do curso de Técnico em Eletrotécnica. O projeto consiste em um ponto de ônibus que utiliza a energia do sol através da tecnologia fotovoltaica por placas solares, transformando essa energia e transportando a através de componentes eletrônicos até uma bateria. Ao longo do processo de construção, utilizamos materiais reaproveitados para a construção da estrutura do ponto de ônibus, software CAD para elaboração do projeto elétrico, o que melhorou o aprendizado adquirido durante o curso e estimulou o trabalho em equipe e vários desafios foram superados.

Palavras-chave: Ponto de ônibus, Energia Sustentável, Abrigo de ônibus, sistema de transporte.

ABSTRACT

This report presents the idea of offering a self-sustainable bus stop, with the aim of applying the knowledge acquired from all subjects of the Electrical Technician Course. The project consists of a bus stop that uses energy from the sun through photovoltaic technology using solar panels, transforming this energy and transporting it through electronic components to a battery. Throughout the construction process, we used reused materials to build the structure of the bus stop, CAD software for preparing the electrical project, which improved the learning acquired during the course and encouraged teamwork and several challenges were overcome.

Keywords: Bus stop, Sustainable energy, Bus Shelter, Transportation System.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Sistema de geração solar.....	19
FIGURA 2 – Sistema de geração solar Off-grid.....	21
FIGURA 3 – Sistema de geração solar Híbrido.....	25
FIGURA 4 – Painel Solar Fotovoltaico 18V / 18W.....	26
FIGURA 5 – Controlador de carga PWM.....	27
FIGURA 6 – Bateria Selada 12V 7Ah.....	28
FIGURA 7 – Inversor DC 12V / AC110V CMZ-4000.....	29
FIGURA 8 – Ensaio de tensão painel fotovoltaico.....	31
FIGURA 9 – Ponto de ônibus em funcionamento.....	31
FIGURA10 – Esquema Elétrico.....	34

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Desempenho dos fatores de Desempenho.....	20
TABELA 2 – Lista de Peças.....	32
TABELA 3 – Cronograma.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS / SIGLAS

AC - Alternate Current (Corrente Alternada)

DC - Direct Current (Corrente Contínua)

LED - Diodo Emissor de Luz

PWM - Modulação por Largura de Pulso

USB - Porta Serial Universal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	METODOLOGIA	14
2.1	SOBRE O PONTO DE ÔNIBUS AUTOSSUSTENTÁVEL	14
2.1.1	Painel solar (placa fotovoltaica)	15
2.1.2	Controlador carga solar	15
2.1.3	Conversor DC para AC (Inversor).....	16
2.1.4	Fita LED.....	16
2.1.5	Bateria Selada 12V VRLA (Estacionária).....	17
2.1.6	Refletor LED 50W.....	17
3	ENERGIA SOLAR.....	18
3.1	SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID.....	18
3.2	SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID.....	20
3.3	SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO	22
3.4	PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO	25
3.5	CONTROLADOR DE CARGA.....	26
3.6	BATERIA.....	27
3.7	INVERSOR DE FREQUÊNCIA	29
3.8	INVERSOR HÍBRIDO	29
4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	30
5	LISTA DE PEÇAS	32
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
7	ESQUEMA ELÉTRICO	34
8	CRONOGRAMA.....	35
9	REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

Um ponto de ônibus é um local onde os ônibus param para os passageiros embarcarem ou desembarcarem do ônibus, localizados nos passeios ou calçadas. A construção de pontos de ônibus tende a refletir o nível de utilização, onde as paradas em locais movimentados podem ter abrigos com cobertura e assentos.

Os pontos de ônibus nem sempre são bem assistidos pela iluminação pública, se melhorar a eficiência da iluminação pública nesses locais com o uso racional dos recursos naturais e preservação do meio ambiente, traria mais segurança aos usuários do transporte público, benefícios e conforto, já que a noite a iluminação afasta as pessoas da ação de assaltantes e vândalos, além da possibilidade da instalação de sistemas eletrônicos de informações aos passageiros e tomadas USB para recarga de celulares.

Há um trabalho de pesquisa de autoria de Ferraz e Torres (2004) que relata a respeito dos principais atributos do sistema de transporte público, onde os itens pesquisados está a “características dos pontos de parada”.

Para o usuário é importante ter boa aparência, tamanho adequado, iluminação suficiente, distância adequada entre os pontos, localização adequada, informações sobre linhas e horários. O projeto desses abrigos deve levar em consideração as características citadas acima e as características ambientais como topografia, vegetação e clima (SUTHERLAND, 2008), por exemplo, os pontos de ônibus em Dubai são climatizados, adaptados ao clima local.

Estes locais devem atender as necessidades mínimas da população, para se proteger das ações do tempo e clima da cidade de forma confortável e também requisitos de acessibilidade para todos os tipos de usuários do transporte coletivo.

Rodrigues (2006), baseado nos fatores indicados por Ferraz e Torres (2004), realizou uma enquete no município de São Carlos onde foi analisada a importância de cada fator segundo os usuários do sistema de transporte da cidade em outubro de 2005, 1.050 pessoas foram entrevistadas. Os usuários incluem assalariados, estudantes, idosos e pessoas com deficiência. A análise foi realizada atribuindo-se notas de 1 a 5, onde:

- 1 – Péssimo;
- 2 – Ruim;
- 3 – Regular;
- 4 – Bom;
- 5 – Ótimo.

Os resultados da entrevista estão descritos na Tabela 01.

Fatores de Qualidade	Desempenho
Acessibilidade	2,2
Frequência	2,5
Segurança	2,6
Veículos	2,7
Pontos de ônibus	3,2
Vias	3,3
Lotação	3,4
Confiabilidade	3,5
Conectividade	3,5
Operadores	3,6
Sistema de Informação	3,7
Tempo de Viagem	3,9

Tabela 1: Desempenho dos fatores de Desempenho
 Fonte: Rodrigues (2006)

Conforme a Tabela 01 verifica-se que os pontos de ônibus receberam a terceira pior nota, 2,6, atrás de Vias e de Sistema de Informação, sendo considerados pelos usuários entre ruim e regular.

Dessa forma, o estudo apresentado por Rodrigues (2006) mostra a importância dada pelos usuários de transporte coletivo os pontos de ônibus e a precariedade no município.

2 METODOLOGIA

2.1 SOBRE O PONTO DE ÔNIBUS AUTOSSUSTENTÁVEL

Nosso projeto consiste na criação de um protótipo de um ponto de ônibus autossustentável, que proporcionará maior conforto e acessibilidade para a população em geral.

Um dos principais aspectos abordados é o uso de energia renovável, especificamente a energia solar, para alimentar o funcionamento do ponto de ônibus, para proporcionar aos usuários do transporte público um local onde suas necessidades possam ser atendidas, além de oferecer um ambiente de melhor qualidade.

O objetivo principal desse projeto é inovar, utilizando algo tão comum para muitos da população e aliando-o a uma fonte de energia sustentável.

O ponto de ônibus autossustentável é um modelo de construção para atender melhor a população, disponibilizando alguns benefícios que não são encontrados nos pontos de ônibus tradicionais, poupando assim os recursos naturais e utilizando a energia de fontes renováveis. Este consiste na utilização de telhado ou cobertura equipado com painel solar (placa fotovoltaica), controlador de carga, bateria 12V, Conversor de DC para AC, Iluminação LED, Sensor fotocélula, Ventilador (Cooler)., tomadas 127V e tomadas USB.

Durante o decorrer do curso, despertou no grupo de estudo em desenvolver uma ideia inovadora não utilizada no nosso município, pois no transporte público da cidade não temos esse tipo tecnologia que beneficie esses usuários do transporte coletivo, já que hoje temos diversas tecnologias acessíveis.

E após utilizarmos a ferramenta Brainstorm (tempestade de ideias), chegamos a um acordo em utilizar a energia gerada pelo Sol, que adicionado à rede de distribuição de energia pública, não sobrecarregar o sistema elétrico, mas sim contribuindo com a geração de energia de fonte renovável enviando para a rede elétrica a energia excedente.

Os principais materiais utilizados para a realização do trabalho foram: painel solar (placa fotovoltaica), controlador de carga, bateria 12V, Conversor de DC para AC, Iluminação LED, Sensor fotocélula e refletor 20W, seguem abaixo as fichas técnicas;

2.1.1 Painel solar (placa fotovoltaica)

Painel solar 18V18W:

Potência: 18W \pm 5%

Tamanho: 420x280x2.5mm

Saída DC: 12V/1.5A

Saída USB: 5V/1.7A

Peso: 0,7 quilogramas

Tipo: Mono painel solar

Material: substrato de alumínio/plástico (depende do estilo que você escolher)

Saída acessórios: Cabo DC.

2.1.2 Controlador carga solar

Controlador carga solar PWM 3A a 30A 12V/24V com lcd e dual usb:

Carga atual: 30A

Tamanho do produto: 148.5x78x35mm

Tensão: DC 12V / 24V Auto conversão inteligente

Exposição: indicação digital do LCD

Portas do carregador USB: Dual USB 5V 2.1A

Temperatura operacional: -35 ~ + 60

Max Solar Input: 12V bateria, o mais alto 23V

Carga flutuante: 13.7V (default, ajustável)

Descarga Stop: 10.7V (default, ajustável)

Descarga Reconecte: 12.6V (default, ajustável)

A carga reconecta: 13V

Tensão de luz aberta: Pannel solar 8V (luz luzes atraso)

Tensão da luz próxima: Pannel solar 8V (luz fora do atraso)

Saída USB: saída USB 2 vias, 5V/2.5A (MAX).

2.1.3 Conversor DC para AC (Inversor)

* 4000W veículo potência inversor, converter DC 12V para AC 110V/220V, a tensão de saída é constante e precisa.

* Com 1 tomada AC universal e 2 portas de carregamento USB,

* O inversor de energia é feito de liga de alumínio de alta qualidade, ventilador de refrigeração embutido, quando a temperatura de trabalho do inversor atinge 45 °C, o ventilador será iniciado automaticamente.

* Display digital LCD inteligente, tensão de entrada e saída são exibidos ao mesmo tempo, o que é mais seguro e mais conveniente de usar.

* Proteção contra sobrecarga embutida, proteção de alta tensão, proteção contra sobrecarga, proteção contra superaquecimento, proteção contra curto-circuito, proteção contra sobrecorrente, proteção de conexão positiva e negativa, proteção de baixa tensão, segura e confiável.

Potência máxima: 4000W

Potência nominal: 300W (Certifique-se de que a potência nominal total dos dispositivos conectados seja $\leq 300W$).

Conversão eficiência: >90%

Tamanho: 200*112*56mm/7,9 " * 4,4" * 2,2".

2.1.4 Fita LED

Fita Led Rolo 5m 300 Leds C/ Dupla Face A Prova D'agua! 3528

Dimensão: 5000mm X 07mm

Cores disponíveis: branco frio

Quantidade de led por metro: 60

Tipo do led: SMD 3528

Tensão: 12v

Consumo por metro: 4.8 watts

Luminosidade por metro: 600 lumens

Ângulo de iluminação: 120 °

Temperatura de funcionamento: -20 ° a 50 °

Peso: 94 gramas.

2.1.5 Bateria Selada 12V VRLA (Estacionária)

Tensão Nominal: 12V;

Capacidade Nominal: 19h;

Peso médio: 2,2Kg;

Terminal: Faston 187 / Faston 250;

Posição dos pólos: B;

Tensão (V): 12V;

Capacidade nominal (Ah) 7,0.

Peso (Kg) 1,6.

2.1.6 Refletor LED 50W

Modelo: Refletor Avant Led Slim

Cor: Preto

Referência: MKSP63533

Emissão de Luz: 3000K - Luz Amarela

Voltagem: 100 ~ 240V

Vida Útil: 25.000 horas

Potência: 50W

Corrente: 0,591A / 0,341A

Fluxo Luminoso: 3750 Lúmens

Grau de Proteção: IP 65 (Uso externo)

Ângulo de Abertura: 120°

Frequência: 60 Hz

Eficiência Luminosa: 75 lm/W

Altura X Profundidade x Largura: 118 x 26 x 138 mm

Garantia: 12 meses (Fabricante)

3 ENERGIA SOLAR

A geração de energia solar é uma forma de captar a energia do sol através de placas fotovoltaicas, onde há dois tipos de Sistemas Fotovoltaicos, On-grid e Off-grid.

3.1 SISTEMA FOTOVOLTAICO ON-GRID

On-grid é um sistema fotovoltaico conectado a rede de distribuição pública, que significa “Com ou Na Rede”. Dessa forma, a geração de energia é integrada a companhia elétrica da região, não havendo necessidade de armazenar em baterias ou acumuladores a energia excedente não consumida.

Quando a unidade consumidora produzir mais energia que consumir, o excedente será enviado para a rede pública de energia, que contribuirá para o sistema de distribuição que poderá ser utilizada em outros lugares. Caso a geração de energia do cliente não for suficiente para suprir a demanda elétrica da unidade consumidora, poderá utilizar a energia da rede de distribuição.

Nesse sistema, a eletricidade gerada além do utilizado é transformada em créditos de energia ou podem ser utilizados em um período de 5 anos.

Os painéis solares são os mesmos para os sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid. Eles convertem a luz solar em energia elétrica de corrente contínua. A energia gerada pelos painéis solares é de corrente contínua (CC), que é diferente da corrente alternada (CA) utilizada pela rede elétrica. Para que a energia gerada pelos painéis possa ser utilizada nos aparelhos domésticos, é necessário que ela seja convertida de CC para CA.

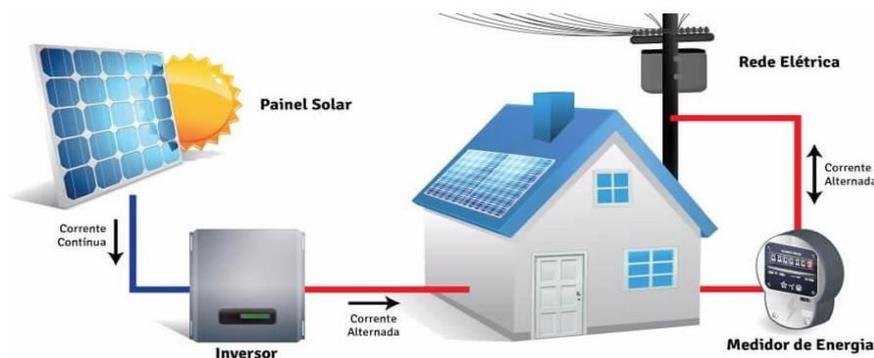


Figura 1 – Sistema de geração solar On-grid

Autor: Imagens da internet - Bao Ribeiro Advogados

As principais vantagens do sistema fotovoltaico on-grid são:

Redução da conta de luz: O sistema fotovoltaico on-grid pode gerar uma economia significativa na conta de luz, pois a energia gerada pelos painéis solares é utilizada para atender à demanda doméstica.

Independência da rede elétrica: O sistema fotovoltaico on-grid pode ajudar a reduzir a dependência da rede elétrica, o que pode ser benéfico em caso de queda de energia.

Redução de emissões de gases de efeito estufa: A geração de energia solar é uma fonte de energia limpa e renovável, que não contribui para as emissões de gases de efeito estufa.

Além dessas vantagens, o sistema fotovoltaico on-grid também pode oferecer os seguintes benefícios:

Aumento do valor do imóvel: Um imóvel equipado com um sistema fotovoltaico on-grid pode ter seu valor de mercado aumentado.

Melhora da qualidade do ar: A geração de energia solar ajuda a melhorar a qualidade do ar, pois não emite poluente.

Redução do consumo de recursos naturais: A geração de energia solar ajuda a reduzir o consumo de recursos naturais, como o petróleo e o gás natural.

No entanto, o sistema fotovoltaico on-grid também apresenta algumas desvantagens, como:

Custo inicial: O custo inicial de um sistema fotovoltaico on-grid é relativamente alto, mas o investimento pode ser compensado pela economia na conta de luz ao longo do tempo.

Dependência da rede elétrica: O sistema fotovoltaico on-grid ainda depende da rede elétrica para backup de energia, portanto, os moradores ainda podem sofrer quedas de energia se houver uma interrupção na rede elétrica.

Em geral, o sistema fotovoltaico on-grid é uma boa opção para residências ou empresas que desejam reduzir sua conta de luz, gerar sua própria energia e contribuir para a preservação do meio ambiente.

Aqui estão alguns exemplos de como o sistema fotovoltaico on-grid pode ser utilizado:

Residências: O sistema fotovoltaico on-grid pode ser utilizado para atender à demanda de energia de uma residência, incluindo a iluminação, os eletrodomésticos e os aparelhos eletrônicos.

Empresas: O sistema fotovoltaico on-grid pode ser utilizado para atender à demanda de energia de uma empresa, incluindo os equipamentos de produção, os sistemas de refrigeração e os sistemas de iluminação.

Comunidades: O sistema fotovoltaico on-grid pode ser utilizado para atender à demanda de energia de uma comunidade, incluindo as residências, as empresas e as áreas públicas.

O sistema fotovoltaico on-grid é uma tecnologia promissora que oferece uma série de benefícios para residências, empresas e comunidades.

3.2 SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF-GRID

Um sistema fotovoltaico off-grid é um sistema de geração de energia solar que não está conectado à rede elétrica. Isso significa que o sistema deve ser capaz de gerar e armazenar energia suficiente para atender à demanda de energia do usuário.

Os sistemas fotovoltaicos off-grid são compostos pelos seguintes componentes:

Painéis solares: Os painéis solares convertem a luz solar em energia elétrica de corrente contínua.

Inversor: O inversor converte a energia de corrente contínua dos painéis solares em energia de corrente alternada, que é a forma de energia utilizada pela maioria dos aparelhos domésticos.

Baterias: As baterias armazenam a energia gerada pelos painéis solares para uso posterior.

Os sistemas fotovoltaicos off-grid são uma boa opção para residências ou empresas que estão localizadas em áreas remotas ou que não têm acesso à rede elétrica. Eles também são uma boa opção para residências ou empresas que desejam ter autonomia energética e não depender da rede elétrica.

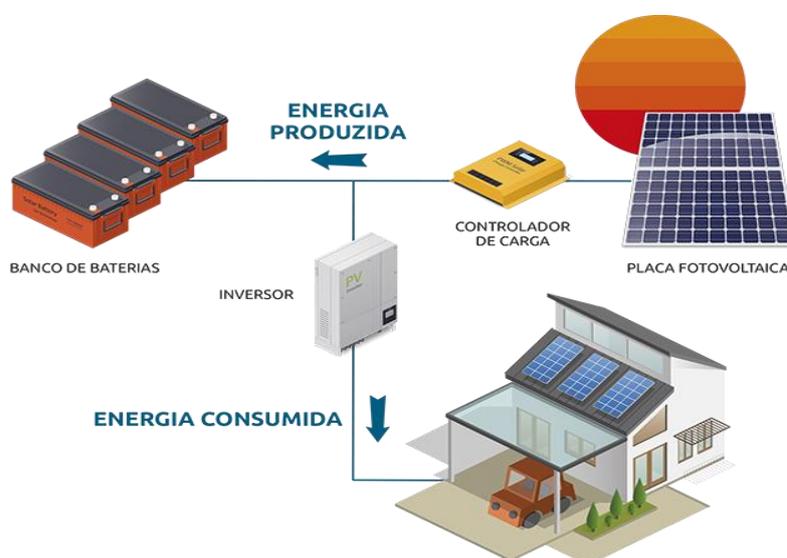


Figura 2 – Sistema de geração solar Off-grid

Autor: Imagens da internet – www.ecoaquecedores.com.br/

As principais vantagens dos sistemas fotovoltaicos off-grid são:

Independência da rede elétrica: Os sistemas fotovoltaicos off-grid permitem que os usuários tenham autonomia energética e não dependam da rede elétrica.

Redução da conta de luz: Os sistemas fotovoltaicos off-grid podem gerar uma economia significativa na conta de luz, pois a energia gerada pelos painéis solares é utilizada para atender à demanda doméstica.

Redução de emissões de gases de efeito estufa: A geração de energia solar é uma fonte de energia limpa e renovável, que não contribui para as emissões de gases de efeito estufa.

No entanto, os sistemas fotovoltaicos off-grid também apresentam algumas desvantagens, como:

Custo inicial: O custo inicial de um sistema fotovoltaico off-grid é relativamente alto, mas o investimento pode ser compensado pela economia na conta de luz ao longo do tempo.

Manutenção: Os sistemas fotovoltaicos off-grid requerem manutenção regular, como a limpeza dos painéis solares e a substituição das baterias.

Em geral, os sistemas fotovoltaicos off-grid são uma boa opção para residências ou empresas que desejam ter autonomia energética, reduzir sua conta de luz e contribuir para a preservação do meio ambiente.

Aqui estão alguns exemplos de como os sistemas fotovoltaicos off-grid podem ser utilizados:

Residências: Os sistemas fotovoltaicos off-grid podem ser utilizados para atender à demanda de energia de uma residência, incluindo a iluminação, os eletrodomésticos e os aparelhos eletrônicos.

Empresas: Os sistemas fotovoltaicos off-grid podem ser utilizados para atender à demanda de energia de uma empresa, incluindo os equipamentos de produção, os sistemas de refrigeração e os sistemas de iluminação.

Comunidades: Os sistemas fotovoltaicos off-grid podem ser utilizados para atender à demanda de energia de uma comunidade, incluindo as residências, as empresas e as áreas públicas.

Os sistemas fotovoltaicos off-grid são uma tecnologia promissora que oferece uma série de benefícios para residências, empresas e comunidades.

3.3 SISTEMA FOTOVOLTAICO HÍBRIDO

Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos são uma combinação de sistemas fotovoltaicos on-grid e off-grid. Eles permitem que os usuários gerem sua própria energia solar, mas também possam acessar a rede elétrica em caso de necessidade.

Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos são compostos pelos seguintes componentes:

Painéis solares: Os painéis solares convertem a luz solar em energia elétrica de corrente contínua.

Inversor: O inversor converte a energia de corrente contínua dos painéis solares em energia de corrente alternada, que é a forma de energia utilizada pela maioria dos aparelhos domésticos.

Baterias: As baterias armazenam a energia gerada pelos painéis solares para uso posterior.

Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos oferecem uma série de vantagens, como:

Redução da conta de luz: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos podem gerar uma economia significativa na conta de luz, pois a energia gerada pelos painéis solares é utilizada para atender à demanda doméstica.

Independência da rede elétrica: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos permitem que os usuários tenham autonomia energética e não dependam da rede elétrica em caso de queda de energia.

Redução de emissões de gases de efeito estufa: A geração de energia solar é uma fonte de energia limpa e renovável, que não contribui para as emissões de gases de efeito estufa.

No entanto, os sistemas de geração fotovoltaico híbridos também apresentam algumas desvantagens, como:

Custo inicial: O custo inicial de um sistema de geração fotovoltaico híbrido é relativamente alto, mas o investimento pode ser compensado pela economia na conta de luz ao longo do tempo.

Manutenção: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos requerem manutenção regular, como a limpeza dos painéis solares e a substituição das baterias.

Em geral, os sistemas de geração fotovoltaico híbridos são uma boa opção para residências ou empresas que desejam reduzir sua conta de luz, ter autonomia energética e contribuir para a preservação do meio ambiente.

Aqui estão alguns exemplos de como os sistemas de geração fotovoltaico híbridos podem ser utilizados:

Residenciais: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos podem ser utilizados para atender à demanda de energia de uma residência, incluindo a iluminação, os eletrodomésticos e os aparelhos eletrônicos.

Empresas: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos podem ser utilizados para atender à demanda de energia de uma empresa, incluindo os equipamentos de produção, os sistemas de refrigeração e os sistemas de iluminação.

Comunidades: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos podem ser utilizados para atender à demanda de energia de uma comunidade, incluindo as residências, as empresas e as áreas públicas.

Além das vantagens gerais dos sistemas fotovoltaicos, os sistemas de geração fotovoltaico híbridos oferecem as seguintes vantagens específicas:

Maior flexibilidade: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos oferecem aos usuários maior flexibilidade, pois eles podem escolher como gerar e consumir sua energia.

Maior confiabilidade: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos são mais confiáveis do que os sistemas fotovoltaicos on-grid ou off-grid, pois eles podem fornecer energia mesmo em caso de queda de energia na rede elétrica.

Desvantagens específicas dos sistemas de geração fotovoltaico híbridos

Além das desvantagens gerais dos sistemas fotovoltaicos, os sistemas de geração fotovoltaico híbridos apresentam as seguintes desvantagens específicas:

Custo inicial mais alto: O custo inicial de um sistema de geração fotovoltaico híbrido é mais alto do que o custo de um sistema fotovoltaico on-grid ou off-grid.

Maior complexidade: Os sistemas de geração fotovoltaico híbridos são mais complexos do que os sistemas fotovoltaicos on-grid ou off-grid, o que pode dificultar a sua instalação e manutenção.

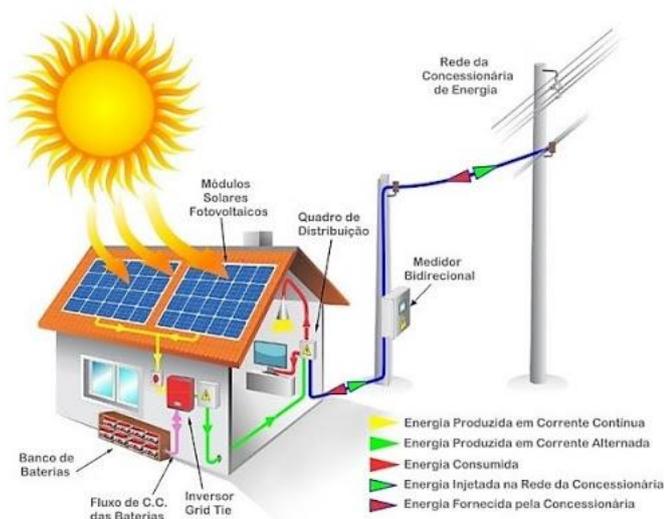


Figura 3 – Sistema de geração solar Híbrido

Autor: Imagens da internet – www.oceaenergia.com

3.4 PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICO

É um dispositivo composto por células fotovoltaicas que convertem a luz do sol em eletricidade. Essas células são geralmente feitas de materiais semicondutores, como o silício. O processo pelo qual a luz solar é transformada em eletricidade é conhecido como efeito fotovoltaico.

A estrutura típica de um painel solar inclui múltiplas células fotovoltaicas interconectadas e protegidas por camadas de material, muitas vezes cobertas por vidro para resistir às condições ambientais. Essas células geram corrente contínua (CC) quando expostas à luz solar e é convertida em corrente alternada (CA) por meio de um inversor.

Os painéis solares desempenham um papel central em sistemas de energia solar fotovoltaica, sendo amplamente utilizados para gerar eletricidade renovável e sustentável. Eles são instalados em telhados, terrenos ou estruturas especiais, formando sistemas que podem variar em escala, desde pequenas instalações residenciais até grandes fazendas solares comerciais. O uso de painéis solares contribui para a redução da dependência de fontes de energia não renováveis e ajuda na mitigação das mudanças climáticas ao produzir eletricidade sem emissões significativas de gases de efeito estufa.

Os painéis fotovoltaicos são usados em sistemas fotovoltaicos, que podem ser conectados à rede elétrica (on-grid) ou não conectados à rede elétrica (off-grid).

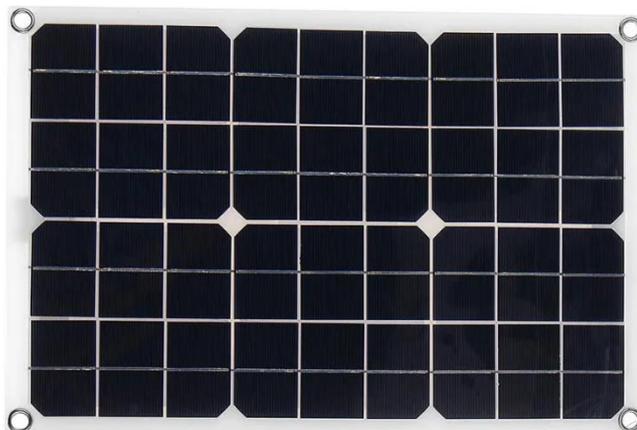


Figura 4 – Painel Solar Fotovoltaico 18V / 18W

Autor: Luxuglow 3C Store (Aliexpress)

3.5 CONTROLADOR DE CARGA

O controlador de carga em um sistema fotovoltaico é um componente crucial que gerencia e regula a carga da bateria, garantindo a eficiência e a durabilidade do sistema. Sua principal função é controlar a corrente que flui entre os painéis solares e a bateria, evitando sobrecargas ou descargas excessivas, o que pode prejudicar a integridade da bateria.

Aqui estão alguns aspectos-chave e funções do controlador de carga em um sistema fotovoltaico:

Prevenção de Sobrecarga: O controlador de carga monitora a voltagem da bateria e interrompe a corrente vinda dos painéis solares quando a bateria está completamente carregada. Isso evita danos à bateria por sobrecarga, prolongando sua vida útil.

Evitar Descargas Profundas: Da mesma forma, o controlador de carga evita que a bateria seja descarregada excessivamente. Descargas profundas frequentes podem reduzir significativamente a vida útil da bateria, e o controlador ajuda a prevenir esse problema.

Gestão da Energia: Alguns controladores de carga mais avançados têm recursos de gestão de energia, como a capacidade de direcionar o excesso de energia para

cargas adicionais, como aquecedores de água ou outros dispositivos, quando a bateria está totalmente carregada.

Proteção contra Condições Adversas: Muitos controladores de carga são projetados para operar em condições ambientais adversas, fornecendo proteção contra curto-circuito, sobretensão, sobrecarga e inversão de polaridade.

Monitoramento: Alguns modelos de controladores de carga vêm com recursos de monitoramento que permitem aos usuários verificar o desempenho do sistema, incluindo dados como a corrente de carga, a voltagem da bateria e outras informações importantes.

Existem dois tipos principais de controladores de carga: PWM (Modulação por Largura de Pulso) e MPPT (Rastreamento Máximo de Ponto de Potência). Os controladores PWM são mais simples e econômicos, enquanto os controladores MPPT são mais eficientes e sofisticados, otimizando a conversão de energia dos painéis solares para a bateria.



Figura 5 – Controlador de carga PWM

Autor: Luxuglow 3C Store (Aliexpress)

3.6 BATERIA

Uma bateria elétrica é um dispositivo que converte energia química em energia elétrica por meio de reações eletroquímicas reversíveis. Ela é composta por uma ou mais células eletroquímicas, cada uma consistindo em dois eletrodos (um ânodo e um cátodo) imersos em um eletrólito. A reação química dentro da bateria gera

elétrons, que podem ser utilizados para fornecer energia a dispositivos elétricos externos.

As baterias são amplamente utilizadas em uma variedade de aplicações, desde dispositivos portáteis, como telefones celulares e laptops, até veículos elétricos e sistemas de armazenamento de energia para uso em escala de rede. Existem diversos tipos de baterias, cada uma com características específicas, incluindo as baterias de íon de lítio, baterias de íon de polímero, baterias de chumbo-ácido, baterias de níquel-cádmio, entre outras.

O processo básico de funcionamento de uma bateria elétrica envolve a liberação de elétrons no ânodo durante uma reação química, enquanto no cátodo ocorre uma absorção de elétrons. Esses elétrons fluem por um circuito externo, fornecendo energia elétrica utilizável, enquanto os íons no eletrólito permitem a continuidade das reações químicas. Quando a bateria é descarregada, a reação química é revertida recarregando a bateria para um novo ciclo de uso.



Figura 6 – Bateria Selada 12V 7Ah

Autor: Loja Hope Tech (Mercado Livre)

3.7 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Um inversor de frequência fotovoltaico é um dispositivo que converte a energia gerada por painéis solares de corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA) para uso em máquinas elétricas. É usado em sistemas fotovoltaicos off-grid para alimentar cargas CA, como bombas, motores e iluminação.

Os inversores de frequência fotovoltaicos são geralmente classificados de acordo com sua potência nominal, que é a quantidade máxima de energia CC que podem converter em CA. Eles também são classificados de acordo com o tipo de carga que irão alimentar. Inversores para bombas são projetados para fornecer tensão e frequência variáveis para controlar a velocidade da bomba. Inversores para motores são projetados para fornecer tensão e frequência constantes para motores de indução.

Os inversores de frequência fotovoltaicos são um componente importante de qualquer sistema fotovoltaico off-grid. Eles permitem que os painéis solares sejam usados para alimentar cargas CA, o que pode ser necessário para algumas aplicações.



Figura 7 – Inversor DC 12V / AC110V CMZ-4000

Autor: Luxuglow 3C Store (Aliexpress)

3.8 INVERSOR HÍBRIDO

Em sistemas off-grid, é comum usar inversores híbridos, que não só convertem a corrente contínua (CC) dos painéis solares em corrente alternada (CA), mas também gerenciam a carga e descarga das baterias. Esses inversores podem operar em

modo de rede (quando há sol) e em modo off-grid (quando a energia solar não está disponível).

Estabilidade de Tensão e Frequência:

A estabilidade da tensão e da frequência da saída do inversor é crucial para garantir um fornecimento de energia confiável para os dispositivos conectados. Isso é especialmente importante em sistemas off-grid, onde não há uma conexão constante com a rede elétrica.

Eficiência: A eficiência do inversor é um fator crítico, pois afeta diretamente a quantidade de energia que pode ser utilizada a partir da energia solar disponível. Inversores eficientes ajudam a maximizar a utilização da energia gerada.

Proteções Integradas: Inversores para sistemas off-grid devem ter proteções integradas, como proteção contra sobrecarga, sobretensão, subtensão e curto-circuito. Essas características garantem a segurança do sistema e dos dispositivos conectados.

Monitoramento Remoto: Recursos de monitoramento remoto são úteis para que os usuários possam acompanhar o desempenho do sistema, a carga da bateria e outros parâmetros importantes de forma remota.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao receber o conjunto de componentes do sistema de geração fotovoltaico, foram realizadas medições elétricas com um multímetro digital e foi observado que o painel solar fotovoltaico gera 19,6Volts ao sol do meio dia quando desacoplado do controlador de carga. Porém ao acoplá-lo ao controlador de carga e à bateria, esse valor abaixou para 13,35 Volts. Nesse teste, a tensão contínua injetada na bateria para recarregá-la foi de 12,9 Volts.

Após a finalização da montagem do protótipo, foram realizadas medições elétricas com um multímetro digital e foi observado que o painel solar fotovoltaico gera 19,0 Volts com uma fonte de luz artificial, um refletor de LED de 50Watts e 3750 Lúmens, temperatura de cor 3000K quando desacoplado do controlador de carga. Porém ao acoplá-lo ao controlador de carga e à bateria, esse valor abaixou para 12,5 Volts. Nesse teste, a tensão contínua injetada na bateria para recarregá-la foi 12,9 Volts.

Verifica-se então não necessariamente precisa ter a luz do sol intensa para que as células fotovoltaicas do painel gerem tensão elétrica.



Figura 8 – Ensaio de tensão painel fotovoltaico

Autor: Aatoria própria

O conjunto Painel solar, Controlador de carga, Bateria e Inversor, foram capazes de alimentar a demanda do ponto de ônibus, que incluiu uma tomada USB, tomada padrão brasileiro 2P+T, um cooler para simular um ventilador e a iluminação em LED. Para simular a fonte solar, foi utilizado um refletor LED 50W.

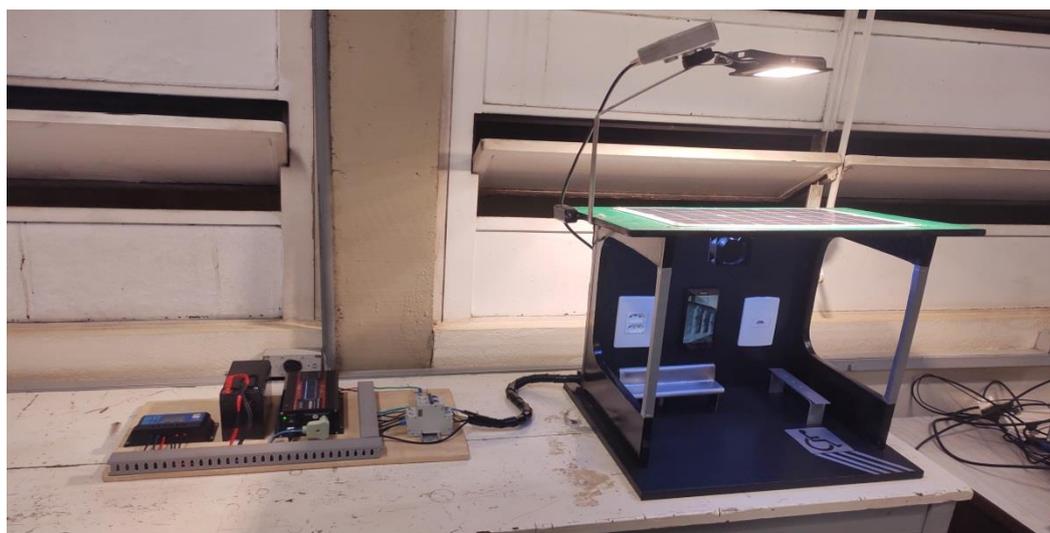


Figura 9 – Ponto de ônibus em funcionamento

Autor: Aatoria própria

5 LISTA DE PEÇAS

A lista de peças utilizados no trabalho, preços e formas de aquisição, estão descritos na tabela abaixo:

Quantidade	Unidade	Componente	Preço unid. (R\$)	Preço total (R\$)
1	Unit.	Disjuntor monopolar C10	13,50	13,50
1	Unit.	Disjuntor monopolar C16	13,50	13,50
2	m	Cabo sólido cor verde 2,5mm ²	2,20	4,40
2	m	Cabo sólido cor azul 2,5mm ²	2,20	4,40
2	m	Cabo sólido cor amarelo 2,5mm ²	2,20	4,40
2	m	Cabo sólido cor preto 1,5mm ²	1,55	3,10
1	m	Cabo sólido cor vermelho 1,5mm ²	1,55	1,55
1	Unit.	Bateria Selada 12V 7Ah	79,00	79,00
1	Unit.	Placa solar fotovoltaica 18V	50,77	50,77
1	Unit.	Controlador de carga 12V	85,39	85,39
1	Unit.	Inversor de frequência 12V x 110V	165,59	165,59
1	Unit.	Cooler 12V 60x60mm	25,60	25,60
0,5	m	Fita LED 12V	7,00	3,50
1	Unit.	Fonte 12V para fita LED	15,00	15,00
1	Unit.	Lukma Espiral 1/2" organizador cabos	6,47	6,47
1	Unit.	Lukma Espiral 3/4" organizador cabos	10,83	10,83
5	Unit.	Terminal faston fêmea 6mm ²	1,10	5,50
1	Unit.	Fotocélula 127/220V	32,90	32,90
1	Conj	Conjunto Tomada USB	30,00	30,00
0,3	m	Trilho Din Alumínio 35mm	10,00	3,00
2	Unit.	Tinta Spray	19,80	39,60
4	m	Papel Contact colorido	7,50	30,00
1	Conj	Tomada externa sobrepôr Perplex	8,83	8,83
4	Unit.	Fusível borne 2,5mm ²	Material de reuso	Material de reuso
8	Unit.	Borne 2,5mm ²	Material de reuso	Material de reuso
1	Conj	Tomadas embutir padrão bras. 2P+T	Material de reuso	Material de reuso
1	Unit.	Refletor LED 20W	Material de reuso	Material de reuso
1	Unit.	Suporte alumínio para refletor led	Material de reuso	Material de reuso
25	Unit.	Parafuso Philips 4,8 x 25 mm	Material de reuso	Material de reuso
2	m ²	Placa MDF branca 12mm	Material de reuso	Material de reuso
Total			592,48	636,83

Tabela 2: Lista de peças

Fonte: Autoria própria

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das pesquisas, testes e montagem foi concretizado um protótipo funcional do projeto, onde foi possível aplicar os conceitos apresentados pelo curso técnico e para o autodesenvolvimento pessoal de cada integrante do grupo.

O intuito do trabalho é ser usado para benefício do público, incentivando a melhora das condições das pessoas que utilizam o transporte público, disponibilizando mais conforto e acessibilidade e também utilizar uma fonte de energia limpa e rica que está à disposição da sociedade.

O protótipo do ponto de ônibus autossustentável projetado aborda todos os elementos citados durante o trabalho, como por exemplo: A iluminação interna (Fita de *LED*), tomadas 127V, adaptador *USB*, fotocélula (para acionamento automático da iluminação interna) e painel de propagandas (para custear as futuras manutenções preventivas e corretivas). Os testes realizados em bancadas através do esquemático montado obteve sucesso em seu funcionamento.

Sua implementação na prática, em um ponto de ônibus tradicional dependerá de incentivos financeiros, que poderá ser feito entre uma parceria público-privada, além de pesquisas para realizar construções eficientes e que proporcione todos os benefícios para a sociedade e meio ambiente.

7 ESQUEMA ELÉTRICO

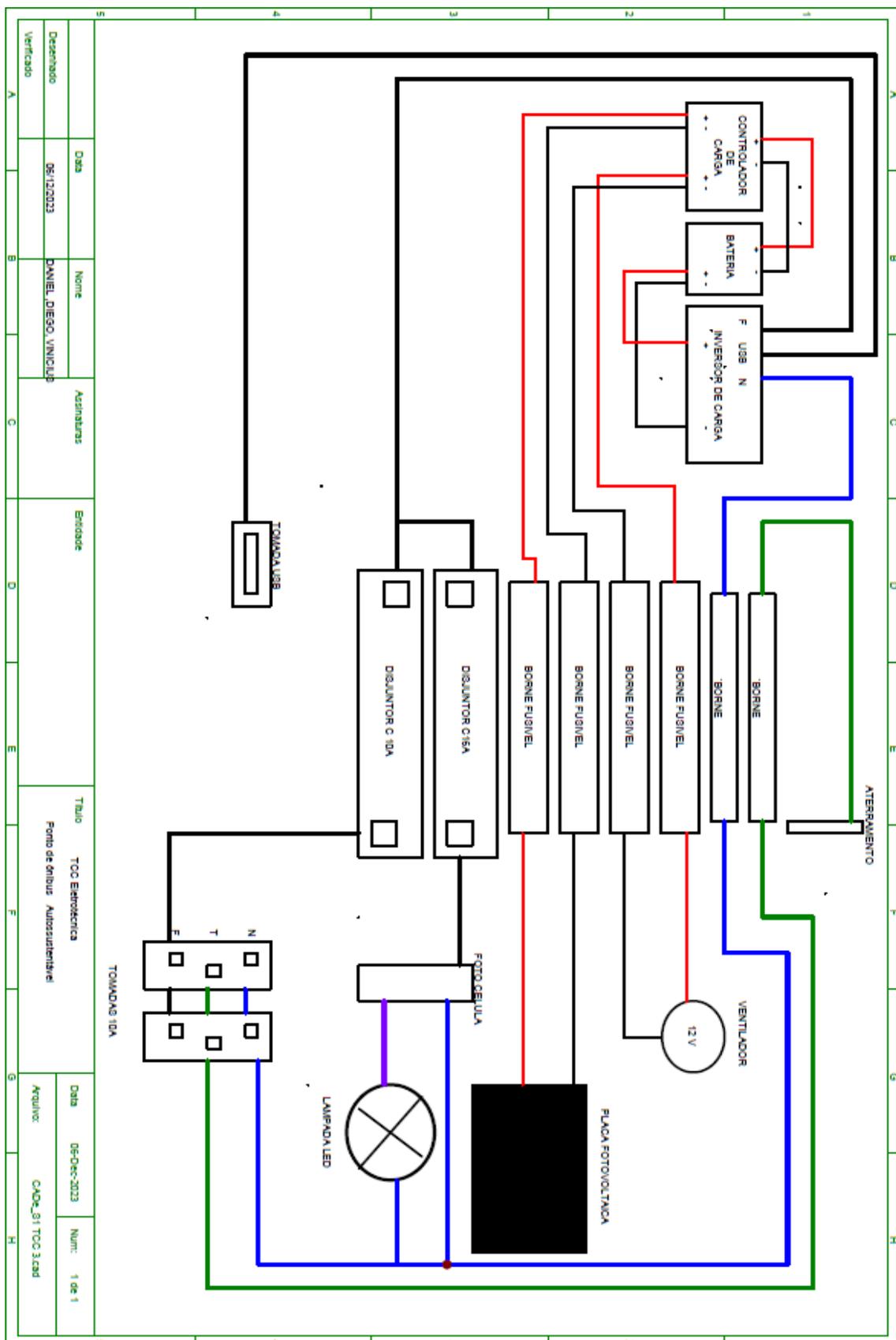


Figura 10 – Esquema Eléctrico

9 REFERÊNCIAS

<https://www.weg.net/solar/blog/sistema-fotovoltaico-on-grid-e-off-grid-saiba-as-diferencas-e-as-vantagens-de-cada-tipo/> Acesso em: 28 Nov.2023.

https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1986696426-fita-led-rola-5m-3528-branco-frio-dupla-face-a-prova-dagua-_JM?searchVariation=95001654927#searchVariation=95001654927&position=35&search_layout=grid&type=item&tracking_id=3ce61bb5-ec0a-4040-9ecb-840733c10cc3. Acesso em: 03 Dez.2023.

<https://baoribeiro.com.br/content/uploads/2022/08/sistema_ongrid.jpg> Acesso em: 03 Dez.2023.

<<https://www.ecoquecedores.com.br/energia-solar-fotovoltaica-off-grid/> Acesso em: 03 Dez.2023.

<<https://www.ocaenergia.com/blog/energia-solar/sistema-fotovoltaico-hibrido-entenda-o-que-e/>> Acesso em: 03 Dez.2023.