



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

WEDRYSON LUCAS XAVIER OLIVEIRA SOUZA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA PARA
OTIMIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO *OUTDOG* DA UFERSA CÂMPUS PAU
DOS FERROS**

CARAÚBAS - RN

2022

WEDRYSON LUCAS XAVIER OLIVEIRA SOUZA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA PARA
OTIMIZAÇÃO DE ENERGIA SOLAR NO *OUTDOG* DA UFERSA CÂMPUS PAU
DOS FERROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Francisco Carlos Gurgel da Silva
Segundo, Prof. Dr.

CARAÚBAS - RN

2022

©Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

0719e Oliveira Souza, Wedryson Lucas Xavier.
Estudo de viabilidade de implementação de
sistema para otimização de energia solar no outdog
da Ufersa câmpus Pau dos Ferros / Wedryson Lucas
Xavier Oliveira Souza. - 2022.
45 f. : il.

Orientador: Francisco Carlos Gurgel da Silva
Segundo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2022.

1. Energia solar. 2. Geração de energia. 3.
Painel fotovoltaico. I. Silva Segundo, Francisco
Carlos Gurgel da, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e dos dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

WEDRYSON LUCAS XAVIER OLIVEIRA SOUZA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA PARA OTIMIZAÇÃO
DE ENERGIA SOLAR NO *OUTDOG* DA UFERSA CÂMPUS PAU DOS FERROS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
a Universidade Federal Rural do Semi Árido,
como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Caraúbas, 28 de Novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

FRANCISCO CARLOS
GURGEL DA SILVA
SEGUNDO: [REDACTED]

Dados: 2022.11.29
17:09:45 -03'00'

Prof. Dr. FRANCISCO CARLOS GURGEL DA SILVA SEGUNDO
UFERSA

CECILIO MARTINS DE
SOUSA NETO: [REDACTED]

Assinado de forma digital por CECILIO
MARTINS DE SOUSA NETO: [REDACTED]
Dados: 2022.11.29 08:36:52 -03'00'

Prof. Dr. CECÍLIO MARTINS DE SOUSA NETO
UFERSA

Glaydson Francisco
Barros de Oliveira

Assinado de forma digital por
Glaydson Francisco Barros de
Oliveira
Dados: 2022.11.29 10:23:33 -03'00'

Prof. Dr. Glaydson Francisco Barros de Oliveira
UFERSA

“O importante é não parar de questionar.”

(Albert Einstein)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus que creio e confio, com ele tudo se torna possível.

Em seguida agradeço a minha mãe, por sempre me apoiar e incentivar na perseguição dos meus sonhos e metas, por se fazer presente mesmo distante, me encorajando e me dando forças para enfrentar todas as dificuldades encontradas no decorrer do curso, a minha irmã, ao meu irmão e a toda a minha família, sou grato também a minha namorada e amiga Vivian Araújo que prestou total apoio, estímulo e paciência nessa fase final.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo, por me apresentar esse projeto, pela força, conhecimento passado e total disponibilidade durante todas as etapas do projeto.

Aos meus amigos, em especial Paulo Maia, Johnathan Henrique, Tomás Garcia e Larissa Sales que sempre se fizeram presentes, a todos os meus colegas de curso do Campus Caraúbas e ao grupo The League, que desde o início foram essenciais.

Quero agradecer a mim por acreditar em mim e quero agradecer a mim por nunca desistir.

A Banca Examinadora, pelo interesse e disponibilidade e a todas as pessoas envolvidas diretamente ou indiretamente que contribuíram para que esse trabalho fosse realizado.

RESUMO

A captação da energia solar, vem enfrentando mudanças constantes durante o decorrer dos anos, resultado de um novo desenvolvimento tecnológico alcançado, a geração por meio desse tipo de conversão provém de um sistema totalmente limpo, sustentável e renovável, reduzindo ou cessando seus impactos ambientais. O principal objetivo desta pesquisa é fazer um levantamento da curva da radiação solar na cidade de Pau dos Ferros, localizada na região do Semi-Árido do Rio Grande do Norte, e por meio dessa curva analisar a eficiência de um sistema fotovoltaico em uma estrutura fixa, propondo-se a alcançar uma maior eficiência energética, em consequência de uma maior captação dos raios solares, devido a melhor escolha do posicionamento do módulo fotovoltaico em direção ao Sol. Utilizou-se de um microcontrolador para fazer as comunicações dos sensores com o banco de dados, retornando à captação por minuto com relação a temperatura e tensão. Por fim, viu-se que o protótipo respondeu bem e atestou sua utilidade como ferramenta para avaliação de desempenho por meio de uma análise dos dados, gráficos e quadros.

Palavras-chaves: Energia solar, Pannel fotovoltaico, Geração de energia.

ABSTRACT

The capture of solar energy has been facing constant changes over the years, the result of a new technological development achieved, the generation through this type of conversion comes from a totally clean, sustainable and renewable system, reducing or ceasing its environmental impacts. The main objective of this research is to survey the solar radiation curve in the city of Pau dos Ferros, located in the semi-arid region of Rio Grande do Norte, and through this curve to analyze the efficiency of a photovoltaic system in a fixed structure. proposing to achieve greater energy efficiency, as a result of a greater capture of solar rays, due to the better choice of positioning the photovoltaic module towards the Sun. A microcontroller was used to make the communications of the sensors with the database, returning to the capture per minute in relation to temperature and voltage. Finally, it was seen that the prototype responded well and attested to its usefulness as a tool for performance evaluation through an analysis of data, graphs and charts.

Keywords: Solar energy, Photovoltaic panel, Power generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz energética mundial 2019.	14
Figura 2 - Matriz elétrica Brasileira 2020.	15
Figura 3 - Atlas solarimétrico do Brasil	19
Figura 4 - Componentes da irradiância solar.....	20
Figura 5 - Estrutura módulo fotovoltaico	21
Figura 6 - Célula fotovoltaica.....	21
Figura 7 - Estrutura LDR.....	23
Figura 8 - Esquema de alimentação fotovoltaico	25
Figura 9 - Fluxograma esquemático do projeto.....	27
Figura 10 - Estrutura NodeMCU.....	28
Figura 11 - Interação Usuários/SGBD/Banco de dados	29
Figura 12 - Sensor LDR	30
Figura 13 - Sensor DS18B20.....	31
Figura 14 - Implementação do projeto	32
Figura 15 - Interface Digital Compass	33
Figura 16 - Banco de dados MySQL.....	33
Figura 17 - Dados Obtidos	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Especificações do Pannel solar	26
Quadro 2 - Especificações do Controlador de Carga	26
Quadro 3 - Especificações da Bateria.....	26
Quadro 4 - Especificações do Inversor de Tensão	27
Quadro 5 - Sensor LDR	30
Quadro 6 - Sensor Temperatura	31
Quadro 7 - Resultados	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Temperatura da posição Norte	35
Gráfico 2 - Tensão da posição Norte	36
Gráfico 3 - Temperatura da posição Sul	37
Gráfico 4 - Tensão da posição Sul	37
Gráfico 5 - Temperatura da posição Leste	38
Gráfico 6 - Tensão da posição Leste	39
Gráfico 7 - Temperatura da posição Oeste	39
Gráfico 8 - Tensão da posição Oeste	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FV	Fotovoltaico
PV	Placa Fotovoltaica
VCC	Tensão Corrente Contínua
VDC	Voltage Direct Current
LDR	Light Dependent Resistor
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
VIN	Entrada de Alimentação
GND	Aterramento
EN	Enable
RST	Reset
USB	Universal Serial Bus

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. TEMA.....	13
1.2. MOTIVAÇÃO.....	14
1.3. JUSTIFICATIVA	16
1.4. OBJETIVO	16
1.4.1. Objetivos geral	16
1.4.2. Objetivos Específicos	16
1.5. DESCRIÇÃO DOS CAPÍTULOS POSTERIORES	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1.1. Energia solar.....	18
2.1.2. Irradiância Solar	19
2.1.3. Fotovoltaica.....	20
2.1.4. Influência da temperatura nos módulos	22
2.2. TRABALHOS RELACIONADOS	22
2.2.1. Influência da inclinação e azimute de superfície de módulos fotovoltaico.....	22
2.2.2. Sistema de controle rastreável para painéis fotovoltaicos.....	23
2.2.3. Avaliação de sensores de temperatura para automação de sistemas elétricos	24
3. DESCRIÇÃO DO PROJETO.....	25
3.1. DESENVOLVIMENTO.....	25
3.1.1. Sistema de carregamento de bateria.....	25
3.1.2. Módulo Fotovoltaico.....	26
3.1.3. Controlador de carga.....	26
3.1.4. Bateria.....	26
3.1.5. Inversor de tensão	26

3.2.	MATERIAL E MÉTODO	27
3.2.1.	Fluxograma	27
3.2.2.	NodeMCU.....	27
3.2.3.	Banco de dados	29
3.2.4.	Sensor de luminosidade	29
3.2.5.	Sensor de temperatura.....	30
3.2.6.	Montagem dos componentes eletrônicos	32
4.	RESULTADO E DISCUSSÕES	34
4.1.	Posição Norte.....	34
4.2.	Posição Sul	36
4.3.	Posição Leste	38
4.4.	Posição Oeste.....	39
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
6.	REFEÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	42

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

1.1.TEMA

A energia elétrica é a capacidade de trabalho em uma corrente elétrica sendo uma forma de energia que é gerada baseada em uma diferença de potencial elétrico, também chamada de tensão, onde se caracteriza pelo trabalho feito para deslocar cargas elétricas entre dois pontos. (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017)

A energia é fundamental para o desenvolvimento da sociedade e para a melhora na qualidade de vida das pessoas, buscando facilitar desafios enfrentados pela humanidade, como nos auxiliando em praticamente todas as tarefas do cotidiano, a partir da necessidade de abastecer toda essa requisição surge os estudos para desenvolver tecnologias que consigam suprir tal demanda, pois quanto maior o crescimento populacional, maior será a demanda de energia. (REIS LAIZ, 2018)

A busca por uma energia renovável, sustentável e limpa começou a ser pesquisada em meio às preocupações com o esgotamento dos recursos energéticos, a sociedade então percebeu o quanto finito são os recursos não-renováveis e como a consequência disso resultaria em um aumento no valor desses recursos, os estudos realizados na área seguiram uma linha de raciocínio consciente onde visou desenvolver tecnologias e meios para conseguir suprir a demanda energética de forma que não degradasse o meio ambiente e que contribuísse com o desenvolvimento tecnológico do país. (DIENSTMANN, 2009)

Estudos então afirmaram que a energia solar, obtida por meio de placas fotovoltaicas (PV) tinha um enorme potencial para contribuir no abastecimento de forma eficiente, cumprindo seus requisitos estabelecidos, como principal aspecto sendo uma fonte de energia inesgotável, limpa e renovável. (JUNIOR EMERSON & GOYA FERNANDO, 2014)

A captação da energia solar realizada por via dessas placas fotovoltaicas que são responsáveis pela conversão da radiação solar em energia elétrica, é diretamente proporcional a quantidade de radiação que se é capaz de captar, e para que esse sistema consiga trabalhar com a máxima eficiência é necessário que a placa tenha o maior contato possível com o ângulo de incidência solar. (CARMO, 2021)

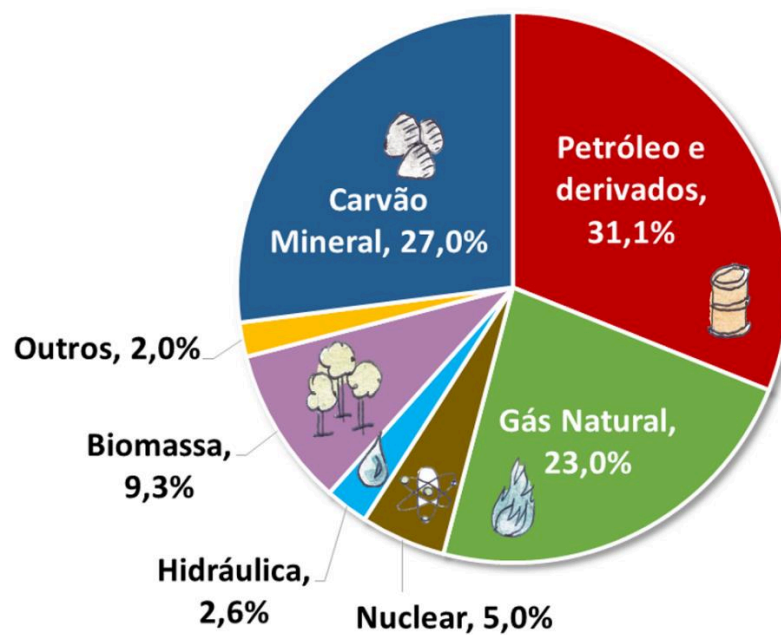
Ao analisarmos que uma placa fotovoltaica fixa terá seu rendimento afetado em certos horários do dia com consequência da movimentação solar, fazendo com que o ângulo de incidência não

esteja alinhado com o ângulo da placa, surge então a necessidade de um estudo de viabilidade para a implementação de um sistema que visa a otimização da captação dessa energia, para que ela trabalhe com mais eficiência e tenha o melhor rendimento. (CARMO, 2021)

1.2.MOTIVAÇÃO

A maneira que o homem se adaptava com a natureza para a conversão dessas energias extraídas a partir de diversas fontes existentes, trouxeram inúmeros problemas tanto no âmbito ambiental, como social e econômico, onde a maioria dos processos para essas transformações utilizam de combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão mineral) onde a queima emite gases poluentes que contribui para o aquecimento global, a classificação destes meios é apresentada na Figura 1. (MORELLI, 2012)

Figura 1 - Matriz energética mundial 2019.

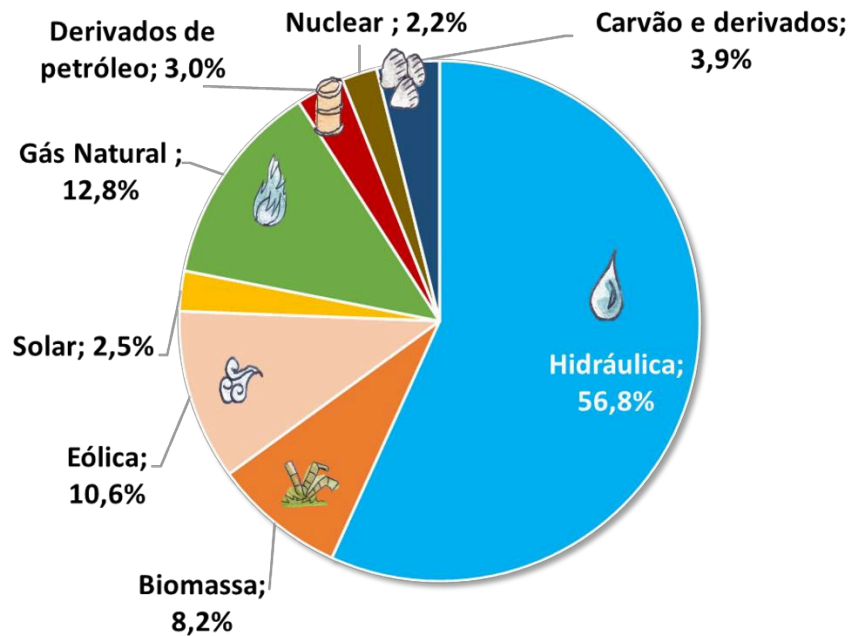


Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética).

A partir da Figura 1, constata-se que 81,1% da produção energética do mundo contribui com essas emissões, dentre todos os outros impactos provocados pela produção e utilização desses combustíveis fósseis, surgem as chamadas fontes alternativas de energia como soluções, visando minimizar esses impactos ao adotar o uso de modelos de captações energética de origem renovável, capazes de suprir uma parte significativa das necessidades humanas e para que se tenha êxito é necessário estar sempre aperfeiçoando as técnicas de conversões com a finalidade de que esses sistemas tenham o mesmo desempenho na captação das formas tradicionais. (SILVA FARIAS; SILVA; CARVALHO, 2021)

A distribuição das fontes de energia elétricas no Brasil constitui-se da rede apresentada na Figura 2.

Figura 2 - Matriz elétrica Brasileira 2021.



Fonte: EPE (Empresa de Pesquisa Energética).

A Figura 2, evidencia que a produção de energia elétrica no Brasil é ainda mais renovável, onde a grande parte é gerada mediante usinas hidrelétricas devido à existência de grandes bacias hidrográficas espalhadas pelo território. (EPE, 2021).

A energia solar soma apenas com 2,5% de recurso sendo utilizado na geração da energia, devido ao seu alto custo para a confecção das placas fotovoltaicas, porém tem um enorme potencial para a contribuição no abastecimento em larga escala visto que a energia solar incidente sobre a terra a cada dia é equivalente a toda a energia consumida no mundo por 27 anos. (LOPEZ, RICARDO, 2016)

Visando a melhoria de um projeto já existente na UFERSA campus Pau dos Ferros de um alimentador automático para animais desenvolvido por (SENNA e SILVA SEGUNDO, 2021), onde todo o projeto é alimentado por energia solar por meio de uma placa fotovoltaica fixa e um sistema de bateria que armazena a energia gerada durante o dia, visando um aumento na sua eficiência, o presente trabalho visa levantar um estudo de viabilidade de implementação de um sistema para a otimização dessa energia solar captada no Outdog. (FREITA, 2022)

1.3.JUSTIFICATIVA

Do interesse na busca por outras fontes de energia elétrica que sejam renováveis e que não causem impactos negativos ao meio ambiente, a energia solar fotovoltaica desempenha um papel fundamental, pois seus impactos são praticamente nulos. (JUNIOR EMERSON & GOYA FERNANDO, 2014)

Segundo Góis et al. (2020) a localização do Brasil é favorável para a produção de energia solar, pois o país se encontra próximo a linha do Equador, esse trabalho tem como um dos objetivos levantar a curva da radiação solar na região do Semi-Árido.

O presente projeto se propõe a elaborar um estudo de viabilidade de implementação de um sistema para a otimização da captação da energia solar, com foco em uma maior incidência dos raios solares no módulo fotovoltaico.

Tendo isso em mente, esse trabalho também analisa a eficiência de um sistema fotovoltaico montado em uma estrutura fixa, o rendimento desse sistema está inteiramente ligado a quantidade de radiação solar que se é capaz de captar, e para que esse sistema consiga trabalhar com uma maior eficiência surge a necessidade de um estudo de otimização na captação.

1.4.OBJETIVO

1.4.1. Objetivos geral

O principal objetivo é identificar a curva da radiação solar da região do Semi-Árido, analisar a interferência da temperatura no módulo da placa fotovoltaica, como também determinar a eficiência de um painel fixo para futuramente fazer um comparativo com um módulo móvel.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar um estudo da radiação solar no Semi-Árido;
- Analisar o desempenho de um painel fotovoltaico montado em uma estrutura fixa;
- Coletar e tratar os dados por meio de ferramentas eletrônicas;
- Calcular a melhor direção para instalação do modulo solar fotovoltaico;
- Identificar a curva da radiação solar da região do Semi-Árido, Pau dos Ferros/RN.

1.5.DESCRICÃO DOS CAPÍTULOS POSTERIORES

O Capítulo II traz um levantamento bibliográfico acerca da energia solar, e também apresenta trabalhos relacionados envolvendo sistema de controle de rastreamento solar e influência de inclinação; o Capítulo III detalha a descrição do projeto empregue, expondo todos os componentes utilizados para fazer o protótipo e como interagem; o Capítulo IV é apresentado os resultados colhidos a partir dos sensores; o Capítulo V traz as conclusões do trabalho e sugestões para trabalhos futuros; e o Capítulo VI expõe as referências bibliográficas utilizadas.

CAPÍTULO II

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

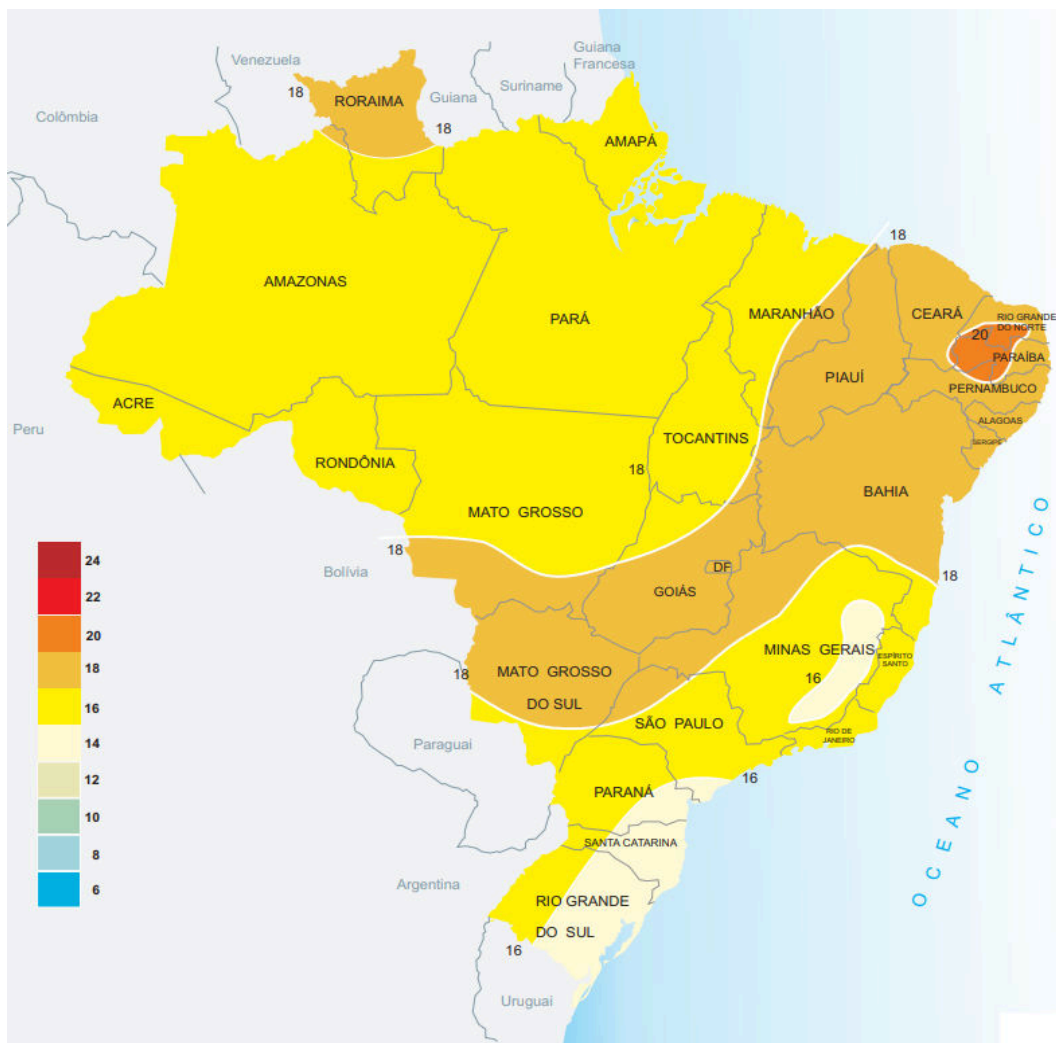
2.1.1. Energia solar

A energia solar é uma fonte alternativa emanada diretamente do sol, proveniente da radiação de ondas eletromagnéticas em forma de luz ou calor, de maneira direta ou difusa, o processo que se realiza no sol é dado pela fusão termonuclear que ocorre no núcleo do sol convertendo “650 milhões de toneladas de hidrogênio em hélio a cada segundo” (BROWN, E. p.1) A energia solar radiante na camada acima da atmosfera é de $1.367 \frac{kW}{m^2}$ estabelecida como constante solar, sendo um valor médio, pois varia de acordo com a distância da terra em relação ao sol, uma parte dessa radiação é refletida pela atmosfera, outra absorvida em forma de calor e outra parte atinge a superfície da terra. (DUFFIE; BECKMAN, 2013)

A potência que atinge o solo é naturalmente menor, devido a absorção operada pela atmosfera, que varia de acordo com a altura do sol sobre o horizonte, ao passar pela atmosfera terrestre, grande parte da energia solar surge em forma de luz visível de raios infravermelhos e raios ultravioleta, sendo possível converter essa luz em alguma forma de energia térmica ou elétrica, o conhecimento dos valores da radiação solar na superfície terrestre é de grande importância para ajudar na identificação do local mais adequado para a instalação dos painéis fotovoltaicos. (LOPEZ, RICARDO, 2016)

No Brasil a insolação diária média é de 4500 a 6000 $\frac{Wh}{m^2}$, sendo possível notar na Figura 3 o quanto ele é privilegiado com elevadas taxas de irradiação solar em todas as regiões. (MAUAD; FERREIRA; TRINDADE, 2017)

Figura 3 - Atlas solarimétrico do Brasil



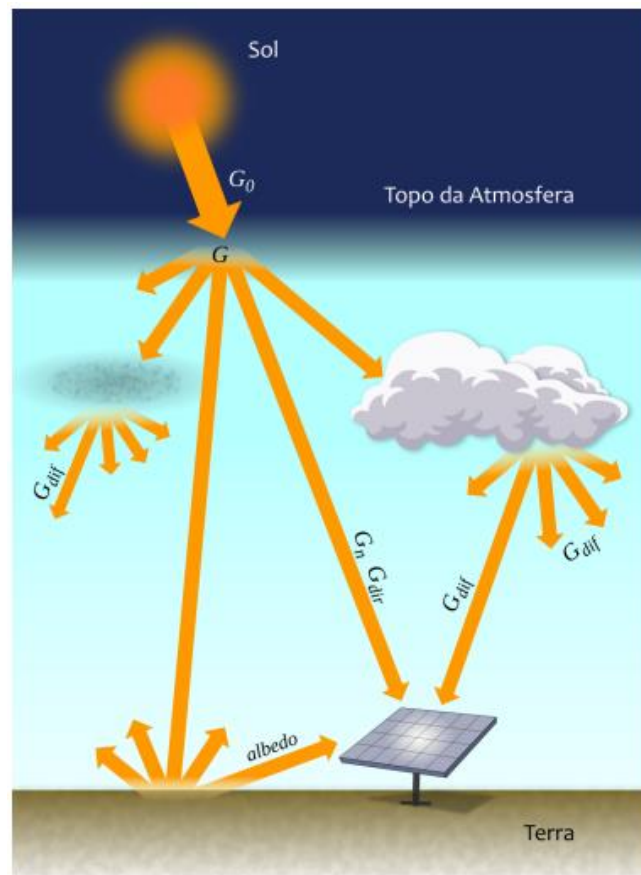
Fonte: Tiba et al. (2000).

Ao analisarmos a Figura 3, concluímos que a região do Rio Grande do Norte é bastante favorecida com radiação solar, onde consegue alcançar os maiores valores no índice solarimétrico, devido a esse fato o território tem grande potencial na geração da energia solar.

2.1.2. Irradiância Solar

A irradiância é uma grandeza relacionada à quantidade de radiação solar incidente para cada m^2 , composta por suas componentes direta e difusa, onde que na direta apresenta direção de incidência na linha imaginária entre a superfície e o sol, denotando a parcela que não sofreu processos radiativos de absorção e espelhamento que ocorrem na atmosfera, enquanto que na difusa abrange a radiação derivada de todas as demais direções decorrentes dos processos de espelhamento, observa-se esse processo na Figura 4. (PEREIRA, E. et al. 2017)

Figura 4 - Componentes da irradiância solar



Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar. (2017).

A Figura 4 expõe que a irradiação solar é a propagação de energia sem a necessidade de meio material, ou seja, quantidade de radiação solar em determinado intervalo de tempo, a integral da irradiância no tempo é definida como irradiação solar $\frac{Wh}{m^2}$. (MEDEIROS, 2016).

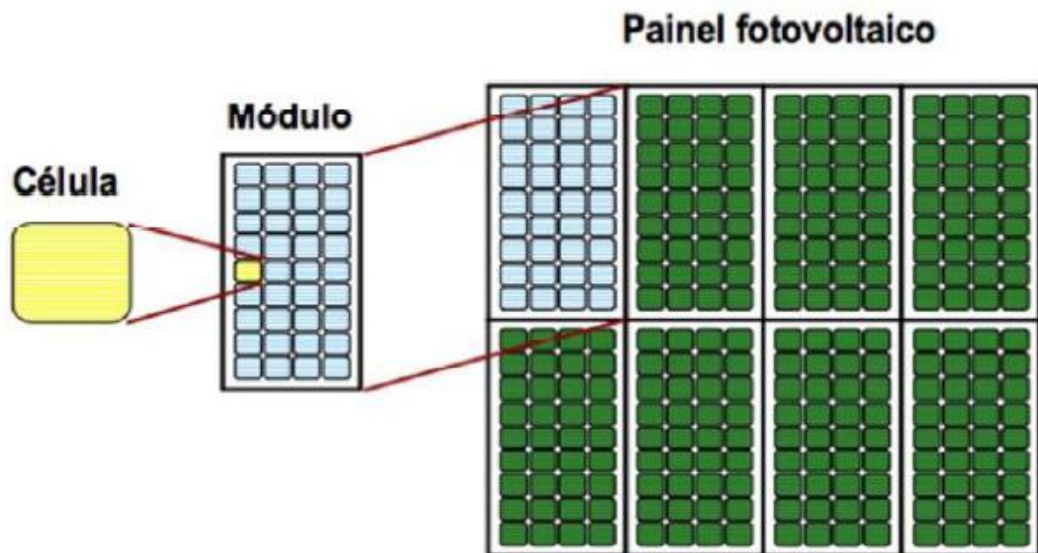
2.1.3. Fotovoltaica

A energia solar fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico) consequência da radiação sobre determinados materiais, especialmente os semicondutores, onde os fótons contidos na luz solar são convertidos em energia elétrica, por meio do uso de células solares. (LOPEZ, RICARDO, 2016)

Em 1921, Albert Einstein ganhava o Nobel de Física por sua pesquisa no efeito fotoelétrico, o fenômeno básico da geração de energia por painéis fotovoltaicos, cinquenta anos antes, William Grylls Adams descobria que o selênio produzia eletricidade quando exposto à luz, fato demonstrado pelo alemão Heinrich Hertz em 1887. Data de 1953 a primeira célula solar capaz de produzir uma corrente mensurável. (DIENSTMANN, 2009, p. 27)

O módulo fotovoltaico é constituído por células conectadas com arranjos produzindo tensão e corrente, para a produção de uma tensão elevada, o agrupamento das células é feito em série e quando se deseja uma corrente elevada são agrupadas em paralelos, estrutura ilustra na Figura 5 e Figura 6. (MEDEIROS, 2016)

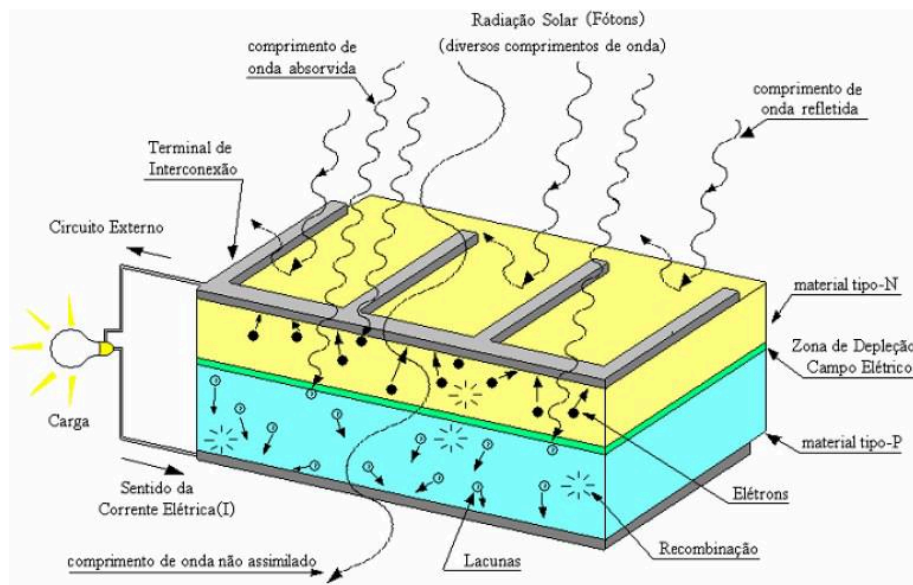
Figura 5 - Estrutura módulo fotovoltaico



Fonte: Carneiro J. (2010).

O sistema da Figura 5, mostra detalhado de como é estruturado o painel fotovoltaico da montagem até a célula, expondo que cada módulo é composto por várias células agrupadas em arranjos.

Figura 6 - Célula fotovoltaica



Fonte: Ghensev. (2006).

Observar-se na Figura 6 que no sistema a transformação da radiação solar em eletricidade é direta, sendo necessário apenas adaptar um material semicondutor, por exemplo o Silício, para que na medida em que é estimulado pela radiação, permita o fluxo de partículas positivas e negativas. (LOPEZ, RICARDO, 2016)

2.1.4. Influência da temperatura nos módulos

Os sistemas fotovoltaicos dificilmente atua em condições perfeitas, por isso estão em fase de melhoria contínua, onde sempre se busca um sistema com melhor desempenho e eficiência, a temperatura nos módulos é de grande importância logo que está relacionada com a variação da irradiação e a temperatura incidente onde a corrente é pouca afetada pela temperatura, mas em contrapartida, a tensão e consequentemente a potência elétrica é prejudicada ao ser reduzida com o aumento da temperatura no módulo. (JURINIC FRANCESCO, 2020)

À medida que a temperatura das células fotovoltaicas aumenta, constata-se uma diminuição, Segundo (ALMEIDA, 2012), em geral a potência fornecida pelo gerador FV cai entre 0,3 e 0,4% a cada 1°C, e o aquecimento solar de uma célula solar composta por silício cristalino, a redução relativa do coeficiente de eficiência chega a ser de 0,45% respectivamente para cada 1°C. (SKOPLAKI et. al. 2008)

2.2. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção serão abordados trabalhos relacionados que foram usados como base teórica e metodológica para o levantamento do estudo proposto na seção 1.4.1.

2.2.1. Influência da inclinação e azimute de superfície de módulos fotovoltaico

Na execução proposta no trabalho (GÓIS ET AL., 2020), foi levantado um estudo onde inicialmente foi definida a inclinação mínima e máxima em uma superfície inclinada, respectivamente 0° a 30°, adotou-se como variação da inclinação 10°, obtendo-se assim quatro inclinações, para cada inclinação variou-se o azimute de superfície de -170° a 180°, também com uma variação de 10°, obtendo 36 valores para o ângulo de azimute, finalizando assim com 144 combinações, com objetivo de obter os dados da irradiação solar para cada uma dessas e depois fazer os devidos cálculos no software. (GÓIS ET AL., 2020)

Software utilizado:

➤ RADIALSOL2®.

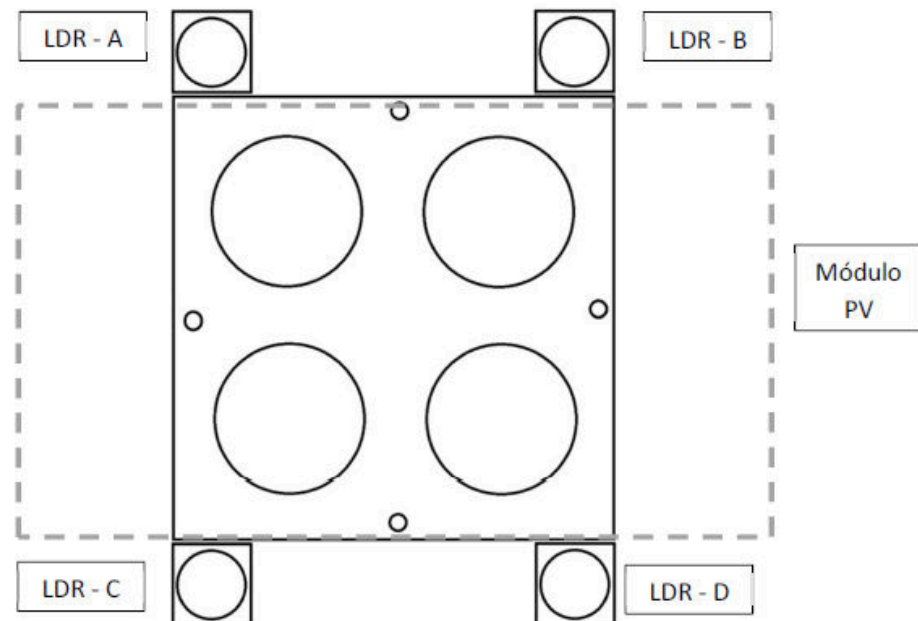
Software desenvolvido pelo laboratório de Energia Solar (LABSOL) da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), que realiza os cálculos da intensidade da radiação em superfícies inclinadas (UFRGS, LABSOL. 2022)

2.2.2. Sistema de controle rastreável para painéis fotovoltaicos

Na implementação desenvolvida no trabalho (MEDEIROS, 2016) tem como proposta elaborar um sistema de rastreamento solar para a obtenção de energia fotovoltaica, onde os componentes desses sistemas são compostos por três dispositivos, sensor LDR, microcontrolador e servomotores, foi utilizado o *Arduino® Uno R3* para fazer as devidas conectividades entre sensores e acionamento do servomotor, onde os sinais dos sensores e o acionamento são processados pelo microcontrolador do Arduino emitindo uma resposta aos servomotores para a movimentação e adequação da posição solar com maior incidência de luminosidade. (MEDEIROS, 2016)

O referido trabalho estudou e desenvolveu a estrutura LDR da melhor forma que se adequasse ao objetivo do sistema, onde na aplicação do rastreamento solar, os sensores são colocados na base e separados por uma barreira em formato retangular, pode-se visualizar essa composição na Figura 7.

Figura 7 - Estrutura LDR



Fonte: Medeiros, Isaac. (2016).

Nota-se na Figura 7, que quando houver uma diferença de tensão entre os LDR que formam o par, significa que o eixo correspondente não está perpendicular em relação aos raios solares

e quando ambos apresentarem baixa tensão significa que o eixo está perpendicular aos raios solares, ou seja, quanto maior a luminosidade incidente sobre o sensor, menor a resistência. (MEDEIROS, 2016)

2.2.3. Avaliação de sensores de temperatura para automação de sistemas elétricos

A elaboração proposta no artigo (GEHRKE et al., 2011) descreve a implementação de uma unidade (rede) piloto de sistema de supervisão de subestações subterrâneas, esse sistema é formado por um conjunto de sensores, monitorando grandezas, tais como umidade, temperatura, tensões e correntes de uma subestação subterrânea de distribuição de energia.

Um sensor pode ser caracterizado por um dispositivo que recebe e responde a um estímulo ou um sinal, quando conectado a um transdutor adequadamente estas grandezas são transformadas em sinais elétricos que podem ser facilmente interpretados por circuitos eletrônicos, podendo ser monitorados, como também abrindo caminhos para o uso de algoritmos que faça o melhor proveito.

Segundo (GEHRKE et al., 2011), para a medição da temperatura, o sensor que atende bem com seus propósitos é o sensor LM35, que apresenta em seus terminais uma saída de tensão linear proporcional à temperatura a qual ele esteja submetido, onde sua alimentação pode variar de 4-20Vdc de tensão e em sua saída um sinal de 10mV para cada Grau Celsius de temperatura, as principais características deste sensor é a tensão linear, calibração inerente e precisa e a saída com baixa impedância. (GEHRKE et al., 2011)

CAPÍTULO III

3. DESCRIÇÃO DO PROJETO

Nesta seção será abordado o sistema de funcionamento da captação da energia solar do Outdog desenvolvido por (SENA; SILVA) e o procedimento metodológico implementado para a captação dos dados.

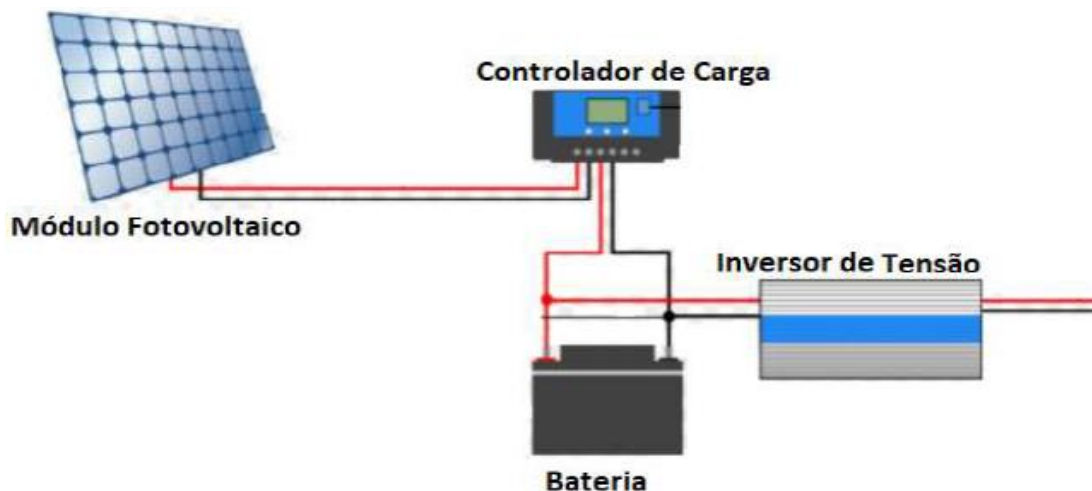
3.1.DESENVOLVIMENTO

O projeto elaborado por (SENA; SILVA) implementou um alimentador automático para cachorros e gatos em situação de rua na UFERSA, visando repor água de maneira contínua e alertar os protetores quando o nível de comida estiver baixo, é um sistema que funciona através de softwares e microcontroladores de forma autônoma e sustentável pois conta com um sistema de geração de energia por meio de um sistema de microgeração fotovoltaico. (SENA; SILVA, 2021)

3.1.1. Sistema de carregamento de bateria

Visando o carregamento da bateria, foi adotado a utilização do sistema conforme é ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Esquema de alimentação fotovoltaico



Fonte: Sena; Silva. (2021).

A partir da Figura 8, conclui-se que o abastecimento de energia na utilização dos recursos necessários para que o Outdog funcione, é composto por 4 componentes que serão descritos logo abaixo.

3.1.2. Módulo Fotovoltaico

O módulo é a parte que fica encarregada da captação da energia solar, as especificações do módulo são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Especificações do Paine solar

Modelo	Resun Solar Energy de 60Wp, RSM060P
Eficiência	13,99%
Potência Máxima	60W
Tensão Máxima	22, 68V
Corrente Máxima	3, 75A
Dimensões	670x670x25mm

Fonte: Sena; Silva. (2021).

3.1.3. Controlador de carga

O controlador de carga é o componente que faz a conexão entre o painel solar e as baterias, visando controlar as cargas delas, trabalhando para manter as cargas das baterias em níveis seguros. Especificações do controlador contidas no Quadro 2.

Quadro 2 - Especificações do Controlador de Carga

Tensão Nominal	12/24V
Corrente de Operação	30A
Reconexão	12,2/24,4V
Tensão de Flutuação	14,7/29,4V
Proteção de Descarga da bateria	10.5/21.0V

Fonte: Sena; Silva. (2021).

3.1.4. Bateria

As baterias são um conjunto de pilhas ligadas em série, onde são dispositivos eletroquímicos nos quais ocorrem reações de oxirredução, produzindo uma corrente. Especificações da bateria no Quadro 3.

Quadro 3 - Especificações da Bateria

Marca	Biflex
Tensão Nominal	12V
Capacidade Nominal	45Ah
Corrente de Partida	CCa 250A

Fonte: Sena; Silva. (2021).

3.1.5. Inversor de tensão

O inversor é capaz de converter a tensão contínua proveniente dos painéis solares ou da bateria em uma tensão alternada adequada para a rede elétrica, especificações do inversor no Quadro 4.

Quadro 4 - Especificações do Inversor de Tensão

Tensão de Entrada	12v DC
Tensão de Saída	220V AC50Hz
Potência de Saída	500w
Eficiência	70%

Fonte: Sena; Silva. (2021).

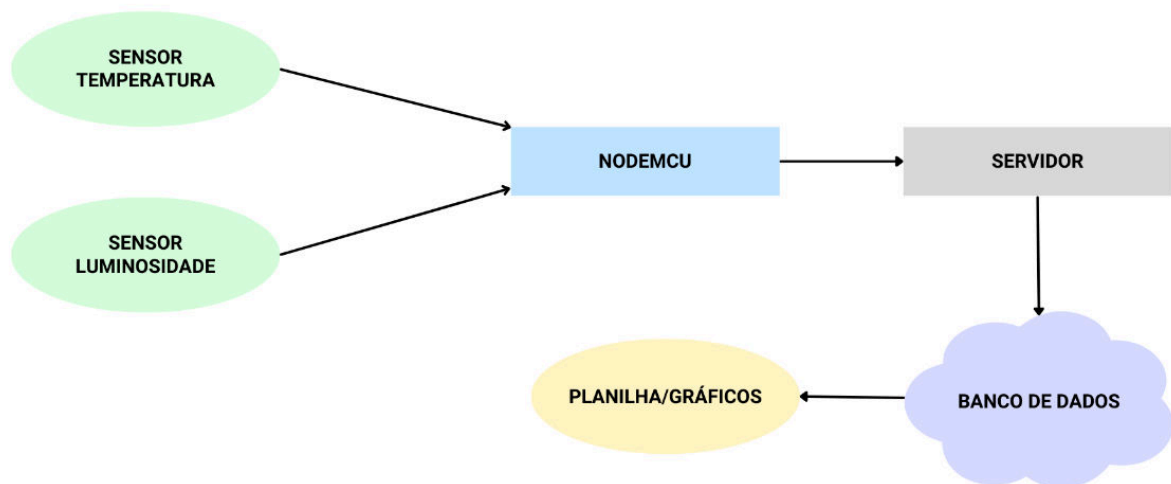
Apresentado o funcionamento e as especificações do sistema da geração da captação da energia, detalharei os procedimentos metodológicos aplicados no próximo subtópico.

3.2.MATERIAL E MÉTODO

Neste subtópico será apresentado a descrição dos materiais para a construção do sistema de aquisição dos dados utilizados, os métodos e os procedimentos para a realização da parte experimental.

3.2.1. Fluxograma

Na Figura 9 é apresentado o fluxograma do sistema desenvolvido neste trabalho, sendo composto por um sensor de temperatura, sensor de luminosidade, NodeMCU, servidor e banco de dados.

Figura 9 - Fluxograma esquemático do projeto

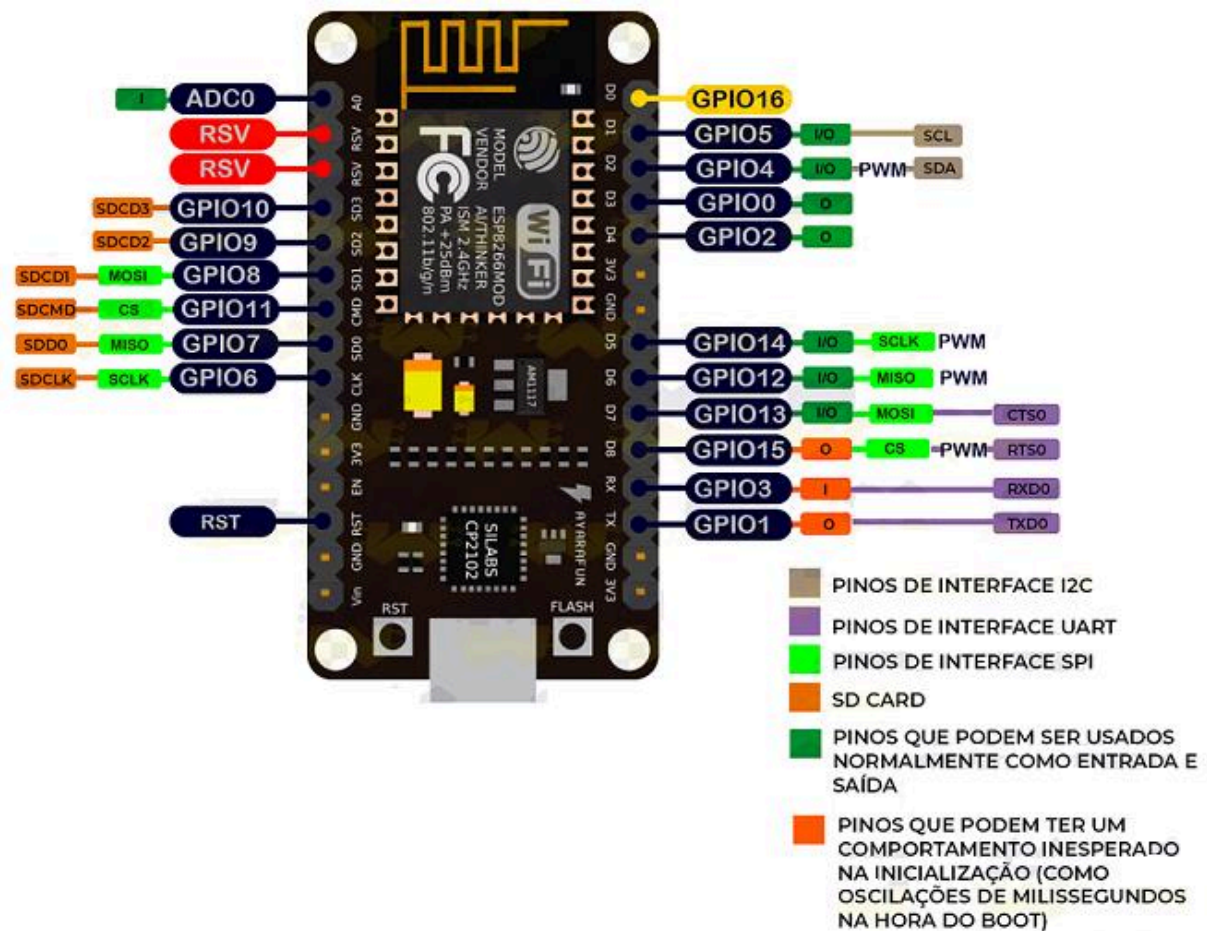
Fonte: Autoria própria. (2022).

3.2.2. NodeMCU

O microcontrolador implementado no projeto foi o módulo NodeMcu v3, que é uma pequena placa de desenvolvimento que vem por padrão com um chip ESP8266, uma interface usb-serial, e um regulador de tensão 3.3V, o chip EPS8266 possui a capacidade de se conectar a redes sem fio, facilitando na utilização, pois, descarta o uso de adaptadores SPI e UART para

conseguir fazer a conexão sem fio, o microcontrolador pode ser codificado por intermédio da linguagem LUA, ou então com a IDE do Arduino, deste modo outra vantagem da placa é que ela funciona como um Arduino, onde você conecta o cabo USB e com a IDE Arduino você carrega seus programas na placa, a estrutura do NodeMCU pode ser visualizada na Figura 10. (SOUZA; OLIVEIRA, 2017)

Figura 10 - Estrutura NodeMCU



Fonte: Oliveira, G. (2021).

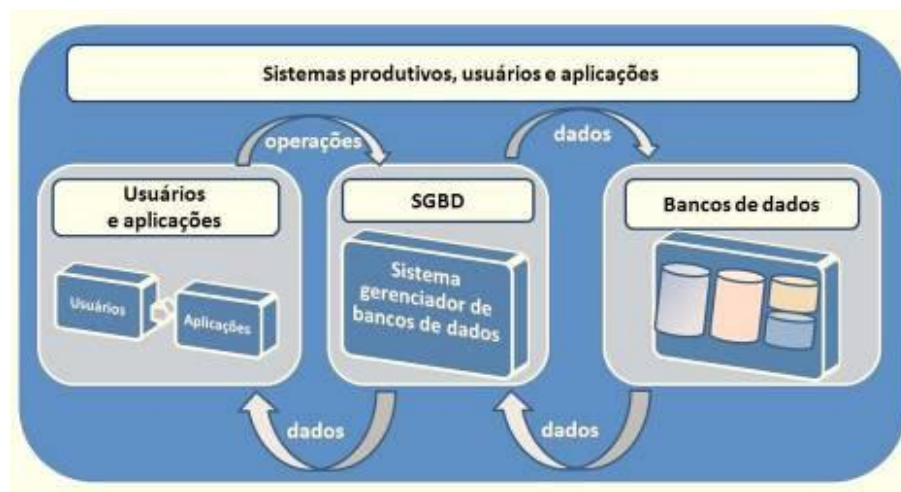
A Figura 10 exemplifica uma variedades de pinos, onde a mesma é composta por 17 pinos que podem ser atribuídas para conexões de módulos, sensores, e componentes elétricos, a placa conta com quatro pinos de alimentação, um pino VIN (ligado à alimentação USB), três pinos de 3,3V (saídas de um regulador de tensão integrado), nove pinos de Entrada/Saída digitais, um pino de Entrada/Saída analógica, GND, EN que habilita o chip ESP8266 em nível alto lógico, RST usado para reiniciar o NodeMCU e o WAKE usado para acordar o mesmo do modo sono profundo. (OLIVEIRA, GREICI, 2021).

3.2.3. Banco de dados

Segundo (SILBERSCHATZ; KORTH, 2006.), um banco de dados é uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico, que está inteiramente ligado a um SGBD.

O SGBD é composto pelo banco de dados e programas utilitários para acesso rápido na manipulação desses dados e às informações, com o objetivo de proporcionar um local seguro e evitar problemas com a integridade dos dados, o sistema da interação de um SGBD com o banco de dados é mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Interação Usuários/SGBD/Banco de dados



Fonte: Adaptado de Date. (1998).

A partir da Figura 11, concluímos que as operações são solicitadas pelos usuários e o SGBD e os retornos são enviados pelo banco de dados e também o SGBD, para a implementação no projeto o SGBD escolhido foi o MySQL, devido a sua licença e distribuição, pois ele é um SGBD livre e de código aberto, desenvolvido pela empresa Oracle, com uma comunidade enorme e ativa de desenvolvedores. (MYSQL, 2011).

3.2.4. Sensor de luminosidade

O sensor de luminosidade empregado no projeto foi o sensor LDR modelo GL558, devido a sua fácil aplicação, é um dispositivo que apresenta mudança na sua resistência elétrica quando exposto à luz, possui um alto valor na sua resistência em um ambiente sem luminosidade e quando submetido à luz sua condutividade elétrica aumenta, consequentemente sua resistência elétrica cai drasticamente, a estrutura do LDR é ilustrada na Figura 12. (GONÇALVES, 2019)

Figura 12 - Sensor LDR

Fonte: Fábio dos Reis. (2016).

Como mostrado na Figura 12, o sensor conta apenas com dois terminais para comunicação com o microcontrolador, conforme descrições disponibilizadas na folha de dados (Datasheet¹) do fabricante, o sensor da Figura 12 tem as seguintes características apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 - Sensor LDR

Modelo	GL5528
Diâmetro	5mm
Tensão máxima	150VDC
Potência máxima	100mW
Temperatura de operação	-30°C a 70°C
Espectro	540nm
Comprimento com terminais	32mm
Resistência no escuro	1M Ω (LUX 0)
Resistência na luz	10-20K Ω (LUX 10)

Fonte: Eletronics, Mouse. (2018).

3.2.5. Sensor de temperatura

O sensor de temperatura utilizado no projeto foi o DS18B20, este foi escolhido devido a sua fácil implementação, o sensor consegue fornecer medições com apenas um fio de dados, não necessitando de um componente externo, como também os valores coletados são dados em graus Celsius, pode-se visualizar a estrutura do sensor na Figura 13. (MAXIN, INTEGRATED, 2018)

¹ Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2017/09/Datasheet_LDR.pdf/>

Figura 13 - Sensor DS18B20



Fonte: Maxin, Integrated. (2018).

Como apresentado na Figura 13, o sensor conta com três fios para a conexão com o microcontrolador, o fio preto é o GND, o fio vermelho é o V_{CC} e o amarelo é o fio de transmissão de dados. Segundo (SIQUEIRA; PATRICIA, 2022) é recomendado a utilização de resistores pull-up e pull-down entre o fio de dados e o V_{CC} para desviar a flutuação de valores no pino de entrada da placa microcontroladora.

Conforme descrições disponibilizadas na folha de dados (Datasheet²) do fabricante, Maxin Integrated, o sensor da Figura 13, contém as seguintes características apresentada no Quadro 6;

Quadro 6 - Sensor Temperatura

Modelo	DS18B20
Tensão de operação	3 a 5VDC
Consumo	1,5mA
Comunicação	1 fio
Faixa de medição	-55°C a 125°C
Resolução de saída	9 a 12 bits (programável)
Tempo de conversão	750ms (12-bits)
Precisão	± 0,5 entre -10°C e 85°C

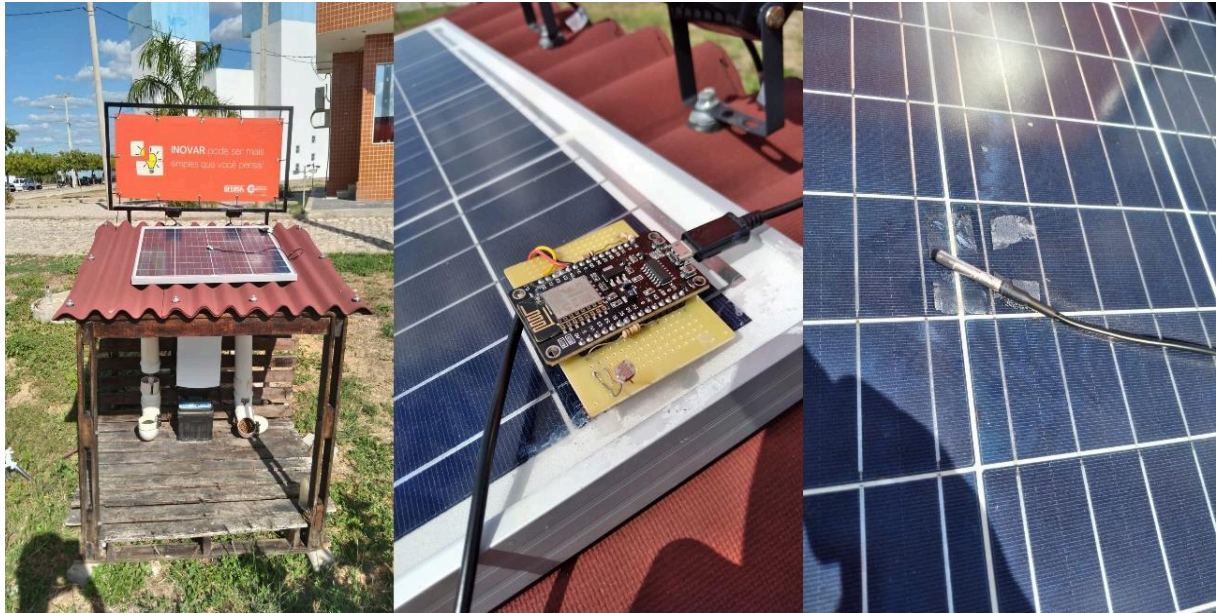
Fonte: MAXIN, INTEGRATED, 2018

² Disponível em: <<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>>

3.2.6. Montagem dos componentes eletrônicos

A implementação do sistema foi realizada no projeto do Outdog desenvolvido por (SENNA; SILVA, 2021), os componentes do sistema são expostos na Figura 14.

Figura 14 - Implementação do projeto



Fonte: Autoria própria. (2022).

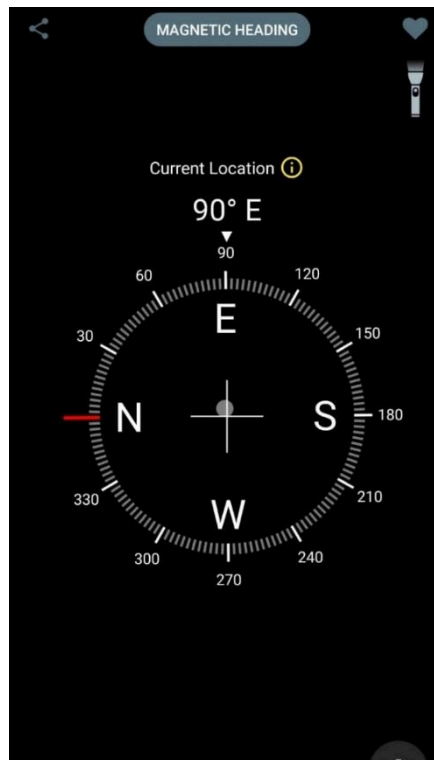
A Figura 14 evidencia que o estudo foi realizado em uma estrutura fixa, no qual o sistema que foi projetado, foi implementado na placa solar, ou seja, funcionou de forma autônoma, tendo sua energia gerada por ela, iremos enumerar por etapas como foi realizada a montagem.

1. Alimentação de energia do microcontrolador NodeMCU (via USB);
2. Conexão com o Wireless;
3. Instalação do sensor de luminosidade e da resistência no microcontrolador no pino D4;
4. Instalação do sensor de temperatura e da resistência no pino A0, e aplicação do sensor na placa solar.

Para uma melhor coleta de dados na captação da radiação solar, variamos a posição do Outdog aos pontos cardeais, Norte, Sul, Leste e Oeste, no qual foi utilizado um aplicativo para encontrar a localização correta, o software utilizado foi o (Digital Compass) aplicativo baixado na PlayStore³, a interface do aplicativo é exibida na Figura 15.

³ Disponível em <<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gpschecker.digital.compass/>>

Figura 15 - Interface Digital Compass



Fonte: Autoria própria. (2022).

A Figura 15 expressa que para cada posição basta variar em 90° a sua posição atual e estará apontado para o outro ponto cardinal, como dito anteriormente essa etapa foi realizada quatro vezes, para cada posição foi coletado o resultado de 2 dias e salvo no banco de dados MySQL, o banco de dados é exposto na Figura 16.

Figura 16 - Banco de dados MySQL

	id	data	temperatura	tensao
☐	122	2022-11-09 17:19:10	31.19	0.76
☐	123	2022-11-09 17:20:09	30.94	0.8
☐	124	2022-11-09 17:21:09	30.75	0.83
☐	125	2022-11-09 17:22:09	30.63	0.84
☐	126	2022-11-09 17:23:09	30.5	0.89
☐	127	2022-11-09 17:24:09	30.44	0.91
☐	128	2022-11-09 17:25:09	30.31	0.97
☐	129	2022-11-09 17:26:09	30.25	1.03
☐	130	2022-11-09 17:27:09	30	1.07
☐	131	2022-11-09 17:28:09	29.94	1.14
☐	132	2022-11-09 17:29:09	29.88	1.21
☐	133	2022-11-09 17:30:09	29.81	1.28
☐	134	2022-11-09 17:31:09	29.69	1.33
☐	135	2022-11-09 17:32:09	29.56	1.42

Fonte: Autoria própria. (2022).

CAPÍTULO IV

4. RESULTADO E DISCUSSÕES

Esse capítulo abordará todos os resultados obtidos por intermédio das leituras dos sensores de luminosidade e temperatura, a coleta foi realizada entre os dias 12 a 19 de novembro de 2022, ao qual os sensores se fizeram condizentes, nos fornecendo os dados ilustrados na Figura 17.

Figura 17 - Dados Obtidos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Horário	Temperatura	Tensão		Horário	Temperatura	Tensão		Horário	Temperatura	Tensão		Horário	Temperatura	Tensão	
2	12/11/2022 00:00	25,44	3,2		15/11/2022 00:00	25,69	3,17		17/11/2022 00:00	23,19	3,27		19/11/2022 00:00	22,81	3,3	
3	12/11/2022 00:01	25,5	3,21		15/11/2022 00:01	25,81	3,17		17/11/2022 00:01	23,13	3,29		19/11/2022 00:02	22,69	3,3	
4	12/11/2022 00:02	25,5	3,18		15/11/2022 00:02	25,75	3,2		17/11/2022 00:02	23,13	3,28		19/11/2022 00:04	22,75	3,3	
5	12/11/2022 00:03	25,44	3,16		15/11/2022 00:03	25,81	3,17		17/11/2022 00:03	23,13	3,29		19/11/2022 00:05	22,69	3,3	
6	12/11/2022 00:04	25,31	3,19		15/11/2022 00:04	25,75	3,2		17/11/2022 00:04	23,19	3,28		19/11/2022 00:06	22,69	3,3	
7	12/11/2022 00:05	25,31	3,2		15/11/2022 00:05	25,75	3,2		17/11/2022 00:05	23,19	3,27		19/11/2022 00:07	22,63	3,3	
8	12/11/2022 00:06	25,31	3,2		15/11/2022 00:06	25,75	3,18		17/11/2022 00:06	23,19	3,29		19/11/2022 00:08	22,63	3,3	
9	12/11/2022 00:07	25,31	3,16		15/11/2022 00:07	25,69	3,18		17/11/2022 00:07	23,19	3,3		19/11/2022 00:09	22,63	3,3	
10	12/11/2022 00:08	25,31	3,18		15/11/2022 00:08	25,69	3,15		17/11/2022 00:08	23,06	3,29		19/11/2022 00:10	22,63	3,3	
11	12/11/2022 00:09	25,13	3,15		15/11/2022 00:09	25,69	3,15		17/11/2022 00:09	23,19	3,29		19/11/2022 00:11	22,69	3,3	
12	12/11/2022 00:10	25,13	3,17		15/11/2022 00:10	25,69	3,19		17/11/2022 00:10	23,19	3,28		19/11/2022 00:12	22,69	3,3	
13	12/11/2022 00:11	25,19	3,18		15/11/2022 00:11	25,69	3,19		17/11/2022 00:11	23,19	3,28		19/11/2022 00:13	22,69	3,3	
14	12/11/2022 00:12	25,19	3,14		15/11/2022 00:12	25,69	3,15		17/11/2022 00:12	23,13	3,3		19/11/2022 00:14	22,69	3,3	
15	12/11/2022 00:13	25,19	3,22		15/11/2022 00:13	25,69	3,2		17/11/2022 00:13	23,06	3,3		19/11/2022 00:15	22,75	3,3	
16	12/11/2022 00:14	25,19	3,22		15/11/2022 00:14	25,75	3,2		17/11/2022 00:14	23,06	3,3		19/11/2022 00:16	22,81	3,3	
17	12/11/2022 00:15	25,19	3,16		15/11/2022 00:15	25,69	3,15		17/11/2022 00:15	23,13	3,3		19/11/2022 00:17	22,69	3,3	
18	12/11/2022 00:16	25,06	3,22		15/11/2022 00:16	25,63	3,19		17/11/2022 00:16	23,31	3,3		19/11/2022 00:18	22,75	3,3	
19	12/11/2022 00:17	24,94	3,15		15/11/2022 00:17	25,75	3,16		17/11/2022 00:17	23,25	3,3		19/11/2022 00:19	22,75	3,3	
20	12/11/2022 00:18	24,88	3,2		15/11/2022 00:18	25,69	3,15		17/11/2022 00:18	23,19	3,29		19/11/2022 00:20	22,81	3,3	
21	12/11/2022 00:19	24,81	3,18		15/11/2022 00:19	25,69	3,15		17/11/2022 00:19	23,38	3,3		19/11/2022 00:22	22,56	3,3	
22	12/11/2022 00:20	24,81	3,18		15/11/2022 00:20	25,75	3,19		17/11/2022 00:20	23,31	3,3		19/11/2022 00:23	22,63	3,3	
23	12/11/2022 00:21	24,69	3,2		15/11/2022 00:21	25,69	3,19		17/11/2022 00:21	23,38	3,29		19/11/2022 00:24	22,69	3,3	

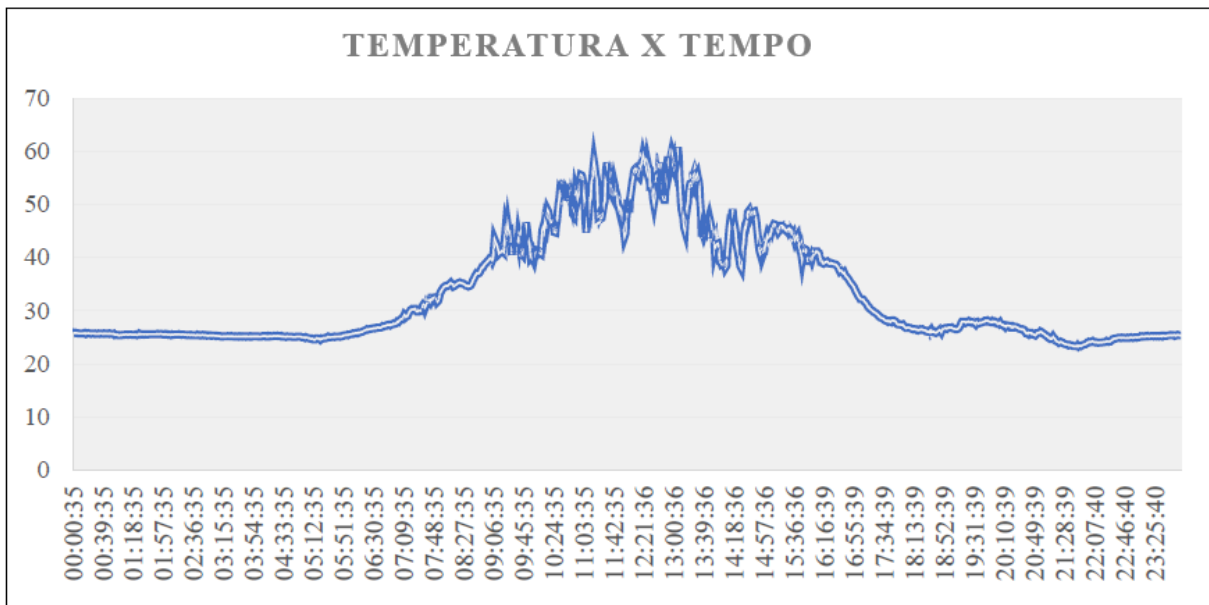
Fonte: Autoria própria. (2022).

Observa-se na Figura 17 que os dados importados do MySQL, são implementados no Excel no qual esses dados foram tratados para obtenção da média da temperatura e tensão, detalhados nos tópicos seguintes.

4.1.Posição Norte

Pode ser notado no Gráfico 1 a temperatura obtida por meio do sensor de temperatura, DS18B20, com a estrutura fixa apontado para a posição Norte.

Gráfico 1 – Temperatura da posição Norte

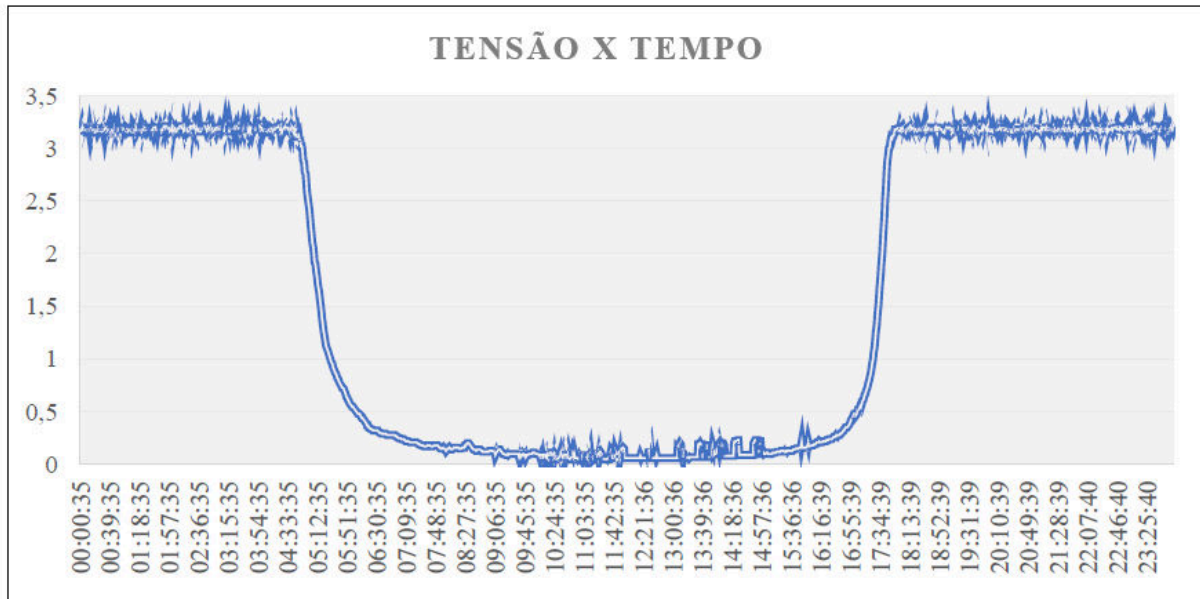


Fonte: Acervo do autor. (2022).

O Gráfico 1 expõe que dentro do período mapeado observa-se que a temperatura está em torno de 33,30°C, sofrendo variações de 05:00 às 21:00, dentro desse intervalo tivemos um pico em torno de 12:00 chegando a alcançar 60,75°C, a média foi calculada utilizando a função do Excel = MÉDIA(X,Y).

O Gráfico 2 apresenta a tensão obtida por meio do sensor LDR modelo GL558 com a estrutura do projeto na direção da posição Norte, evidenciando como o sensor LDR funciona, ao mostrar que a voltagem diminui quando o Sol nasce, ou seja, quando exposto à luz a sua característica fotoresistor faz com que a resistência diminua o que implica em uma passagem maior de corrente e consequentemente uma menor tensão, a mesma volta a aumentar no período que o Sol se põe.

Gráfico 2 - Tensão da posição Norte



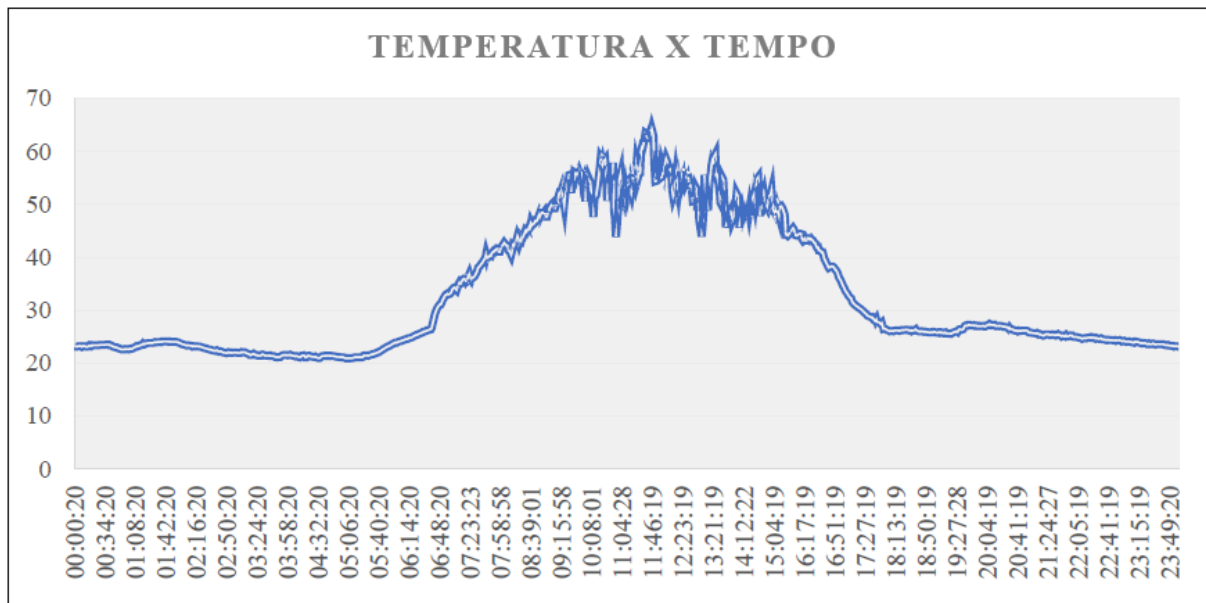
Fonte: Acervo do autor. (2022).

O Gráfico 2, exibe o comportamento da tensão com relação ao tempo, destacando que dentro do período mapeado a tensão está por volta de 1,64V, tendo uma maior variação de 05:00 às 17:20.

4.2.Posição Sul

O Gráfico 3 apresenta a temperatura coletada utilizando os mesmos parâmetros que foram utilizados para obter os resultados da posição Norte, de maneira que apenas a estrutura fixa foi mudada, em vista que agora ela aponta para a direção sul.

Gráfico 3 - Temperatura da posição Sul

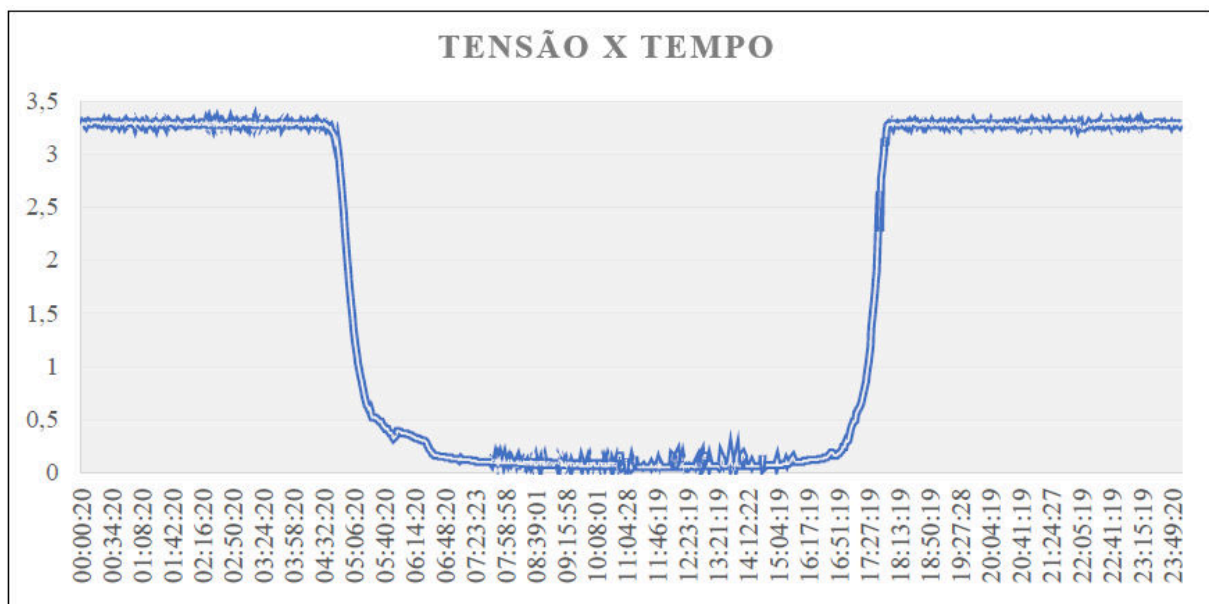


Fonte: Acervo do autor. (2022).

No Gráfico 3, a média está em torno de $32,89^{\circ}\text{C}$, no qual a temperatura começa a variar de 05:40 as 20:40 e chega a alcançar uma máxima de $64,14^{\circ}\text{C}$

Utilizando os mesmos recursos para encontrar a tensão na posição Norte, empregamos para descobrir a tensão na posição Sul, o Gráfico 4 denota esse resultado.

Gráfico 4 - Tensão da posição Sul



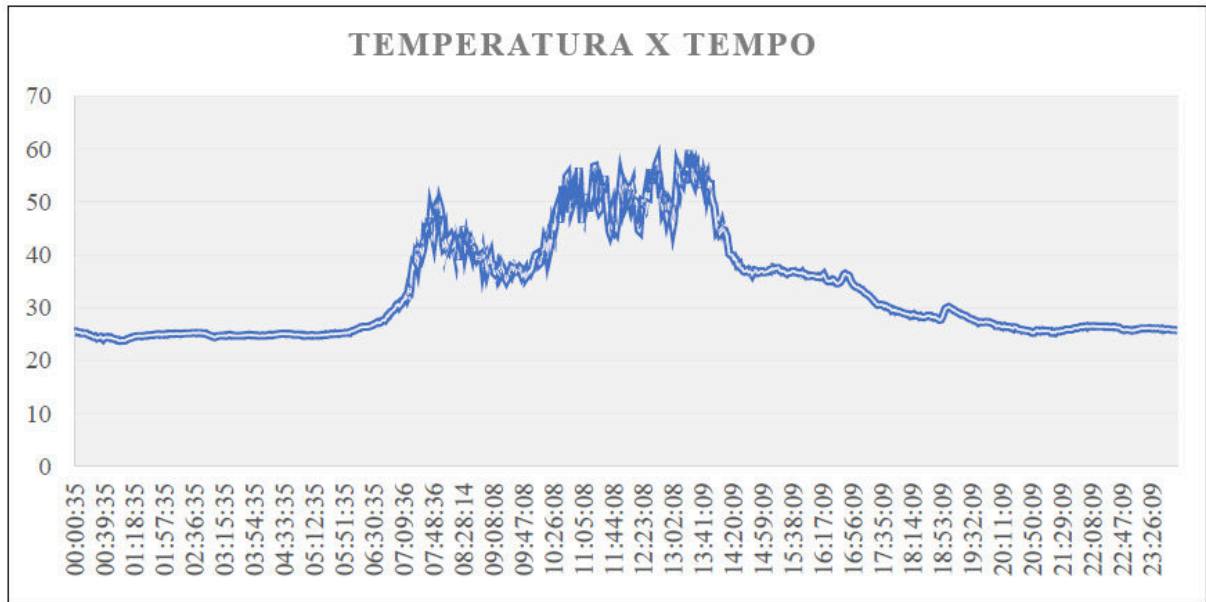
Fonte: Acervo do autor. (2022).

O Gráfico 4 se assemelha ao Gráfico 2, devido ao processo ser o mesmo, mas ao calcular a média da tensão, nota-se uma pequena diferença, onde o valor obtido foi de 1,79V.

4.3. Posição Leste

Resultado da temperatura da posição Leste exposta no Gráfico 5.

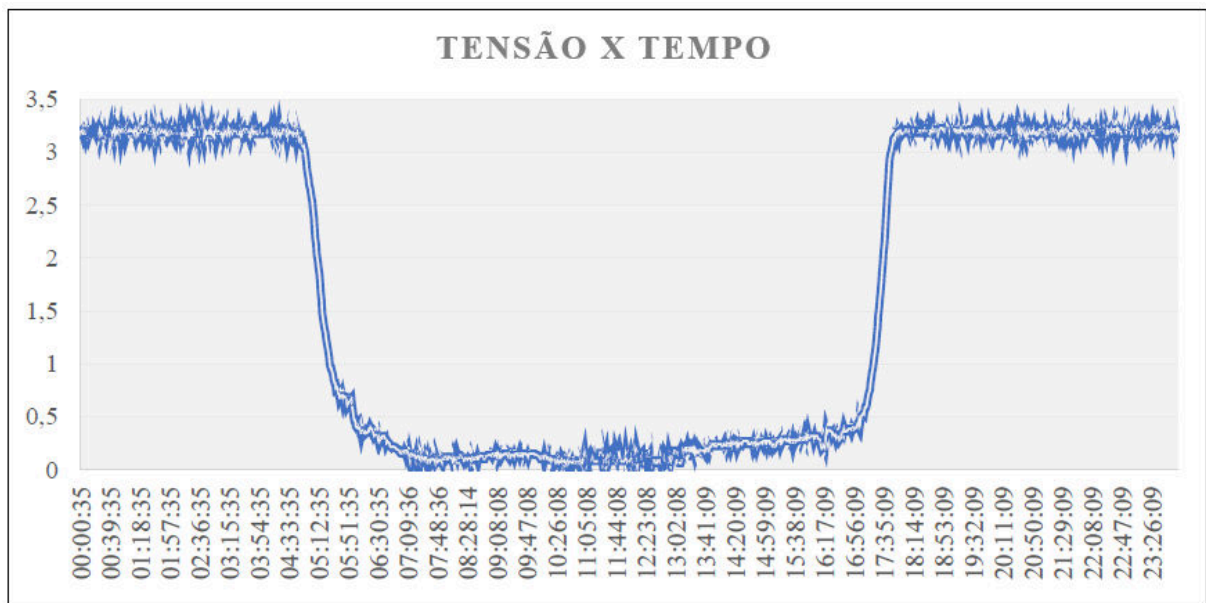
Gráfico 5 - Temperatura da posição Leste



Fonte: Acervo do autor. (2022).

No Gráfico 5 enxerga-se que temperatura veio apresentar uma variação às 07:10 devido o dia estar parcialmente nublado, de modo que a temperatura máxima atingida foi de 59,69°C e uma média de 33,22°C

Enquanto a tensão da posição Leste procedeu similar ao encontrado nas outras tensões, relatada no Gráfico 6.

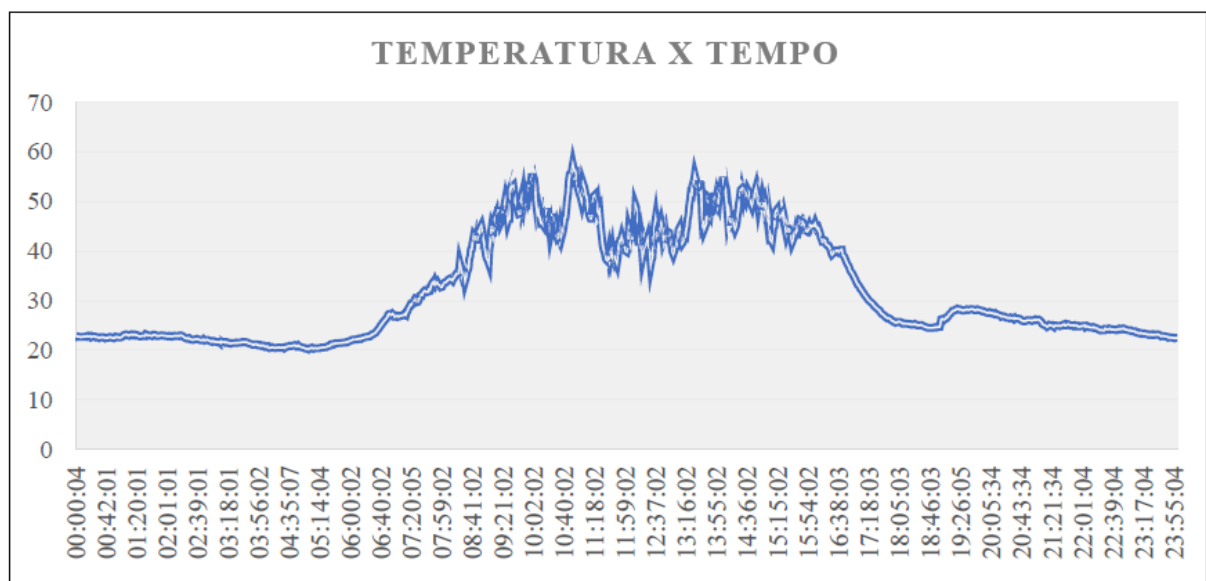
Gráfico 6 - Tensão da posição Leste

Fonte: Acervo do autor. (2022).

Após calculada a média da tensão, o Gráfico 6 se assemelha aos demais, no entanto foi expresso uma pequena diferença das outras tensões, onde sua média transcorreu 1,67V.

4.4.Posição Oeste

E por fim, a temperatura da última posição cardinal, orientada para o lado Oeste, é plotada no Gráfico 7.

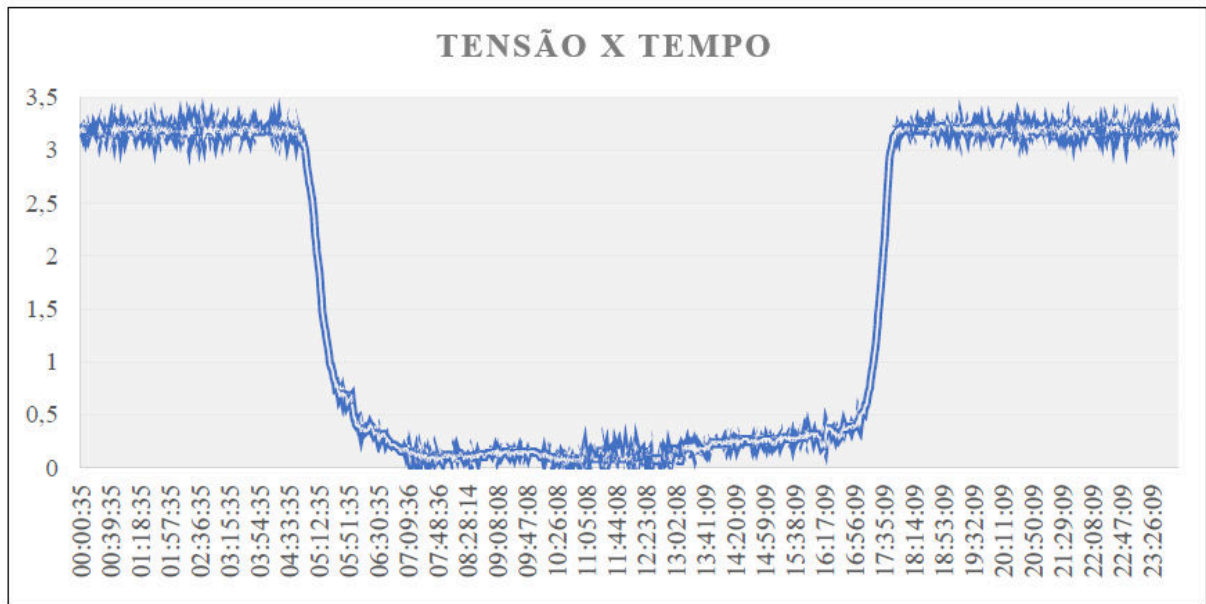
Gráfico 7 - Temperatura da posição Oeste

Fonte: Acervo do autor. (2022).

Ao analisarmos o Gráfico 7, constatou-se a menor média na temperatura captada em conclusão de que o valor adquirido foi de 26,38°C.

O Gráfico 8 expressa a tensão colhida para a última posição, manifestada na direção Oeste.

Gráfico 8 - Tensão da posição Oeste



Fonte: Acervo do autor. (2022).

O Gráfico 8, é equivalente aos demais gráficos de tensões, no entanto quando calculado a média o valor encontrado, foi o de maior índice, alcançando respectivamente o valor de 1,86V.

O Quadro 7 detalha todos os resultados calculados, expressados resumidamente.

Quadro 7 - Resultados

Posições	Tensão média	Temperatura média	Temperatura máxima	Temperatura mínima
Norte	1,64V	33,30°	60,75°	23,25°
Sul	1,79V	32,89°	64,13°	20,88°
Leste	1,67V	33,22°	59,69°	23,69°
Oeste	1,86V	26,38°	57,31°	20,13°

Fonte: Autoria própria. (2022).

Nota-se no Quadro 7 que os sensores se fizeram condizentes e eficientes para a coleta de dados, bem como a implementação do sistema no proposto, em vista que para a menor tensão adquirida na qual é localizada na posição Norte, obteve um melhor desempenho na captação da radiação solar.

CAPÍTULO V

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido um protótipo para analisar o desempenho de uma placa fotovoltaica na região do Semi-Árido com o intuito de otimizar sua geração, no qual o sistema apresentou resultados satisfatórios, com base na revisão bibliográfica realizada e nos resultados experimentais obtidos, importantes conclusões puderam ser extraídas.

O estudo realizado atingiu os objetivos propostos, dentre os quais a implementação de um sistema de viabilidade de otimização de energia solar, resultaria em uma melhora no projeto, considerando que o aumento na captação da radiação solar seria vantajoso, ressaltando que a posição que obteve uma menor tensão seria o local mais adequado para se posicionar, devido a uma maior incidência de raios solares.

Quando analisado as dimensões da placa solar no qual o estudo foi elaborado, 670x670x25mm, o aumento da eficiência seria algo bastante considerável em visto que ao fazermos uma projeção da quantidade de potência adicional o sistema ganhará, quando um agrupamento de placas com dimensões maiores trabalhando em conjunto, proviria.

Por fim, com o avanço tecnológico surge uma gama enorme de possibilidades de melhoria para o presente projeto, subordinando-se apenas à criatividade e necessidade particular de cada um, como sugestões para trabalhos futuros para aperfeiçoamento do sistema, ou possíveis pesquisas a serem realizadas, temos;

- Realizar mapeamento da eficiência energética de um sistema fixo e um sistema rastreável
- Análise da influência na inclinação e azimute de superfície da placa solar.
- Sistema de resfriamento por ar no módulo fotovoltaico
- Diferença de potência gerada em uma estrutura fixa e em uma estrutura móvel
- Sistema de controle rastreável utilizando sensores LDR
- Revisão bibliográfica das perdas por sombreamento ou por sujidade
- Sistema de resfriamento por água no módulo fotovoltaico
- Desenvolvimento de um dissipador de calor compacto.

CAPÍTULO VI

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. P. **Qualificação de sistemas fotovoltaicos conectados à rede**. 2012. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Energia. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-28062012-102236/publico/DissertacaoMarceloPinhoAlmeida.pdf>>. Acesso em: 15 de nov. 2022

BROWN, E., **AN Introduction to Solar Energy**, 1998. Disponível em <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.69.1112&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 24 de setembro de 2022

CARMO, J. **Otimização da captação de energia solar por meio da automação dos painéis solares**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá. Curso de Engenharia de Computação, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/58962/1/2021_tcc_jmddcarmo.pdf> Acesso em: 19 de set. 2022.

CHIGUERU, TIBA... ET AL. **Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados Solarimétrico**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. 89 p.

DIENSTMANN, G. **Energia Solar uma comparação de tecnologias**. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre. Curso de Engenharia Elétrica, 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24308/000736300.pdf>> Acesso em: 30 de set. 2022.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar engineering of thermal processes**. 3.Ed. New York: John Wiley & Sons. 2013.

FARIAS; SILVA; CARVALHO. **ENERGIAS RENOVÁVEIS: O PARQUE EÓLICO DE SÃO CRISTÓVÃO, MUNICÍPIO DE AREIA BRANCA (RN) – BRASIL**. Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 111 - 139, dx.doi.org/10.17127/got/2021.22.005

FREITA, M. **Alimentador automático para cachorros e gatos em situação de rua na ufersa-2.0**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros. Curso de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/7540>> Acesso em: 10 de out. 2022.

GEHRKE, B. S. et al. **Avaliação de sensores de temperatura para automação de sistemas elétricos.** [s.l: s.n.].

GÓIS, P. et al. **Influência da inclinação e azimuth de superfície de módulos fotovoltaicos na geração de energia elétrica na cidade de Mossoró/RN.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/5890/>> Acesso em: 03 de out. 2022.

GONÇALVES, E. **Uso de um dispositivo LDR para o ensino de semicondutores fotoresistivos.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Medianeira, 2019. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4740/1/dispositivoldrsemicondutoresfotoresistivos%20%281%29.pdf>> Acesso em 04 de nov. 2022.

JUNIOR; GOYA. **Estudo da viabilidade tecnico-economica de sistemas fotovoltaicos interligados à rede elétrica em diferentes cenários de geração.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curso Engenharia Industrial Elétrica, 2014. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9860/2/CT_COELE_2013_2_02.pdf> Acesso em: 20 de set. 2022.

JURINIC FRANCESCO. **Estudo para melhoria na performance e eficiência de placas fotovoltaicas: através de um sistema combinado de inclinação e resfriamento.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Fronteira Sul. Programa de Pós-Graduação em Ambientes e Tecnologias Sustentáveis, 2020. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3612/1/JURINIC.pdf>> Acesso em: 13 de set. 2022.

LOPEZ, RICARDO. **Energia Solar – Para produção de eletricidade.** 2016. São Paulo. ARTLIBER. 2012.

Matriz Energética e Elétrica. **Empresa de Pesquisa Energética**, 2021. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcedenergia/matriz-energetica-e-eletrica/>>. Acesso em: 01 de out. 2022.

MAUAD, F.; FERREIRA, L.; TRINDADE, T. **Energia Renovável no Brasil.** São Carlos: EESC/USP, 2017. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/7bde/974086b502c13e84ba4515df5538b7a5d4e4.pdf>> Acesso em: 04 de out. 2022.

MEDEIROS, I. **Sistema de controle rastreável para painéis fotovoltaicos: protótipo.** 2016. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Centro de Tecnologia, Universidade

Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21683/>> Acesso em: 20 de set. 2022.

MORELLI, F. S. **Panorama geral da energia eólica no Brasil**. 2012. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-04022013-101829/publico/Morelli_Francis_de_Souza.pdf>. Acesso em: 26 de setembro de 2022.

MySQL. MySQL 5.5 Reference Manual. 04 abr. 2011. MySQL. Disponível em: <<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.5/en/index.html/>> Acesso em: 19 de nov. 2022.

SIQUEIRA, P. – Tretech Tecnologia - **Por que utilizar resistor de terminação, pull-up e pull-down na rede de comunicação**. Disponível em: <<https://sac.tretech.com.br/pt-BR/support/solutions/articles/69000801879-por-que-utilizar-resistor-de-terminac%C3%A3o-pull-up-e-pull-down-na-rede-de-comunicac%C3%A3o-/>> Acesso em: 10 de nov. 2022.

OLIVEIRA, G. – Master Walker – Eletronic Shop, **Descomplicando a pinagem do NodeMCU**. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/embarcados/esp8266/descomplicando-a-pinagem-do-nodemcu/>> Acesso em: 19 de nov. 2022.

OLIVEIRA, R.R. **Uso do microcontroladorESP8266 para automação residencial**. 2017. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2017. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019583.pdf>> Acesso em: 09 de out. 2022.

REIS, L. **Determinação de parâmetros de módulos fotovoltaicos utilizando o método de Newton Raphson e algoritmos genéticos**. 2018. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1185>

SCHWARTZ, Baron; et al. “**Alto Desempenho em MySQL**”. Rio de Janeiro: Alta Books, 2009. SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F. “Sistemas de Banco de Dados”. São Paulo: Makron Books, 2006.

SENA, D.; SILVA, S. **Alimentador automático para cachorros e gatos em situação de rua na ufersa**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros. Curso de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6893/> Acesso em: 12 de set. 2022.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de banco de dados**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

SKOPLAKI, E. and PALYVOS, J.A. (2009) On the Temperature Dependence of Photovoltaic Module Electrical Performance: A Review of Efficiency/Power Correlations. **Solar Energy**.

UFRGS - Laboratório de Energia Solar – GESTE/PROMEC, **Programa RADIASOL 2**. Disponível em: <<http://www.solar.ufrgs.br/#radiasol./>>. Acesso em: 09 de out. 2022.