

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
ETEC TRAJANO CAMARGO
3º ANO – ENSINO MÉDIO INTEGRADO AO CURSO DE TÉCNICO EM
ELETROELETRÔNICA**

**JOSÉ OTÁVIO GUEDES FERREIRA BRAGA
MATHEUS HENRIQUE LAUREANO CARDOSO
VICTOR HUGO CAMARGO**

**SISTEMA INTELIGENTE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA INTEGRADO A ESTAÇÃO
DE BATERIA**

LIMEIRA, SP

2025

JOSÉ OTAVIO GUEDES FERREIRA BRAGA
MATHEUS HENRIQUE LAUREANO CARDOSO
VICTOR HUGO CAMARGO

**SISTEMA INTELIGENTE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA INTEGRADO A ESTAÇÃO
DE BATERIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao
Curso Técnico em Eletroeletrônica da ETEC Trajano
Camargo, orientado pelo Prof^o Carlos Alberto
Serpeloni Barros, como requisito parcial para
obtenção do título de técnico em Eletroeletrônica.

**LIMEIRA, SP
2025**

DEDICATÓRIA

José Otávio Guedes Ferreira Braga: Dedico este trabalho para todos aqueles que me ajudaram a torná-lo real, sendo as seguintes pessoas: minha mãe, Maria de Cássia Guedes, que sempre me apoiou em todas as circunstâncias e meu pai, Flávio Ferreira, que sempre me ajudou na contribuição financeira do trabalho,

Matheus Henrique Laureano Cardoso: Dedico este trabalho para todos aqueles que sempre me incentivaram a continuar e persistir independente dos contratemplos da vida, as pessoas que sempre permaneceram comigo do começo ao fim, nas risadas e nas tristezas. Dedico-lhes então, à minha mãe, Carla Laureano da Silva, a meu pai, Reginaldo Cardoso, à minha vó paterna, Vita Baquião que descanse em paz e à minha amiga, Sofia

Victor Hugo Camargo: Dedico esse trabalho para os seguintes membros da minha família, minha mãe, Alessandra Cristina Xavier Mass Delgado, que sempre me apoia e me apoiou, ao meu pai, Carlos Eduardo Camargo, que sempre cuidou de mim, à minha vó materna, Silmara Cristina Xavier que sempre se dispôs a me ajudar e pôr fim a minha vó paterna, que sempre esteve orando por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, pela força, saúde e perseverança concedidas, permitindo-nos a passar por todos os obstáculos encontrados ao longo da jornada acadêmica; aos nossos familiares, cujo quais sempre estiveram presentes e dispostos a nos auxiliarem e apoiarem em quaisquer situações, seja nos desafios propostos ou nas conquistas adquiridas; aos nossos professores e à instituição – Centro Paula Souza , cujo quais forneceram vosso conteúdo, paciência e aprendizado, contribuindo com todas nossas formações acadêmicas e profissionais, além de suas disposições e determinações em nos auxiliarem em quaisquer problemas ou gargalos de aprendizado, mostrando mais uma vez suas capacidades e paciência, sempre implementando novos meios de ensino com a mesma finalidade; aos colegas, amigos e amigas que estiveram conosco durante todos os momentos bons e ruins, com as dificuldades e os compartilhamentos de informações e conhecimentos durante os desafios do período acadêmico, ou com as risadas durante os momentos de calma; e para todos que de alguma forma tiveram algum tipo de contribuição desta.

“Hoje, você triunfará sobre o que foi ontem; amanhã, triunfará sobre os menos preparados; depois, sobre os mais competentes”

MUSACHI MIYAMOTO

RESUMO

Atualmente, apesar de existirem avanços tecnológicos que priorizem o conceito de acessibilidade quando trata-se a energia elétrica e, conseqüentemente, a iluminação pública, há aquelas regiões que, geralmente, se baseiam nas rurais e suburbanas, cuja tais possuem um número relativamente pequeno ou nulo deste direito, acarretando nos mais diversos problemas, estes que geram desavenças entre a população que frequentam ou habitam tais locais, cujo quais possuem a preocupação e a revolta sobre possibilidades de furtos de seus bens e acidentes, sejam por problemas encontrados nas estradas, ou por desatenção em meio ao caminho, estes revoltaram-se por não possuírem a possibilidade de usufruir de um direito que tenderia a ser de todos. Portanto, esta pesquisa tem como foco um estudo de uma possível implementação e a contingência da melhoria de tal fator, tal que baseia-se em um sistema de baterias armazenadas e refrigeradas, onde estas alimentariam um circuito de iluminação pública, tais quais seriam recarregadas por meio de uma fonte de energia renovável, a Solar, sendo o equipamento responsável pelo fornecimento desta energia, as placas fotovoltaicas, cuja qual, durante o dia, forneceria a energia que carregaria as baterias armazenadas, e durante a noite, um microcontrolador, neste caso, o Arduino ATMEGA328, controlaria o sinal da placa para evitar que esta continue fornecendo a energia durante este tempo, e permitiria a passagem de sinal das baterias para as lâmpadas DC (*DIRECT CURRENT*), estas que acenderá de tal maneira como a conhecida, ademais, há um sensor de presença – PIR (*PASSIVE INFRARED*) presente, tal que controla a luminosidade das lâmpadas conforme os indivíduos na rua. Após um determinado horário, o sinal das baterias será cessado, as lâmpadas serão desligadas e as placas a carregaram, reiniciando assim este ciclo.

Palavras chaves: Energia Solar, Infraestrutura, Autossustentabilidade, Acesso a iluminação pública. Autossuficiência

ABSTRACT

Currently, despite the existence of technological advancements that prioritize the concept of accessibility concerning electric power and, consequently, public lighting, there are regions, generally rural and suburban, where this right is relatively small or non-existent. This situation causes diverse problems and generates conflicts among the population who frequent or inhabit these areas. These residents express concern and outrage regarding the possibility of theft of their belongings and accidents, whether due to road problems or inattentiveness along the way. They are revolted by not having the opportunity to benefit from a right that should be universal. Therefore, this research focuses on studying the possible implementation and contingency for improving this factor. The proposal is based on a stored and refrigerated battery system that would power a public lighting circuit. These batteries would be recharged by a renewable energy source: Solar. The equipment responsible for supplying this energy is photovoltaic panels, which would provide energy to charge the stored batteries during the day. At night, a microcontroller, in this case, the Arduino ATMEGA328, would control the panel's signal to prevent it from continuing to supply energy during this time and would allow the signal passage from the batteries to the DC (DIRECT CURRENT) lamps. These lamps would illuminate in the known manner. Furthermore, a PIR (PASSIVE INFRARED) presence sensor is included to control the lamp's brightness according to the individuals present in the street. After a determined time, the battery signal will be ceased, the lamps will be turned off, and the panels will charge them, thus restarting the cycle.

KEY-WORDS: Solar Energy. Infrastructure. Self-Sustainability. Access to Public Lighting. Self-sufficiency.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1-ARDUINO UNO.....	7
Figura 2- REPRESENTAÇÃO DE PLACA SOLARES.....	8
Figura 3- COMPOSIÇÃO TIPO HÍBRIDO.....	10
Figura 4- PAUL EISLER SEGURANDO SUA INVENÇÃO.....	12
Figura 5- IMAGEM DE UM CIRCUITO DOS ANOS 50 COM AS PCB'S.....	14
Figura 6- TRANSISTORES TBJ E SEUS TIPOS PNP E NPN.....	16
Figura 7- ENRIQUECIMENTO E A DEPLEÇÃO.....	17
Figura 8- REPRESENTAÇÃO DOS PMOS E NMOS.....	18
Figura 9- TABELA DE CORES DOS RESISTORES.....	20
Figura 10-SIMBOLOGIA DOS DIODOS.....	21
Figura 11- REPRESENTAÇÃO DOS DIODOS EM UM CIRCUITO.....	21
Figura 12- MONTAGEM INTERNA DOS CAPACITORES.....	23
Figura 13- CIRCUITO INTERNO DO REGULADOR DE TENSÃO.....	24
Figura 14- PINAGEM DO PIR.....	27
Figura 15- REPRESENTAÇÃO DAS BATERIAS DE LÍTIO.....	29
Figura 16- FLUXOGRAMA DO SISTEMA.....	34
Figura 17- CIRCUITO SIMULADO NO TINKER CAD.....	36
Figura 18- DIAGRAMA DO CIRCUITO NO CIRCUIT WIZARD.....	37
Figura 19- SIMULAÇÃO DURANTE Á NOITE COM MOVIMENTAÇÃO.....	38
Figura 20- SIMULAÇÃO DURANTE Á NOITE SEM MOVIMENTAÇÃO.....	38
Figura 21- ESCOLHA DAS TRILHAS.....	39
Figura 22- DIMENSIONAMENTO DA PCB.....	40
Figura 23- CONFIRMAÇÃO DOS COMPONENTES.....	40
Figura 24- PCB SIMULADA.....	41
Figura 25- CIRCUITO CARREGADOR DA BATERIA.....	42
Figura 26- CIRCUITO CONTROLADOR.....	42
Figura 27- SENSORES INTEGRADOS AO ARDUINO.....	43
Figura 28- SISTEMA DA LÂMPADA.....	43

Figura 29- FUNCIONAMENTO CASO DIA.....	44
Figura 30- FUNCIONAMENTO CASO NOITE.....	45
Figura 31- MONTAGEM REAL SEM O TESTE DA PLACA SOLAR.....	46
Figura 32- MONTAGEM REAL DO PROJETO INTEGRADO AO PAINEL SOLAR.....	47
Figura 33- PROCESSO DE CORROSÃO DA PCB.....	48
Figura 34- MONTAGEM NA PCB P1.....	49
Figura 35- MONTAGEM NA PCB P2.....	49
Figura 36- ESTAÇÃO SIMULADA.....	50
Figura 37- BATERIA DE LITIO UTILIZADA COMO EXEMPLO.....	51

LISTA DE TABELA

TABELA 1- ICMS.....	5
---------------------	---

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A- Amperes

ABNT- Associação brasileira de normas técnicas

AC- *ALTERNATING CURRENT*

AC/DC- *ALTERNATING CURRENT TO DIRECT CURRENT*

Ag- composto químico “PRATA”

Ah- AMPERES-HORA

CA- corrente alternada

CAD- desenho realizado por um software em um computador

CC- Corrente continua

CdTe- TELURETO DE CÁDMIO

CIGS- SELENETO DE COBRE, ÍNDIO E GÁLIO

cm- centímetro

CO₂- Dióxido de carbono

DC- Corrente continua

EE- energia elétrica

F- Farad

FeCl₃- PERCLORETO DE FERRO

Hz- Hertz

h- Horas

ITO- “OXIDO DE INDIO E ESTANHO”

K- Unidade equivalente ao “kilo”, 10^3

LDR- Fotoresistor

Lm/W – lumens por potência

mm- milímetro

NBR- normas brasileiras regulamentadoras

NR- normas regulamentadoras

ONU- “ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS”

PCI- placa de circuito impresso

PIR- “*PASSIVE INFRARED*”

SPDT- “Single Pole, dual trial”

V- Volts

VP- Tensão de pico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.1.1 OBJETIVOS GERAIS	2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.2 JUSTIFICATIVAS.....	3
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 ARDUINO.....	7
2.1.1 COMPOSIÇÃO E PINAGEM	7
2.1.2 FUNÇÃO.....	8
2.2 PLACA FOTOVOLTAICA	9
2.2.1 MONOCRISTALINA	9
2.2.2 POLICRISTALINO	10
2.2.3 HÍBRIDO	11
2.2.4 OUTROS TIPOS	12
2.3 PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO	13
2.4 TRANSISTORES NMOS	15
2.4.1 TRANSISTORES DE JUNÇÃO (TBJ)	16
2.4.2 TRANSISTORES MOS	17
2.5 RESISTORES.....	20
2.6 LDR	21
2.7 DIODO RETIFICADOR.....	21
2.8 LED	23
2.9 CAPACITORES.....	23
2.10 REGULADORES DE TENSÃO.....	24

2.11 SENSOR PIR.....	26
2.12 VENTOINHAS	28
2.12 BATERIAS DE LITIO	29
2.13 RELÉS SPDT	30
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 FLUXOGRAMA GERAL.....	33
3.2 ANÁLISE GERAL DO CIRCUITO	36
3.2.1 DESENVOLVIMENTO DA PCB SIMULADA	39
3.3 VISÃO DETALHADA DO CIRCUITO.....	41
3.4 MONTAGEM REAL DO CIRCUITO	46
3.5 MONTAGEM NA PCB	48
3.6. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE BATERIAS.....	49
3.6.1 ESTAÇÃO SIMULADA.....	50
3.6.2 ESTAÇÃO SIMULADA AO REAL	50
3.7 ESTIMATIVA DA BATERIA REAL	52
3.8 DIMENSIONAMENTO DA LÂMPADA LED	52
5 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

É notório o grande avanço e desenvolvimento de novas tecnologias e meios de fortificações dos sistemas eletroeletrônico, onde este caminhou e caminha lado a lado com outras diversas áreas (mecânica, medicina, edificações, tecnologia da informação, etc), com a mesma finalidade, auxiliar e melhorar a qualidade de vida dos seres humanos ao decorrer dos séculos, tais que proporcionaram atividade e qualidades cotidianas, como por exemplo, enxergar durante a noite. Assim, desde os tempos antigos, o homem desenvolveu diversos sistemas para melhorar o que era ou haveria de ser um problema em seu cotidiano, sendo um grande exemplo do tal, os sistemas de distribuição de iluminação, estas que proporcionam a iluminação do ambiente após um certo horário devido a tecnologia dos reles fotovoltaicos, garantindo a visualização do caminho e evitando acidentes, tendo em vista a capacidade de verificar obstáculos no caminho.

Entretanto, apesar de tais sistemas proporcionarem diversas melhorias e do surgimento das NBR's e das NR's, ainda ocasionam desavenças entres aqueles que ocupam as áreas reconhecidas como rurais e suburbanas, onde estas encontram-se em um estado de falta ou decadência comparados com os grandes centros das cidades. De acordo com a BNDES sobre o conceito da iluminação pública:

“O setor de iluminação pública é responsável por prover claridade aos logradouros públicos e demais bens de uso comum. A qualidade da iluminação pública está associada a diversas externalidades positivas para a população, como redução de acidentes de trânsito, aumento da percepção de segurança e valorização do ambiente e do patrimônio público.” (BNDES, 2025)

Isto é, independentemente do local, a iluminação deve ser um direito e um conceito aplicado para todos, pois estes que habitam tais locais estarão submetidas aos mais diversos perigos, como furtos e acidentes devido a falta da visualização da estrada, além da necessidade de se procurar um meio próprio de fornecimento de iluminação, o que ocasionará em um certo custo que poderia ser evitado. (BNDES, 2025);

Durante o ano de 2023, foram registrados diversos apagões nas regiões suburbanas, também conhecidas como periferias da cidade de São Paulo, estas que, de acordo com MUNIZ, “Reportagem da Pública mostrou que, até outubro, a Prefeitura de SP investiu menos de 20% do valor orçado para prevenção em áreas de risco”, percebe-se assim a desigualdade e desfeita a estas áreas, tendo em vista seu padrão de “risco”. Portanto, necessita-se de um desenvolvimento relacionado a um novo sistema de iluminação para as áreas que dela necessitam (MUNIZ, Bianca; FONSECA, Bruna; QUEIROZ, Danilo; GAMA, Gabriel; CICERO, José, 2023).

Assim, esta pauta necessita de um equipamento que esteja não apenas adaptado para o local, mas que traga uma solução econômica e sustentável. Postes de energia atuais têm uma perda elétrica e um alto gasto energético, pois sua produção em W é de 150-180 watts/dia. Existe a possibilidade de uma melhor implementação neste circuito, que possibilitará uma adaptação para as zonas com pouca ou sem iluminação. (IP MINAS, 2024)

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção serão abordados os objetivos de maneira generalizada e especificada que foram levantados no desenvolvimento deste projeto.

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

As principais teses levantadas para o desenvolvimento deste projeto baseia-se na capacidade de fornecer e desenvolver um conceito de sistema inteligente para a iluminação pública, sendo estas pensadas como uma maneira de implementar a iluminação nas áreas consideradas como “vulneráveis”, isto é, áreas que possuem algum tipo de desigualdade em relações as demais, sendo estas as áreas rurais e suburbanas, onde tal sistema disponibilizaria uma possibilidade de implementação deste direito civil que é a iluminação.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Segurança na instalação;
- Diminuição dos impostos referentes a iluminação pública;
- Distribuição eficiente e eficaz;
- Acesso a iluminação pública;
- Uso da fonte de energia renovável solar
- Descarte de baterias;

1.2 JUSTIFICATIVAS

É notório os avanços que proporcionaram uma alta acessibilidade referente aos direitos que se diferem sobre eletricidade, onde de acordo com a PNAD , no ano de 2019, cerca de 99,8% da população brasileira encontrava-se com acesso a eletricidade, entretanto, tais dados não referem-se exclusivamente e precisamente sobre as qualificações da distribuição das mesmas, isto e, como encontra-se realmente o fator de distribuição energética. (IBGE, 2019, p.5-6)

De acordo com o institutoPolis, “as áreas que concentram a população de mais alta renda apresentam melhores coberturas das infraestruturas urbana”, isto é, encontram-se areas com desigualdade social onde os quais com maior rentabilidade possuem um maior e melhor acesso infraestrutural, onde a autora reforça, “os déficits de esgotamento sanitário, abastecimento de água e iluminação pública são maiores nas áreas onde a renda média domiciliar é comparativamente menor”(INSTITUTOPOLIS, 2022), ou seja, tais areas podem atem possuir um acesso à energia elétrica, entretanto estas tais que se encontram de maneira degradável e precária. (IBGE, 2019; INSTITUTOPOLIS, 2022)

Além das áreas de periferia, encontram-se como áreas com baixo acesso a eletricidade e distribuição energéticas as áreas caracterizadas como rurais, onde no ano de 2020 o consumo de energia por estas partes encontrou-se em 6,5% em relação as demais, apesar disso, sempre houveram tentativas de projetos relacionados a “eletrificação” rural, onde um destes baseia-se no decreto de Nº 11628 de 04 de agosto de 2023, realizado pelo governo federal com a tese de inclusão social, este que estabelece em um de seus vários objetivos: “II - promover a sustentabilidade e a continuidade na prestação do serviço público de distribuição de energia elétrica no meio rural e em regiões remotas da Amazônia Legal;”(SILVEIRA, 2023, CAPÍTULO II, art 2º). Ademais, desde os primórdios da distribuição energética, século 20, sempre foram desenvolvidas leis e decretos com a tese do “LUZ PARA TODOS”, onde sempre buscava-se manter uma igualdade social, sendo alguns destes a Lei nº 2944/1956, nº10438/2002, entre outras demais, que proporcionaram uma melhoria e um avanço para a população destas áreas (MORENO, MATEUS; SANTOS, REGINA; DUTRA, ITALO JOÃO; ADAMI, ANDREIA; SILVEIRA, 2023; AMAZONAS ENERGIA).

Contudo, os níveis de emissão de CO₂, dióxido de carbono, houve um alto crescimento ao decorrer dos anos, necessitando assim de maneiras sustentáveis para amenizar a tal. Portanto, a ONU (ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS), desenvolveu um projeto no ano de 2015 denominado como “ODS”, “OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”, estes que baseiam-se em 17 conceitos abrangendo temas, políticas e metas relacionados aos mesmos, sendo uma delas, a de número 7 mais especificamente, relacionado justamente ao conceito de energia acessível, abrangendo além disso, outro importante conceito, as fontes de energia limpa, isto, aquelas que não gerem algum tipo de degradação ambiente, como por exemplo, a SOLAR, EOLICA, MAREMOTRIZ, entre outros. A sétima ODS então estabelece, “Objetivo 7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos”(NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2015, Tópico 7)(NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL, 2015)

Além deste, tem-se a de número 11, esta que estabelece os conceitos envolvendo conceitos e metas de implementação de sistemas sustentáveis e eficazes nestas áreas, cuja tal a ONU define, “Objetivo 11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos

inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis” (NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL, 2015, tópico 11), este que encaixa-se aos temas abordados anteriormente, tendo em vista que a era moderna necessita de um sistema mais sustentável e acessível para todos, independente de suas condições financeiras. (NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL, 2015).

Portanto, como tese de aplicação as ODS e garantir a sustentabilidade e acessibilidade como um todo, pensa-se na utilização de uma, senão a mais utilizada fonte de energia sustentável, a energia dos sois, fotovoltaica, onde a . Devido a localidade e capacidade climática do Brasil, esta é uma das com maior taxa de ascensão, tendo em vista que no ano de 2024, cerca de 50Gw de capacidade foram instalados em todo o país, tornando este cerca de 21% das matrizes energéticas e tendo um aumento de 40% em comparação aos outros anos. Nas regiões rurais, a matriz solar rural representa cerca de 13,2 % de todo potência de energia fotovoltaica, demonstrando novamente sua ampla utilização em areas de baixa acessibilidade, tendo em foco sua durabilidade e flexibilidade. (SOLAR, POWER, 2023; ÒRIGO, 2025).

Ademais, possui-se diversas tarifas para estas áreas, de acordo a CPFL, “A Lei Complementar nº 194, considera energia elétrica como um bem essencial e estabelece alíquota máxima de ICMS por Estado, não superior as operações internas” (CPFL ENERGIA, 2022), estando está definida a seguir (TABELA 1), como uma maneira de redução desta tarifa, pensa-se na utilização da energia sustentável, especificamente as placa solares, tendo em vista que o ICMS é aplicado apenas como uma taxa pela utilização dos serviços da concessionaria, como a fonte solar baseia-se em um sistema de geração próprio, este que, apesar de possuir uma taxa diretamente aplicada a si, cuja tal é cobrada em 45% do valor do R\$0,126 por KWh, porcentagem está definida apenas para o ano de 2025, sendo notoriamente mais vantajosa do que a não utilização da tal.(ÓRIGO, 2025; CPFL, 2023)

Tabela 1-ICMS

Classe	Faixa Consumo - kWh	Alíquotas ICMS		
		Como Era – (1) TE e (2) TUSD	Como Ficou (1) TE	Como Ficou (2) TUSD
Residencial	0-90	Isento	Sem alteração - Isento	Sem alteração - Isento
Residencial	91-200	12% na TE - TUSD Isento	Sem alteração - 12%	Alterado - Volta ICMS - 12%
Residencial	Acima 201	18% na TE - TUSD Isento	Alterado - 18%	Alterado - Volta ICMS - 18%
Rural - produtor rural	qualquer consumo	Isento	Sem alteração - Isento	Sem alteração - Isento
Rural	qualquer consumo	18% na TE - TUSD Isento	Sem alteração - 18%	Alterado - Volta ICMS - 18%

FONTE: CPFL, 2023

Quando trata-se de regiões de periferias, um dos problemas que tendem a serem encontrados baseia-se em furtos relacionados a fiação dos sistemas de iluminação pública e a criminalidade como um todo, de acordo com a Neoenergia, no ano de 2024, os furtos de cabos resultaram em uma insatisfação para cerca de 107 mil habitantes que utilizam destes serviços, onde tal problema tende a aumentar, já possuindo registros no ano de 2025, onde foram registrados pela ABRACOPEL, o número mortes relacionados a estes furtos, tendo em vista a falta de segurança por quem a pratica, foi em 260% e seus custos de prejuízo chegando a cerca de R\$26 milhões, isto apenas entre 2024-2025. (NEOENERGIA, 2025; WALTENBERG, 2025).

Com os sistemas de bateria de lítio, pode-se encontrar um fator de extrema importância e preocupação, este que baseia-se em sua possível exposição ao sol e aumento significativo de sua temperatura, o que pode gerar diversos riscos seja para as pessoas quanto para os sistemas em si, este que baseia-se em sua probabilidade de explosão, cuja qual representa um grande risco já citado anteriormente. Possuindo como conceito, uma localidade que armazenaria estas baterias durante o período do dia.

Portanto, como uma finalidade de amenizar ou solucionar ao tal que este projeto foi desenvolvido.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este tópico abordará os temas respectivo deste projeto, cujo quais foram utilizados de embasamento teórico e prático para a realização do mesmo. Assim, este explicará os conteúdos consideráveis com alto teor de importância, onde estes foram estudados com alta demanda para auxiliar no decorrer deste projeto.

2.1 ARDUINO

Este tópico abordará sobre outro importante componente utilizado, onde o tal exerce a função de controle e gestão dos sinais e funcionamento geral, sendo este o Arduino.

A placa de prototipagem eletrônica de código aberto (open-source) e hardware livre, baseia-se principalmente em um componente cuja função seja para controlar e operar sistemas e projetos desenvolvidos por aqueles que demandam de um alto conhecimento da eletrônica, para quem possua como hobby, estudantes ou amadores. Sendo assim, esta baseia-se em uma alta taxa de aplicação devido a sua alta versatilidade e aplicabilidade nos mais diversos temas, além de possuir uma linguagem de acesso comum e facilidade em sua codificação com um hardware próprio e grátis, onde para o desenvolvimento de uma prototipagem denomina-se como uma ótima escolha, tal componente.

Portanto, este componente é amplamente utilizado quando deseja-se desenvolver um projeto eletrônico, desde os mais simples, como controlar quando um led deve ou não acender; até os mais complexos, como controlar e operar robôs com sensores.

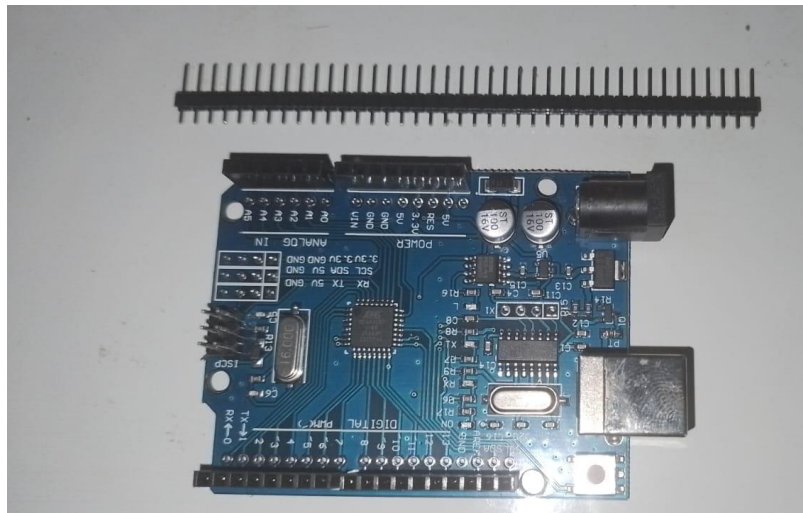
2.1.2 COMPOSIÇÃO E PINAGEM

Os Arduinos são frequentemente confundidos com um microcontrolador devido a suas aplicações e capacidades, entretanto, este baseia-se em uma placa de

desenvolvimento cuja qual possui um microcontrolador integrada a si, este, cujo qual baseia-se no microcontrolador “ATMEGA”.

Sua composição interna e pinagem poderá variar de acordo com seu tipo, onde neste protótipo foi-se utilizado, como o principal, o tipo “UNO”, onde encontra-se os seguintes componentes: **ATmega328, 14 portas digitais, sendo 6 para saídas PWM e 6 analógicas:**

Figura 1- ARDUINO UNO



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025)

2.1.3 FUNÇÃO

Como já citado o Arduino possui uma grande variedade de funções, neste projeto, o Arduino exercerá a função de controlar e operar os sinais de alimentação e saída do circuito, tais que baseiam-se no período, isto é, dia ou noite, permitindo ou não a passagem de sinal de alimentação para as fontes citadas anteriormente

2.2 PLACA FOTOVOLTAICA

Um dos sistemas mais utilizados e em grande ascensão quando trata-se de energia renováveis baseia-se no sistema da energia fotovoltaica ou energia dos Sois. Tal sistema de um importante componente nomeado como placa solar, esta que possui como função, basicamente, converter a energia do sol em eletricidade. Esta função baseia-se em sua composição, esta que é fabricada por materiais de cristais semicondutores, como o silício que também constitui outros componentes como diodos e transistores, estes possuem a capacidade de absorver a luz do sol, os fótons, quando estes atingem as chamadas células (divisões da placa solar), forçando os elétrons que circulam os átomos a “pularem” para a parte da célula com silício, esta que se encontra com valor nulo de elétrons, tal fenômeno gera uma corrente elétrica e a partir disto surge-se a energia solar.

Figura 2- REPRESENTAÇÃO DE PLACA SOLARES



FONTE: PORTAL, Solar (2020?).

Devido a sua grande faixa de aplicabilidade, existem diversos tipos de placas solares, os mais comuns baseiam-se em:

2.2.1 MONOCRISTALINA

O tipo caracterizado como um mono cristal, baseia-se naquela cuja fabricação baseia-se em apenas um único cristal de silício ultrapuro, logo este tipo baseia-se com maior grau de pureza de Si e de eficiência energética em relação aos demais tipos no mercado brasileiro, no mercado estrangeiro, a de maior eficiência baseia-se no tipo híbrido, (PORTAL SOLAR,2020).

Sua fabricação é baseada, basicamente, em cortes do cristal que está em formato de tarugo (formato cilíndrico) como se fossem “salames”, estas que transformaram-se em lâminas individuais, após isto estas serão tratadas até tornarem células fotovoltaicas, este processo é nomeado como “CZOCHRALSKI”. Além disso, estas terão suas pontas recortadas para otimizar espaço e garantir sua ocupação nas áreas da matriz das células solares, estas que são formadas em série e paralelo. Contudo, tal processo resulta em um grande desperdício do material de silício, sendo necessário uma reciclagem (PORTAL SOLAR, 2020).

Este maior grau de pureza é que permite a maior velocidade dos “saltos” dos elétrons, criando, portanto, uma maior eficiência, esta que encontra-se na casa dos 16-22%. (PORTAL SOLAR, 2020).

Para diferenciar-se das demais, estas possuem algumas características distintas, tais como sua cor mais escura devido ao maior grau de pureza de Si e suas bordas mais filetadas, isto é, arredondadas e uma coloração mais escura (PORTAL SOLAR, 2020).

2.2.2 POLICRISTALINO

Este possui o mesmo tipo de material que as mono, o Si, porém este tipo é caracterizado por uma diferença no processo de fabricação, tal que resultará em uma maior utilização do cristal, surgindo assim o termo “POLI” cristal, isto é, múltiplos cristais. Assim, diferentemente dos monos, as polis são fabricadas a partir da fusão do bloco de silício ainda em seu estado bruto, formando diversos cristais, logo após isto, estes são levados para serem serrados em blocos menores e depois fatiados em células (PORTAL SOLAR, 2020; HISATOMI CAROLINA).

Portanto, este possuirá diversas desigualdades em relação as monos, tais como sua cor, esta que é mais “viva”, sendo azul ou cinza; sua eficiência que decresce significativamente, tendo em vista que os elétrons possuíram menos espaços para realizarem seu “salto”, esta que encontra-se em 14-20% e com um valor de produção de eletricidade por metro quadrado menor; e por último seu formato que baseia-se em um

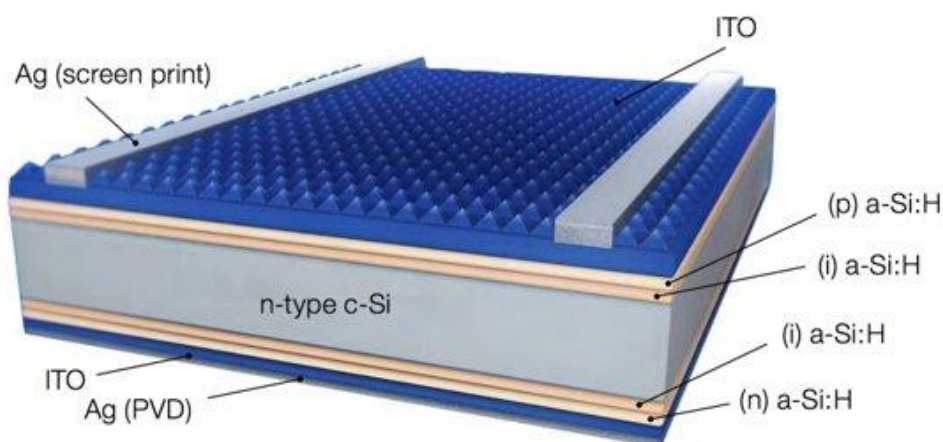
formado com a borda mais quadrada ou com bordas chanfradas, isto é, sem pontas, mas sem arredondamentos (PORTAL SOLAR, 2020; HISATOMI CAROLINA).

Outro fator que os diferencia, será em suas desvantagens, tendo em vista que nas monos um dos grandes problemas baseiam-se no desperdício de materiais, tal fator não será incluído no tipo policristalina, pois estes possuem um valor significativamente menor que os resíduos de silício produzidos pelas monos.

2.2.3 HÍBRIDO

Um dos problemas dos demais tipos de placa solares baseia-se em seu aquecimento que como qualquer outro componente acaba tornando-se um inconveniente e um problema a sua vida útil, o tipo híbrido de placa solar ou também conhecido como placa com tecnologia similar ao tipo mono porem com a HETEROJUNÇÃO (HJT), esta que baseia-se basicamente na implementação de camadas de silício-amorfo (a-Si), sendo em uma das partes este sendo intrínseco, isto é, silício puro, e a-Si dopado nas duas faces da célula, após isso ocorre uma passivação do silício cristalino, resumidamente, criando uma menor sensibilidade ao calor (VILLALVA MARCELO, (2019?); PORTAL SOLAR, (2020?))

Figura 3- COMPOSIÇÃO DO TIPO HÍBRIDO



FONTE: VILLALVA, Marcelo (2019?)

A figura 3 representa os compostos químicos presentes além do Si, tais que baseiam-se em, uma camada grossa do silício cristalino do tipo “n” (c-Si) no meio de duas camadas do composto ITO, duas camadas do silício amorfo intrínseco ((i)a-Si), duas camadas de Ag, uma camada de silício amorfo tipo “n” e tipo “p” (o tipo “n” representa uma dopagem com compostos do grupo V da tabela periódica, como o fósforo, possuindo uma maior camada de valência e conseqüentemente maior movimentação de elétrons; já o tipo “p” baseia-se no tipo de dopagem com compostos do grupo III da tabela periódica, como o boro ou o gálio)(VILLALVA MARCELO, (2019?); SOUZA LILIAN, (2010?)).

Além disso, este tipo é caracterizado por permitir uma maior possibilidade de “salto” de elétrons do que os tipos de mono cristal, apesar de sua pureza, onde assim, este tipo encontra-se como o tipo com maior eficiência na questão energética e com perdas relacionadas a temperatura reduzidas, esta que encontra-se acima 25%. Entretanto, esta ainda é uma tecnologia escassa no mercado brasileiro, o que volta a do tipo mono cristal no topo da eficiência energética (PORTAL SOLAR, (2020?);VILLALVA MARCELO, (2019?)).

Sua coloração é restritamente semelhante ao tipo mono, logo, o que melhor diferencia estas, baseia-se no seu tamanho que tende a chegar a 15,6x15,6cm, centímetros, normalmente, contrariando os 10cmx10cm da mono. (PORTAL SOLAR,(2020?))

2.2.4 OUTROS TIPOS

Estes caracterizam como os tipos não usuais ou não utilizados no mercado atual, mas vale ressaltá-los por vim de conhecimentos, cujo quais baseia-se nos:

- **Painel solar de silício amorfo (a-Si):** baixa produção de EE (energia elétrica), sendo utilizados principalmente em aplicações de pequena escala, mas podem ser empilhadas para aumentar esta produção;

- **Painel solar de CdTe:** única placa solar a superar o conceito de custo pela eficiência, sendo barata devido a sua composição, que baseia-se em uma película fina de CdTe, operando na faixa dos 16%;
- **Painel solar de CIGS:** também baseada na tecnologia de película fina, porém com menor concentração de cádmio, composto tóxico, que o tipo CdTe;
- **Células fotovoltaicas orgânicas (OPV):** utiliza do conceito classificado como “ELETRÔNICA ORGÂNICA” esta que utiliza de polímeros condutores ou moléculas orgânicas, sendo este tipo, fácil de se fabricar, podendo ser até impresso devido a abundância dos materiais citados e tendo um custo extremamente baixo (PORTAL SOLAR, (2020?)).

2.3 PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

Como uma maneira de se manter um circuito e substituir as chamadas “protoboards”, existe na eletrônica um conceito nomeado como PCI ou PCB, derivado do inglês, que constitui-se, basicamente como uma pequena placa condutora que integra diversos componentes em um único circuito, sendo um exemplo bastante conhecido as placas-mães dos computadores.

Para definir um circuito, primeiro deve-se traçar os “caminhos” que a corrente e o circuito devem fazer nos componentes, sendo esta previamente projetada e testada, seja por meio de softwares como o “CIRCUIT WIZARD”, designa o que é chamado de “trilhas”.

Antigamente, ainda durante a era das válvulas em circuito ao invés dos transistores, uma das preocupações se baseavam nas montagens finais dos circuitos, estes que possuíam um grande tamanho, dificultado sua manutenção caso houvesse falhas no

circuito, além de que as interligações dos componentes eram feitas na parte inferior de o que era conhecido como um chassi de chapa metálica (MEHL, EWALDO LUIZ DE MATTOS, (2011?)).

Portanto, no ano de 1903, o inventor alemão, Albert Hanson, desenvolveu um protótipo relacionado a um dispositivo que baseava-se em um condutor com uma folha de alumínio em uma face de uma chapa de um material isolante. Este conceito foi aprimorado por Charles Ducas em 1925, este que patenteou uma teoria de se utilizar uma tinta condutiva em um certo material isolante. Porém, foi no ano de 1936, que o engenheiro austríaco, Paul Eisler desenvolveu o que viria a ser considerada uma PCI, onde está possuía camada de cobre em uma das faces de um material isolante, corroendo-o, tal conceito desenvolvido pelo menos foi utilizado para desenvolver um protótipo de rádio de sua autoria, representado na figura 4, sendo utilizado tais conceitos durante as guerras mundiais, como mostrado na figura 5 (LAIS CHAVES, 2023; MEHL, EWALDO LUIZ DE MATTOS, (2011?)).

Figura 4-PAUL EISLER SEGURANDO SUA INVENÇÃO

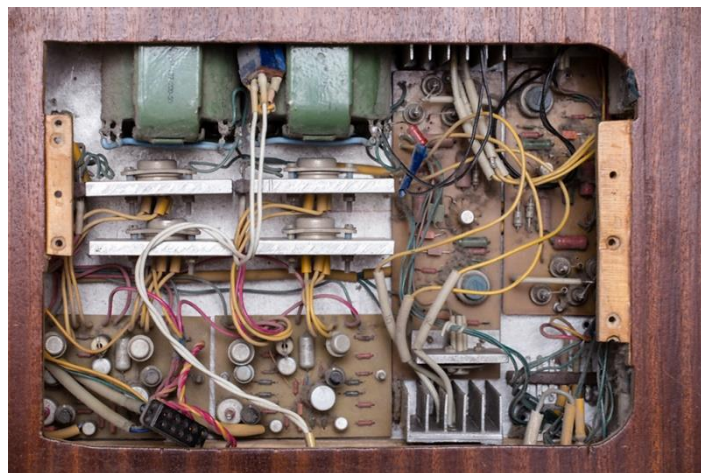


FONTE: CHAVES, LAIS, 2023

O material mais comumente utilizado na fabricação de PCB's baseia-se no **fenolite**, cuja qual baseia-se em um material laminado mistura com resina fenólica, sendo tal material extremamente resistente a elevadas temperaturas, tendo em vista que estes serão prensados a uma alta temperatura, formando-se as chapas, além de ser considerada um **POLÍMERO TERMOFIXO**. Este material será revestido por uma camada de cobre, tornando-o próprio para a utilização na eletrônica, onde traça-se o esquema do circuito

com uma caneta do tipo “CD MAKER” e a leva para corrosão, cujo químico baseia-se no sal corrosivo nomeado de “PERCLORETO DE FERRO” (FeCl_3). Existem alguns outros tipos de materiais que surgem como outras opções para PCB's, tais como a **FIBRA DE VIDRO (FV)**, sendo fabricadas com uma fina camada de fibra de vidro e resina epóxi (polímero termofixo), estas que são comumente utilizados em placas-mães, (MEHL, EWALDO LUIZ DE MATTOS, (2011?); REDPLAS, 2025).

Figura 5- IMAGEM DE UM CIRCUITO DOS ANOS 50 COM AS PCB'S



FONTE: CHAVES, LAIS, 2023

Tais avanços foram o que desenvolveram imensamente o mundo da eletrônica atual, cujos quais podem-se encontrar com sua fabricação automática por robôs e com componentes de tamanhos microscópicos.

2.4 TRANSISTORES NMOS

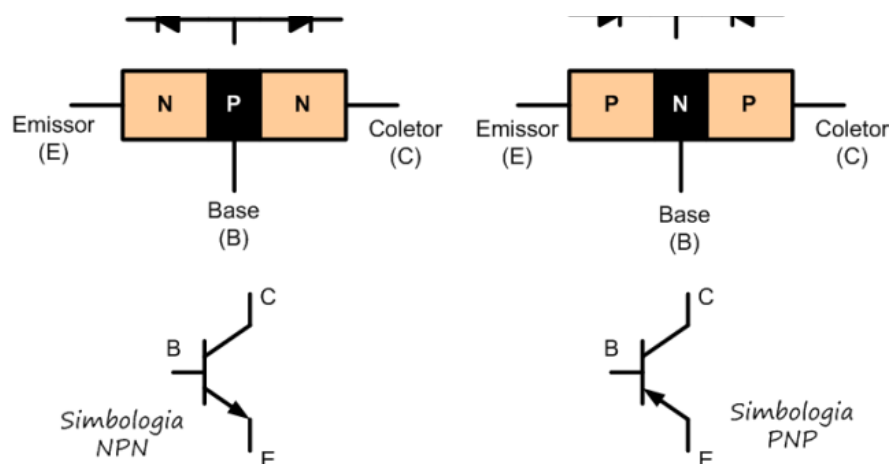
Antes de abordar-se sobre os transistores do tipo NMOS, deve-se compreender sobre o componente em si. Portanto os transistores se baseiam em um dos principais componentes no mundo da eletrônica atualmente, tendo em vista suas grandes versatilidades de aplicações, estes que foram criados como uma substituição das válvulas, reduzindo significativamente a escala dos computadores.

Um transistor é um componente classificado como semicondutor, este que pode ou não conduzir, além de serem produzidos com um cristal, como o silício, onde os transistores podem ser representados como 2 diodos, tendo em vista que um diodo possui uma parte N e outra parte P. os transistores podem ser operados de duas maneiras em um circuito, como chave ou amplificadores, sejam estes sinais de som, de corrente ou de tensão. Como já citado, podemos representar um transistor como 2 diodos dependendo de seu tipo, possuindo assim, 3 terminais, no tipo mais comum chamados de **BASE**, **COLETOR** e **EMISSOR**, mas cujos quais podem se alterar depende de sua tipagem e seu funcionamento se baseará na tensão e a corrente que está passando em seus terminais. O primeiro caso baseia-se em uma região de **CORTE**, esta que ocorre quando não há corrente no dispositivo, forçando-o a operar como chave aberta; Região ativa, neste caso o componente opera como uma fonte reguladora, sendo possui e realizando a operação de amplificação; Região de saturação, baseia-se quando o transistor opera com corrente máxima no circuito, apresentando assim uma corrente alta, mas uma tensão baixa, sendo esta operação uma chave fechada (OLIVEIRA, THIAGO, 2021).

2.4.1 TRANSISTORES DE JUNÇÃO (TBJ)

Sendo este o primeiro conceito de um transistor a ser criado, os TBJ baseiam-se em um conceito de “SANDUICHE DE SILICIO”, demonstrado na figura 6, tal que como já citado, pode ser identificado como 2 diodos em series, cujo seu funcionamento dependerá de seu tipo PNP ou NPN e seus sinais que corrente e tensão, tais que definirão se o componente atuará como uma chave ou um amplificador.

Figura 6- TRANSISTORES TBJ E SEUS TIPOS PNP E NPN



FONTE: OLIVEIRA, Thiago.

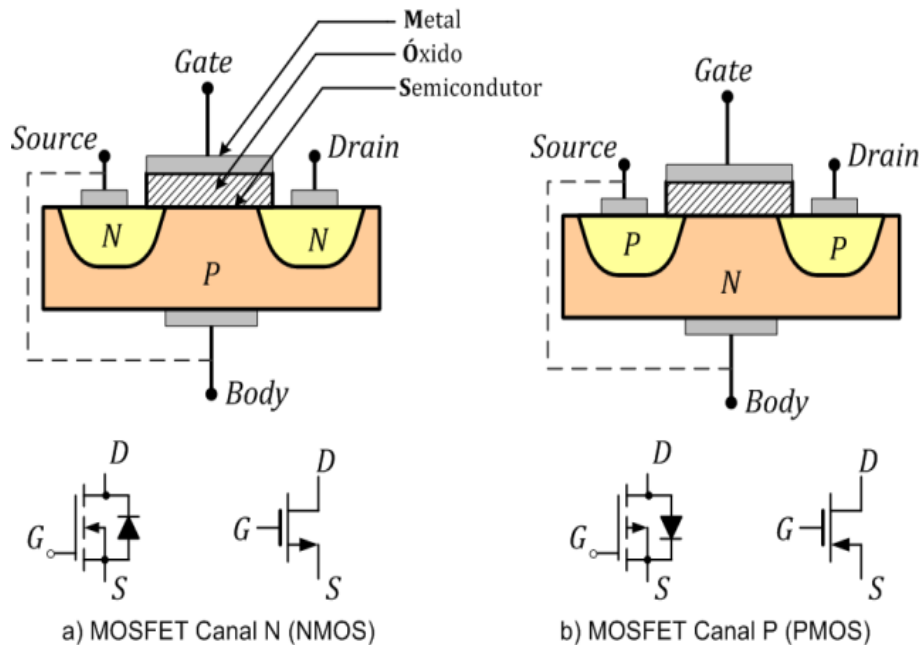
2.4.2 TRANSISTORES MOS

Na eletrônica, os transistores como já citados baseiam-se como um de seus componentes fundamentais, tais que possuem algumas diferenciações que se caracterizam de aplicação para aplicação, um dos grandes exemplos baseiam-se naqueles aclamados como MOS ou MOSFET, isto é, um transistor fabricado a partir de um semicondutor de óxido metálico, ou “METAL-ÓXIDE-SEMICONDUTOR” representado na sigla em inglês e presente no pino que substitui a base dos TBJ como um isolante. Este tipo de componente se diferencia fortemente do tipo TBJ, sendo reconhecido facilmente pela sua simbologia, onde o tal não possui seus pinos com o nome do anterior (emissor, base e coletor), tais pinos são chamados de “SOURCE” ou “FONTE”, “GATE” ou “PORTÃO” e “DRAIN” ou “DRENO”. Em resumo, sua funcionalidade baseia-se em um controle da tensão e da corrente, onde a impedância do Gate é extremamente alta, fazendo com que este seja aplicado maior tensão, após a tal, ela será “drenada” pelo pino Drain, cuja qual é controlada após um campo elétrico ser criado pela corrente do pino Gate (MASSEY, BENDAM, 2025; OLIVEIRA, THIAGO, 2021).

Este tipo de transistor também possui os mesmos modos de circuito fundamentais, estes são, **CHAVE FECHADA:** quando há eletricidade entre o pino Drain and Source; **CHAVE ABERTA:** quando não há eletricidade entre os pinos (MASSEY BENDAM, 2025).

Sua estrutura também será baseada na polarização pelos tipos N ou P, porém estes criaram subtipos contrários, isto é, o tipo N terá seus terminais Dreno e Source como de material P, já o tipo P terá os mesmos do material N, sendo estes demonstrados na figura 7.

Figura 7- REPRESENTAÇÃO DOS PMOS E NMOS



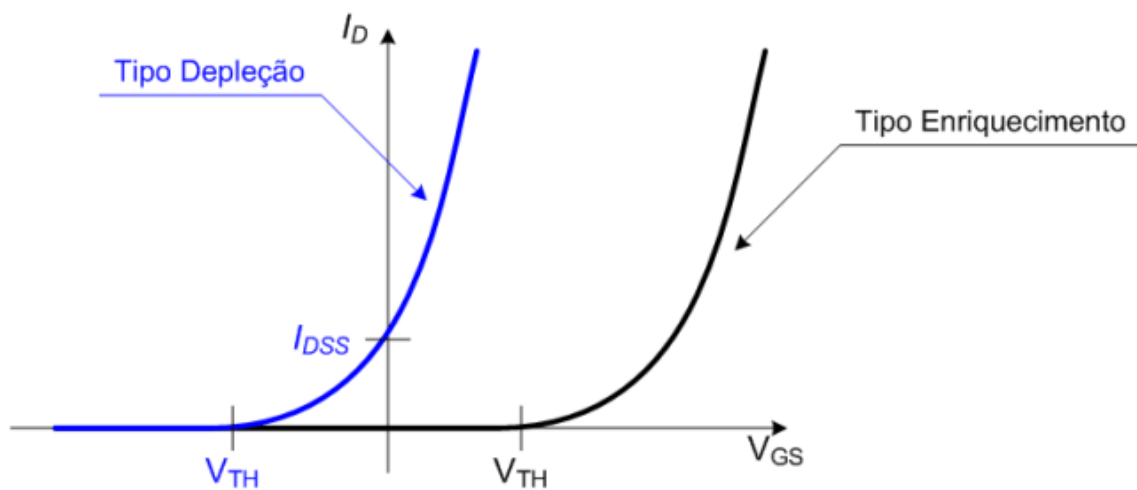
FONTES: OLIVEIRA, Thiago

Os princípios de funcionamento se basearam em suas tensões de entrada VDS, isto é, entre o Dreno e o source, cujo, sendo representado na figura 6, pode-se identificar a presença do componente diodo em sua simbologia, esta que indica um funcionamento similar ao tal, onde de acordo com sua tipagem, o sinal da tensão poderá ser positivo e negativo, onde para garantir um funcionamento eficaz, deve-se manter no negativo, portanto, quando trata-se do tipo N, a tensão do “diodo” é chamada de VDS e do tipo P, VSD. Além disso, o principal depende da tensão e do campo aplicado ao gate-source, ou VGS, onde a tal, caso tenha um valor baixo, próximo a 0, não criará um campo elétrico capaz de realizar a condução da corrente desejada, quando esta aumenta até a chamada tensão limiar, que baseia-se em uma barreira que quando rompida inicia a atração de elétrons e a condução, formando um canal condutivo entre Drain-source, qualquer valor acima deste será conduzido uma corrente pela VDS. Entretanto, há um limite estabelecido pelo fabricante do componente que denomina qual o valor máximo de VGS, caso o tal

seja ultrapassado, o componente conduzirá e criará um campo extremamente alto, o queimando (OLIVEIRA, THIAGO, 2021; MASSEY, BRENDA, 2025).

Além disso, outro fator que denomina o funcionamento e aplicação destes componentes baseiam-se em dois subtipos, **ENRIQUECIMENTO E DEPLEÇÃO**. O tipo caracterizado como enriquecimento baseia-se no mais comum destes cujo tal trata-se do conceito de enriquecer o componente, isto é, inserir uma tensão de entrada; já a depleção baseia-se no oposto a isto, onde já existe um canal condutivo mediante a presença de elétrons na camada do material isolante, cujo tal é representado por possuir uma tensão limiar equivalente a 0, sendo seu diferencial em relação ao enriquecido (figura 8), alterando seu comportamento da corrente do Dreno (I_D), em relação a uma tensão V_{GS} fixa. Entretanto, durante a aplicação, pode-se alterar esta capacidade de funcionamento, o que poderá ser, de certo modo, prejudicial caso não se saiba qual é o tipo do componente trabalhado, logo utiliza-se a nomenclatura, “NORMALMENTE CONDUTOR” e “NORMALMENTE BLOQUEADO” (OLIVEIRA, THIAGO, 2021; INSTITUTO NEWTON BRAGA).

Figura 8- ENRIQUECIMENTO E A DEPLEÇÃO



FONTE: OLIVEIRA, Thiago.

Uma utilização comum deste tipo de componente baseia-se em circuitos que dependem de um sinal rápido e imediato, como por exemplo, as portas lógicas, onde estes são amplamente aproveitados (BRENDA, MASSEY, 2025).

2.5 RESISTORES

Sendo estes um dos componentes mais básicos e utilizados em circuitos eletrônicos, os componentes aclamados como resistores possuem uma ideia de “resistir” a corrente, isto é, ir contra a tal, diminuindo-a para evitar a queima de algum componente sensível. Um exemplo baseia-se em: um circuito que acenderá um led de 3volts (V) e 0,2A (Amperes), porem a fonte utilizada envia um sinal de tensão e corrente equivalentes a 12v e 10A, portanto, antes deve-se ligar um resistor em serie ao componente, tendo em vista que utiliza-se a chamada lei de ohm, cuja qual estabelece que $V= r \cdot A$, onde devido a ideia de que a tensão no resistor é de 9V, excluindo os 3V do led e a corrente é 10A, o valor da resistência será de $0,9\Omega$.

Para identificar-se o valor da resistência, sem utilizar a lei de ohm e caso não haja nenhum aparelho de medição, como o multímetro ou o ohmímetro, pode-se verificar a tal visualizando as linhas coloridas inseridas no corpo do resistor, onde esta, definida por uma tabela de cores (FIGURA 9), demonstra o valor desta unidade de medição, cuja quais encontram-se em 4 linhas, onde estas baseiam-se em: a 1ª representa o valor do primeiro algarismo; a 2ª o valor do segundo algarismo; a 3ª a quantidade de 0's presentes após os algarismo; e por fim, a 4ª, cuja qual é opcional, isto é, pode ou não aparecer no componente, representando um valor de tolerância para o tal, este que é apresentado sempre em porcentagem.

Figura 9-TABELA DE CORES DOS RESISTORES

Cor	1ª Faixa	2ª Faixa	Nº de zeros/multiplicador	Tolerância
Preto	0	0	0	
Marrom	1	1	1	± 1%
Vermelho	2	2	2	± 2%
Laranja	3	3	3	
Amarelo	4	4	4	
Verde	5	5	5	± 0,5%
Azul	6	6	6	± 0,25%
Violeta	7	7	7	± 0,1%
Cinza	8	8	8	± 0,05%
Branco	9	9	9	
Dourado			x0,1	± 5%
Prata			x0,01	± 10%

FONTE: MATTEDE, Henrique.

Portanto, como exemplo, caso, em um circuito, possua um resistor com 4 linhas com as linhas: laranja, cinza, vermelho e dourado; o componente possuirá um valor de 3800Ω ou $3,8K\Omega$, e possui uma tolerância de mais ou menos 5%.

2.6 LDR

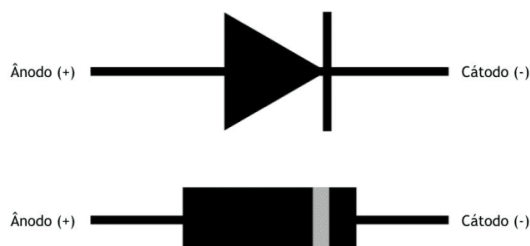
Existem alguns tipos especiais de resistores, os LDR's ou "LIGHT DEPENDENT RESISTOR" (RESISTOR DEPENDENTE DA LUZ) encontra-se como tal. Este componente, amplamente utilizado em áreas da automação, por exemplo, baseia-se em um sensor de luminosidade, este que possui sua resistência, como o nome sugere, dependente da luminosidade do ambiente, caso esta seja baixa, ou alta, a resistividade deste resistor tenderá a variar, diminuindo ou aumentando. Este fenômeno ocorre devido a sua composição, que baseia-se de um material semicondutor que possui a capacidade de alterar algumas de suas propriedades quando submetidos a certos níveis de luminosidade, onde a tal excita os elétrons, o que cria elétrons livres e reduz seu valor de resistência (BERTOLENI, PEDRO, 2024).

2.7 DIODO RETIFICADOR

Os diodos são componentes amplamente utilizados na eletrônica, principalmente quando necessita-se controlar o fluxo da corrente elétrica de tensões com a VP (Tensão de pico) das AC (*ALTERNATING CURRENT*) ou CA (CORRENTE ALTERNADA). Estes componentes se caracterizam como um semicondutor, onde estes, de acordo com sua polarização, podem ou não conduzir, sendo este fabricado com um cristal de silício, assim como citado nos transistores. Estes componentes possuem uma camada do cristal e outro elemento, criando um contato positivo chamado de ANODO e outro negativo chamado de CATODO (FIGURA 10), onde no meio destes encontra-se uma zona resistiva, aclamada como ZONA DE DEPLEÇÃO, esta que impede a passagem da

corrente elétrica, onde para rompê-la, deve-se aplicar um valor maior que este, geralmente 0,7V, cuja qual ocorre quando a região da parte negativa preenche as lacunas da parte positiva, criando um campo elétrico tal que cria esta barreira (FIGURA 11) (LATERe

Figura 10-SIMBOLOGIA DO DIODO



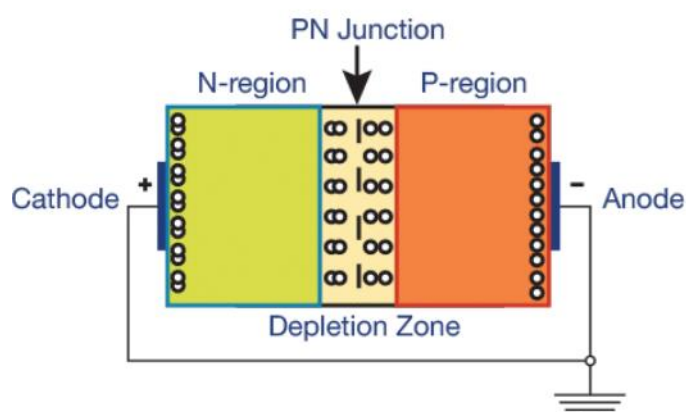
Representante Newark, 2021;GUSE, ROSANA, 2024).

FONTE: GUSE, Rosana

Figura 11- REPRESENTAÇÃO DOS DIODOS EM UM CIRCUITO

FONTE: LATERe Representante Newark

Seu princípio de funcionamento encontra-se como simples, onde quando o diodo possui o anodo conectado na parte positiva fonte, tal que possua uma tensão maior que seu potencial na zona de depleção, este atuará como um condutor, este tipo de polarização é chamada de DIRETA; caso o catodo esteja na parte positiva, este não conduzirá e atuará



como isolante, devido ao tamanho da zona de depleção formada (a única maneira possível de se conduzir nesta polarização é aplicando uma tensão alta o bastante, porém, isto romperá e destruirá o componente), sendo está a polarização REVERSA, este funcionamento baseia o princípio de sua aplicação em fontes AC/DC (*ALTERNATING*

CURRENT TO DIRECT CURRENT) e seus demais circuitos (GUSE, ROSANA, 2024; LATeRe Representante Newark, 2021).

2.8 LED

Os chamados “LIGHT EMITTING DIODE” ou “DIODO EMISSOR DE LUZ” baseia-se em um componente amplamente utilizado como sinalizador ou apenas para iluminação, cujo tal baseia-se em um diodo encapsulado, cujo qual utiliza de um conceito nomeado de eletroluminescência, este que trata-se de um conceito da física que explica a luz do led, onde quando há corrente elétrica passando nos terminais deste diodo, estes são, o catodo e o anodo, os “saltos” dos elétrons irá gerar fótons, que geram a luminosidade dos mesmos.

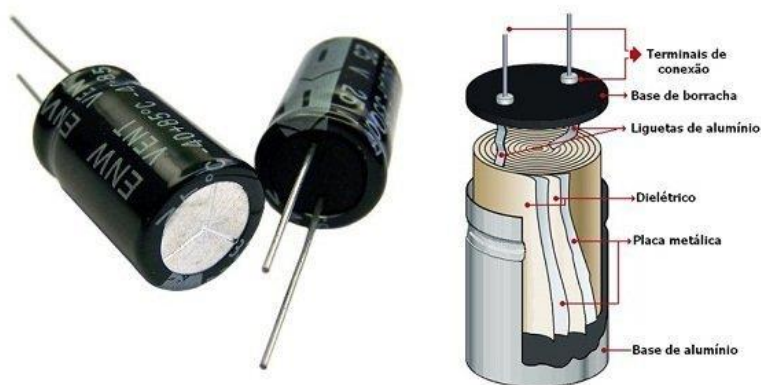
Ademais, os sistemas de LED têm tornando-se cada vez mais utilizados nas mais diversas aplicações, tais quais incluem as luminárias pública, tendo em vista seu aumento da eficiência energética e sua vida útil relativamente maior que as de mercúrio convencionalmente utilizadas nos sistemas de iluminação pública – cuja tais possuem um valor aproximado de 10mil horas, diferentemente das LEDS que possuem o valor de até 25 anos além de um brilho mais uniforme (ALADIN ILUMINAÇÃO, 2022(?)).

2.9 CAPACITORES

Com os avanços das tecnologias e dos sistemas eletroeletrônicos e de automação, criou-se uma ideia de que deveria manter-se uma parte da carga elétrica, esta que teria como tese, uma utilização futura, surgiu assim, os capacitores. Este então, armazena a carga elétrica durante o funcionamento de um certo circuito, sendo este chamado de “carregamento”, e depois, quando o tal estiver sem uma fonte de alimentação, estes se tornarão a fonte por um período, este que baseia-se no “descarregamento”, possuindo uma analogia as baterias.

Sua funcionalidade ocorre devido a sua montagem interna, cujo qual possui 2 terminais, caso este seja um tipo cerâmico, não haverá polaridade correta, isto é, sem um terminal que deve ser a parte do positivo e um negativo, opostos aos eletrolíticos que possuem polaridade correta, estes que possuem 2 placas metálicas separadas e divididas por um material dielétrico (cujo tal, trata-se de um material isolante que pode ser condutor quando submetido a um determinado campo elétrico), onde devido a esta montagem (figura 12) e relevando a ideia de que polos opostos como estes, farão com que os elétrons se atraiam, cria-se um campo elétrico neste material dielétrico, tem-se então

Figura 12-MONTAGEM INTERNA DOS CAPACITORES



um campo eletrostático, isto é, os elétrons estão “armazenados” e parados pois estão em equilíbrio, até que o capacitor descarrega, tendo em vista que este equilíbrio foi rompido, fazendo com que os elétrons se movimentem e realizando o fluxo de corrente elétrica normalmente, este baseia-se na chamada CAPACITÂNCIA, medida em FARAD (F) (MATTEDE, HENRIQUE).

FONTE: MATTEDE, Henrique

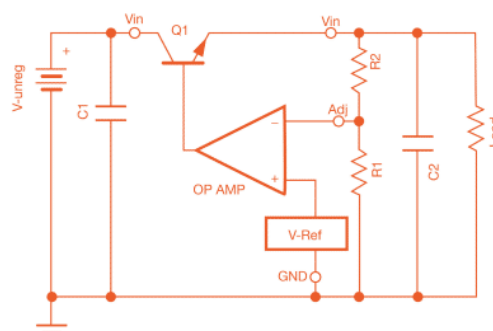
2.10 REGULADORES DE TENSÃO

É notório que os valores de tensão muitas vezes não atendem o valor desejado para o funcionamento correto de um certo circuito eletroeletrônico, tal que poderá desenvolver diversos problemas como consequência do mesmo, tendo em vista tamanha

sensibilidade dos componentes desta área. Portanto, com a tese de se controlar a tensão, tal que atinja um valor desejado do projeto, utiliza-se os chamados reguladores de tensão.

Semelhante fisicamente a um transistor, além de possui o mesmo integrado, estes componentes baseiam-se em um CI (circuito integrado), cujo qual possui a capacidade de verificar os sinais de entrada e o regula conforme o desejado de maneira constante, seja variando sua resistência ou corrente interna, mas sempre mantendo o valor de tensão contínuo e exato. Seu circuito pode ser montado de maneira externa caso não haja o CI (figura 13), onde o tal possui um amplificador operacional interno, este que possui a capacidade de realizar cálculos matemáticos, cujo qual, resumidamente, compara e controla alguns dos sinais do componente, no caso os de entrada, assim, ajustando conforme algum erro é detectado(GUSE, ROSANA,2024).

Figura 13-CIRCUITO INTERNO DO REGULADOR DE TENSÃO



FONTE: GUSE, Rosana

Para identificar-se qual será a tensão de saída deste componente, sua numeração em sua tipagem a revela, onde a tal, nos casos mais comuns, possui 4 dígitos, onde estes pertencem a família de numeração “78XX” e “79XX”, onde as da “78” baseiam-se em regulador com a tensão no positivo e as “79” com tensão no negativo, isto é, opostas a corrente e que tenta passar seus elétrons para um ponto terra (0V). Os dígitos “XX” representam justamente o valor da tensão a ser regulado, por exemplo, um CI com a

tipagem “7805”, transforma a tensão de entrada, esta que varia de acordo com seu fabricante, em exatos 5V em CC (CORRENTE CONTÍNUA). (WENDLING, MARCELO, 2009)

Este tipo de componente é também amplamente utilizado em conceitos de fontes chaveadas, tendo em vista que os tais “organizam” a fonte até o valor desejado, transformando os grandes sinais de 127/220v para os utilizados em circuitos eletrônicos, cujo quais tendem a ser mais baixos, geralmente, entre 3v até 24v.

2.11 SENSOR PIR

É notório durante idas a certos locais, notar-se a ideia de uma ou mais lâmpadas ou portas acenderem ou abrirem automaticamente, tal sistema de automação baseia-se na ideia de detectar-se movimentos e a presença de alguém, iniciando a ideia de realizar uma operação que a mesma deseja. Tem-se então os chamados sensores de presença ou movimentação, este que possui como finalidade, identificar e comparar se há ou não alguém por perto.

O também chamado de Passive Infrared, possui como seu funcionamento o conceito do infravermelho, onde todo objeto que possua uma temperatura acima de zero emitirá energia térmica com um comprimento de onda na classe dos infravermelhos. Portanto, devido a presença de lentes especiais e sensíveis a esta radiação, este possui, como seu nome sugere no termo “Passive”, apenas recebe os sinais chamados de IR (InfraRed), onde após recebê-lo, este será comparado e enviará um outro sinal, tal que poderá ser utilizado em microcontroladores como os Arduino, realizando a função assim da automação, como acender uma lâmpada (FÁBIO DOS REIS, 2018).

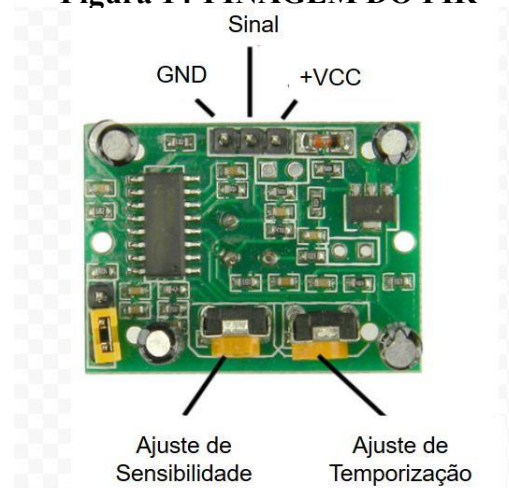
Os sensores infravermelhos operam a partir de um conceito físico chamado de PIROELÉTRICO, este que baseia-se, resumidamente, em uma ideia onde quando detectada a energia térmica de um corpo, alterando sua temperatura, conseqüentemente, uma carga elétrica será criada a partir da chamada expansão térmica gerada, onde os pinos do componente possuirão um valor alterado referente a esta, cujo qual pode ser tanto

“HIGH” (Alto) ou “LOW” (Baixo). Estes valores podem ser tanto inversamente quanto diretamente ao valor do efeito piroelétrico, onde estes dados deverão estar presentes no datasheet do fabricante, a fim de evitar complicações ou falhas na montagem, deve-se checá-los (FÁBIO DOS REIS, 2018).

Estes componentes baseia-se principalmente de um circuito com um pequeno retângulo sob ele, cujo tal trata-se justamente do sensor, este que, devido a sua sensibilidade, possuirá sua montagem atende sua necessidade de segurança, possuindo uma fina camada de plástica e um cobertura do mesmo, onde as mesmas possuem lentes especiais e específicas, cuja quais possuem como finalidade, ampliar a “visão” e o foco infravermelho do sensor em si, tendo em vista que este possui um baixo campo do mesmo e uma alta sensibilidade, essa lente forma um pequeno “casco de tartaruga” sob o mesmo (FÁBIO DOS REIS, 2018).

Sua pinagem (FIGURA 14) baseia-se em um conceito simples e comum de compreender-se, tendo em vista que este possui apenas 3 pinos, cujo quais representam, respectivamente: **VCC**: representa a tensão de alimentação da fonte, tal que, geralmente encontra-se no valor de 5V; **DOUT (DataOut)**, como seu próprio nome tende a sugerir, este representa a saída dos dados, cujo quais significam, se há ou não movimento, cujo qual criará uma saída em pulsos digitais, sendo seu valor de 3.3V, onde, dependendo do fabricante, caso haja movimento, este será como HIGH, caso não possua movimento, LOW. Além destas, possui-se, um TRIMPOT integrado, este é, basicamente, um potenciômetro, onde regula-se os valores da sensibilidade referente a radiação infravermelha e da temporização (FÁBIO DOS REIS, 2018).

Figura 14-PINAGEM DO PIR



FONTE: FÁBIO DOS REIS

Portanto, estes componentes, apesar de parecem complexos, encontram-se com fácil acessibilidade a seu entendimento, proporcionando uma alta faixa de aplicações nas áreas mais diversas áreas quando trata-se de automatizar, seja uma residência ou máquina industrial, os sensores PIR possuem uma alta capacidade de desenvolvimento dos mais amplos projetos eletroeletrônicos.

2.12 VENTOINHAS

Sendo extremamente versátil e notório nos tempos da atualidade moderna, as também conhecidos como “FAN” ou “ELETROVENTILADORES”, este componente, amplamente utilizado quando trata-se de circuitos eletroeletrônicos que permanecem ativos por um longo período, como as máquinas de computadores da atualidade, este que, possui como capacidade, realizar a refrigeração dos mesmos, tendo em vista que os tais tendem a esquentar como uma maneira de perda da eficácia, obrigando-os a possuírem este sistema.

Apesar de simples, seu princípio de funcionamento, resumidamente, baseia-se nas questões que abrangem do mesmo princípio dos ventiladores residenciais comumente encontrados, isto é, do princípio das movimentações dos ares por meio de lâmina rotativas acopladas em um motor, este que as fará girar e gerar o vento da refrigeração.

Portanto, quando tem-se a necessidade de encontrar um sistema de refrigeração com baixo custo e com alta eficiência, mesmo que dependa de um número maior dos tais, os eletroventiladores baseiam-se em um ótimo componente neste quesito, onde o tal proporciona esta questão sem maiores complicações.

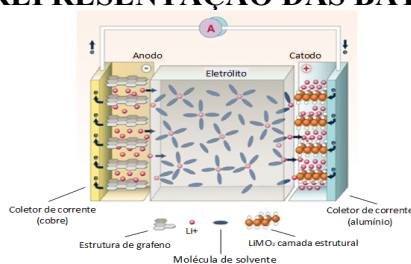
2.12 BATERIAS DE LÍTIO

As baterias de íons de lítio representam uma das mais importantes inovações tecnológicas no campo do armazenamento de energia elétrica. Desde sua introdução comercial entre os anos da década de 70, essas baterias se tornaram fundamentais para o funcionamento de dispositivos eletrônicos portáteis, veículos elétricos e sistemas de energia renovável. Sua popularidade se deve à alta densidade energética, leveza, baixo índice de autodescarga e longa vida útil em comparação com outras tecnologias de baterias, como as de chumbo-ácido e níquel-cádmio. (IBERDROLA,)

A estrutura interna das baterias de íons de lítio é composta por três elementos principais: **ânodo**, **cátodo** e **eletrólito**. O ânodo, normalmente feito de grafite, é o polo negativo responsável por armazenar os íons de lítio durante o processo de carga. O cátodo, polo positivo, é composto geralmente por óxidos metálicos, como óxido de lítio e cobalto (LiCoO_2), óxido de lítio e manganês (LiMn_2O_4) ou óxido de lítio e ferro fosfato (LiFePO_4). Entre esses dois polos há um eletrólito líquido ou gelatinoso, formado por sais de lítio dissolvidos em solventes orgânicos, que possibilita a movimentação dos íons entre os eletrodos (PORTAL SOLAR).

O princípio de funcionamento das baterias de lítio baseia-se na movimentação de íons de lítio (FIGURA 15) entre os eletrodos durante os processos de carga e descarga. Quando a bateria é carregada, os íons de lítio migram do cátodo para o ânodo, geralmente feito de grafite. Durante a descarga, o processo se inverte, e os íons retornam ao cátodo, liberando energia elétrica utilizável. Essa reação é altamente eficiente e reversível, o que permite centenas ou até milhares de ciclos de recarga (PORTAL SOLAR; CHAVES, LEO, 2023).

Figura 15- REPRESENTAÇÃO DAS BATERIAS DE LÍTIO



FONTE: SILVA, CYNTHIA

As aplicações das baterias de íons de lítio são amplas e continuam em expansão, sendo estes presentes em diversos componentes e aparelhos de nosso cotidiano, como os celulares, notebooks, ferramentas elétricas e, mais recentemente, em automóveis elétricos e sistemas de armazenamento de energia solar. No entanto, desafios ainda existem, como o risco de superaquecimento, a degradação química ao longo do tempo e os impactos ambientais relacionados à extração do lítio e ao descarte inadequado das células.

Contudo, apesar de sua alta aplicabilidade, esta disponibiliza de um grande desafio, sua reciclagem. Vários pesquisadores e estudiosos registraram técnicas que poderiam ser abrangidas no mercado atual, onde o autor Léo Chaves retrata, “A sequência do processo desenvolvido na Unesp, conforme descrição de Oliveira, envolve a separação de todos os componentes das células”, isto é, ocorre, basicamente, um desmanche da bateria, esta que poderá ser levada a um banho envoltado de uma solução química, estes que separam os materiais como o cobre e o alumínio das placas metálicas, além de se realizar um outro tipo de solução aos óxidos de lítio e o grafite, tendo em tese tamanha a degradação que estes causam ao meio ambiente (CHAVES, LEO, 2023).

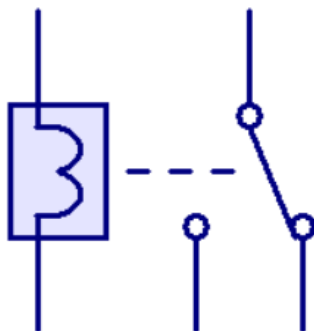
Portanto, a evolução e o futuro das baterias de lítio envolvem o desenvolvimento de tecnologias mais seguras e sustentáveis, como as baterias de estado sólido e a reciclagem eficiente dos materiais.

2.13 RELÉS SPDT

Em resumo, um relé baseia-se em um componente eletrônico ou eletromecânico cujo qual trata-se de um interruptor que pode ser controlado eletricamente por um sinal de baixa potência para acionar ou desativar um circuito.

O que os diferem baseiam-se na quantidade de polos NA e NF, onde a sigla SPDT representa “Single Pole Double Throw”, isto é, Polo único com dupla via, cujo tal representa que, existe um terminal que receberá o sinal de pulso, tensão e corrente, e duas vias, uma normalmente fechada e outra aberta, a acionamento ocorrerá devido a movimentação de um interruptor mecânico, este que é controlado por meio de um campo eletromagnético da bobina presente no terminal que recebe a tensão e corrente.

Figura 15- SIMBOLOGIA DO RELÉ



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO

3 METODOLOGIA

Este tópico possui como finalidade abordar e descrever os caminhos e os passos realizados pelos integrantes do grupo relacionado ao projeto, tendo os processos metodológicos utilizados para a abordagem, coleta e análise de dados, além das dificuldades e análises realizadas pelos mesmos. As abordagens empregadas basearam-se principalmente em simulações computacionais de circuitos, tais quais utilizaram do software TinkerCad e CircuitWizard, aliados com a implementação do uso e aplicação de uma codificação na linguagem de programação C++ efetivada pelos próprios autores, com a tese de se realizar e executar o protótipo.

As simulações e desenvolvimentos de pesquisas possuem como finalidades demonstrarem uma possibilidade de implementações de um sistema renovável e autossustentável relacionados a iluminação, bem como aplicações nas mais diversas áreas, sejam estas de alta periculosidade ou de baixa acessibilidade.

O princípio de funcionamento geral baseia-se da leitura do arduíno sob o sinal emitido de um LDR, este que terá como função definir o “dia” e a “noite”, este que utiliza em sua programação uma função nomeada como “MAP”, tal qual possui a função a conversão de sinais AC para os sinais binários do arduíno, tendo em vista que o sinal emitido pelo LDR possui tal variação. Este dado será utilizado para definir a passagem de corrente para um relé SPDT, cujo qual, caso sinal esteja alta – representando uma alta resistência, tendo em vista que nesta tipagem de fotoresistor, sua impedância está diretamente proporcional a luminosidade do ambiente, entenderá que está no período “dia” e manterá o contato no NA, ocasionando na não operação da lâmpada. Caso o sinal esteja baixo – representando uma baixa resistência, este entenderá que atualmente está no período “noite”, atuando o relé e realizando a operação da lâmpada, acendendo-a.

Além desta, o arduíno também definirá o período dia em relação a placa solar, isto é, o sinal de tensão da mesma – tendo em vista que tal valor diminui conforme a luminosidade do ambiente, portanto, quando mais baixa é a tensão, mais próximo do período “noite”. Entretanto, quando simulado em tempos reais, deve-se ressaltar que o

ambiente nunca está sempre limpo, isto é, sem nuvens ou temporais que diminuem a luminosidade, sendo assim utiliza-se dos sistemas de leituras, LDR e placa, visando assegurar um sinal mais otimizado e correto, além do resultado desejado do projeto.

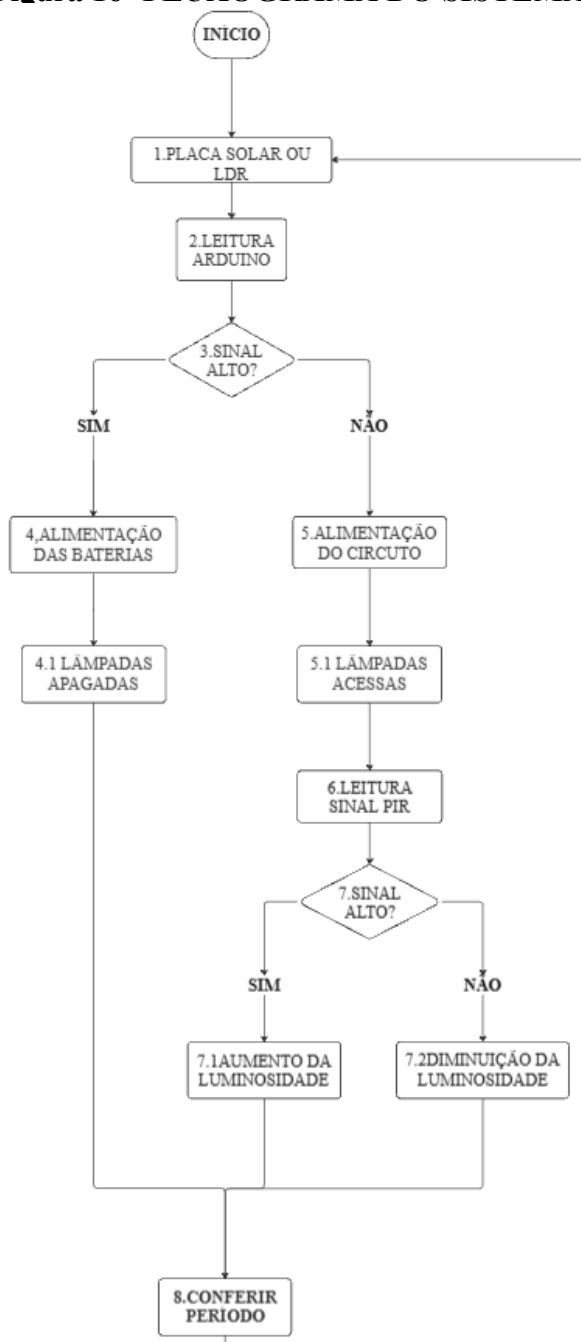
Outrossim, está acoplado ao sistema, quando o mesmo encontrar-se no período “noite”, o microcontrolador realizará mais uma leitura – tal qual será baseada no sinal de um sensor PIR, cujo sua funcionalidade baseia-se na tese de manter-se o uso sustentável e mantendo a vida útil das lâmpadas, onde o sinal seria variado de acordo com a movimentação das ruas, quando estas estiverem vazias, o sinal do sensor será, logo a luminosidade da lâmpadas diminuirá, suficientemente para a visibilidade a longas distâncias e evitar desperdícios; caso o sinal esteja alto – cujo qual representa movimentação no ambiente, o valor da luminosidade tenderá ao máximo de visibilidade, visando assim uma maior eficiência energética

Portanto, este capítulo ressalta os padrões de estudo utilizados que foram aplicados para realizar a análise dos resultados e conclusões.

3.1 FLUXOGRAMA GERAL

Como uma finalidade de um entendimento resumido e simplificado, utilizou-se de uma ideologia do uso dos fluxogramas, tais quais possuem como tese demonstrar e apresentar um definido processo – cujo qual, neste exemplo, baseou-se no funcionamento geral do sistema autossustentável, estando este representado na figura 16.

Figura 16- FLUXOGRAMA DO SISTEMA



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO(2025)

- 1. PLACA SOLAR OU LDR:** baseiam-se naqueles valores de sinais que serão utilizados como comparativos e referenciais para o desenvolvimento do sistema, isto é, estes serão os dados que forneceram como o circuito atuará, caso o valor esteja derivado da derivada alta – impedância ou tensão, a lâmpada acenderá; caso o valor esteja derivada baixa, a tal permanecerá apagada;

2. **LEITURA ARDUINO:** representa que o Arduino deverá realizar a leitura dos sinais anteriormente citados – da placa solar e do LDR, esta que definirá as próximas etapas;
3. **SINAL ALTO?** O questionamento baseia-se no princípio de como o sistema deverá atuar em decorrer da leitura do bloco 2, onde caso a resposta possua valor positivo, iniciara-se o bloco 4 e caso seja negativo, o bloco 5;
4. **ALIMENTAÇÃO BATERIAS:** neste caso, o sistema entenderá que atualmente o período encontra-se “dia”, logo o próximo passo será a alimentação associada a alimentação e carregamento das baterias de lítio e evitando a passagem de corrente para o circuito da lâmpada;
- 4.1 **LÂMPADAS APAGADAS:** representa o estado atual que as lâmpadas se encontram, tendo em vista que – neste caso, não há a necessidade de sua utilização de acordo com a resposta do bloco 3, portanto, as mesmas encontraram-se desligadas.;
5. **ALIMENTAÇÃO DO CIRCUITO:** neste caso, o sistema entenderá que o período encontra-se atualmente como “noite”, portanto, a próxima etapa derivará da ideia de necessitar-se das lâmpadas, portanto, o carregamento das baterias tenderá a cessar e passará a funcionar como uma fonte de alimentação – cuja qual permitirá a passagem de corrente da parte do circuito;
- 5.1 **LÂMPADAS ACESSAS:** representa o estado atual cujas lâmpadas encontram-se, onde neste caso – tendo em vista que o sistema entendeu que o período atua é a “noite”, visando a necessidade do funcionamento das lâmpadas;
6. **LEITURA SINAL PIR:** visando a sustentabilidade e eficiência energética, tendo em vista a utilização máxima apenas quando necessitada, o microcontrolador lerá o valor deste sensor de presença, onde de acordo com sua resposta, a luminosidade das lâmpadas poderá ou não diminuir;
7. **SINAL ALTO?** Tal questionamento proporciona o conceito relacionado à como o sistema deverá prosseguir de acordo com o valor do bloco 6;
- 7.1 **AUMENTO DA LUMINOSIDADE:** tendo em vista que o valor do sinal do sensor de presença encontra-se diretamente proporcional ao seu efeito piroelétrico, quanto o valor encontrar-se positivamente em relação ao bloco 7, o valor da luminosidade aumentará tendendo o máximo de uso, tendo em tese a presença de alguém ou algo na rua;

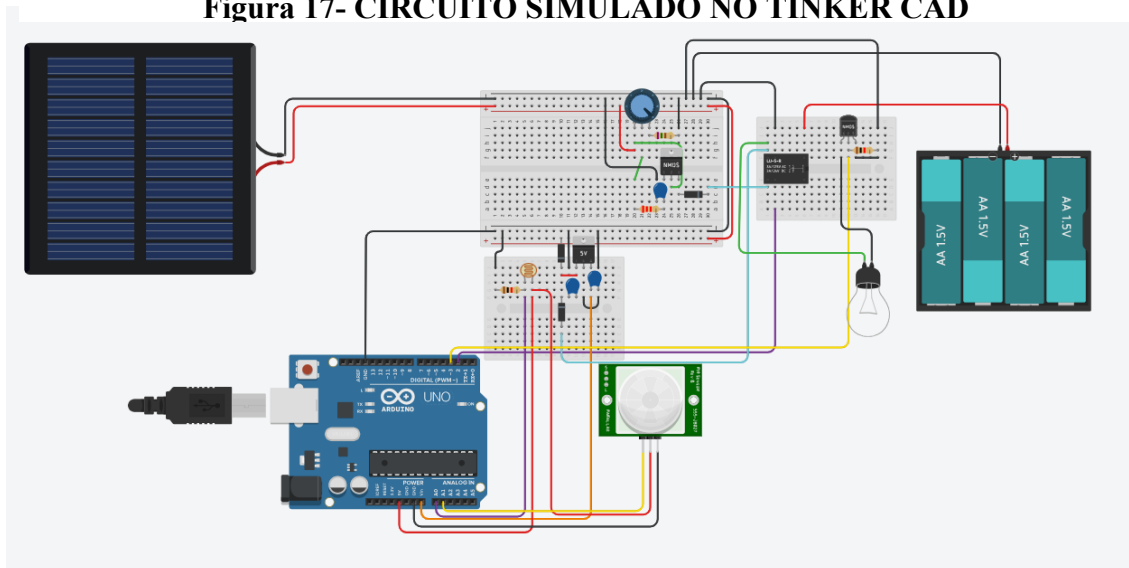
- 7.2 DIMINUIÇÃO DA LUMINOSIDADE:** caso a resposta do bloco 7 encontre-se negativamente, o valor da luminosidade tenderá a diminuir, tendo em vista que não há nenhum indivíduo ou meio automobilístico na rua, logo, o uso das lâmpadas visando seu máximo tenderá a ser insalubre;
- 8. CONFERIR PERÍODO:** com a tese de se reiniciar o ciclo, tendo em vista sua autossustentabilidade, este bloco voltará para o passo do bloco 2, isto é, lendo novamente se o período encontra-se no “dia” ou “noite”.

3.2 ANÁLISE GERAL DO CIRCUITO

O circuito simulado e testado baseou-se em uma montagem desenvolvida no software TINKERCAD e CIRCUIT WIZARD – anteriormente mencionados, estes realizaram os primeiros conceitos de testes relacionados ao funcionamento adequado e coerente do sistema, além do auxílio dos tais para a codificação do arduino em sua linguagem padronizada, e a elaboração do ambiente do circuito, isto é, seu posicionamento em uma PCB.

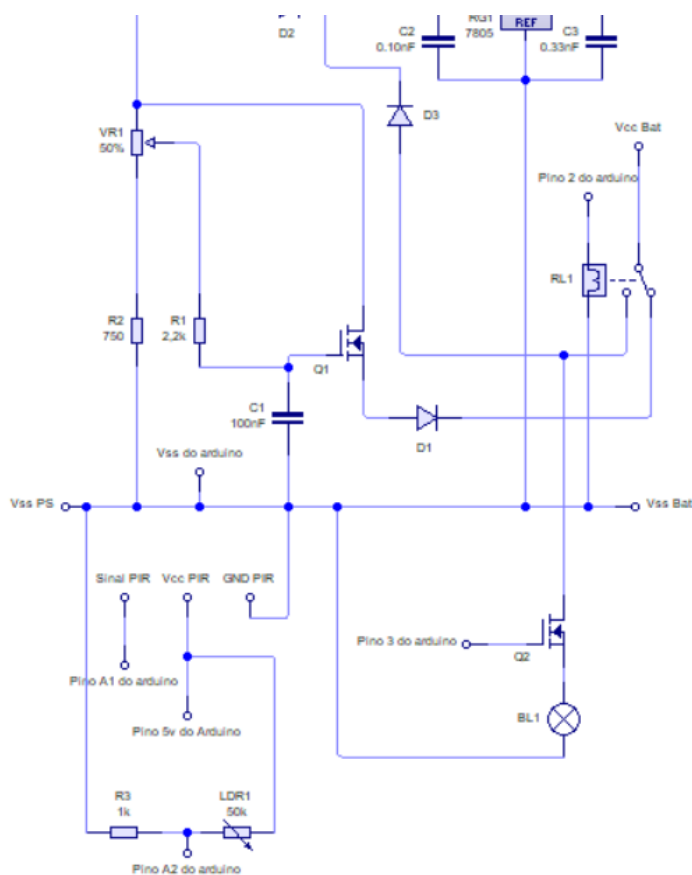
Sua montagem final, tanto em diagrama no CIRCUIT WIZARD quanto em vista simulada no TINKERCAD, encontra-se representados pelas figuras 17 e 18.

Figura 17- CIRCUITO SIMULADO NO TINKER CAD



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO(2025)

Figura 18- DIAGRAMA DO CIRCUITO NO CIRCUIT WIZARD



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025)

Devido a aplicabilidade do CIRCUIT WIZARD, alguns dos componentes representados na figura 17 foram representados por pinos derivado da ausência dos mesmos, tais como os pinos do PIR, do Arduino, da bateria e da placa solar. Ademais, na figura 17 há a presença do regulador de tensão 7805, porém ao desenvolvimento físico do circuito, foram-se utilizados os CI 7809.

Seu funcionamento durante as teses simuladas possui valor positivo, isto é, funcionando conforme o desejado, onde os casos simulados estão representados na figura 19 e 20 conforme seus casos.

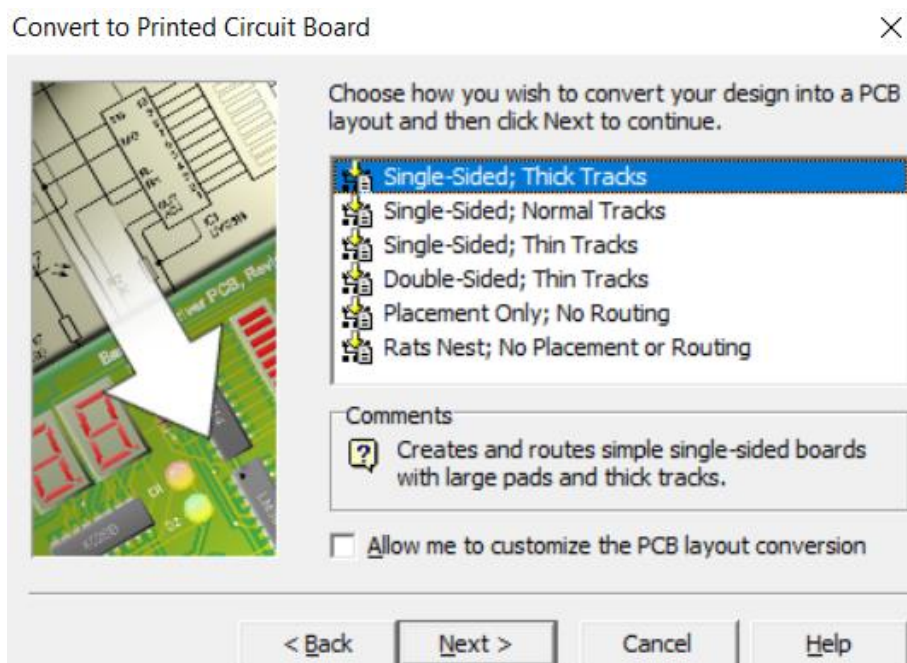
CASO 1: quando estiver no período noturno com indivíduos na rua:

OBS: Devido a falhas do software utilizado, a percepção em relação a luminosidade da lâmpada se dá com dificuldade.

3.2.1 DESENVOLVIMENTO DA PCB SIMULADA

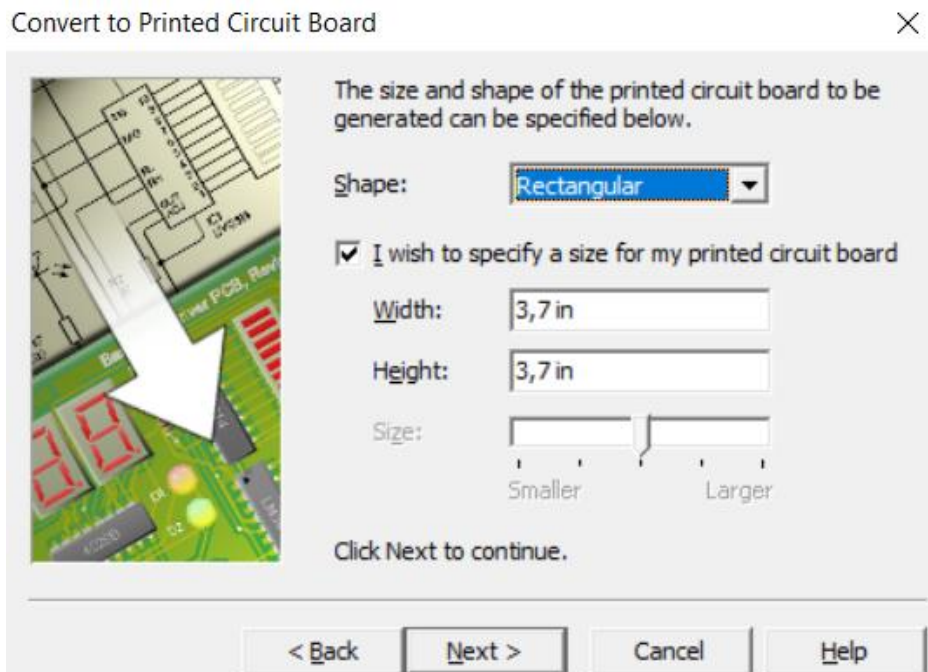
Como citado, o software CIRCUIT WIZARD desenvolvimento a partir do circuito criado, uma placa de circuito impresso, está que pode ser controlada e dimensionada já dentro do software, visando uma melhor simulação, respeitando alguns passos (figuras 21, 22, 23 e 24):

Figura 21- ESCOLHA DAS TRILHAS



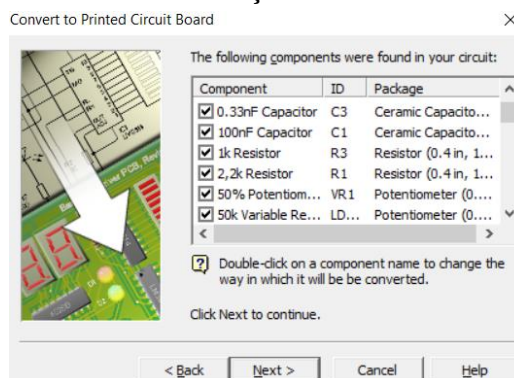
FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Nesta etapa, será definida como serão abordadas os tamanhos e formatos das trilhas – tais quais podem ser trilhas “SINGLE SIDED”, apenas em uma face, podendo ser trilhas mais espessas ou finas; “DOUBLE SIDED”, para as duas faces da placa, sendo apenas finas; “PLACEMENT ONLY”, apenas o posicionamento dos componentes sem a corrosão do cobre e “RATS NEST”, isto é, apenas os furos, representando os “ninhos de ratos” como o nome sugere.

Figura 22- DIMENSIONAMENTO DA PCB

FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Nesta etapa, definira-se qual as medidas de comprimento “WIDTH” e da altura “HEIGHT” que a PCB deverá possuir, mantendo uma ideia de controle e aproximando a simulação do mais real possível. Ademais, vale ressaltar que as unidades de medidas encontram-se com os valores em “INCHES”, isto é, polegadas- onde 1” ou 1 in vale 25,4 mm, aproximadamente.

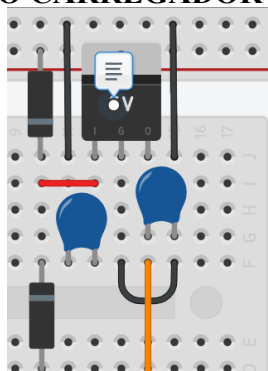
Figura 23- CONFIRMAÇÃO DOS COMPONENTES

FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Esta penúltima etapa antecessora a PCB em si, baseia-se na ideia e concepção da verificação e confirmação do que será utilizado na mesma, podendo-se alterar seu nome e se aparecerá.

de alimentação das baterias durante o valor “dia” – valor este que será definido de acordo com a leitura do arduíno.

Figura 25- CIRCUITO CARREGADOR DA BATERIA

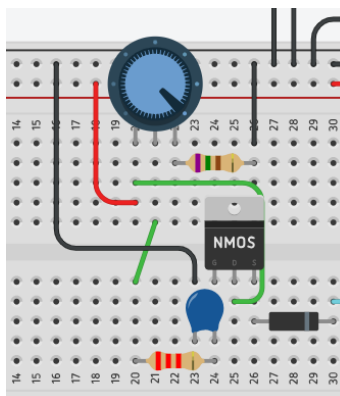


FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO(2025).

Os capacitores e diodos presentes no circuito trata-se da ideia de redirecionar os valores de tensão e corrente com o menor ruído possível, isto é, interferências. A função de “caminho” baseia-se dos diodos, neste caso os 4007, onde permitem o fluxo do sinal por apenas um sentido. Já os capacitores atuam filtrando o fluxo, o estabilizando conforme o desejado.

Após esta, tem-se o desenvolvimento de um sistema de controle do carregador (figura 26) – isto é, com o auxílio do potenciômetro, pode-se controlar, variando sua resistência, o valor da tensão que chegará às baterias, sendo aplicadas durante períodos onde as baterias já estejam carregadas.

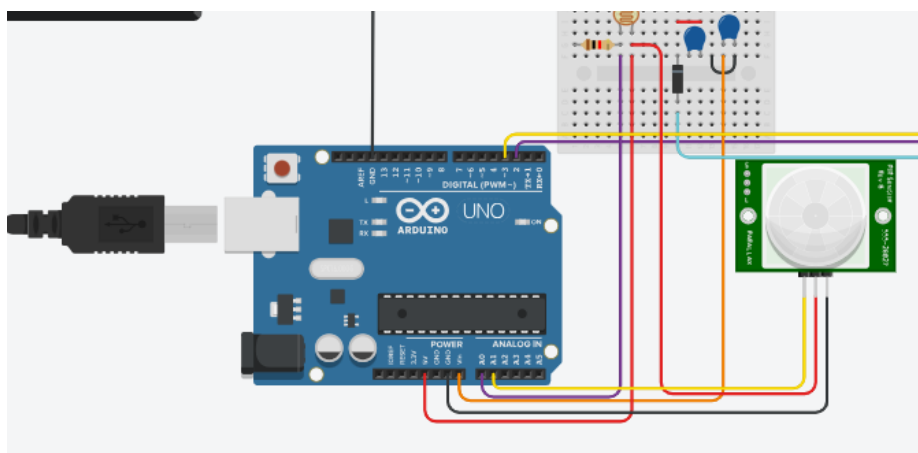
Figura 26- CIRCUITO CONTROLADOR



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Antecedendo o relé, tem-se o sistema dos sensores – figura 27, estes que farão que o microcontrolador defina o período entre dia e noite, atuando o relé conforme o sinal destes, onde como já citado, o LDR representa tal período e o PIR definirá a luminosidade da lâmpada.

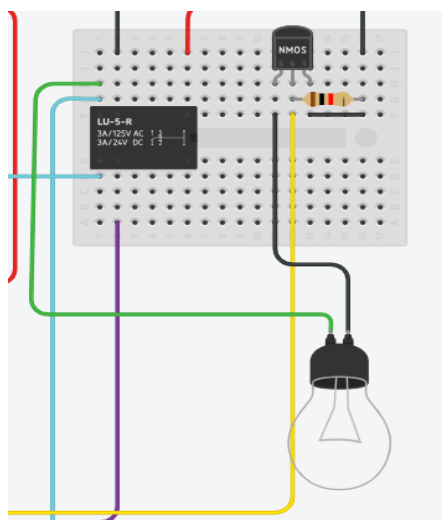
Figura 27- SENSORES INTEGRADOS AO ARDUINO



FONTE: ARQUIVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO

Por último, tem-se o sistema que controlará a lâmpada – Figura 28, onde de acordo com o sinal dos sensores LDR e PIR, tal componente integrado ao relé, portara-se de algumas formas, sendo estas, LIGADAS-SEM MOVIMENTAÇÃO; -LIGADAS-COM MOVIMENTAÇÃO e DESLIGADAS.

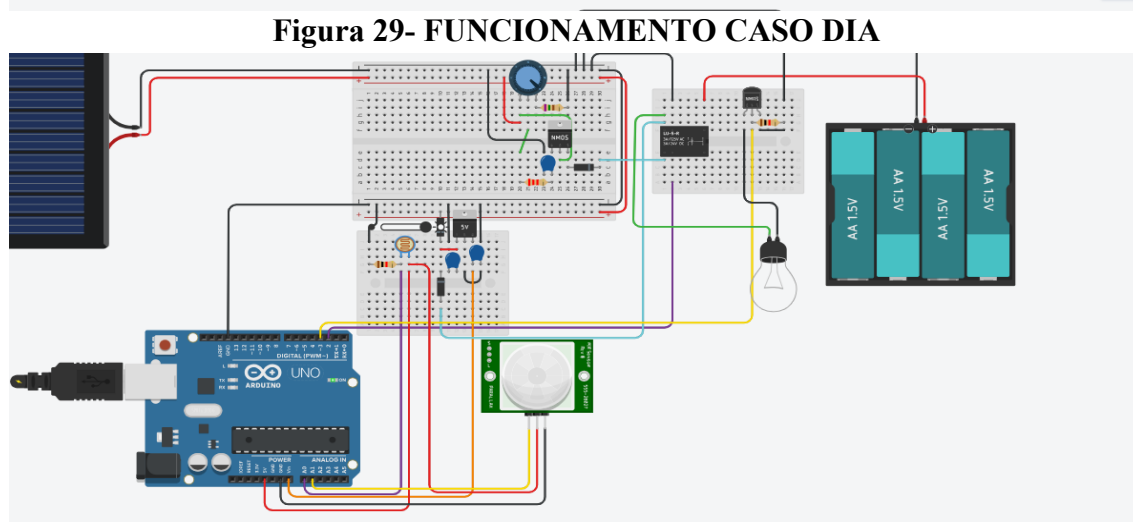
Figura 28- SISTEMA DA LÂMPADA



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

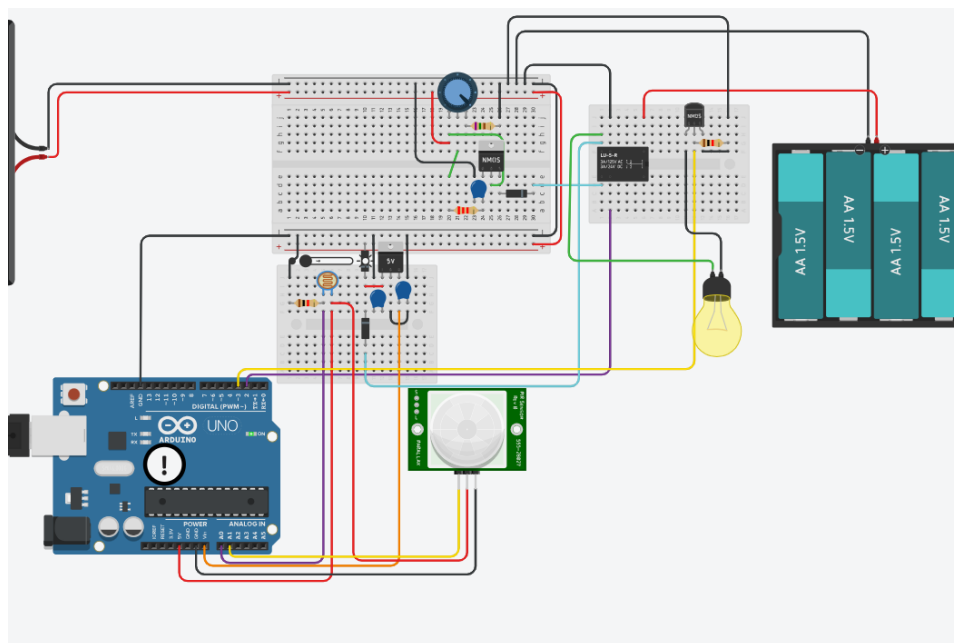
OBS: Os transistores presentes no circuito são aqueles responsáveis por controlar e enviar os sinais de acordo com um outro, onde o que está presente na figura 26 representa o NMOS convencional, este que comuta os sinais que serão enviados para o relé e para as baterias, já o presente na figura 28, trata-se do NMOS de pequenos sinais, sendo o tal utilizado para o controle da luminosidade da lâmpada de acordo com o sinal do arduino – este que possui um valor de tensão baixo, devido a isso utilizou-se este tipo, para compactar com o nível do sinal. O comportamento do NMOS de pequenos sinais se derivará de acordo com a codificação presente no arduino, tal qual está acoplado ao pino de digital de número “3”.

A programação do arduino realizaria em sua operação de “VOID LOOP” - função esta que repetirá quaisquer outras operações escritas dentro de si, onde nesta encontram-se os conceitos de leituras do LDR e do PIR- tais quais estão acoplados no pino analógico A0 e A1, respectivamente, onde caso seu valor esteja de acordo com a variável definida, neste caso, o pino do relé – cujo qual estabelece-se como o pino PWM 2, assumirá um valor ou alto ou baixo, enviando o pulso necessário para atuar o mesmo, ou mantê-lo como está. A figura 29 representa o estado do LDR como acima do valor estabelecido da variável, tal qual não atuará o relé, conseqüentemente, não acendendo a lâmpada, ou seja, atuando no período Matutino e Diurno; já a figura 30 representa o oposto, quando o LDR encontra-se com valor abaixo ou igual ao da variável, atuando assim o relé e, conseqüentemente, acendendo a lâmpada.



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Figura 30- FUNCIONAMENTO CASO NOITE



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Em relação ao PIR – cujo tal encontra-se acoplado ao pino A1 como já mencionado, representa um funcionamento equidistante ao LDR, contudo, atuará em harmonia com uma outra variável, com o nome “potência” – tal qual representa o valor da potência da lâmpada, esta que definirá sua luminosidade, onde caso a leitura estabelecida pelo PIR possua valor alto, tendo em vista que apesar de estar em uma porta de sinal analógico, esta envia sinais de valor digital, a sua potência tenderá ao valor baixo, tendo em vista que o PIR utilizado é inversamente proporcional ao movimento, isto é, possui movimento, o sinal será baixo; não há movimento, os sinal será alto.

Este sistema de programação repetira-se durante todo o período do cotidiano como já citado pela operação Void Loop, contudo, há um intervalo de tempo para a realização e repetição das tais, tendo em vista a precisão e a adequação de seu funcionamento em relação a leitura – tal operação é definida pela função “DELAY”, esta que opera no valor de ms, portanto, é recomendado, para garantir uma operação mais agradável, um tempo entre os 1000 aos 10000 para esta repetição.

3.4 MONTAGEM REAL DO CIRCUITO

Derivada esta da relação de coerência e coesão do sistema, isto é, como está seu funcionamento na prática, onde o tal seria testado e corrigido de acordo com sua verificação, onde o mesmo seria acoplado a placa de fenolite denotando a PCB após sua verificação.

Portanto, as primeiras montagens foram aquelas baseadas nos testes de leitura do sensor e da placa solar, antecedendo o carregador e a lâmpada, tendo em foco que estes baseiam-se no de menor complexidade. Ademais, seus testes e funcionamento baseou-se conforme o desejado. Após esta, montou-se o restante do circuito, tal qual possuía os componentes anteriormente citados, sendo este medido com o equipamento multímetro para verificar os valores de tensão e corrente.

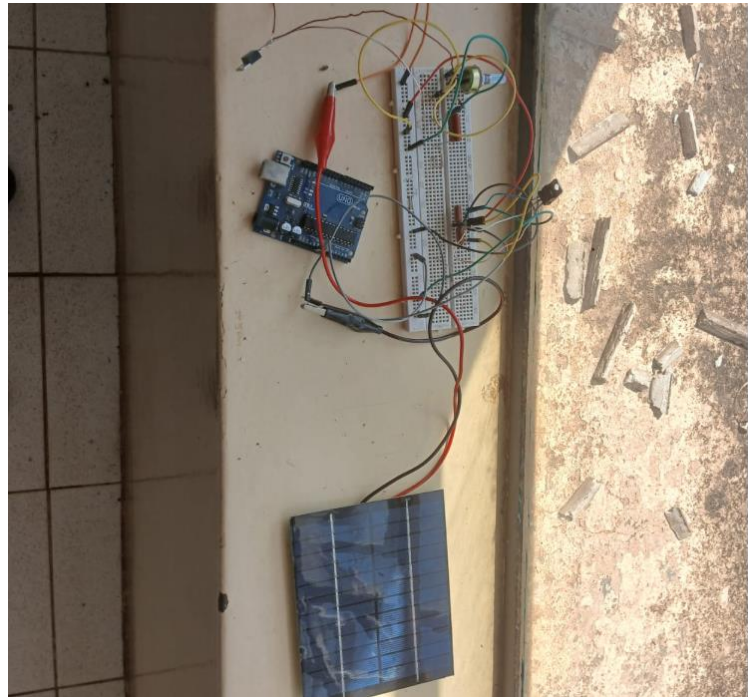
Estando assim representadas na figura 31 e 32, as montagens reais do projeto.

Figura 31- MONTAGEM REAL SEM O TESTE DA PLACA SOLAR



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Figura 32- MONTAGEM REAL DO PROJETO INTEGRADO AO PAINEL SOLAR



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Durante as etapas de testes com a integração da placa solar, foi-se identificado apenas um contraponto, o valor de tensão atuado pelo potenciômetro, cujo qual deveria regular-se entre os 5 aos 9V, entretanto o mesmo atuou-se com um valor de aproximadamente 6V, onde o tal possui uma variação com tal grandeza baixa, isto é, variação de mV.

Contudo, seu funcionamento encontrou-se como o desejado, atuando o relé quando o LDR possuísse um valor determinado anteriormente e com seus valores de corrente e tensão aceitáveis e seus fluxos conforme o esperado durante o decorrer do circuito, com o único ponto a verificar o potenciômetro. Portanto, o único fator a restar baseava-se na montagem na PCB já com o LED.

3.5 MONTAGEM NA PCB

Após sua montagem no protoboard, foi-se iniciado o processo da criação da PCB a partir de uma placa de fenolite, tal qual utilizaria do esquema das trilhas representada na figura 24, esta que seria levada para o processo de corrosão representado na figura 33 com o ácido FeCl_3 após a traçagem com a caneta permanente na placa.

Figura 33- PROCESSO DE CORROSÃO DA PCB

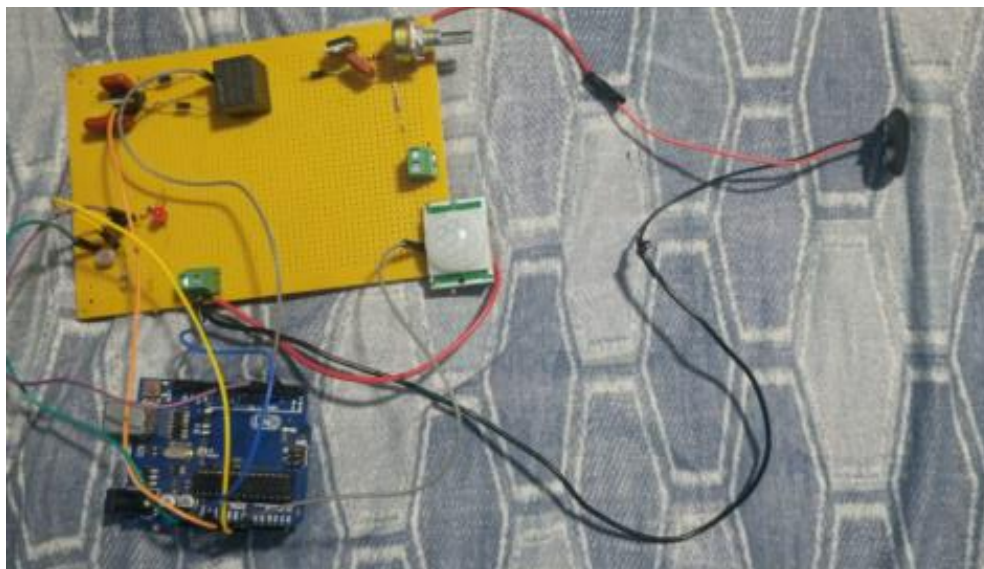


FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Contudo, devido a problemas em relação a densidade do composto químico, a placa possuía um erro, tal qual impossibilitaria o uso da mesma, tendo em vista que o cobre encontrou-se muito corroído ou nada corroído nos testes realizados.

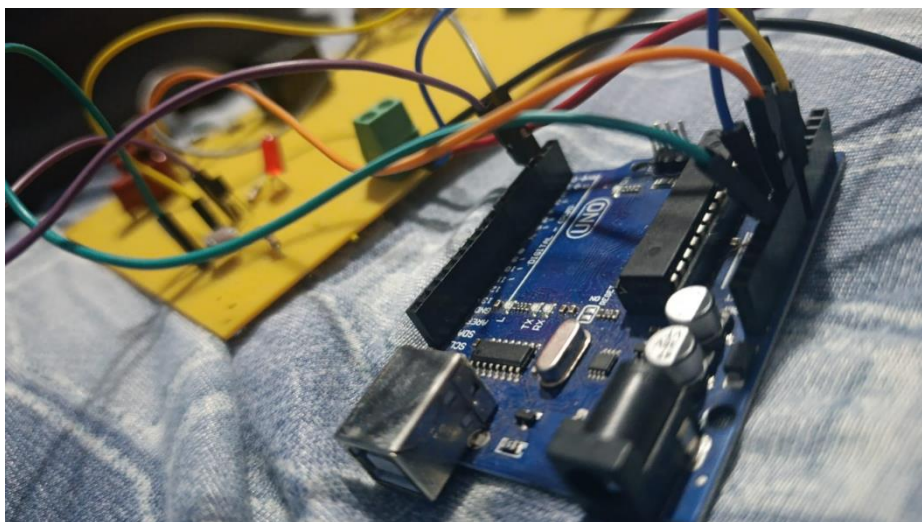
Portanto, como tese de corrigir-se esta inquietação, optou-se pelo tipo de placa de fenolite já furada, sendo necessária apenas a soldagem correta dos componentes, esta que, finalizada, possuía sua montagem ilustradas nas figuras 34 e 35 esta que integrada já a bateria, onde no protótipo utilizou-se uma pilha de 9v, e uma lâmpada de 6v.

Figura 34- MONTAGEM NA PCB P1



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

Figura 35- MONTAGEM NA PCB P2



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO (2025).

3.6. DIMENSIONAMENTO DA ESTAÇÃO DE BATERIAS

Esta tese dividira-se em duas etapas, prototipagem e uma simulação do real.

3.6.1 ESTAÇÃO SIMULADA

As baterias utilizadas para prototipagem baseiam-se naquelas pequenas pilhas de 9v, onde como teses simbólicas e representativas, dimensionou-se – á partir de chapas de gabinetes de PC's não mais utilizadas, uma caixa retangular com suas proporções em 150x140x310mm (FIGURA 36), tais quais possuíam uma espessura de 1mm cada. Portanto, as pilhas serão acopladas á esta caixa, tal qual há uma ventoinha de 12V comumente encontradas em sistemas de refrigeração do PC, esta utilizada como simulação ao sistema refrigerador da estação.

Figura 36- ESTAÇÃO SIMULADA



FONTE: ACERVO PESSOAL DOS INTEGRANTES DO GRUPO(2025).

3.6.2 ESTAÇÃO SIMULADA AO REAL

A tese utilizada com dimensionamento baseia-se em dois fatores principais, o conceito de locais abandonados, tais quais ou são espaços em inutilização ou espaço sem os cuidados devidos, os tais que derivam-se do segundo fator, as baterias e suas quantidades.

Utilizando uma bateria da marca MyNeon de 12v recarregável, Figura 37 (AMAZON,2024), tem-se uma proporção da mesma por célula de 150x96x65mm com um volume de 936000mm³ ou, simplificando, 936 m³, portanto, adotando uma ideia de que em um bairro utiliza-se 6 destas, totalizando 4680 m³, além do sistema de refrigeração que, adotando uma ventoinha de alta rotação com 120x120x38mm e tendo em foco, uma ventoinha para 2 ou 3 baterias, tem-se então mais 547,2 m³, totalizando 5227,2 m³. Assim, a região a ser implementada deverá possuir um valor, pelo menos três vezes a altura das baterias somada com a da ventoinha e do tamanho de um indivíduo que inclua boa parte da sociedade, sendo está 2,5 m, com o foco de acoplar-se as ventoinhas em cima tendo em vista a movimentação dos ventos. Além disso, neste caso, adotando que as células encontram-se agrupadas em 3 fileiras com 2 destas, tem-se que o comprimento deverá ser pelo menos 2 vezes maior da célula somada ao 1m do homem. Já a sua largura possuirá o valor de pelo menos, 8 vezes a da célula somada a 2m. tem-se então um valor de 400x658x720mm aproximadamente.

Figura 37-BATERIA DE LITIO UTILIZADA COMO EXEMPLO



FONTE: AMAZON, 2024

Portanto, a proporção da estação possuirá a tal derivado dos valores dos componentes presentes em si, tais quais devem ser utilizados em consideração para os cálculos, além de medidas que incluem a movimentação de pelo menos 1 indivíduo qualquer para manutenção e verificação rotineira.

3.7 ESTIMATIVA DA BATERIA REAL

Esta tese aborda os conceitos adotados na concepção de como seria as baterias no sistema real do circuito, tendo em vista seu material e tempo.

As baterias de lítio, armazenadas nas estações, possuíram m certo valor que definirá seu tempo de utilização, isto é, por quanto uma célula aguentará antes de ficar totalmente esgotada. A maneira de se verificar este dado é Apartir de uma fórmula matemática que relaciona a capacidade em Ah com a A sendo utilizada (REDWAY,2023), isto é:

$$TEMPO DE DURAÇÃO (h) = \frac{CAPACIDADE DA BATERIA (Ah)}{CONSUMO DO CIRCUITO (A)}$$

Utilizando o mesmo exemplo da figura 37, tem-se uma capacidade de 15Ah, onde adotando que o valor máximo de corrente – tal qual aproxima-se dos 1A, tem-se que o tempo de duração será de aproximadamente 15h por carga máxima. Este dado nos auxilia a identificar se aquelas baterias suportaram várias noites com uma certa carga, tendo em vista que há períodos do ano onde o Sol não prevaleça, fazendo com que a produção da placa solar diminua e levando em conta que uma lâmpada dos postes convencionais atua cerca de 10h por noite.

3.8 DIMENSIONAMENTO DA LÂMPADA LED

As lâmpadas leds tem tornando-se um fator mais comum quando tratamos da iluminação pública, tendo em vista sua eficiência em relação ao seu consumo, onde em comparação com as de mercúrio, pode-se encontrar um valor significativamente menor

de consumo e maior de eficiência, ou na capacidade de luminosidade que encontram-se assimilares definida pelo Lm/W.

Portanto, tal qual possua um mesmo valor de potência de 60W, ou um valor de luminosidade que poderá variar entre os 6000 a 8000 Lm/W de acordo com o site SANTIL (SANTIL, 2022[?]).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do procedimento metodológica estabelecido anteriormente no capítulo anterior, 3, esta tese abrangerá os conceitos dos resultados apresentados além de uma discussão com o foco de argumentar em relação aos conceitos do protótipo e do “real” em relação ao funcionamento de acordo com o período matutino ou noturno, relevando os valores de frequência em Hertz (hz), a V e A nestas, tal qual abranja mais os conceitos do protótipo, pois, o mesmo foi mais aplicado durante o período do desenvolvimento do projeto.

Os resultados do projeto baseiam-se com seu funcionamento de acordo com o desejado – tal qual atua acendendo e desligando uma lâmpada de 6v conforme o relé fotovoltaico presentes nas ruas já realizem, além de carregar corretamente uma bateria, ou pilha no protótipo durante o período matutino e diurno que realiza a operação de fonte durante o período noturno – cuja qual ocorrer por meio da leitura do LDR com o arduino, além de controlar, onde esta não encontrou-se tão aparente no circuito final, de acordo com a possível calibração do componente, onde diminui ou aumenta de acordo com o PIR, verificando se há um movimento nas ruas ou não, visando a sustentabilidade e eficiência da lâmpada.

Em relação ao fator real, encontra-se algumas adversidades em relação ao valor da bateria e seu circuito carregador além do tamanho que a estação deverá ter, derivado de possíveis custos elevados.

Contudo, a tese possui um resultado coerente com o desejado, isto é, corretamente, atingindo os seus funcionamentos conforme o desejado, tal qual possuía valores e capacidades de acordo com o reconhecido anteriormente.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo teve como foco o desenvolvimento de uma possível melhoria na gestão da iluminação pública em áreas que não possuem o acesso do mesmo, tal qual baseia-se em um circuito inteligente que realiza a função do relé fotovoltaico, porém, sem utilizar da distribuição da ELEKTRO, possuindo um sistema de autossustentabilidade, onde possui duas fontes, uma placa solar que durante o período matutino e diurno alimenta a segunda fonte – as baterias, tais quais atuam durante o período noturno, alimentando o circuito da lâmpada e a acendendo.

Para tal tese utilizou-se dos softwares e componentes eletroeletrônicos que permitiram uma realização das simulações e estimativas relativas aos conceitos desejados, tal qual foi apresentado nos capítulos anteriores demonstrando todo o trajeto de desenvolvimento dos mesmos, atribuindo as análises necessárias para as tais.

Entre as limitações e dificuldades deste projeto, encontram-se as questões que envolvem como funcionaria o sistema no período do dia durante épocas de grandes pancadas de chuvas ou dias nublados, tendo em vista que a luminosidade tenderia a ser menor e, conseqüentemente, o valor da placa solar tenderá a ser menor. Ademais os conceitos do local onde as baterias estariam acopladas – a estação em si, tendo em foco as ideias de custos, onde, mesmo com espaços em inutilização e em estados decadentes, reestruturá-lo ou criar um encontrou-se com uma tese adversa e problemática, pois tenderá a alavancar custos a população como um todo.

Assim, recomenda-se como continuidade deste, as teses que abrangem os valores dos circuitos reais e sua aplicabilidade no mesmo, tendo em vista, qual seria seu estado em situações de baixa luminosidade de acordo com o solstício.

Contudo, compreende-se que este trabalho proporciona e contribui de maneira significativa os conceitos de melhoria da iluminação pública visando a acessibilidade e a sustentabilidade, além de respeitar as regras da ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS), tendo em foco os conceitos da ONU em relação a melhorar

o mundo até 2030, além de incentivar pesquisar futurar com o mesmo foco, o desenvolvimento sustentável, econômico e eficiente de um sistema para regiões de baixo acesso a iluminação, como rurais e suburbanas aplicando os conceitos da autossustentabilidade e da demanda da população como um todo, servindo como um incentivo às redes responsáveis pela verificação da mesma rede em relação ao estado atual destas.

REFERÊNCIAS

ALADIN ILUMINAÇÃO, **Tipos de lâmpadas para iluminação pública**. Aladin Iluminação, 2022(?). Disponível em: <https://aladiniluminacao.com.br/tipos-de-lampadas-para-iluminacao-publica/>. Acesso em 15/06/2025.

AMAZON, “**MyNeon bateria de lítio de 12V 13Ah/15Ah,bateria 12V recarregável**”. Amazon, 2024. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/MyNeon-recarreg%C3%A1vel-carregador-brinquedos-elerodom%C3%A9sticos/dp/B0CSDQS7Y1>. Acesso em: 07/10/2025

AMAZONAS ENERGIA. “Programa de Eletrificação Rural (Luz para Todos).” Amazonas Energia, Disponível em: <https://website.amazonasenergia.com/informacoes/programa-luz-para-todos/> . Acesso em: 07/03/2025.

BERTOLENI, Pedro, **O que é LDR? Funcionamento, tipos e uso com Arduino**. Maker Hero: 14 out. 2024. Disponível em: https://www.makehero.com/blog/o-que-e-ldr/?srsltid=AfmBOoo6zNvUX6Y97-PZbyoAT2KjliF4vI-dMJnNKvALZeDqMkBB_WVR. Acesso em: 19/08.2025

BRSA / ENABER. Documento de submissões – autores diversos. [s.d.]. Disponível em: <https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/6674/ENABER.com-autores.pdf> . Acesso em: 13/04/2025.

CHAVES, Lais E. **História de placas eletrônicas – PCB / PCI**. Engenharia Híbrida: 6 fev. 2023. Disponível em: <https://www.engenhariahibrida.com.br/post/historia-placas-eletronicas-pcb-pci#viewer-4lelu> . Acesso em: 6/5/2025.

CHAVES, Léo Ramos , O desafio de reciclar baterias de lítio. **Pesquisa Fapesp**: [2022?]. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-desafio-de-reciclar-baterias-de-litio/>. Acesso em: 02/06/2025.

CPFL. **Cobrança – ICMS**. CPFL, s.d. Disponível em: <https://www.cpfl.com.br/ajuda/cobranca-ICMS> . Acesso em: 17/02/2025.

DE FATO, Brasil. **Corte de luz na periferia é até oito vezes mais frequente que no centro de São Paulo**. Brasil de Fato, 2023. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2023/11/12/corte-de-luz-na-periferia-e-ate-oito-vezes-mais-frequente-que-no-centro-de-sao-paulo/> . Acesso em: 05/02/2025.

FÁBIO DOS REIS, Sensor de Movimento PIR – Passive Infrared. **Bóson treinamentos em ciências e tecnologia**: <https://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/como-funciona-um-sensor-de-movimento-pir-passive-infrared/>. 3 dez. 2018. Disponível em: <https://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/como-funciona-um-sensor-de-movimento-pir-passive-infrared/>. Acesso em: 10/08/2025.

GUSE, Rosana. **O que é Diodo: funcionamento, tipos e exemplos**. Maker Hero: 23 abr. 2024. Disponível em: <https://www.makehero.com/guia/componentes-eletronicos/diodo/?srsltid=AfmBOopOf8aBwd9qs9FuraY5dfym1Ak7pLNTJb00gwT3854D-5gyRRMJ>. Acesso em: 14/07/2025

GUSE ROSANA, “Regulador de tensão: o que é, como funciona, tipos e exemplos”. Maker Hero: 23 abr. 2024. Disponível em: https://www.makehero.com/guia/componentes-eletronicos/regulador-de-tensao/?srsltid=AfmBOory4ldPbFWU_JmlfdIBWaAyfHGr4-IUjX4k9-vV0mOQA1Lk_iJy. Acesso em: 15/07/2025

GUSE, Rosana. **O que é um relé? Funcionamento, tipos e como testar**. Maker Hero: 21 ago. 2024 Disponível em: <https://www.makehero.com/guia/componentes-eletronicos/rele/?srsltid=AfmBOorN7vG0JBiU4jfsT7zzYbnLwq9kbQvXYpXaCy8mrT1o-nl0YUzF>. Acesso em: 12/05/2025

HISATOMI, Carolina. **Painel solar policristalino**. Ecycle, [2025?]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/painel-solar-policristalino/> . Acesso em: 12/04/2025.

IBERDROLA. **As baterias de íon de lítio, fundamentais para o armazenamento de energia**. Iberdrola: [2020?]. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/quem-somos/nosso-modelo-inovacao/baterias-ion-litio>. Acesso em: 10/06/2025

IBGE. **Características gerais dos domicílios e dos moradores : 2019**. Biblioteca IBGE: 2019 Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101707>. Acesso em: 10/03/2025

INSTITUTOPOLIS. Justiça energética. PoliS, s.d. Disponível em: <https://polis.org.br/estudos/justica-energetica/> . Acesso em: 15/03/2025.

LATeRe Representante Newark, **Dopagem dos diodos**. Embarcados: 29 abr. 2021. Disponível em: <https://embarcados.com.br/dopagem-nos-diodos/>. Acesso em: 14/07/2025

LIMEIRA (SP), Câmara Municipal. **Interrupções de energia**: Comissão de Obras ouve representantes da Elektro. Câmara Municipal de Limeira, 2023. Disponível em: https://www.limeira.sp.leg.br/noticias/view/2023-10-05_interrupcoes-de-energia-comissao-de-obras-ouve-representantes-da-elektro#:~:text=A%20Comiss%C3%A3o%20de%20Obras%20e%20Servi%C3%A7os%20P%C3%BAblicos,de%20Limeira%2C%20nas%20%C3%A1reas%20rural%20e%20urbana%2C . Acesso em: 29/05/2025.

MASSEY, Brendan. **NMOS Transistors and PMOS Transistors Explained**. Built In, 2025. Disponível em: <https://builtin.com/hardware/nmos-transistor>. Acesso em 17/05/2025

MATTEDE, Henrique, Código de cores dos resistores. Mundo da Elétrica [2010?]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/codigo-de-cores-de-resistores/>. Acesso em: 05/05/2025

MATTEDE, Henrique, Como funcionam os capacitores?. **Mundo da Eletrica**: [2014?]. Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/como-funcionam-os-capacitores/>. Acesso em: 05/05/2025

MEHL, Ewaldo Luiz de Mattos. **Conceitos fundamentais sobre placas de circuito impresso**. UFPR. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - Universidade Federal do Paraná: [2011?]. Disponível em: https://www.eletrica.ufpr.br/mehl/te232/textos/PCI_Conceitos_fundamentais.pdf. Acesso em: 2/5/2025.

MUNIZ, Bianca; FONSECA, Bruna; QUEIROZ, Danilo; GAMA, Gabriel; CICERO, José. **Em São Paulo, corte de luz na periferia é até 8 vezes mais frequente que no centro**. **Pública**, agência de jornalismo investigativo: 11 nov. 2023. Disponível em: <https://apublica.org/2023/11/em-sao-paulo-corte-de-luz-na-periferia-e-ate-8-vezes-mais-frequente-que-no-centro/>. Acesso em: 10/03/2025

NEOENERGIA / ELEKTRO. “Furtos de cabos no litoral sul”. Neoenergia, s.d. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/sp/w/neoenergia-elektro-furtos-cabos-litoral-sul> . Acesso em: 11/02/2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Agenda 2030 - Cidades e comunidades sustentáveis**: Tornar as cidades e comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 12/03/2025

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, **Agenda 2030- Energia limpa e acessível**- Garantir o acesso a fontes de energia fiáveis, sustentáveis e modernas para todos. 2015 Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/7>. Acesso em: 10/02/2025

OLIVEIRA THIAGO, O que são transistores e quais os tipos mais utilizados”. Eletrônica Geral: 28, set. 2021. Disponível em: <https://eltgeral.com.br/o-que-sao-transistores-e-qualis-os-tipos-mais-usados/>. Acesso em: 12/05/2025

ORIGO ENERGIA. **Energia solar no Brasil**. Origo Energia. Disponível em: <https://origoenergia.com.br/blog/energia/energia-solar-no-brasil/> . Acesso em: 13/04/2025.

ORIGO ENERGIA. “Taxa de energia solar”. Origo Energia, s.d. Disponível em: [PODER360. **Roubo de fios causa prejuízo de R\\$ 26 milhões e 54 mortes em 2024**. Poder360, 2024. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder-energia/roubo-de-fios-causa-prejuizo-de-r-26-milhoes-e-54-mortes-em-2024/> . Acesso em: 14/06/2025.](https://origoenergia.com.br/blog/economia/taxa-de-energia-solar/#:~:text=Direito%20adquirido%20(at%C3%A9%20de%20janeiro%20de,TUSD)%20at%C3%A9%2031%20de%20dezembro%20de%202045; . Acesso em: 21/03/2025.</p>
</div>
<div data-bbox=)

PORTAL SOLAR, Tudo o que você precisa saber sobre a bateria de lítio. **Portal Solar**: [2020?]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-a-bateria-de-litio>. Acesso em 07/06/2025.

PORTAL SOLAR. **Painel solar (informações sobre painéis)**. Portal Solar, [2022?]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/painel-solar> . Acesso em: 12/04/2025.

REDPLAS. **Placa de fenolite cobreada para eletrônicos: como escolher a placa ideal.** RedPlas: 11 mar. 2025 . Disponível in: <https://redplas.com.br/blog/placa-de-fenolite-cobreada-para-eletronicos-como-escolher-a-placa-ideal> . Acesso em: 12/5/2025.

REDWAY, “**Qual é a fórmula para amperes-hora da bateria?**”. RedWay, 30 nov. 2023. Disponível em: <https://pt.redway-tech.com/what-is-the-formula-for-battery-amp-hours/>. Acesso em: 09/10/25

SANTIL. Disponível em: <https://www.santil.com.br/lampada-led-alta-potencia-e27-60w-bivolt-luz-branca-6500k-5400lm-ledvance/p#:~:text=Pot%C3%Aancia%3A%2060W,Efici%C3%Aancia%20Luminosa%3A%2080%20lm%2FW>. Acesso em: 10/10/25

SOLARPOWERENERGY. ‘Instalação de placa solar’. Blog SolarPowerEnergy, Disponível em: <https://blog.solarpowerenergy.com.br/instalacao-de-placa-solar/> . Acesso em: 11/05/2025.

SOUZA, Lilian Pereira. **Dopagem eletrônica**. InfoEscola, [2010?]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/dopagem-eletronica/> . Acesso em: 03/07/2025.

THAMIRES, Cynthia da Silva, **Baterias de Lítio Íon**. Embarcados: 13 mar. 2021. Disponível em: <https://embarcados.com.br/baterias-de-litio-ion/>. Acesso em: 28/05/2025

VILLALVA, Marcelo. **Conheça as células fotovoltaicas de heterojunção**. Canal Solar: 1 abr. 2019. Disponível em: <https://canalsolar.com.br/conheca-as-celulas-fotovoltaicas-de-heterojuncao/> . Acesso em: 07/04/2025.

WENDLING, Marcelo. **CI REGULADORES DE TENSÃO**. UNESP- Universidade Estadual Paulista: 2009 . Disponível em: <https://www.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/2---ci-reguladores-de-tensao---v1.0.pdf>. Acesso em: 12/07/2025