



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL
E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO – PROFNIT

JOARA DA SILVA ARAÚJO

**LUMINÁRIA DE TETO COM AUTOMAÇÃO DE REGULAGEM DE
ALTURA UTILIZANDO TECNOLOGIAS IOT**

Teresina-PI

2023

JOARA DA SILVA ARAÚJO

**LUMINÁRIA DE TETO COM AUTOMAÇÃO DE
REGULAGEM DE ALTURA UTILIZANDO
TECNOLOGIAS IOT**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT), Ponto Focal Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para obtenção de título de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Furtini

Teresina-PI

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Divisão de Representação da Informação

A663L Araújo, Joara da Silva.
Luminária de teto com automação de regulação de altura
utilizando tecnologias IOT / Joara da Silva Araújo. -- 2023.
87 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí,
Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e
Transferência de Tecnologia para Inovação, Teresina, 2023.
“Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Furtini”.

1. Luminária. 2. Automação residencial. 3. Internet das coisas.
4. Regulação de Altura. I. Furtini, Marcelo Barbosa. II. Título.

CDD 621.322 83

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite – CRB3/1004

JOARA DA SILVA ARAÚJO

LUMINÁRIA DE TETO COM AUTOMAÇÃO DE REGULAGEM DE ALTURA UTILIZANDO TECNOLOGIAS IOT

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação (PROFNIT), Ponto Focal Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para obtenção de título de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Barbosa Furtini

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Barbosa Furtini
PROFNIT-UFPI
Orientador

Prof^a. Dra. Marina Bezerra da Silva
PROFNIT-UFPI
Examinador Interno

Prof. Dr. Carlos Henrique Sabino Caldas
PROFNIT-USMG
Examinador Externo

Prof^a. Dra. Isis Meireles R. Sampaio
Arquiteta e Urbanista -PREUNI/UFPI
Profissional do Setor

*À Deus, meu refúgio e fortaleza, aos meus familiares,
amigos e colegas pela força durante esta caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora, por estarem sempre me guiando pelo melhor caminho e me dando forças e saúde, além Deles porem anjos no meu caminho para me dar apoio e guiar meus passos me ajudando a conquistar meus sonhos.

Agradeço ao meu pai, Francisco José de Araújo, que não se faz mais presente em carne, mas está sempre presente espiritualmente em todas as etapas da minha vida. Te amo paizinho!

Agradeço a minha Super mãe, Inacia Ana da Silva Araújo, um exemplo de mulher guerreira e muito humana, que sempre me ensina a persistir para alcançar meus sonhos e que me ajuda infinitamente, de diversas formas, a ter forças pra seguir em frente, Te amo mãezinha!

Agradeço ao meu esposo, Filipe Soares Viana, por ser minha fortaleza diária para suportar o peso do mestrado e que eu tenho muito orgulho e que sempre tento me espelhar para eu ser tão boa e competente quanto ele. Te amo!

Agradeço aos meus irmãos Rômulo Araújo e Hudson Araújo por darem apoio e me ajudarem durante essa trajetória.

Agradeço aos amigos que ganhei no mestrado, pela força a seguir (Thaynah e Brandão) e em especial minha amiga-irmã, que a vida me deu neste mestrado, Ana Rayonara de S. Albuquerque que foi minha alegria, calma e fortaleza para não desistir desse mestrado sempre falando "Amiga, vai dar certo!".

Agradeço aos professores que tenho grande estima e admiração que me motivaram a entrar e a permanecer no mestrado Professores Dra. Josy A. Osajima, Dr. Marcelo Furtini e Professor Dr. Ricardo Lira. Meu eterno agradecimento.

Agradeço o meu orientador, Professor Dr. Marcelo Furtini, pela paciência e apoio para chegar até o final dessa minha etapa.

Agradeço ao meu amigo Kleber Amorim pelo grande apoio neste meu mestrado. Você é uma pessoa muito valiosa! Desejo muito sucesso no seu mestrado também.

Agradeço à todos os que colaboraram de alguma forma esse projeto: Antônio Pércles, Franklhes e Jaclason.

*“A maior conquista na vida é saber que fomos capazes
de superar a nós mesmos durante a luta.”
(Autor Desconhecido)*

ARAÚJO, Joara da Silva. **Luminária de teto com automação de regulagem de altura utilizando tecnologia IoT.**2023. Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2023.

RESUMO

Ao longo dos últimos anos, a automação residencial, também conhecida como Domótica, tem se popularizado com o avanço da tecnologia Internet das Coisas (IoT). A região da Ásia-Pacífico, especialmente a China, desempenha um papel importante no crescimento do mercado de iluminação inteligente. No entanto, desafios como a escassez de chips e os impactos da pandemia de COVID-19 têm afetado o setor. Apesar disso, as perspectivas futuras são promissoras, com previsões de aumento no número de dispositivos IoT conectados e no mercado de lâmpadas inteligentes sem fio. A automação residencial e a preocupação com a higiene têm impulsionado a demanda por soluções de iluminação inteligente. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo utilizar a plataforma Arduino em conjunto com um Motor de Passo, um módulo Wi-Fi e um carretel com um conector rotativo. Esses componentes permitem controlar o movimento ascendente e descendente de uma lâmpada LED, conforme o fio de energia é enrolado ou desenrolado. O controle desse sistema é realizado por meio de um aplicativo desenvolvido com funções para subir, descer e pausar. No futuro, pretende-se explorar a integração com dispositivos de controle de voz. A Domótica oferece um conjunto de tecnologias e sistemas que possibilitam a automação e gerenciamento dos dispositivos presentes em uma residência. Com isso, espera-se proporcionar maior comodidade e eficiência energética aos usuários, refletindo as transformações no estilo de vida e na valorização do conforto nas residências.

Palavras-chaves: Luminária; Automação residencial; Internet das coisas; Regulagem de Altura.

ARAÚJO, Joara da Silva. **Ceiling lamp with height adjustment automation using IoT technology**.2023. Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2023.

ABSTRACT

Throughout the past years, home automation, also known as Domotics, has become popular with the advancement of Internet of Things (IoT) technology. The Asia-Pacific region, especially China, plays an important role in the growth of the smart lighting market. However, challenges such as the shortage of chips and the impacts of the COVID-19 pandemic have affected the sector. Despite this, future prospects are promising, with predictions of an increase in the number of connected IoT devices and the market for wireless smart light bulbs. Home automation and hygiene concerns have driven the demand for smart lighting solutions. In this context, this work aimed to use the Arduino platform in conjunction with a Stepper Motor, a Wi-Fi module and a spool with a rotating connector. These components allow you to control the up and down movement of an LED lamp as the power cord is wound or unwound. The control of this system is carried out through an application developed with functions to go up, down and pause. In the future, we plan to explore integration with voice control devices. Home Automation offers a set of technologies and systems that enable the automation and management of devices present in a home. With this, it is expected to provide greater comfort and energy efficiency to users, reflecting changes in lifestyle and the enhancement of comfort in homes.

Keywords: Luminaire. Home automation. Internet of things. Height Adjustment.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – As nove tecnologias que fomentam a indústria 4.0.	13
FIGURA 2 – Previsão do mercado global de IoT em bilhões de dispositivos IoT conectados	28
FIGURA 3 – Técnica modelagem por Deposição Fundida – FDM	36
FIGURA 4 – Arduino Uno	37
FIGURA 5 – Motor de Passos	39
FIGURA 6 – Módulo Wi-Fi ESP8266	41
FIGURA 7 – Processo de Desenvolvimento de um Produto	44
FIGURA 8 – Custos dos Materiais Permanentes	48
FIGURA 9 – Custos dos Materiais de Consumo	48
FIGURA 10 – Quadro Resumo	49
FIGURA 11 – Esquema de Interação Usuário-Luminária	49
FIGURA 12 – Países que estão liderando na proteção de famílias de patentes .	54
FIGURA 13 – As 10 principais cessionárias das famílias de patentes	55
FIGURA 14 – Quantidade de Família de Patente/Ano dos últimos cinco anos . .	55
FIGURA 15 – As cinco principais subclasses do IPC/quantidade de Família de Patente (Orbit)	56
FIGURA 16 – As cinco principais subclasses do IPC/quantidade de Família de Patente (INPI)	57
FIGURA 17 – Artigos publicados de 2013 a 2023 no ScienceDirect usando a palavra-chave “ <i>Luminaire and intelligent</i> ”	58
FIGURA 18 – Pedido de patente internacional - WO2023/021100 A1	60
FIGURA 19 – Imagens do WO2023/021100 A1	60
FIGURA 20 – Vista completa do protótipo final da luminária sobrepor	62
FIGURA 21 – Projeto 3D do carretel utilizando plataforma de Web Desing 3D .	63
FIGURA 22 – Estrutura representativa da luminária	64
FIGURA 23 – Fotos de visão frontal e superior da primeira versão do protótipo com PLA e conexão entre carretel e motor de passo.	65
FIGURA 24 – Impressão do carretel em ABS na Impressora 3D	65

FIGURA 25 – Vista lateral do protótipo final da luminária	66
FIGURA 26 – Vista superior do protótipo final da luminária	66
FIGURA 27 – Fonte 220V para 5V	67
FIGURA 28 – Primeira versão de aplicativo Android para validação de conexão via Wi-Fi	67
FIGURA 29 – Componentes Eletrônicos	69

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Categorização dos Processos de Manufatura Aditiva - Impressão 3D	34
TABELA 2 – Versões do Hardware Arduino	38
TABELA 3 – Palavras-chaves utilizadas nas buscas nas bases científicas . . .	46
TABELA 4 – Palavras-chaves utilizadas nas buscas de dados de patentes . . .	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampere
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
AM	Manufatura Aditiva
API	Interface de Programação de Aplicação
ASTM	American Society for Testing and Materials
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineer
CAM	Computer Aided Manufacture
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CNC	Comando Numérico Computadorizado
DMLS	Solidificação Direta a Laser em Metal
EPO	Escritório Europeu de Patentes
FDM	Modelagem por Deposição Fundida
GSMA	Associação de Telecomunicações Móveis Especiais
IA	Inteligência Artificial
IDE	Integrated Development Environment
IH	Infecção Hospitalar

INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
IoT	Internet of Things (Internet da Coisas)
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
ISO	Organização Internacional de Normalização
LOM	Manufatura de Objetos Laminados
LPWAN	Low-power Wide Area Networks (Redes de longa distância de baixa potência)
MIT	Instituto Tecnológico de Massachusetts
NBR	Norma Brasileira
NINTEC	Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia
OHA	Open Handset Alliance
PBF	Powder bed fusion
PCT	Tratado de Cooperação de Patentes
PLA	Ácido Poliláctico
PETG	Politereftalato de etileno glicol
PWM	Pulse Width Modulation
RFID	Radio Frequency Identification
SLS	Sinterização Seletiva a Laser
STL	Standard Triangle Language
TI	Tecnologia da Informação
TRL	Technology Readiness Level
TVWS	Television White Spaces
UAM	Manufatura Aditiva Ultrassônica

UFPI	Universidade Federal do Piauí
V	Volt
W	Watt
WPAN	Wireless Personal Networks (Redes pessoais sem fio)
WLAN	Wireless Local Area Networks (Redes locais sem fio)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	JUSTIFICATIVA	19
2.1	Lacuna preenchida pelo TCC	19
2.2	Aderência ao PROFNIT	20
2.3	Impacto	20
2.4	Aplicabilidade	22
2.5	Inovação	23
2.6	Complexidade	24
3	OBJETIVOS	25
3.1	Objetivo Geral	25
3.2	Objetivos Específicos	25
4	REVISÃO DE LITERATURA	27
4.1	Internet daS Coisas (IoT) e a Automação Residencial (Domótica)	27
4.2	Prototipagem	31
4.2.1	Materiais de Prototipação	37
4.2.2	Sistema Operacional Android	41
5	METODOLOGIA	43
5.1	Lista das Etapas Metodológicas	45
5.1.1	Etapa Metodológica 1 - Busca de Anterioridade	45
5.1.2	Etapa Metodológica 2 - Composição de Custo para Criação do Protótipo	47
5.1.3	Etapa Metodológica 3 - Desenvolvimento do Protótipo da Luminária	49
5.2	Matriz de Validação/Amarração	51
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
6.1	Etapa metodológica 1 - Busca de Anterioridade	53
6.1.1	Análise de Anterioridade: Pedidos de Patentes Relacionados	59

6.2	Etapa metodológica 2 - Composição de Custo para criação do Protótipo	61
6.3	Etapa metodológica 3 - Desenvolvimento do Protótipo da Luminária	61
7	PRODUTOS DO TCC	71
8	CONCLUSÃO	73
9	PERSPECTIVAS FUTURAS	75
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICE A – ANÁLISE SWOT	87
	APÊNDICE B – CANVAS	89
	ANEXO A – SUBMISSÃO DE ARTIGO	93
	ANEXO B – PEDIDO DE PATENTE - INPI	95

1 INTRODUÇÃO

Estamos vivendo a quarta revolução industrial (revolução digital), caracterizada pela junção de diversas tecnologias, ocorrendo uma interrelação entre áreas: física (impressão 3D ou manufatura aditiva e a robótica avançada), biológica (biotecnologia e genética) e digital (*Big Data* e *blockchain*) (SCHWAB, 2018). Esse avanço rápido da tecnologia está modificando não só a maneira como vivemos, bem como a forma que trabalhamos e nos relacionamos. De acordo com o *Boston Consulting Group* (BCG), empresa global de consultoria e análise de carteiras de produtos e serviços de empresas, os Sistemas Integrados, Computação na Nuvem, Big Data, Impressão 3D, Manufatura Aditiva, Simulações, Robôs autônomos, Realidade Aumentada, Internet das Coisas (IoT) e Segurança Cibernética são os avanços tecnológicos fundamentais da Indústria 4.0 (Figura 1) (RÜßMANN et al., 2015).

Figura 1 – As nove tecnologias que fomentam a indústria 4.0.



Fonte: Elaborado pelo autor baseado em Rüßmann et al. (2015).

Segundo Rüßmann et al. (2015), a Indústria 4.0 possibilitará a coleta e análise dos dados entre máquinas, acelerando as análises dos processos e tornando-os mais efetivos, ou seja, elaborando produtos de melhor qualidade a custo reduzido. Isso impactará no aumento da produtividade, modificando a economia e favorecendo o crescimento da indústria.

Em diversos setores, mudanças são visíveis na criação de modelos de negócios, de consumo, de transportes, etc. O termo Internet das Coisas ou *Internet of Things* (IoT) foi criado pelo cientista Kevin Ashton do Massachusetts Institute of Technology

(MIT) durante sua apresentação para executivos da Procter & Gamble, em 1999, sobre os sensores que utilizavam a tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID), conectando o físico ao digital (internet) (ASHTON, 2009). Desde então, a utilização da tecnologia com base na IoT vem ganhando, cada vez mais, destaque mundial (SANTOS et al., 2016; TAO et al., 2016).

A aplicação de tecnologias IoT permite a comunicação de objetos simples entre si e o usuário, permitindo outros significados para interações homens-máquina (SANTOS et al., 2015). A rápida evolução dessas tecnologias de comunicação como Bluetooth, Wi-Fi e outros protocolos de comunicação iniciaram uma nova geração de produtos inteligentes, isto é, tornou-se possível que certos dispositivos sejam controlados remotamente a partir do tablet ou celular (KIRITSIS, 2011). “A IoT emergiu dos avanços de várias áreas como sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento” (SANTOS et al., 2016, p. 2).

A Revolução tecnológica a qual vivemos foi influenciada também pela evolução da internet, possibilitando o desenvolvimento de um novo paradigma tecnológico, social, cultural e digital. Isso facilitou ao usuário controlar remotamente objetos com capacidade computacional e de comunicação ao se conectarem com a internet. Atualmente, além de computadores ou smartphones conectados à internet, há também uma grande variedade de equipamentos inteligentes, tais como TVs, geladeira, fogão, ar-condicionado, aspirador de pó, máquina de lavar roupa, entre outros (MANCINI, 2018).

A ligação desses eletrodomésticos à internet deu origem a um novo conceito chamado automação residencial, que oferece ao usuário conforto e flexibilidade ao permitir o acesso remoto a esses equipamentos em sua residência (MANCINI, 2018; VIANNA, 2018). A automação residencial possui outras nomenclaturas tais como: *home automation*, casa inteligente (*Smart Home*) e Domótica (ANDREONI; PIZZAGALLI, 2006).

Domótica (do francês *Domotique*, da junção *Domus* “casa” com o termo “*Immotique*” que significa “automação”) é usado para caracterizar a integração dos mecanismos automatizados de um espaço residencial, promovendo a interconexão dos equipamentos permitindo o seu controle e automação, de forma remota ou local (ANDREONI; PIZZAGALLI, 2006). As casas inteligentes trazem flexibilidade, conforto, melhorias na

segurança, acessibilidade, eficiência energética e qualidade de vida. Porém, é preciso atentar aos desafios de privacidade e segurança dos dados. uso no desenvolvimento de projetos minimalistas etc (ZIELONKA et al., 2021).

Qualidades como conforto, segurança e comodidade estão cada vez mais presentes e exigem atualização do mercado imobiliário. Desta forma, a automação residencial vem se destacando e ganhando espaço no mercado imobiliário, promovendo a transformação dos projetos residenciais e de outras construções, elevando a satisfação dos consumidores (VIANNA, 2018).

As crescentes construções habitacionais e demais obras de infraestrutura em todo o mundo têm impulsionado uma demanda global por equipamentos de iluminação elétrica nas últimas décadas. A aquisição de iluminação inteligente (*smarting lighting*) ou sistemas de iluminação inteligentes (*intelligent lighting systems*) se tornou uma das principais tendências da indústria de iluminação global. A IoT empregada no setor da iluminação tem proporcionado benefícios significativos em termos de eficiência energética, sustentabilidade, controle remoto e automação. Diversas empresas, líderes mundiais, voltadas para área de fabricação de iluminação estão focadas no desenvolvimento de tecnologias inovadoras para se destacarem no mercado (BIZVIBE, 2020).

Uma tendência observada em muitas cidades ao redor do mundo é o crescimento imobiliário em espaços reduzidos em metros quadrados (CHIARA, 2022). No primeiro trimestre de 2022 houve, em todo o Brasil, um aumento de 30% na venda de imóveis menores, com apenas um dormitório, em comparação com o mesmo período de 2021. Dentre os fatores que influenciaram estão: a diminuição da renda e o aumento do preço do imóvel. Construir apartamentos pequenos tem sido um bom negócio para as construtoras, visto que o número de imóveis com baixa metragem vêm crescendo no país. Em um levantamento da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), verificou-se que as vendas de imóveis compactos também estão crescendo em regiões como norte e nordeste do Brasil (CBIC, 2022).

O crescimento urbano é um fenômeno marcante na história da humanidade. Globalmente, há mais pessoas residindo em áreas urbanas do que em áreas rurais, sendo que em 2018, 55% da população mundial morava em zonas urbanas. A projeção é que até 2050, 68% da população mundial esteja vivendo em áreas urbanas (UN, 2019). O

mercado de pequenos imóveis foi impulsionado por diversos fatores, como o aumento da urbanização nas cidades, o crescente custo dos imóveis em áreas densamente povoadas e a crescente preocupação com a sustentabilidade e a redução dos custos de construção (MARIOTTI, 2022). Como resultado, indivíduos passaram a optar por abrir mão de espaço em prol de uma localização central.

As propriedades imobiliárias de pequeno porte são planejadas para aproveitar ao máximo o espaço disponível e, muitas vezes, possuem móveis e acessórios multifuncionais, além de tecnologia inteligente em alguns casos, a fim de proporcionar maior conforto e comodidade aos seus moradores (SHEARER; BURTON, 2021). O uso desses dispositivos em rede conectados pode simplificar um projeto minimalista, com menos componentes físicos e uma interface mais intuitiva, sem comprometer a funcionalidade, permitindo economia de energia e recursos, o que é uma preocupação importante em projetos minimalistas que visam a sustentabilidade (BARBOSA; BRANGANÇA; MATEUS, 2014; RADHA, 2022).

De acordo com Tropical Imobiliária (2022), em 2022, surgiu uma tendência no mercado de residências tecnológicas, direcionada a pessoas com um estilo de vida mais minimalista, que valorizam espaços menores e práticos para as atividades diárias. Esses imóveis, que incorporam soluções tecnológicas, estão se tornando cada vez mais populares e representam uma tendência em constante crescimento.

Estudos indicam que uma residência funciona como um sistema de atividades, e qualquer aprimoramento nos desejos e expectativas do usuário requer um sistema capaz de se adaptar a essas mudanças. A flexibilidade possibilita o aproveitamento mais eficiente dos serviços ao empregar tecnologias emergentes em diversas atividades (KOLAREVIC; PARLAC, 2015).

Segundo análise de Lasquety-Reyes (2023), o mercado de casas inteligentes está projetado para experimentar um crescimento constante na receita global, com um aumento total de 83.600 milhões de dólares americanos (+60,01%) de 2023 a 2027. Após quatro anos consecutivos de crescimento, estima-se que a receita atinja um novo pico de 222.901,45 milhões de dólares americanos em 2027.

Segundo o relatório de mercado da Marketsand Markets (2021), prevê-se que o mercado global de iluminação inteligente alcance um valor de US\$ 27,7 bilhões até

2026, tendo apresentado uma taxa de crescimento de 16,7% entre 2021 e 2022. O mercado de iluminação inteligente apresenta segmentação com base no tipo de produto, que inclui sistemas de controle, lâmpadas inteligentes e luminárias(MORDOR INTELLIGENCE, 2021). A demanda por iluminação inteligente está sendo impulsionada pela necessidade de reduzir os custos de energia, aumentar a eficiência energética, melhorar a experiência do usuário, aumento da adoção de tecnologias de IoT e da crescente demanda por soluções de iluminação inteligente em residências, escritórios e indústrias (PAULO; CALVET, 2022).

O crescimento do mercado de iluminação inteligente tem sido impulsionado pelo advento da Internet das Coisas (IoT) e seu crescente conjunto de aplicações em sistemas de iluminação. Além disso, os avanços tecnológicos permitem uma fácil integração de funções tais como: detecção de ambiente (por uso de sensores) e controle de voz em sistemas de iluminação, ampliando e diversificando o escopo das aplicações de iluminação inteligente. Ademais, há uma crescente preocupação com o consumo de energia não renovável por parte de consumidores e empresas. A intensificação dessa preocupação, impulsionou políticas governamentais sustentáveis inclusive promover produtos de iluminação inteligente que economizassem energia (GRAND VIEW RESEARCH, 2019).

O mercado de lâmpadas inteligentes sem fio está sendo impulsionado, também, pela crise energética e preocupações com as mudanças climáticas, devido ao aumento previsto na demanda por energia nos próximos anos. Os setores residencial, comercial, industrial, governamental e público são os principais consumidores de energia. A crescente demanda nesses setores impulsiona o mercado de lâmpadas inteligentes sem fio (BUSINESS RESEARCH INSIGHTS, 2023).

Portanto, esse trabalho torna-se relevante, uma vez que a demanda por tecnologias de automação residencial está em alta, impulsionada pelo crescente reconhecimento da eficiência energética, conveniência e personalização dos espaços.

2 JUSTIFICATIVA

A seguir, apresentam-se a lacuna preenchida pelo TCC, a aderência ao programa PROFNIT, o impacto, a inovação, a aplicabilidade e a complexidade da presente proposta.

2.1 LACUNA PREENCHIDA PELO TCC

A utilização da tecnologia com base na Internet das Coisas (IoT) vem ganhando destaque mundialmente. Na quarta revolução industrial o mundo ficou mais tecnológico proporcionando uma mudança no mercado que passou a buscar novos horizontes. As empresas tiveram que alterar suas estratégias para se destacar da concorrência. Uma das mudanças é a automação residencial ou casas inteligentes fazendo com que os objetos e máquinas da residência se comuniquem com a internet, garantindo um melhor controle, conforto e segurança para a casa do usuário.

Apesar de já existirem no mercado diversas luminárias, tem-se uma carência no controle de altura do ponto de iluminação que possa ser graduada, dependendo da necessidade momentânea, e, além disso, garantia de conforto e flexibilidade em controlar e se conectar, através da internet das coisas, com os dispositivos locais, de forma remota

Com essa luminária será possível regular tanto a altura do pendente, aumentando a luz focal e reduzindo a luz ambiente, quanto gerar economia de espaço utilizado em ambientes minimalistas. Além disso, o modelo de utilidade busca evitar a contaminação cruzada, caracterizada pela transferência de microorganismos prejudiciais à saúde de uma superfície para outra, tendo em vista que não será necessário a utilização do interruptor, desde que esteja conectado à internet, pois o mesmo poderá ser substituído pelo aplicativo.

Atualmente, há uma crescente construção de imóveis compactos que requerem projetos voltados para a maximização do espaço interno, por meio do uso de móveis multifuncionais e de tecnologia IoT para automatização dos equipamentos, a fim de tornar o ambiente mais confortável para a realização de tarefas diárias.

2.2 ADERÊNCIA AO PROFNIT

O objetivo deste estudo foi criar uma luminária inovadora com um sistema automatizado de regulação de altura, além de solicitar a proteção da patente do modelo de utilidade através do depósito no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Essa tecnologia tem grande potencial de transferência tecnológica, principalmente devido ao crescente mercado de iluminação e Internet das Coisas.

Esse projeto cumpre com os requisitos de patenteabilidade da Lei de Propriedade Industrial (Lei 9.279/96) contendo novidade, atividade inventiva e aplicação industrial. Desta forma, o trabalho possui aderência ao Programa de Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação - PROFNIT, pois compreende a área interdisciplinar no qual estão envolvidos diversos conhecimentos no desenvolvimento da luminária.

2.3 IMPACTO

Conforme [Business Research Insights \(2023\)](#), empresa que fornece análises e pesquisas de mercado, a crescente demanda por iluminação inteligente está sendo impulsionada pela crise energética global. A indústria está em expansão devido a fatores como o aumento na procura por residências inteligentes, os benefícios da personalização e a redução do preço médio de venda das lâmpadas LED.

Estamos vivendo a era da Indústria 4.0 também chamada de Quarta Revolução Industrial, e ela está transformando a forma de como vivemos, trabalhando e nos relacionamos. Um dos sistemas de tecnologia avançada da Indústria 4.0 é a Internet das coisas ([CNI, 2022](#)).

As empresas têm focado na produção de inovações com a aplicação da IoT. Esta tecnologia já está sendo aplicada em diversos setores tais como: bens de consumo, monitoramento e controle da saúde (frequência cardíaca, sono, saturação), vestuário (óculos virtuais e relógios fitness), monitoramento de tráfego, agricultura (sensores no solo), medidor inteligente de energia permitindo melhor controle do consumo de energia, iluminação, segurança pública, distribuição e logística, dentre outros ([SANTOS et al., 2016](#)). Na Domótica, aplicações IoT se tornam presentes cada vez mais no

cotidiano das pessoas devido à uma maior acessibilidade pela redução do custo dessa tecnologia (SCHWAB, 2018).

Recentemente, a região da Ásia-Pacífico testemunhou um notável aumento no mercado de iluminação inteligente. Segundo a Associação de Telecomunicações Móveis Especiais (GSMA), estima-se que a China represente cerca de 4,1 bilhões de conexões de IoT, o que equivale a quase um terço das conexões globais de IoT até 2025. Importantes empresas de tecnologia do país, como Tencent, Baidu, JD e Alibaba, estão introduzindo suas soluções de sistemas inteligentes (MORDOR INTELLIGENCE, 2021).

Várias tendências impactaram o crescimento do número de dispositivos IoT conectados. Os usuários estão migrando das redes 2G/3G para 4G/5G IoT, resultando em um crescimento de 24% nas conexões 4G IoT; o custo de hardware e serviços de IoT tem diminuído, especialmente no que diz respeito aos sensores e controladores; e na indústria automotiva, aplicativos como sistemas de carros conectados estão utilizando tecnologia IoT. No entanto, a escassez de chips continuou a afetar negativamente o mercado de IoT, retardando sua recuperação. Além disso, a pandemia de COVID-19 teve um impacto contínuo nas cadeias de suprimentos, resultando em problemas significativos, como escassez de embarcações, caminhões e contêineres, bem como congestionamento nos portos. A demanda por soluções IoT continua alta, mas a escassez de chips, juntamente com o influência da pandemia, estão impactando o número de dispositivos IoT conectados (HASAN, 2022; MORDOR INTELLIGENCE, 2023).

Segundo a *Business Research Insights* (BRI) a indústria de lâmpadas inteligentes sem fio foi grandemente afetada pela COVID-19 devido às restrições do *Lookdown*, o que impactou negativamente o fornecimento de matéria-prima, embalagens e distribuição. Esses desafios resultaram em dificuldades comerciais tanto nas importações quanto nas exportações, causando um impacto significativo na indústria. Em suas pesquisa o *market size* ou dimensão do mercado em 2022 foi de U\$829,1 milhões e a previsão para 2028 é de U\$ 2.321,5 milhões (BUSINESS RESEARCH INSIGHTS, 2023).

Outra razão que impulsionou esse trabalho está relacionada à diminuição da contaminação cruzada por contato. Ao automatizar o controle por meio de dispositivos

assistentes de voz ou aplicativos, evita-se a necessidade de tocar nos interruptores manualmente. Isso contribui para reduzir a propagação de germes e manter um ambiente mais higiênico.

Nas últimas décadas, tem sido observada uma mudança no estilo de vida, com o aumento da valorização do conforto e da automação no ambiente residencial, incorporando o conceito de Casa Inteligente. Adicionalmente, ocorreu um crescimento no valor do metro quadrado dos imóveis residenciais e uma crescente preferência dos consumidores pelo minimalismo no design e na área dos imóveis. Essas transformações acarretam impactos econômicos, sociais e de saúde.

Esse trabalho buscou cumprir a adequação em diversos ambientes, como exemplo, os residenciais minimalistas e, além disso, o controle de contaminação por contato, através do desenvolvimento de um protótipo de luminária com a automação de regulação de altura. Essa automatização visa: otimizar espaços em ambientes residenciais, que estão se tornando cada vez menores; reduzir o risco de contaminação por proliferação de germes, vírus e bactérias, utilizando acionamento via aplicativo e/ou comando de voz; e proporcionar conforto, bem-estar, comodidade e praticidade com a focalização de luz. Os locais de aplicação são diversos, tais como residências, loft, cozinhas industriais, hospitais (UTI, emergência), consultórios médicos e odontológicos, dentre outros.

2.4 APLICABILIDADE

O mercado demanda por inovações, no caso luminotécnica e otimização de espaços residenciais reduzidos. São diversos os campos a serem aplicados à proposta deste estudo. Segue exemplos de alguns casos:

Residencial - solucionam problemas em pequenas residências, ambientes minimalistas. Eles são focados na praticidade e estilo compacto (Tiny Houses, Motor Home, Loft, quitinete, etc). A exemplo de utilização, seria um loft que tenha uma estante/mesa compacta e reversível. Quando montada a mesa, desceria a luminária, por aplicativo ou comando de voz, ficando em modo pendente para melhor luminosidade naquele momento de estudo ou para um ambiente mais interiorizado. Ao finalizar, retornaria a luminária ao estado inicial no teto, ganhando espaço e evitando ter mais de uma

luminária para a mesma necessidade.

Meio Industrial - em pontos onde é necessária uma luz mais focal para realizar determinada atividade e ao finalizar o trabalhador possa reverter a altura da luminária para o ponto original garantindo assim uma luz que possa ter um melhor desempenho e detalhamento apenas no momento necessário. Um exemplo é na cozinha industrial.

Hospitalar - pode ser utilizado em leitos de UTI e Urgência/Emergência em que constantemente são realizados procedimentos como punções, entubamento, sondagem, exame físico mais criterioso que precise de uma melhor iluminação. Como em ambiente hospitalar o risco de contaminação é constante, o acionamento dessa luminária por aplicativo ou por voz reduziria a contaminação e proliferação de vírus e bactérias.

Consultórios Médicos e Odontológicos - com a necessidade de uma boa luminosidade na maca para realização de excelente exame físico sem a necessidade de acionar por disjuntor a regulação da altura dessa luminária, mas sim por comando de voz ou aplicativo, otimizaria o atendimento e traria mais qualidade para a avaliação médica.

Desta forma, verifica-se que o produto tem uma alta aplicabilidade e abrangência, pois poderá ser utilizado em diversos ambientes. Além disso, há possibilidade de replicação e escalabilidade.

2.5 INOVAÇÃO

Esse estudo pode ser considerado de médio teor inovativo, pois trata da combinação de conhecimentos pré-estabelecidos ([PROFNIT, 2022](#)), tais como, a tecnologia LED, arduíno e IoT. Além disso, traz contribuições relevantes e significativas para uma área específica, mas não representa uma mudança radical ou uma descoberta revolucionária. Trata-se de uma inovação incremental no qual há aprimoramentos incrementais, como aperfeiçoamento de recursos, eficiência operacional, redução de custos e ajustes nas características e funcionalidades dos produtos ([RIBEIRO, 2019](#)).

Apresenta um caráter inovador e empreendedor, uma vez que visa resolver questões atuais, como a resolução de projetos em ambientes minimalistas, a redução da contaminação cruzada por meio de contato com microorganismos como vírus,

germes, bactérias ou fungos em diversos ambientes de trabalho e lazer, e a diminuição do consumo de energia.

2.6 COMPLEXIDADE

A equipe envolvida nesta pesquisa será composta por profissionais de diversas áreas relacionadas à temática (Técnico em Desenho Assistido por Computador, Programador de TI e Engenheiro de computação). Assim, esta trabalho possui média complexidade por se tratar da combinação de conhecimentos pré-estabelecidos e estáveis dos diferentes atores e espaços envolvidos (laboratórios, empresas, etc).

O laboratório Fablab THE desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento desse produto, proporcionando acesso a uma variedade de ferramentas e materiais, além de um espaço que normalmente apresenta custo elevado no mercado. Adicionalmente, contou-se com a participação de uma equipe multidisciplinar capacitada para concretizar a ideia, incluindo estudantes de graduação que prestaram auxílio no laboratório. A interação dos alunos no ambiente contribuiu para o aprimoramento de seus conhecimentos acadêmicos e incentiva a participação de novos estudantes na geração de ideias e projetos inovadores.

Esse trabalho possui um nível de prontidão tecnológica TRL 5 (*Technology Readiness Level 5*) por se tratar de um estágio avançado de desenvolvimento tecnológico (RIBEIRO, 2019). Nesse estágio, a ideia inovadora foi validada em laboratório (FabLab THE). Os componentes necessários para a tecnologia estão integrados e testados em condições representativas. Foram simulados testes para avaliar a funcionalidade e desempenho do protótipo, com o objetivo de assegurar a viabilidade técnica e efetividade necessárias para progredir nas próximas etapas de desenvolvimento e implementação.

O pedido de patente do modelo de utilidade foi realizado no INPI através do Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia da UFPI, garantindo assim a proteção adequada. O NINTEC tem como responsabilidades centrais impulsionar a inovação, a transferência de tecnologia e o empreendedorismo na instituição, além de estabelecer conexões entre o conhecimento acadêmico, o setor produtivo e a sociedade.

3 OBJETIVOS

A seguir, apresentam-se o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa.

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um protótipo de uma luminária com sistemas de regulação de altura por sistema automatizado.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Elaborar uma automação da regulação de altura com acionamento por conexão remota.
2. Elaborar um protótipo para luminária de teto de sobrepor com aplicabilidade em ambientes diversos.
3. Desenvolver um aplicativo de controle de automação para o protótipo da luminária para minimizar o contato físico direto com o interruptor da luminária.
4. Elaborar um diagrama do Modelo de Negócios CANVA e a Matriz SWOT (FOFA).
5. Solicitar o Pedido de Depósito de Modelo de Utilidade no Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Na primeira seção (4.1) será realizada uma breve introdução sobre Internet das Coisas, mostrando as diversas aplicações da IoT, em especial a automação residencial (domótica). Na segunda seção (4.2) será detalhada sobre prototipagem e os materiais que envolvem a construção do protótipo da luminária.

4.1 INTERNET DAS COISAS (IOT) E A AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL (DOMÓTICA)

A internet das coisas é uma rede de objetos físicos conectados pela internet capaz de reunir e transmitir dados ([SANTOS et al., 2016](#)). Em 1990, John Romkey criou o primeiro dispositivo com tecnologia IoT. A criação foi uma torradeira que pudesse ser ligada e desligada pela internet e apresentou na INTEROP 89 Conference ([MANCINI, 2018](#)). Durante a apresentação, viu-se a necessidade de ser incluído o pão manualmente na torradeira. Após um ano, ele corrigiu esse problema e apresentou novamente na mesma conferência. John Romkey criou um pequeno guindaste robótico no sistema que era controlado pela internet para pegar o pão e colocar na torradeira, automatizando todo o serviço de ponta a ponta ([ROMKEY, 2017](#)).

Por volta de 1999 a IoT era associada a Tecnologia Radio-Frequency IDentification (RFID), que são microchips (TAGS) que permitem que pessoas possam identificar, rastrear e monitorar qualquer objeto com o RFID automaticamente. Essa tecnologia ficou sendo muito utilizada em logística, produção farmacêutica, varejo e gerenciamento da cadeia de suprimentos ([XU; HE; LI, 2014](#); [SANTOS et al., 2016](#)).

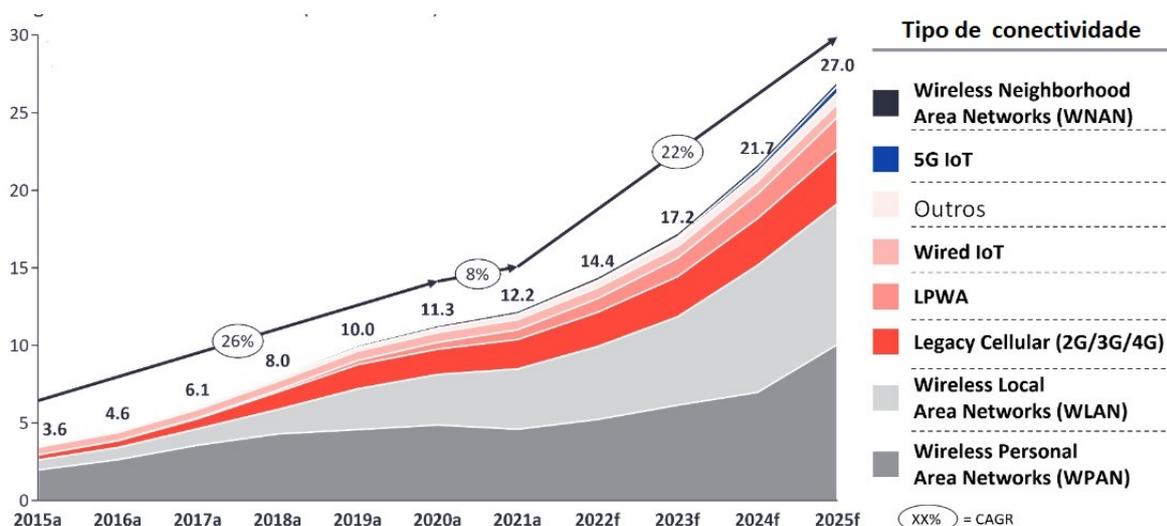
Atualmente as grandes organizações estão liderando o mercado de IoT, pois possuem orçamentos e investem pesado para acelerar o uso dessa tecnologia. O mercado global de IoT é fragmentado, com players adotando estratégias variadas para aumentar sua presença.

De acordo com a [Mordor Intelligence \(2023\)](#), as cinco principais empresas nesse mercado são: Intel Corporation, Microsoft Corporation, Sony Corporation, Apple Inc. e IBM Corporation. Espera-se que a automação residencial seja o segmento com a maior participação neste mercado, impulsionado pelo aumento da disponibilidade de internet de alta velocidade e pela crescente demanda por dispositivos conectados e aplicativos

inteligentes para residências. As soluções abrangem assistentes de voz, termostatos, iluminação, câmeras de segurança, fechaduras e portas inteligentes, entre outros.

No início de 2018, o mercado de IoT experimentou um crescimento surpreendente, resultando em um aumento significativo no número de dispositivos conectados, alcançando 7 bilhões. Vale ressaltar que esse número não inclui smartphones, tablets, laptops ou telefones fixos. Esse aumento global de dispositivos é impulsionado tanto pelos consumidores (por exemplo, Smart Home) quanto pelo setor corporativo (business-to-business). Em 2022, a IoT Analytics conduziu uma pesquisa e constatou que em 2020 havia 11,3 bilhões de dispositivos IoT conectados, chegando a 12,2 bilhões em 2021. A expectativa é que até 2025 esse número alcance 27 bilhões de dispositivos, como mostra a Figura 2) (HASAN, 2022). Apesar dos impactos ocorridos desde 2019 até o presente momento, o crescimento tem superado as expectativas.

Figura 2 – Previsão do mercado global de IoT em bilhões de dispositivos IoT conectados



Quanto aos tipos de conectividade entre dispositivos que se destacaram no mercado, os autores Hasan (2022) e Lueth (2018), discutiram sobre oito tipos distintos. Dentre eles, os três mais utilizados são conhecidos como tecnologias wireless: Wireless Personal Networks (WPAN), Wireless Local Area Networks (WLAN) e Low-power Wide Area Networks (LPWAN). No contexto das redes locais sem fio, WLAN, a tecnologia Wi-Fi ganha destaque, com crescimento significativo em dispositivos de assistência doméstica (como Smart TVs e tomadas inteligentes) e em ambientes industriais (como scanners de código de barras, computadores de controle de produção e tablets de

acompanhamento de estoque, entre outros).

Segundo [Ardiansah et al. \(2020\)](#), o Wi-Fi é a conexão mais amplamente utilizada em dispositivos de hardware eletrônico, permitindo sua integração com outros dispositivos, como câmeras sem fio, smartphones e computadores.

[Prudente \(2011\)](#) define automação residencial (*home automation*) como a tecnologia utilizada para automatização de diversas rotinas no interior de uma residência. Outro termo utilizado para essa automação é Domótica que vem do francês *Domonique*, e significa “casa automática”.

As residências inteligentes empregam dispositivos e eletrodomésticos conectados para realizar ações, tarefas e rotinas automatizadas, com o objetivo de economizar recursos financeiros, tempo e energia. Os sistemas de automação residencial possibilitam a integração de diversos dispositivos inteligentes e eletrodomésticos, os quais são controlados de forma centralizada. Essa integração promove eficiência e praticidade aos moradores, contribuindo para uma experiência residencial aprimorada ([THORMUNDSSON, 2023](#)).

Segundo o autor [Radha \(2022\)](#), a tecnologia inteligente melhora a eficiência espacial e temporal. Muitos dos dispositivos e ambientes encontrados em uma Casa Inteligente auxiliam as pessoas a realizar suas rotinas, obrigações e hábitos diários de maneira simples, intuitiva e perspicaz. A tecnologia inteligente encoraja o uso contínuo e otimizado do espaço.

Com a queda dos preços do hardware a valores acessíveis, tornou-se economicamente viável conectar todas as coisas inteligentes à internet e assim aumentar a comunicação entre as elas gerando mais dados, os quais serão analisados e melhorando cada vez mais essa comunicação das coisas ([SCHWAB, 2018](#)).

Em uma pesquisa realizada em 2020 pela Antennas, encomendada pela Samsung, mostrou que consumidores levam em conta a capacidade de conexão dos dispositivos domésticos e que “90% dos entrevistados afirmaram que gostariam de ter a sua casa com todos os eletrodomésticos conectados” ([SANSUNG NEWSROOM BRASIL, 2020](#)). Isso evidencia o aumento do interesse da população pelas inovações tecnológicas que os permite minimizar os esforços nas atividades diárias. A mudança da natureza desses produtos está alterando a cadeia de valor, fazendo com que empresas

se mobilizem e repensem, alterando a sua estratégia para se destacar da concorrência. Produtos inteligentes capazes de se conectarem entre si e com o homem, estão gerando dados e iniciando uma nova era de competição na Tecnologia da Informação (TI). A análise desses dados permite melhorias dramáticas na funcionalidade e desempenho desses produtos.

As casas inteligentes oferecem uma melhor qualidade de vida ao introduzir o controle automatizado de eletrodomésticos e serviços assistivos. Vários sinônimos são usados para casas inteligentes, por exemplo, Domótica, *domotique*, *intelligent home*, casa adaptável (*adaptive home*) e casa consciente (*aware house*). Para [Wootton \(2020\)](#), diretor comercial da DomóticaBR automação Ltda, a automação residencial não é mais só questão de luxo, mas um benefício que a vida moderna proporciona para a população.

A Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (AURESIDE) foi fundada em fevereiro de 2000, e uma das diversas missões é fomentar a adoção de tecnologias de Automação Residencial no país. Ela oferece cursos e reúne usuários e profissionais que tenham interesse em conhecer o que há de mais atual em automação residencial ([AURESIDE, 2022](#)).

Segundo [Wootton \(2020\)](#), o ano de 2019 se destacou no avanço tecnológico para as casas conectadas no Brasil. Desde o lançamento do Google Assistant, que já tinha a versão em português (brasileiro), e ficou disponível no App Store e Google Play, sem custos, surgiram outros equipamentos que se utilizava do google assistant para recebimento de comando de voz, tais como: robô aspirador, TVs, iluminação e tomadas. Em 2019 chegou no Brasil o assistente virtual da Amazon, que havia sido lançada em 2014 nos Estados Unidos, chamada Alexa. Na mesma época vários fabricantes lançaram eletrodomésticos que se conectavam com assistentes virtuais tais como máquina de lavar e ar condicionados. O Google, posteriormente, lançou mundialmente a caixa inteligente, chamada Google Nest Mini, que tem valores próximos ao da Alexa.

A empresa [Libelium \(2020\)](#), após pesquisa com analistas de mercado e clientes, definiu e categorizou os diversos sensores existentes e, entre estes, o de automação residencial, que segundo ela, abrange o controle e monitoramento de energia e água,

ligar e desligar aparelhos remotamente, sistema de detecção de abertura e violação de janelas e portas por intrusos, monitoração de artes e bens no interior de museus.

4.2 PROTOTIPAGEM

Quanto aos processos de produção e apresentação de projetos do produto, estes tiveram uma grande evolução nos últimos anos. Os desenhos bidimensionais geravam dificuldade no entendimento e compreensão espacial dos objetos. Assim, as novas tecnologias e o desenvolvimento de equipamentos de prototipagem rápida possibilitaram a fabricação de modelos físicos dos objetos (protótipos) permitindo uma visualização mais clara e uma avaliação mais profunda e detalhada, facilitando a compreensão sobre o projeto, a fim de conseguir um produto final de qualidade e com menor tempo de execução e custos (PUPO, 2009). Batista (2012) explica que o desenvolvimento do modelo do projeto físico (protótipo) é ideal para verificar a viabilidade e visualizar opções de melhorias na forma ou função visando o aumento da qualidade do produto final.

No estado do Piauí, a Universidade Federal do Piauí abriga o Fab Lab THE, um Laboratório de Fabricação Digital e Prototipagem. Seu objetivo é disponibilizar à comunidade acesso a experiências com tecnologias de fabricação digital e prototipagem (FAB LAB THE, 2016). Em locais como o Laboratório de Prototipagem, o pensamento criativo é aplicado na criação de modelos físicos e são conduzidos estudos para a produção de protótipos industrialmente viáveis que atendam às demandas globais impulsionadas pela Internet das Coisas.

De acordo com Sculpteo (2020) a Manufatura Aditiva (AM) tem avançado além do seu uso exclusivo para prototipagem, sendo agora amplamente adotada na produção direta de peças funcionais de produtos finais. As empresas estão adotando a AM impulsionadas pelos benefícios que ela proporciona, tais como o aumento do retorno sobre o investimento, a capacidade de fabricar peças complexas e uma maior efetividade na comercialização de produtos e serviços. A AM surge como uma alternativa promissora para atender às demandas de um ambiente empresarial em constante evolução.

A prototipagem rápida envolve a criação de um modelo físico, também conhe-

cido como protótipo, a partir do desenvolvimento de uma representação tridimensional (3D) em um computador. Esse modelo é fabricado utilizando equipamentos conectados a um computador, os quais adicionam camadas sucessivas de materiais até a construção completa do objeto desejado. Essa abordagem permite que os projetistas criem protótipos a partir de seus projetos 3D, em vez de depender de representações bidimensionais (NAKAMURA et al., 2004).

Para o processo de desenvolvimento de um produto, existem ferramentas que proporcionam segurança e facilidade na execução do trabalho do projetista para obtenção de projetos com melhores qualidades e robustez, em curto intervalo de tempo.

As ferramentas CAD (Computer Aided Design), CAE (Computer Aided Engineer) e CAM (Computer Aided Manufacture) são as mais utilizadas como estratégias tecnológicas para melhoria no processo de desenvolvimento de novos produtos e para o lançamento destes no mercado em menor espaço de tempo (NAKAMURA et al., 2004; ULRICH, 2021).

A integração da IoT com ferramentas de CAD para modelagem potencializa as inovações em produtos e serviços. A conexão de dispositivos e a troca de informações em tempo real permitem a criação de produtos mais inteligentes e serviços personalizados. Com as ferramentas de CAD, é possível projetar e modelar produtos de forma mais eficiente e precisa, aproveitando todo o potencial oferecido pela IoT. Isso possibilita uma maior agilidade no desenvolvimento de soluções avançadas e a criação de produtos inovadores (SCULPTEO, 2020).

O CAD desempenha um papel significativo durante todo o ciclo de vida no processo de desenvolvimento de um produto. Ele permite, na fase de planejamento, que as ideias possam ser modeladas, possibilitando uma visão do desenho do produto em qualquer ângulo para todas as vistas, inclusive interna (camadas), além de detectar interferência entre as peças antes da prototipagem física ser implementada. Quanto mais conseguir representar na imagem os detalhes do produto do mundo real, mais eficaz ele será (MOREIRA, 2020; ULRICH, 2021).

A definição de Manufatura Aditiva (AM), segundo a sociedade *American Society for Testing and Materials* (ASTM), é um processo que une materiais para produzir peças através da deposição sucessiva de camadas, utilizando dados de um modelo

tridimensional. A Manufatura Aditiva é uma abordagem que difere das metodologias de fabricação subtrativas, em que o material é removido para criar a peça (KUMAR; PRASAD, 2021).

A tecnologia de manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, tornou-se amplamente difundida nos últimos anos tanto na indústria quanto no público em geral, principalmente após a expiração das primeiras patentes relacionadas a dispositivos e processos de manufatura aditiva. Essa tecnologia possui um potencial revolucionário para as indústrias, pois tem a capacidade de transformar as linhas de produção, proporcionando maior velocidade e redução de custos. Com a impressão 3D, é possível aumentar a eficiência na produção, agilizando processos e eliminando etapas desnecessárias. Isso resulta em produtos finais de alta qualidade, fabricados de maneira mais rápida e econômica, abrindo novas possibilidades e oportunidades para diversos setores industriais (SHAHRUBUDIN; LEE; RAMLAN, 2019).

Atualmente as impressoras 3D não estão presentes somente em ambiente industrial, mas também em residências, escolas e universidades. Está cada vez mais ampla a sua aplicação para o uso e personalização de produtos para área da saúde e indústria médica (ex. materiais odontológicos), arquitetura e eletrônica (SHAHRUBUDIN; LEE; RAMLAN, 2019; STANSBURY; IDACAVAGEC, 2016).

De acordo com o relatório *Wohlers Report 2020*, o mercado global de impressão 3D registrou um crescimento consistente nos últimos anos, mesmo diante dos desafios enfrentados em 2020, como a pandemia de COVID-19. Durante os últimos cinco anos, o mercado de impressão 3D apresentou uma taxa média anual de crescimento de cerca de 20%. Isso reflete a crescente adoção da tecnologia em diversos setores industriais, incluindo aeroespacial, automotivo, saúde, bens de consumo, arquitetura, educação e outros. Além disso, observou-se um notável crescimento geográfico, com regiões como Ásia, Europa e América do Norte apresentando um aumento significativo de atividade no mercado de impressão 3D. Esse crescimento é impulsionado pelo aumento do investimento em pesquisa e desenvolvimento, bem como por parcerias estratégicas entre empresas, instituições acadêmicas e governos, visando impulsionar ainda mais o crescimento e a inovação no setor (WOHLERS, 2020).

Conforme especificado pela Norma Brasileira (ABNT NBR) ISO/ASTM 52900,

um documento que estabelece e define os princípios e termos relacionados à tecnologia de manufatura aditiva, é realizada uma categorização dos processos dessa tecnologia. Esses processos incluem: *binder jetting*, *directed energy deposition*, *material extrusion*, *material jetting*, *powder bed fusion*, *sheet lamination* e *vat photopolymerization* conforme detalhado na Tabela 1 (ASTM 52900, 2015).

Tabela 1 – Categorização dos Processos de Manufatura Aditiva - Impressão 3D

Termo em Inglês	Conceito
Binder jetting	A tecnologia usa um aglutinante no jato que forma uma camada de pó. É utilizado para aplicação de fundição de partículas de pó, tais como metais, areias, polímeros, híbridos e cerâmicos. O aglutinante é aplicado sobre o pó somente quando necessário e em seguida é espalhada outra camadas de pó.
Directed energy deposition	É uso de energia térmica concentrada (laser, feixe de elétrons ou arco de plasma) para derreter e fundir o material que pode ser cerâmico, polímeros, mas principalmente usado são os metais e híbridos à base de metal, na forma de arame ou pó.
Material extrusion	O material é dispensado seletivamente através de um bocal ou orifício. São aplicações de termoplásticos aquecidos camada por camada, de baixo para cima. Quando há necessidade de suporte o equipamento depositar um material que será removido ao final.
Material jetting	São gotas de material de construção fotosensíveis a luz ultravioleta (fotopolímero, cerâmica, compósitos, biológicos e híbrido) que são depositadas seletivamente e solidificam.
Powder bed fusion (PBF)	Este método usa energia térmica (feixe de elétrons ou laser) para derreter ou fundir o pó do material em regiões pré determinada. A SLS (Sinterização Seletiva a Laser) utilizada para polímeros e DMLS (Solidificação Direta a Laser em Metal) utilizada para metais. Alguns dos materiais utilizados neste processo são metais, cerâmicas, polímeros, compósitos e híbridos.
Sheet lamination	Processo no qual folhas de material são unidas para formar uma peça. Utiliza processo de fabricação de objetos laminados (LOM) e a manufatura aditiva por ultrassom (UAM)
Vat photopolymerization	Processo no qual o fotopolímero líquido em uma cuba é curado seletivamente por polimerização ativada por luz (laser, luz ou ultravioleta). Utiliza-se de metal, resina ou plástico.

Fonte: Baseado em ASTM 52900 (2015)

A categoria de Manufatura Aditiva do tipo *Material Extrusion* pode ser utilizada

para imprimir multimateriais e impressão multicolorida de plásticos além de possuir baixo custo dos materiais (SHAH RUBUDIN; LEE; RAMLAN, 2019; STANSBURY; IDA-CAVAGEC, 2016).

De acordo com Santana et al. (2018), nos últimos anos, a tecnologia de impressão 3D baseada em extrusão tornou-se amplamente popular graças ao surgimento de projetos de código aberto e máquinas de baixo custo. Isso possibilitou que a tecnologia se tornasse acessível para usuários de todos os níveis.

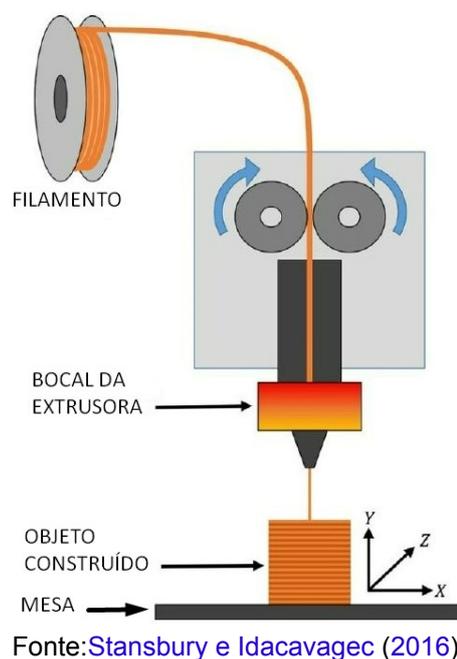
A tecnologia FDM (Fused Deposition Modeling), foi criada e patenteada pelo fundador da empresa Stratasys, Scott Crump, em 1989. Trata-se de um processo avançado de impressão 3D que permite a construção de objetos físicos por meio da sobreposição de camadas de material termoplástico. Ao contrário dos métodos tradicionais de fabricação, que são subtrativos, a tecnologia FDM é aditiva, o que torna possível criar geometrias complexas e peças com cavidades internas (STRATASYS, 2023).

De acordo com Daminabo et al. (2020), o método *Fused Filament Fabrication* (FFF), também conhecido como *Fused Deposition Modeling* (FDM), é uma técnica de manufatura aditiva do tipo *Material extrusion* que consiste em extrudar um filamento termoplástico através de um bocal, com o auxílio de duas rodas de alimentação, e depositar em uma mesa, aquecida ou não, camadas sucessivas para construir um objeto tridimensional (Figura 3). Nesse trabalho o autor detalha com mais profundidade as tecnologias baseadas em extrusão devido à sua escalabilidade, baixo custo e maior variedade de tipos de materiais para filamentos.

O processo começa com a seleção de um modelo 3D, que é então dividido em fatias, cada uma representando uma camada do objeto. O filamento termoplástico é alimentado por duas rodas, que o puxam através do bocal aquecido. À medida que o filamento passa pelo bocal, é fundido e depositado sobre a placa, que pode ou não ser aquecida, para formar a primeira camada. Após a deposição da primeira camada, as rodas de alimentação movem o filamento para depositar a próxima camada, e assim por diante, até que todo o objeto seja construído (DAMINABO et al., 2020).

O processo é controlado por um software de impressão 3D, que coordena o movimento da plataforma e o fluxo de filamento para produzir o objeto desejado. Uma vez que todas as camadas tenham sido depositadas e o objeto esteja completo, ele é

Figura 3 – Técnica modelagem por Deposição Fundida – FDM



resfriado e pode ser retirado da plataforma. Dependendo do material utilizado e do acabamento desejado, o objeto pode ser submetido a processos de pós-processamento, como lixamento, pintura ou polimento (DAMINABO et al., 2020).

Existem modelos de impressoras 3D que trabalham com diversos tipos de materiais, tais como: ácido polilático (PLA), acrilonitrila butadieno estireno (ABS), PVA, HIPS, Nylon, Borracha, Timberfill, Woodlay, Flex, MY-ABS, politereftalato de etileno glicol (PETG) e muitos outros (DEY; EAGLE; YODO, 2021).

Um estudo realizado por Santana et al. (2018), comparou a resistência dos materiais PETG e PLA quanto à tração e sensibilidade térmica. Segundo o autor, o PLA possui maior tensão máxima, superioridade mecânica e elevada rigidez em relação ao PETG. Já o PETG demonstrou ser mais estável termicamente por não apresentar alterações significativas em seu comportamento térmico após ser processado.

O polímero biodegradável PLA é fabricado a partir da dextrose (açúcar). Trata-se de um polímero sintético termoplástico que vem substituindo os plásticos convencionais em diversas aplicações, além de ser um produto reciclável. Esse material é produzido pela ação de bactéria que fermentam vegetais ricos em amido e produzem o Ácido Lático que se unem em cadeias de repetição formando este versátil polímero, além de ser um material quimicamente inerte, o que significa que não reage com outras

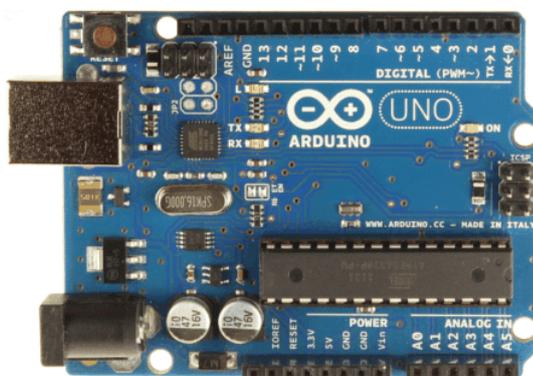
substâncias (SANTANA et al., 2018).

Em compensação o PLA possui uma baixa tenacidade, o que pode torná-lo menos resistente a impactos e fraturas. Além disso, o material tem uma baixa taxa de degradação, o que significa que ele pode permanecer no ambiente por um longo período de tempo. Outra desvantagem é sua hidrofobicidade, o que significa que o PLA tem pouca afinidade com a água e pode ser difícil de pintar ou revestir com outros materiais à base de água (RECH et al., 2021). No trabalho de Banjanin et al. (2018) foi testado e confirmado, através do teste de compressão, que o material ABS apresenta um comportamento mais dúctil que o PLA.

4.2.1 Materiais de Prototipação

O Arduino é uma placa de prototipação eletrônica (Figura 4) com capacidade de processamento de dados e que podem interagir com o ambiente por meio de hardware e software (MCROBERTS, 2011). O hardware é composto basicamente por uma placa com microcontrolador Atmel AVR, que possui diversas portas I/O (entrada e saída) de dados. A programação do dispositivo é realizada utilizando um software licenciado de código aberto chamado Interface de Desenvolvimento Integrado (IDE) (ALVES, 2018; ARDIANSAH et al., 2020). A IDE é uma aplicação que utiliza linguagem escrita em Java e é preparado para introduzir a programação para pessoas que tem baixo conhecimento em desenvolvimento de softwares.

Figura 4 – Arduino Uno



Fonte: Arduino (2022).

Os microcontroladores são normalmente aplicados em eletrodomésticos, prototipagem de software, sistemas automotivos (sistema de ignição ou ventilador do radi-

ador), robótica e ambientes de pesquisa (RAFIQUZZAMAN, 2018). No mercado atual, existem diversos microcontroladores com diferentes estruturas e capacidades. Nos últimos anos, o número de aplicações desenvolvidas usando microcontroladores aumentou rapidamente (GÜVEN et al., 2017).

A plataforma eletrônica Arduino possui preço acessível e é fácil de usar. Ele tem sido utilizado em milhares de projetos por possuir um software de fácil usabilidade ideal para iniciantes, mas flexível o suficiente para usuários avançados, além de ser compatível com diferentes sistemas operacionais (Mac, Windows e Linux). Essa plataforma é especialmente adequada para ambientes educacionais que buscam obter resultados de forma rápida e eficiente (ARDIANSAH et al., 2020).

Segundo McRoberts (2011, p.24) o hardware e o software do Arduino possuem fonte aberta (*open source*), o que significa que “o código, os esquemas, o projeto e etc, podem ser utilizados livremente por qualquer pessoa e com qualquer propósito”. Dessa forma, há muitas placas-clone e outras placas com base no Arduino disponíveis para compra, ou que podem ser criadas a partir de um diagrama. A empresa só impõe uma restrição de denominar na placa-clone a palavra “Arduino”, sendo o nome exclusivo da marca. São exemplos de placas-clone: Freeduino, Roboduino etc.

O Hardware do Arduino original é fabricado pela companhia Smart Projects e alguns pela SparkFun Electronics e já foram produzidos 13 versões do dispositivo, conforme ilustrado pela Tabela 2.

Tabela 2 – Versões do Hardware Arduino

Modelos de Arduíno	
Serial Arduino	Arduino NG plus
Aduino Extreme	Aduino BT
Aduino Mini	Aduino Diecimila
Aduino Nano	Aduino Duemilanove
LilyPadAduino	Aduino Due
Aduino NG	Aduino Leonardo
Aduino Mega	Aduino Uno

Fonte:Elaborado pela autora (2023)

Para a construção de produtos que requerem alta precisão nos movimentos, posicionamento ou velocidade de rotação do objeto, existem diversos tipos de motores amplamente utilizados em conjunto com o Arduino. Warren, Adams e Molle (2019) citam os mais comuns no mercado, são eles:

1. **Motor de Corrente Contínua (DC)** - são motores elétricos que funcionam com corrente contínua. Eles são mais fáceis de controlar com o Arduino e são ideais para aplicações simples, como acionar rolamentos ou ventiladores.
2. **Servo Motores** - são motores elétricos usados para aplicações de controle de posição. Eles são precisos e podem ser facilmente controlados pelo Arduino através de um módulo *Pulse Width Modulation* (PWM). O PWM é uma forma de controlar a potência de equipamentos elétricos ligando e desligando a tensão.
3. **Motores de Passo** - são motores elétricos que funcionam com pulsos elétricos e são ideais para aplicações precisas, como o posicionamento de robôs. Eles podem ser controlados facilmente pelo Arduino. Conectados a ele tem o Driver ULN2003 que é opção confiável e econômica para acionar motores de passo, especialmente em aplicações que requerem alta potência e precisão (Figura 5).

Figura 5 – Motor de Passos



Fonte: [Eletrogate \(2023\)](#)

4. **Motores de Corrente Alternada (AC)** - são motores que funcionam com corrente alternada e são mais complexos de controlar do que os motores DC. Eles requerem um controlador de corrente alternada externo para serem usados com o Arduino.

Comparando os tipos de motores, conclui-se que os motores DC são os mais simples de controlar e os mais baratos, enquanto os motores de passo são os mais precisos. Os motores servo são uma opção adequada para aplicações que demandam velocidade, embora possam apresentar desafios na precisão de controle. Por

outro lado, os motores AC são os mais potentes, mas também os mais complexos de controlar (WARREN; ADAMS; MOLLE, 2019).

Há o Driver Ponte H Dupla L298N que permite que o motor seja controlado em ambas as direções, possibilitando o uso em aplicações que requerem movimento bidirecional. Esse módulo possui duas saídas de energia de 5 Volt (5V). Além disso esse módulo foi desenvolvido para controlar motores DC ou motores de passo.

Visando assegurar a continuidade na transmissão de energia elétrica e/ou sinais, o conector rotativo possui contatos elétricos deslizantes que possibilitam a passagem desses elementos durante a rotação. Tal dispositivo encontra aplicação em diversos setores, como energia eólica, robótica, equipamentos médicos e máquinas industriais.

A utilização da rede wireless, em especial o Wi-Fi, possibilita fazer uso da comunicação entre computador e microcontrolador bem como entre o aplicativo (Android) e o microcontrolador (LECHETA, 2012). Essa utilização é muito útil, pois proporciona mais liberdade em relação a não necessidade de proximidade com o objeto a ser enviado um comando. São exemplos de comunicação: a rádio frequência, Bluetooth e WiFi. O Wi-Fi tem velocidade mais rápida, melhor segurança e maior alcance em comparação com as tecnologias sem fio padrão (ALVES, 2018).

O ESP8266 ESP-12E (Figura 6) é um módulo Wi-Fi de baixo custo que é amplamente utilizado para projetos de Internet das coisas (IoT). Ele é baseado no chip ESP8266 da Espressif Systems e vem com 4 megabytes (MB) de memória flash incorporada. Ele é fácil de usar, possui uma boa quantidade de recursos, incluindo conectividade Wi-Fi, e é barato o suficiente para ser usado em projetos em massa. Além disso, existe uma ampla comunidade de desenvolvedores e recursos disponíveis na Internet para ajudar a implementar projetos com o ESP8266 ESP-12E (OLIVEIRA, 2021).

Os anéis deslizantes rotativos são peças fundamentais em uma variedade de aplicações, como robôs de múltiplos eixos na indústria 4.0, turbinas eólicas para geração sustentável de energia, máquinas-ferramenta e sistemas médicos, entre outros. Sua função é manter a conexão elétrica contínua entre partes fixas e móveis em sistemas mecânicos. Esses componentes são conhecidos por diferentes termos, como juntas rotativas, interfaces elétricas rotativas, conectores rotativos, coletores e articulações (SHEPARD, 2023).

Figura 6 – Módulo Wi-Fi ESP8266



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

4.2.2 Sistema Operacional Android

A Plataforma Android é um sistema operacional móvel, de código aberto, desenvolvido pela *Open Handset Alliance* (OHA) e liderado pelo Google. A OHA é uma aliança, nascida em 2007, após a fusão de 84 empresas de hardware, software e telecomunicações aspirando desenvolver softwares de código aberto para dispositivos móveis e promover o sistema operacional Android (LECHETA, 2018). O objetivo da OHA é ter um produto compartilhado que cada colaborador possa ajustar e personalizar.

Segundo Lecheta (2018) o sistema operacional Android é o líder de mercado mundial neste segmento e atualmente está disponível para diversas plataformas como: smartphones, tablets, televisores e carros.

Devido a sua grande quantidade de recursos, tais como acesso à Internet, câmera, GPS, sensores, entre outros; o Android é capaz de se comunicar com dispositivos IoT, permitindo o gerenciamento remoto do equipamento (LECHETA, 2012). A sua característica de código aberto permite o desenvolvimento de aplicativos através da plataforma Android, onde estão incluídas conjuntos de Interfaces de Programação de Aplicação (API), bibliotecas e ferramentas para desenvolver, testar e publicar aplicativos. Há também suporte e treinamento na plataforma para as linguagens de programação Java e Kotlin (GOOGLE DEVELOPERS, 2023). Um outra vantagem da plataforma Android é sua grande quantidade de usuários, que fornece aos desenvolvedores um vasto público com pontencial uso para seus aplicativos (LECHETA, 2015).

5 METODOLOGIA

O trabalho segue uma abordagem exploratória, envolvendo investigação e desenvolvimento experimental. Foram realizadas pesquisas bibliográficas e análise de patentes para compreender as funcionalidades e requisitos da luminária. A metodologia adotada proporcionou uma abordagem sistemática visando a construção satisfatória do protótipo, com foco na aplicação prática.

O método de pesquisa exploratória busca aprimorar ideias ou descobrir intuições (GIL, 2002). O principal objetivo da pesquisa exploratória, de acordo com as autoras Acevedo e Nohara (2007), é possibilitar uma maior compreensão do fenômeno em estudo para demarcar, de forma mais precisa, o problema. No que diz respeito aos objetivos, a pesquisa é do tipo exploratória e adota como procedimentos técnicos a pesquisa bibliográfica.

A abordagem metodológica e as etapas de investigação foram promovidas conforme as seguintes fases, por meio de uma pesquisa exploratória e descritiva:

- a) Levantamento bibliográfico de publicações de artigos no ScienceDirect, SciELO e IEEEExplore considerando os últimos 10 anos, para efeitos de comparação e de caracterização do atual estado da arte;
- b) Consultar o estado da arte relacionadas à luminária que utiliza tecnologia IoT acessando a base de dados de patentes. Essa pesquisa foi realizada utilizando o sistema de busca avançada de patentes da ferramenta Questel Orbit e no INPI;
- c) Tratamento e análise preliminar dos resultados obtidos;
- d) Desenvolvimento de um protótipo de uma luminária.
- e) Proposição de oportunidades para futuros trabalhos.

A abordagem funcional baseou-se na natureza das atividades de Investigação e o Desenvolvimento Experimental (ID) que segundo o Manual de Frascati OCDE (2007) “incluem o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para aumentar o campo dos conhecimentos, incluindo o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, e a utilização desses conhecimentos para criar novas aplicações”.

Este trabalho utilizou o método ID, segundo o Manual de Frascati, tendo em vista se tratar de um trabalho sistemático fundamentado nos conhecimentos obtidos através

da investigação e da experiência prática, aos quais se dirigem à melhoria considerável de um produto já existente.

A atividade deste trabalho é considerada uma ID, visto que o objetivo principal é introduzir melhorias técnicas no produto (luminária). Esta pesquisa se encerra na fase do protótipo, que é um modelo original construído de forma a incluir todas as características técnicas e de funcionamento do novo produto. Nesse sentido, fazem parte do processo: o desenho, a construção e os ensaios com os protótipos. Salienta-se que após serem realizados todos os ensaios e finalizado o protótipo de forma satisfatória, será concluída a atividade de ID (OCDE, 2007).

De acordo Ulrich e Eppinger (2012), para se realizar o desenvolvimento de um produto identificam-se seis fases, descritas a seguir. Este trabalho propôs-se a seguir até a fase quatro, que faz referência a Testes e Refinamentos do Protótipo (Figura 7), pois é onde termina a atividade ID. São essas as fases segundo Ulrich e Eppinger (2012):

Figura 7 – Processo de Desenvolvimento de um Produto



Fonte:Elaborado pelo autor e adaptado de Ulrich e Eppinger (2012)

1. **Planejamento** (Fase 0) - identificar a oportunidade, avaliar o desenvolvimento tecnológico, buscando novas tecnologias disponíveis através da prospecção tecnológica .
2. **Desenvolvimento de Conceito** (Fase 1) - descrever a forma, função e características de produtos utilizados no protótipo, além de justificar economicamente o projeto.
3. **Projeto no Nível do Sistema** (Fase 2) - definir como vai ser a forma do produto, elaborar o projeto preliminar, fazer especificações, utilizar as ferramentas CAD para melhor visualização.
4. **Projeto Detalhado** (Fase 3) - detalhar os materiais e sistemas a serem utilizados, bem como iniciar a montagem do protótipo.

5. Teste e Refinamento (Fase 4) - construir e avaliar versões de pré-produção do protótipo *alfa*.

No desenvolvimento do presente trabalho utilizou a metodologia de pesquisa exploratória com abordagem qualitativa. A pesquisa realizada seguiu as seguintes etapas: primeiramente, foi iniciado o serviço pela prospecção da tecnologia, visando identificar o que já se tem desenvolvido no mercado, bem como foi realizado um planejamento da formulação do experimento, fazendo, por conseguinte, um estudo de viabilidade acerca da criação de protótipos de teste; após isso, foi analisados os aspectos referentes à validação do protótipo, ao qual se incluem testes e aferições de possíveis deficiências, visando comprovar seu perfeito funcionamento, legitimando – portanto - sua capacidade de atingir todos objetivos propostos.

5.1 LISTA DAS ETAPAS METODOLÓGICAS

Apresentam-se, a seguir, as etapas metodológicas para a busca de anterioridade, para a composição de custo para criação do protótipo e para o desenvolvimento do protótipo da luminária.

5.1.1 Etapa Metodológica 1 - Busca de Anterioridade

A busca por patentes foi realizada no período de 20 de novembro de 2022 a 11 de fevereiro de 2023 nas bases de dados de patentes disponíveis no software Orbit Intelligence by Questel versão 1.9.8, além de uma busca a partir do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). A abordagem metodológica e as etapas de investigação foram promovidas conforme as seguintes etapas, por meio de uma pesquisa exploratória e descritiva: a) Levantamento bibliográfico de publicações de artigos no ScienceDirect, SciELO e IEEEExplore considerando os últimos 10 anos, para efeitos de comparação e de caracterização do atual estado da arte; b) Acesso a base de dados de patentes relacionadas à luminária que utiliza tecnologia IoT por meio do sistema de busca avançada de patentes da ferramenta Questel Orbit e no INPI; c) Tratamento e análise preliminar dos resultados obtidos; d) Análise e comparação de patentes relacionadas ao protótipo da luminária d) Proposição de oportunidades para futuros trabalhos

A Classificação Internacional de Patentes (IPC) mais representativas foram apontadas com a finalidade de apresentar o cenário atual do desenvolvimento de dispositivos de iluminação com uso de tecnologias IoT.

A escolha dessas plataformas para busca de artigos foi em decorrência do ScienceDirect ser a principal fonte mundial de pesquisa científica, técnica e médica; a SciELO por ser uma base de dados que reúne revistas científicas brasileiras e assim buscar o que há de produção no Brasil sobre o tema; e a IEEEXplore por publicar uma literatura técnica da mais alta qualidade do mundo em engenharia e tecnologia, buscando o avanço da inovação tecnológica e excelência para o benefício da humanidade. A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de novembro de 2022 a fevereiro de 2023. Para a seleção dos documentos mais relevantes relacionados ao tema abordado neste contexto, foram considerados os idiomas em português, inglês e espanhol. Na Tabela 3 são listadas as palavras-chave utilizadas e as bases de dados pesquisadas para obter os documentos que embasaram a elaboração deste artigo

Tabela 3 – Palavras-chaves utilizadas nas buscas nas bases científicas

Base de Dados	Palavra-chave da busca
ScienceDirect	“Luminaire and Intelligent” e “Luminaire and Home automation”
IEEEXplore	“Luminaire and intellig*” ;“Luminaire and IOT”; “Luminaire and Height”; “Luminaire and Home Automation”
SciELO	“Luminária and altura”

Fonte:Elaborada pela autora (2023).

Os termos utilizados na pesquisa de patentes foram “Luminaire”, “Intellig+”, “IOT”, “Home automation” e “Height”, em dois grupos, nos campos de *Title* e *Abstract* disponíveis pelo software Orbit Intelligence, versão 1.9.8 (QUESTEL ORBIT, 2023). O Operador booleano “AND” foi utilizado para unir os resultados aos termo “Luminaire” em um primeiro grupo, pois se refere ao objeto tecnológico, também se utiliza “OR” para unir no segundo grupo, os termos “Intellig+”, “IoT”, “Home automation” e “Height”, pois eles se referem ao atributo de aplicação da tecnologia. O caracter de truncagem “+” foi utilizado no termo “Intellig+” para ampliar as possibilidades do resultado. Na Tabela 4 são listadas as palavras-chave utilizadas e as bases de dados de patentes.

As pesquisas foram realizadas na base do INPI para contemplar os resultados do banco nacional de patentes. A pesquisa na base de dados do INPI além das pala-

Tabela 4 – Palavras-chaves utilizadas nas buscas de dados de patentes

Palavras - Chave	INPI	ORBIT
Luminaire and intellig+	0	175
Luminaire and IOT	0	14
Luminaire and Home Automation	0	3
Luminaire and Height	0	797
((Luminaire) and (intellig+ or iot or home automation or height))	0	986
Luminária and intelig*	15	28
Luminária and oit	1	1
Luminária and automação residencial	0	0
Luminária and altura	38	92
((Luminária) and (intelig* or oit or automação residencial or altura))	53	120

Fonte:Elaborada pela autora (2023).

avras em inglês teve sua tradução das palavras-chave, a saber: luminária, intelig*, oit, automação residencial e altura. O quantitativo total de recuperados nas bases de patentes foi consolidado. Foi realizada uma análise qualitativa das patentes, as redundantes e os depósitos que não correspondiam ao objetivo deste estudo foram excluídas. As análises e resultados foram apresentados no próximo tópico por meio de textos, tabelas e gráficos.

5.1.2 Etapa Metodológica 2 - Composição de Custo para Criação do Protótipo

A construção desse protótipo foi realizada no Laboratório de Prototipagem da UFPI, que dispõe de diversos equipamentos necessários para a construção (Figura 8). Salienta-se que não houveram custos pela utilização de tais equipamentos, tendo em vista que o laboratório de Prototipagem - Fab Lab THE localiza-se nas dependências da Universidade Federal do Piauí, e que os instrumentos são de livre uso para fins de pesquisa.

Para definição dos detalhes acerca da escolha dos materiais, montagem do projeto, escolha do melhor hardware e softwares a serem aplicados, desenvolvimento

Figura 8 – Custos dos Materiais Permanentes

Materiais Existentes no FabLab/UFPI	Quantidade	Custo Unitário
Microcomputador. Acer	1	R\$ 3.000,00
Impressora a Laser	1	R\$ 1.500,00
Impressora 3D (Zmorph)	1	R\$ 23.358,80
Ferramentas	1	R\$ 300,00
Máquina de solda	1	R\$ 2.568,69
Furadeira e Parafusadeira	1	R\$ 659,00
Máquina de corte a laser	1	R\$ 23.942,10
TOTAL	7	R\$ 55.328,59

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

do aplicativo de controle do protótipo, foi necessária a participação de um técnico de maquetes e prototipagem e um técnico em TI. Importante destacar que os serviços a serem prestados por tais profissionais não incidiram em ônus para a contabilização financeira do projeto, tendo em vista que a UFPI dispõe de um laboratório de prototipagem e que tais profissionais atuam em parceria colaborativa, tendo em vista o firmamento do Termo de Concordância em participação voluntária na pesquisa.

Para desenvolver o projeto foram utilizados alguns materiais de consumo, listados na Figura 9, os quais já se encontram disponíveis no laboratório, não acarretando em custos adicionais para a pesquisa. Na referida figura, observa-se a coluna de Valor Gasto, que contém apenas os itens não presentes no laboratório, sendo necessária a compra. Dessa forma, houve uma economia de R\$264,30 em gasto com materias de consumo.

Figura 9 – Custos dos Materiais de Consumo

Materiais a adquirir	Quantidade	Custo Unitário	Valor Gasto
Rolo de filamento PLA	1	R\$ 109,00	R\$ -
Rolo de filamento ABS	1	R\$ 109,00	R\$ -
Lâmpada LED (spot)	1	R\$ 26,00	R\$ 26,00
Fio para luminária	2	R\$ 3,70	R\$ 7,40
Motor de Passos (288YJ-48 Ukn2003 DC 5V) compatível com arduino	1	R\$ 18,00	R\$ 18,00
Kit arduino iniciante (Placa Arduino Uno R3, protoboard 400 pontos, resistores)	1	R\$ 179,00	R\$ 179,00
Protoboard 830 furos	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Módulo bluetooth HC-05	1	R\$ 35,00	R\$ 35,00
Módulo Wi-Fi ESP82266 ESP-12E	1	R\$ 40,00	R\$ 40,00
Placa MDF	1	R\$ 20,00	R\$ -
Placa de isopor	1	R\$ 10,00	R\$ -
Fonte de energia	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
Fita isolante	1	R\$ 20,00	R\$ -
TOTAL		R\$ 614,70	R\$ 350,40

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Nesse contexto, observa-se que para o desenvolvimento e construção do protótipo haverá um custo total de R\$ 350,40, em conformidade com os dados constantes

na Figura 10.

Figura 10 – Quadro Resumo

Itens	Orçamento com Materiais Existentes	Orçamento com Materias Pagos
Materiais permantenes	R\$ 55.328,59	R\$ -
Materias de Consumo	R\$ 614,70	R\$ 350,40
TOTAL		R\$ 350,40

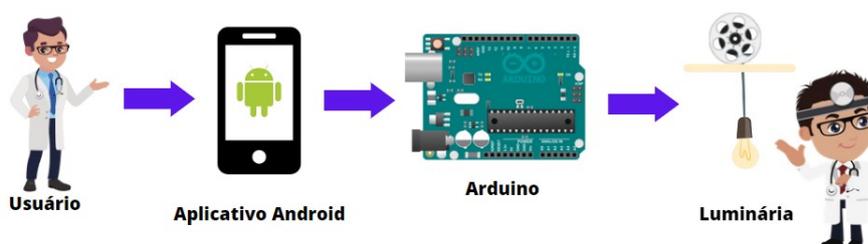
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Em 2004, foi estabelecido por meio da Lei de Inovação Tecnológica no Brasil (Lei nº 10.973/2004) que as Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) seriam obrigadas a possuir Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT). De acordo com [Tukoff-Guimarães et al. \(2014\)](#) o NIT das ICT's possuem um amplo conhecimento em métodos de valoração de tecnologias e patentes. Este capítulo teve como objetivo auxiliá-los na definição do valor da patente, destacando a etapa de custos nesse processo.

5.1.3 Etapa Metodológica 3 - Desenvolvimento do Protótipo da Luminária

A interação do usuário com a luminária é realizada por meio da utilização de um aplicativo para aparelhos com sistema operacional Android. A forma de comunicação, entre o usuário e a luminária, foi realizada por meio de uma placa prototipagem Arduino, que foi codificada e tratará a informação dos comandos predefinidos pelo aplicativo Android. Tal comunicação, entre a placa e os aparelhos, representada na Figura 11, é realizada através de conexão wireless do tipo WiFi.

Figura 11 – Esquema de Interação Usuário-Luminária



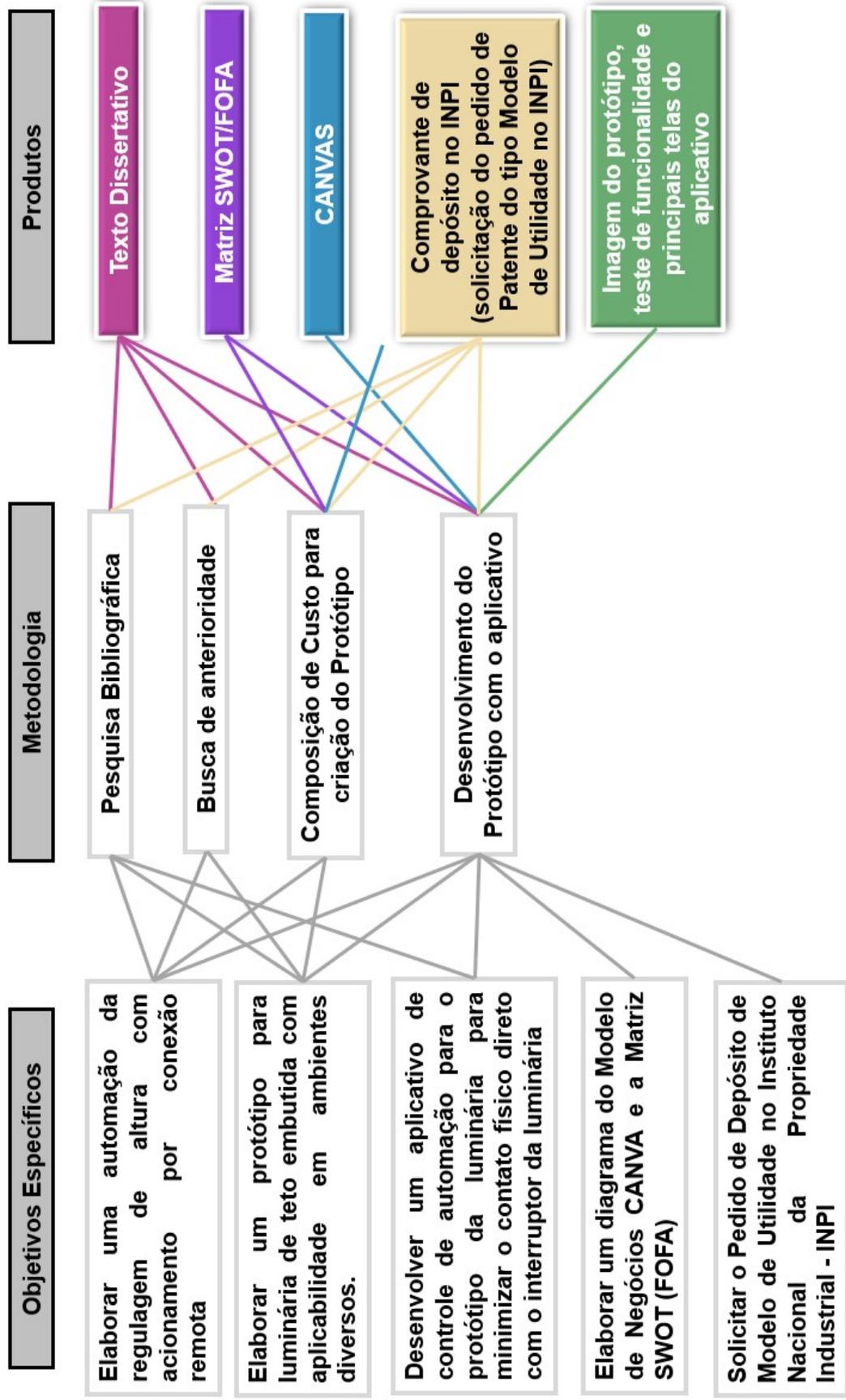
Fonte: Elaborado pela autora (2023)

O modelo do carretel, utilizado no protótipo, foi desenvolvido e projetado por meio do aplicativo de Web Desing tridimensional e foi produzido na impressora 3D disponível no Fab Lab THE. Tal carretel tem a função de conduzir e organizar o fio

de sustentação da luminária o qual é enrolado na caixa embutida no teto. Para a impressão desse modelo foram utilizados os filamentos do tipo PLA e ABS.

Por fim, houve a necessidade de incluir no projeto, um motor de corrente contínua (12v), compatível com o Arduino, a ser adaptado no carretel, ao qual proporcionou um melhor controle e precisão da rotação do carretel para um ajuste na exatidão da altura da luminária.

5.2 MATRIZ DE VALIDAÇÃO/AMARRAÇÃO



6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O artigo desenvolvido verificou o desenvolvimento de conhecimentos na temática de iluminação voltados para automação residencial e Internet das Coisas (IoT) e sobre o estado da arte de pedidos de patentes no mundo neste tema.

6.1 ETAPA METODOLÓGICA 1 - BUSCA DE ANTERIORIDADE

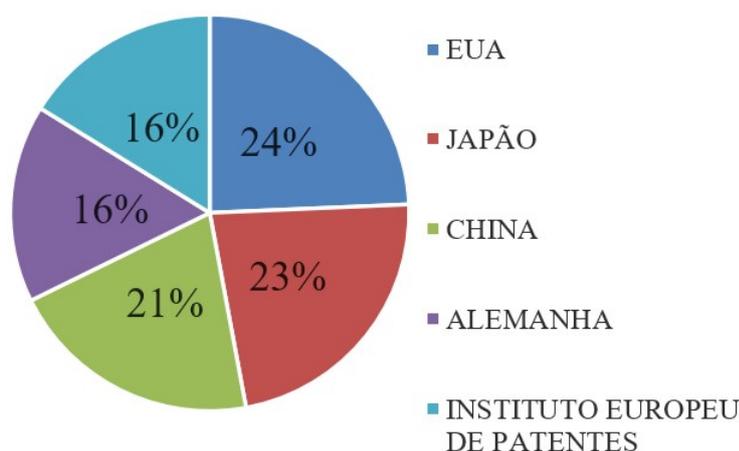
A busca de anterioridade foi conduzida de acordo com a metodologia proposta, e os resultados obtidos foram resumidos na Tabela 4, com base em buscas na base de dados Orbit e INPI. No Orbit, foram identificados 986 pedidos de patentes ao realizar uma busca abrangente com as palavras-chave “((Luminaire) and (intellig+ or iot or home automation or height))”. O maior número de resultados no INPI foi obtido através da busca completa por “((Luminária) and (intelig* or IoT or automação residencial or altura))”, onde foram encontrados 53 pedidos de patentes. No entanto, em uma combinação de termos pesquisados, não foram encontrados resultados nas duas bases de dados. Em contraste com o ORBIT, que abrange diversas bases em diferentes países, a busca de patentes no INPI está restrita ao território brasileiro resultando em um número reduzido de pedidos de patentes relacionados a essa abordagem.

Na busca realizada no INPI, as patentes identificadas estão relacionadas a produtos no campo da iluminação pública, incluindo dispositivos facilitadores de instalação de luminárias e modelos de estrutura de luminárias. No entanto, não foram encontradas patentes relacionadas à automação, controle de altura ou para melhoria da eficiência energética. Dentre os 986 pedidos de patentes encontrados no Orbit, 642 são patentes mortas (revogadas, expiradas ou caducadas) e 344 são patentes vivas, sendo que dessas 269 são garantidas e 75 estão pendentes de análise.

Os países que estão liderando na proteção de famílias de patentes, nesta busca, em ordem crescente de quantidade, são: EUA (125), Japão (117), China (106), Alemanha (83) e Instituto Europeu de Patentes (83) e pode ser visualizado no Figura 12. Segundo relatório da [Mordor Intelligence \(2022a\)](#), prevê-se que o mercado de casas inteligentes nos EUA alcance US\$ 49,98 bilhões até 2026, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 12,18% de 2021 a 2026. Nos últimos anos, a região

Ásia-Pacífico (China e Japão) tem experimentado um avanço devido à expansão da infraestrutura inteligente, adoção de soluções de iluminação inteligente em setores privados e comerciais, e grandes investimentos governamentais em infraestrutura pública [Mordor Intelligence \(2022b\)](#).

Figura 12 – Países que estão liderando na proteção de famílias de patentes

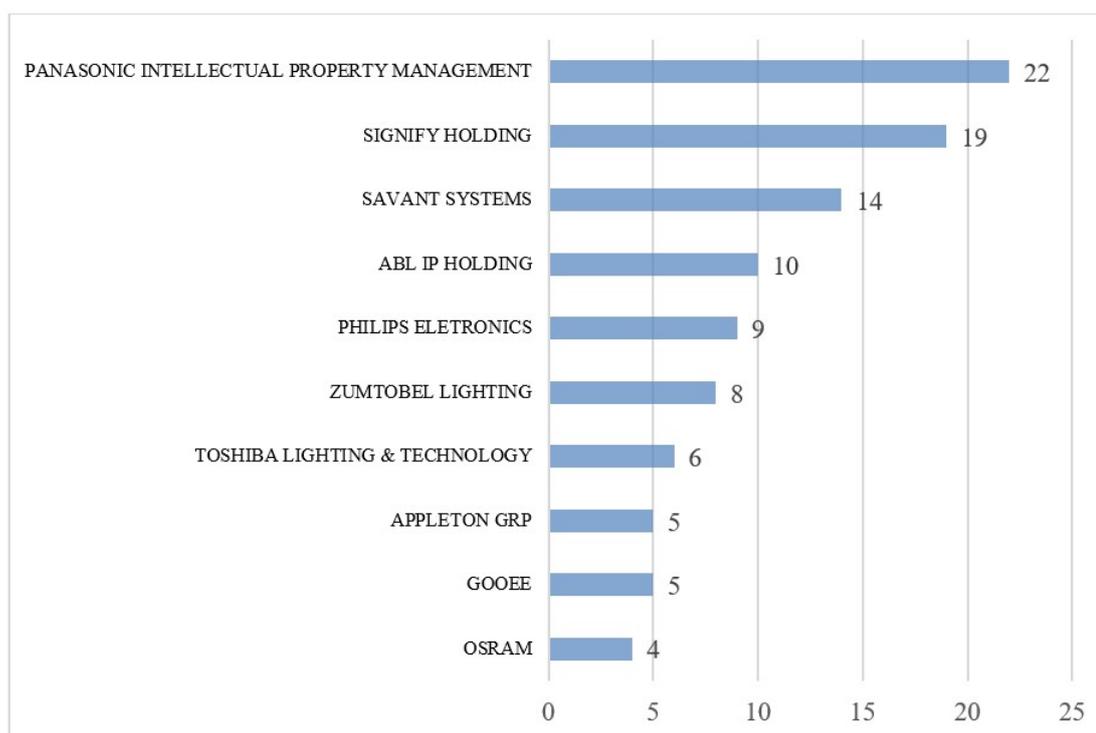


Fonte:Elaborada pela autora (2023), dados gerados pelo Questel Orbit.

Os principais cessionários, ou seja, os titulares dos direitos das patentes e responsáveis por explorar comercialmente as invenções, estão representados na Figura 13, sendo exclusivamente empresas, sem a presença de instituições de ensino. As empresas procuram proteger suas inovações por meio de patentes para obter vantagens competitivas e explorar comercialmente suas descobertas. Portanto, é provável que essa área patentária esteja relacionada a setores industriais e comerciais, com foco em produtos ou tecnologias que possam ser comercializados. Essas medidas visam proteger contra a concorrência e garantir exclusividade em seus respectivos mercados, refletindo os esforços competitivos das empresas envolvidas e as tendências tecnológicas em seus setores específicos.

Dentre os resultados obtidos, no âmbito de instituições responsáveis por estas publicações de patente, as duas empresas que mais se destacaram foram: empresa Panasonic Intellectual Property Management, Savant Systems e a Signify Holding. A primeira é uma empresa japonesa que tem como foco principal a gestão e proteção da propriedade intelectual da Panasonic Corporation e suas afiliadas. A segunda é uma empresa dos EUA líder no desenvolvimento de produtos em automação residencial. A terceira trata-se da antiga empresa Philips Lighting, empresa holandesa, que se destaca em produtos, sistemas e serviços de iluminação de alta qualidade e com eficiência

Figura 13 – As 10 principais cessionárias das famílias de patentes

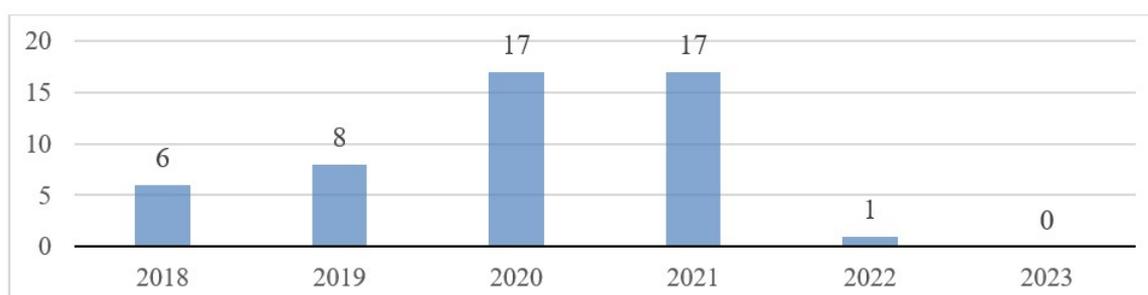


Fonte:Elaborada pela autora (2023), dados gerados pelo Questel Orbit.

energética.

Nos últimos cinco anos, foi observado um crescimento na área com base em 75 patentes vivas pendentes de análise. Em 2018, foram registradas 6 famílias de patentes em análise, número que aumentou para 8 em 2019 e para 17 em 2020 (Figura 14). É importante ressaltar que os pedidos de patente tiveram uma queda nos anos de 2022 e 2023, possivelmente devido ao período de sigilo de até 18 meses em que o depósito fica sob guarda da repartição, sem divulgação. No entanto, considerando a evolução da tecnologia, espera-se que os resultados continuem em crescimento quando esses números forem computados.

Figura 14 – Quantidade de Família de Patente/Ano dos últimos cinco anos



Fonte:Elaborada pela autora (2023), dados gerados pelo Questel Orbit.

Segundo [Paulo e Calvet \(2022\)](#) A necessidade de economizar energia, aumentar a eficiência energética, aprimorar experiência do usuário e adotar tecnologias de IoT impulsionam a demanda por iluminação inteligente em residências, escritórios e indústrias.

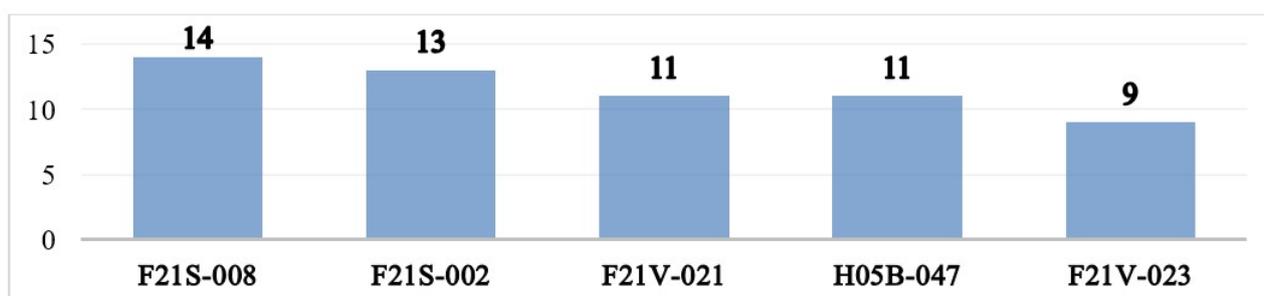
A pandemia COVID-19 de 2020 pode ter contribuído ao gerar transformações nos comportamentos e necessidades das pessoas, como o aumento do trabalho remoto e uma maior conscientização em relação à saúde e segurança. Essas mudanças podem ter estimulado a demanda por soluções de iluminação e energia mais eficientes, sustentáveis e adaptáveis, resultando no crescimento das famílias de patentes.

Outro fator foi que durante a pandemia, muitas empresas e instituições de pesquisa receberam incentivos e financiamentos para desenvolver tecnologias e soluções que ajudassem a enfrentar os desafios relacionados à COVID-19. Isso pode ter impulsionado o investimento em pesquisa e desenvolvimento na área de iluminação e energia, resultando em um aumento nas famílias de patentes.

Segundo o relatório de mercado da [Marketsand Markets \(2021\)](#), prevê-se que o mercado global de iluminação inteligente alcance um valor de US \$27,7 bilhões até 2026, tendo apresentado uma taxa de crescimento de 16,7% entre 2021 e 2022.

Em seguida, foi realizado um levantamento dos grupos da International Patent Classification (IPC) ou Classificação Internacional de Patentes ([WIPO, 2019](#)). Como pode ser visto na Figura 15.

Figura 15 – As cinco principais subclasses do IPC/quantidade de Família de Patente (Orbit)



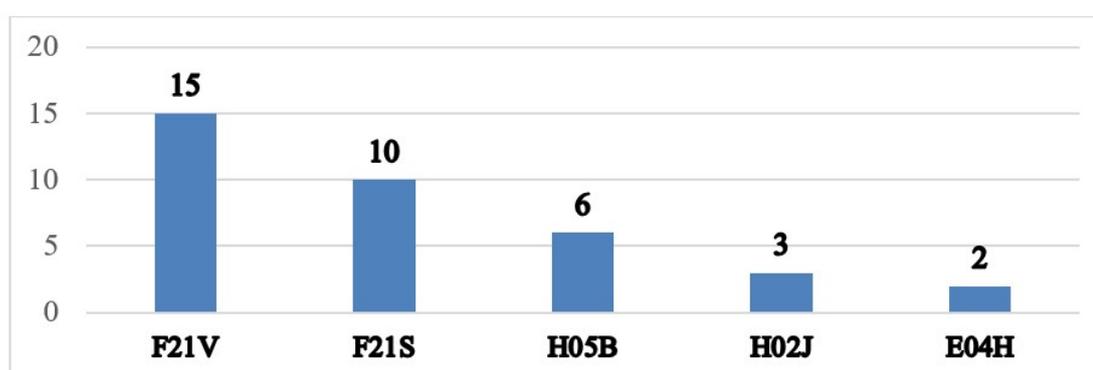
Fonte:Elaborada pela autora (2023), dados gerados pelo Questel Orbit.

A Figura 15 apresenta a classificação das patentes nas subclasses F21 e H05B do IPC. A subclasse H05B abrange "fontes de luz elétrica em geral", enquanto a subclasse F21 engloba "máquinas, aparelhos, dispositivos ou processos para tecnologias

diversas não abrangidos em outros lugares”(WIPO, 2019). Destacam-se as subclasses F21S-008, com maior número de famílias de patentes, relacionada a “luminárias de teto, luminárias de parede e luminárias de piso”, e F21S-002, que abrange “luminárias suspensas, dispositivos de iluminação suspensos no teto ou em outras estruturas”. Em terceira posição, temos a subclasse F21V-021, que abrange “luminárias de parede, dispositivos de iluminação projetados para serem fixados em paredes ou superfícies verticais”(WIPO, 2019). Com base nisso, pode-se concluir que as famílias de patentes analisadas estão principalmente relacionadas a tecnologias de iluminação, abrangendo diferentes tipos de luminárias, como luminárias de teto, luminárias de parede, luminárias de piso e luminárias suspensas. Isso sugere um interesse significativo na inovação e desenvolvimento de soluções de iluminação em diferentes contextos e aplicações e a presença dessas patentes em várias subclasses do IPC indica uma ampla gama de abordagens e tecnologias utilizadas nesse campo tecnológico.

Foram analisados 53 pedidos de patente encontrados no INPI, e foi realizado um levantamento dos grupos de IPC mais frequentes, conforme ilustrado na Figura 16. As três subclasses mais recorrentes no INPI coincidem com aquelas encontradas no Orbit (F21V, F21S e H05B), o que evidencia o destaque dado ao desenvolvimento e proteção de patentes nesse campo.

Figura 16 – As cinco principais subclasses do IPC/quantidade de Família de Patente (INPI)

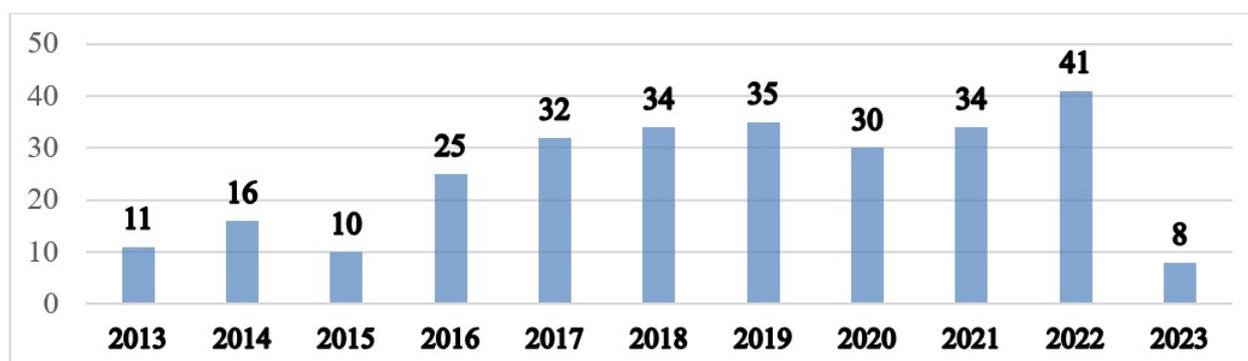


Fonte:Elaborada pela autora (2023), dados gerados do INPI.

Quanto a pesquisa de artigos no ScienceDirect a busca pela palavra-chave “*Luminaire and intelligent*” foi obtido o maior número de publicações científicas (276) comparados com Scielo (0) e IEEEExplore (40). Na Figura 17 é possível visualizar um crescimento expressivo no número de artigos sobre esse tipo de tecnologia iniciado nos

anos de 2016 a 2019. Posteriormente, houve uma queda em 2020 e 2021, acredita-se que devido aos impactos causados pela pandemia Covid 19 e as medidas de distanciamento social mais restritivas (lockdown) prejudicaram as pesquisas neste período pandêmico. Esta hipótese pode ser corroborada pela observação de que após o período pandêmico, em 2022, houve novamente um aumento significativo de publicações.

Figura 17 – Artigos publicados de 2013 a 2023 no ScienceDirect usando a palavra-chave “*Luminaire and intelligent*”



Fonte:Elaborada pela autora (2023),dados gerados pelo ScienceDirect.

É de grande importância que haja uma atenção à educação, investimentos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico para garantir que a sociedade possa aproveitar os benefícios da tecnologia. É indispensável que as pessoas desenvolvam habilidades técnicas e de negócios para acompanhar o ritmo acelerado da mudança tecnológica. Tais ações são cruciais para o crescimento econômico e a competitividade global dos países (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2014).

Utilizando o software Orbit Intelligence, o primeiro pedido de patente encontrado relacionado ao tema foi sobre luminária e sistema de automação, publicada no dia 1 de julho de 1982, Patente número JP59005797 (FUJI; INOUE, 1982). Trata-se de um conjunto de luminárias que são interligadas por uma mesma rede elétrica controladas por um terminal óptico.

Com os resultados obtidos da prospecção de patentes e de artigos evidenciou-se que há uma atenção para o desenvolvimento de produtos de iluminação utilizando a tecnologia IoT e uma crescente pesquisa nessa área. A primeira tecnologia patenteada levantada foi de 1982 já seria um início da ideia de automação da iluminação.

Considerando os últimos cinco anos, houve um crescimento da quantidade de família de patente de 2018 a 2020, isso pode ser devido ao crescimento do mercado

de iluminação inteligente devido à necessidade de redução de custos de energia, aumento da eficiência energética e melhoria da experiência do usuário, impulsionada pelo uso crescente de tecnologias de IoT. Além disso, tiveram os incentivos e financiamentos para desenvolver tecnologias e soluções que ajudassem a enfrentar os desafios relacionados à COVID-19.

Quanto ao perfil do depositante, verificou-se que os EUA, Japão e China competem no desenvolvimento nesta área. Dos 10 maiores players identificados houve destaque de empresas com sede nos no Japão e EUA. Do total de patentes vivas verificadas no Orbit (344), 78,1% dos pedidos patentes já foram analisados e concedidos.

Na pesquisa das patentes pendentes ficou demonstrado que as tecnologias são predominantemente nas subclasses IPC F21S, F21V e H05B que tratam de soluções de iluminação em diferentes contextos e aplicações indicando que há uma ampla gama de abordagens e tecnologias utilizadas nesse campo tecnológico.

O número de artigos encontrados sobre esse tipo de tecnologia na ScienceDirect em comparação com a intensidade de depósitos de família de patentes no mesmo intervalo de tempo, foi destacado uma redução de publicações no ano de 2020 possivelmente devido aos impactos causados pela pandemia Covid 19 e as medidas de distanciamento social mais restritivo (lockdown) prejudicando e atrasando pesquisas.

6.1.1 Análise de Anterioridade: Pedidos de Patentes Relacionados

Durante a busca, no Orbit, encontrou-se o pedido pelo Tratado de Cooperação de Patentes (PCT) (figura 18) publicado em 23 de fevereiro de 2023 e o pedido no PCT em 17 de agosto de 2022 ([WO2023/021100 A1](#)) que tem como pedido inicial publicado no Escritório Europeu de Patentes (EPO) [EP4137739 A1](#) em 19 de agosto de 2021. Trata-se de um dispositivo de iluminação que contém controle de altura, ajustado verticalmente, possibilitando dois estados spot e pendular (conforme figura 19), que por sua vez, possui a caixa da luminária embutida no teto. No modo embutido, a caixa da luminária fica incorporada ao teto, restringindo as possibilidades de instalação, pois requer espaço no interior da edificação. Por outro lado, a proposta de valor deste protótipo é desenvolver uma luminária adaptada a qualquer tipo de estrutura de teto, com uma instalação simples, utilizando uma caixa de luminária sobreposta no teto.

Figura 18 – Pedido de patente internacional - WO2023/021100 A1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Februar 2023 (23.02.2023)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/021100 A1

WIPO | PCT

(51) Internationale Patentklassifikation:
F21S 8/02 (2006.01) F21V 21/38 (2006.01)
F21S 8/06 (2006.01) F21Y 115/10 (2016.01)
F21V 21/15 (2006.01) F21V 23/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/072990

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. August 2022 (17.08.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
21192115.0 19. August 2021 (19.08.2021) EP

(71) Anmelder: OCCHIO GMBH [DE/DE]; Wiener Platz 7, 81667 München (DE).

(72) Erfinder: MEISE, Axel; Wiener Platz 7, 81667 München (DE).

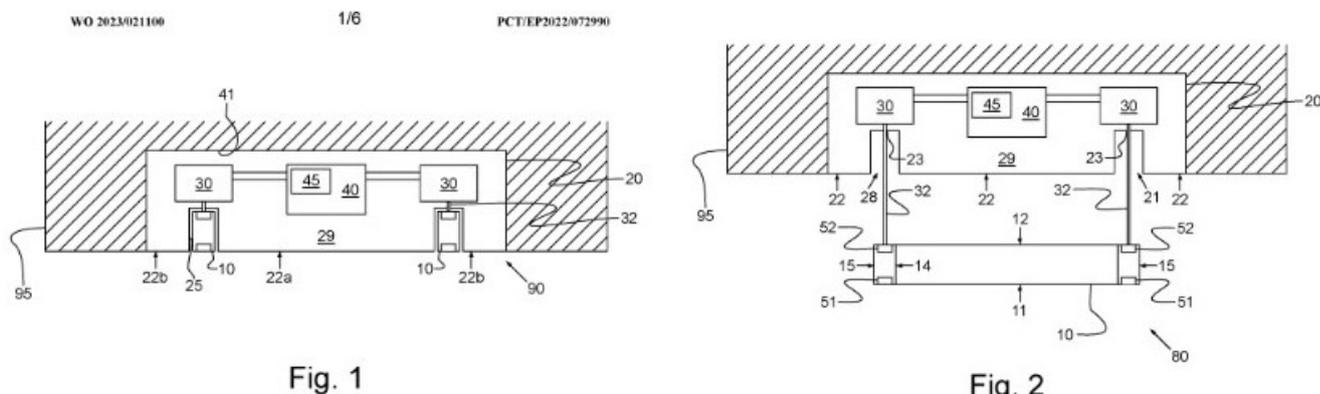
(74) Anwalt: WERHAHN, Jasper C.; Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, Widenmayerstraße 47, 80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) Title: HEIGHT-ADJUSTABLE LIGHTING DEVICE

Fonte: Questel Orbit (2023)



(a) Imagem 1 - WO2023/021100 A1

(b) Imagem 1 - WO2023/021100 A1

Figura 19 – Imagens do WO2023/021100 A1

Fonte: Questel Orbit (2023)

No modo spot do pedido de patente WO2023/021100 A1 (imagem [19a](#)) a lâmpada também é embutida na caixa da luminária com uma separação do sistema através de uma placa. Cada tipo de lâmpada requer uma placa específica, o que aumenta a complexidade da luminária, dificultando a fabricação, aumentando o custo e o tempo de produção. No protótipo atual, ao contrário da abordagem do pedido PCT, a lâmpada é posicionada externamente à caixa da luminária trazendo a vantagem de ter uma única caixa genérica que possa ser adaptável para qualquer tipo de lâmpada. Além disso, a lâmpada externada à caixa facilita a manutenção.

No estado da arte do pedido de patente WO2023/021100 A1, não foi fornecida uma descrição do sistema para o enrolamento dos cabos da luminária. Neste protótipo, foi apresentada uma solução detalhada, que consiste em um conector rotativo para evitar a tração do cabo na conexão externa. Em um lado do conector, o fio permanece fixo, enquanto no outro lado, há a mobilidade giratória do fio que está conectado ao carretel. As imagens [25](#) e [26](#) ilustram essa ligação elétrica.

6.2 ETAPA METODOLÓGICA 2 - COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA CRIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Analisando os gastos planejados na Figuras [8](#) [9](#) [10](#) para a construção do protótipo, e considerando que não haverá custos para uso dos equipamentos permanentes do Laboratório Fab Lab THE, bem como não haverá custo na aquisição de outros materiais permanentes, que o trabalho da equipe técnica está sendo voluntário, além disso, considerando o baixo custo dos materiais de consumo (R\$350,40), pode-se concluir que esta é uma pesquisa viável a ser desenvolvida.

6.3 ETAPA METODOLÓGICA 3 - DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DA LUMINÁRIA

A presente invenção refere-se a uma luminária com controle de altura da lâmpada, adquirindo a forma Pendular (Figura [20a](#)) e de Spot (Figura [20b](#)), conforme ilustrado no [vídeo](#) . Esse dispositivo permite o controle do sistema de rolamento do cabo da lâmpada, ajustando a altura desejada para o ambiente, podendo ser fixada no teto no modo spot ou pendular, dependendo da altura desejada.



Figura 20 – Vista completa do protótipo final da luminária sobrepor
Fonte:Elaborado pelo autor (2023)

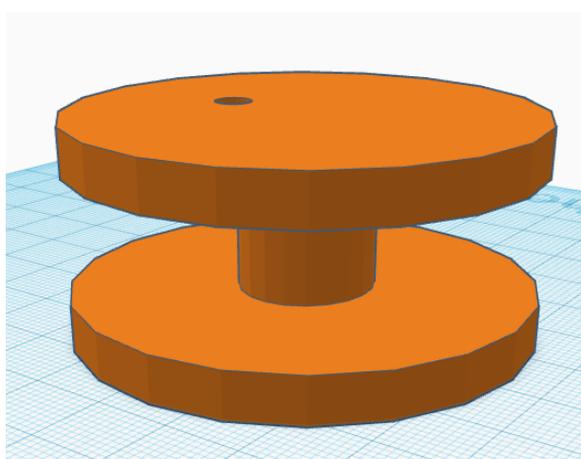
A presente invenção oferece a vantagem significativa de facilitar os ajustes da luminária, pois sua caixa é posicionada de forma sobreposta ao teto, em vez de ser embutida. Essa abordagem inovadora proporciona maior praticidade e flexibilidade durante a instalação e manutenção do dispositivo de iluminação. Ao eliminar a necessidade de realizar alterações estruturais no teto, torna-se mais conveniente e econômico para os usuários realizar ajustes na altura da luminária conforme necessário. Além disso, a sobreposição da caixa ao teto permite uma maior adaptabilidade a diferentes ambientes e layouts, tornando a luminária uma opção versátil para diversas aplicações. Com essa solução, os usuários podem desfrutar de um processo de instalação e manutenção mais simples e eficiente, garantindo uma iluminação adequada e confortável em seus espaços.

O projeto foi dividido em 3 etapas: planejamento, montagem da estrutura e, por fim, a combinação da estrutura com um circuito eletrônico para controlar a altura da luminária. No protótipo desenvolvido, foi utilizado o Arduino, o que facilitou e agilizou o desenvolvimento e validação da proposta. Nesse sentido, optou-se essa placa de prototipação por ser de baixo custo e por ter recomendações significativas na litera-

tura acadêmica. Tais recomendações, convergem no sentido de que o uso do Arduino proporciona resultados mais rápidos em pesquisas no ambiente educacional (ARDI-ANSAH et al., 2020).

Inicialmente foi necessária a impressão de um carretel, visto que não foi possível encontrar facilmente no mercado tal dispositivo que atenda o tamanho e forma necessária nesta pesquisa. Foi criado, em um aplicativo de Web Desing 3D, o projeto do carretel no arquivo .stl (*Standard Triangle Language*), conforme ilustra a Figura 21. Em seguida foi convertido em .gcode por um *Software* próprio da Impressora 3D, tornando-o apto para impressão. Foi impresso utilizando filamento PLA, porém, após um estudo mais aprofundado, verificou-se que o material ABS apresenta um comportamento mais dúctil que o PLA (BANJANIN et al., 2018). Posteriormente foi realizado a impressão de um novo carretel em ABS, para testá-lo e compará-lo com o PLA.

Figura 21 – Projeto 3D do carretel utilizando plataforma de Web Desing 3D



Fonte:Elaborado pelo autor (2023)

O carretel é responsável por elevar e descer a lâmpada à medida que o fio de energia conectado à lâmpada se enrola no mesmo. Para gerar a rotação do carretel foi utilizado um motor de passo que recebe comandos do componente eletrônico (ESP8266). Esse controle ocorre via sinais externos, principalmente via conexão sem fio (WI-FI).

O motor de passo foi escolhido por ser compatível com o Arduino e por se tratar de um motor de corrente contínua (5v) que gira em partes precisas, denominada de "passos". Esses movimentos são controlados por um driver ligado a ele. O motor de passos, ao contrário do Servo Motor, permite o movimento nos dois sentidos e pode

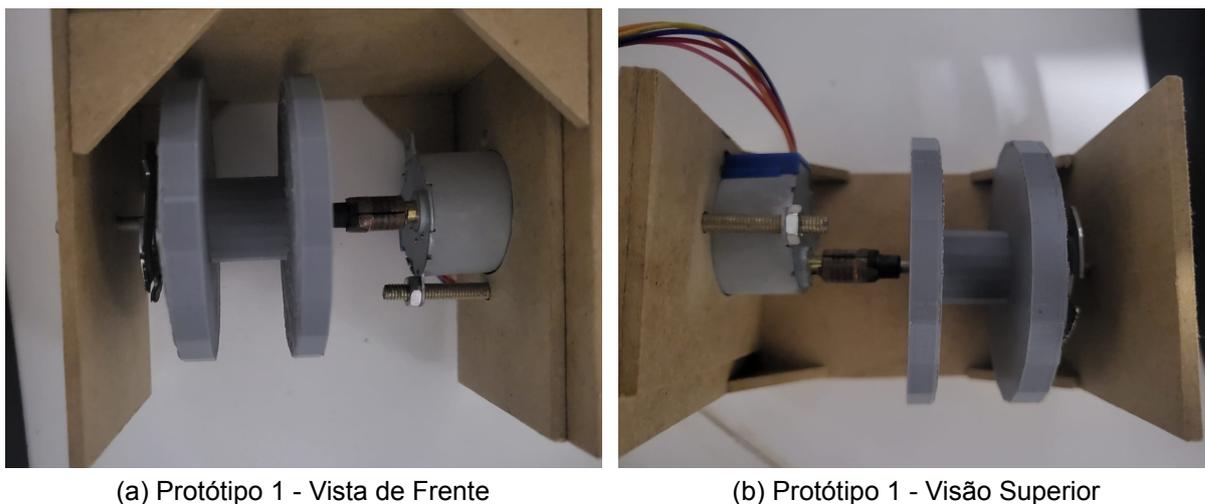
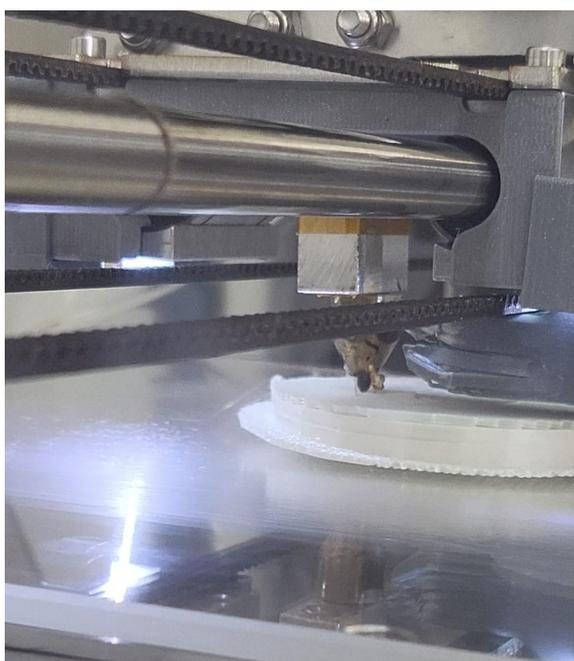


Figura 23 – Fotos de visão frontal e superior da primeira versão do protótipo com PLA e conexão entre carretel e motor de passo.

Fonte:Elaborado pelo autor (2023)

Figura 24 – Impressão do carretel em ABS na Impressora 3D

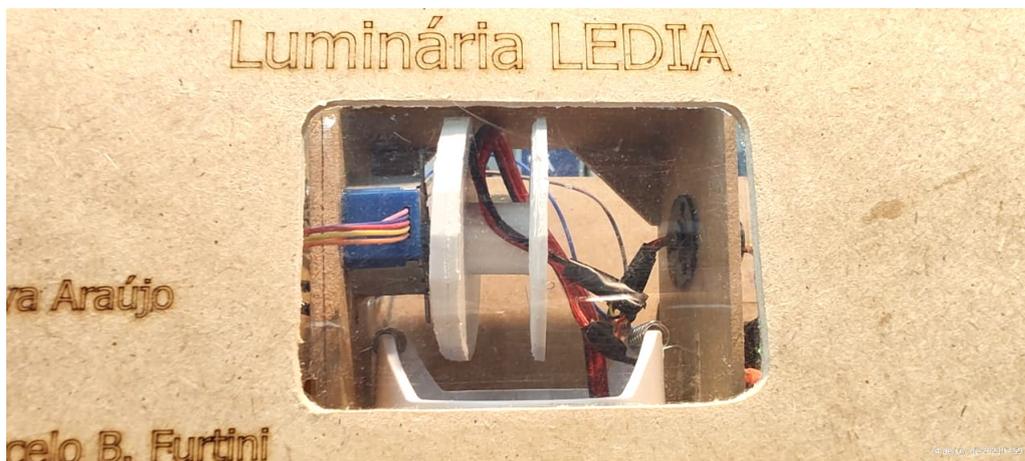


Fonte:Elaborada pela autora (2023).

sua conexão Wi-Fi, para a implementação da solução que controlará o movimento do carretel e, conseqüentemente, a altura da luminária de forma remota. O microcontrolador é conectado ao driver ULN2003, que por sua vez está ligado ao motor de passo responsável pela rotação do carretel, conforme ilustrado na Figura 22.

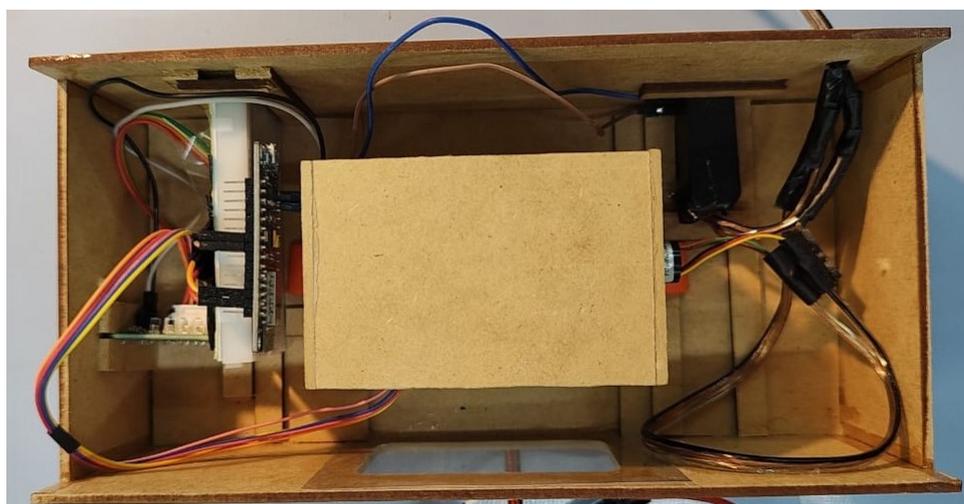
A fonte de energia do microcontrolador decorre da fonte de energia da luminária. No fio de energia da luminária foi inserida uma derivação e instalada uma fonte de

Figura 25 – Vista lateral do protótipo final da luminária



Fonte:Elaborada pela autora (2023).

Figura 26 – Vista superior do protótipo final da luminária



Fonte:Elaborada pela autora (2023).

conversão 220V para 5V. Essa derivação com 5V é utilizada para alimentar o microcontrolador e, conseqüentemente, o motor de passo. Na Figura 27 pode-se verificar a fonte utilizada.

O microcontrolador escolhido possui conectividade Wi-Fi, permitindo o controle remoto do sistema. Para esse propósito, foi desenvolvido um aplicativo Android chamado LEDIA ¹. A escolha dessa plataforma foi baseada em seu código aberto e na disponibilidade de profissionais qualificados no mercado para desenvolver nessa plataforma. O objetivo inicial do aplicativo é validar o protótipo, oferecendo opções de subir, descer e parar (Figura 28), para controlar a altura da luminária. O aplicativo proporciona uma interface intuitiva e facilita a interação com o sistema de iluminação

¹ O nome LEDIA surgiu da junção das palavras "LED" e "IA" de Inteligência Artificial.

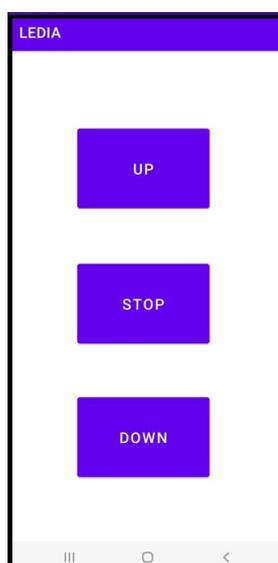
Figura 27 – Fonte 220V para 5V



Fonte:Elaborada pela autora (2023).

ajustável.

Figura 28 – Primeira versão de aplicativo Android para validação de conexão via Wi-Fi



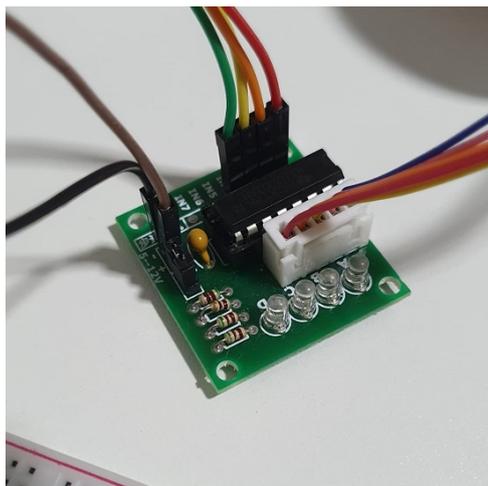
Fonte:Elaborado pelo autor (2023)

Ao realizar o teste com o aplicativo para acionamento da luminária, verificou-se alguns problemas:

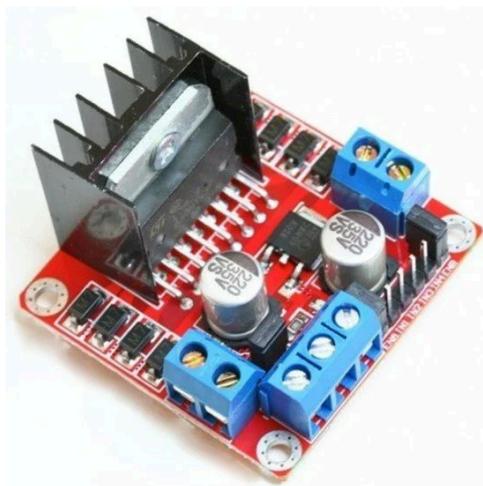
1. O Arduino somente é utilizado como um roteador de energia, fornecendo uma mesma fonte de energia para alimentar o motor e a placa ESP8266. Posteriormente, foram realizados experimentos utilizando a placa Driver ULN2003 (Figura 29a), não necessitando mais utilizar a placa do Arduino, visto que o novo drive

possui duas saídas de energia de 5V, suficiente para suprir os dois dispositivos (Figura 29b). Por fim, constatou-se que não foi necessário o uso do Driver Ponte H Dupla, sendo possível alimentar o Driver ULN2003 diretamente da placa ESP8266.

2. Ao rotacionar o carretel, percebeu-se que o fio elétrico externo que se conecta com a energia também rotacionava, ocorrendo o embolamento desse fio. Para solucionar o problema foi utilizado um conector elétrico rotativo (*slip ring*) (Figura 29c) no local de transição do fio de energia para o carretel. Ao utilizar o conector rotativo, o fio de entrada da energia não é mais afetado pela rotação do carretel, mantendo-se fixo. Essa abordagem proporcionou uma conexão estável e flexível, evitando o impacto da movimentação do carretel no fio de energia e garantindo um posicionamento adequado no carretel.



(a) Driver ULN2003



(b) Driver Ponte H Dupla L298N



(c) Conector Eléctrico Rotativo (*Slip Ring*)

Figura 29 – Componentes Eletrônicos

Fonte:Elaborado pelo autor (2023)

7 PRODUTOS DO TCC

- Produção do texto dissertativo.
- Produção de artigo científico e publicação na Revista revista Qualis B3;
- Submissão de um pedido de modelo de utilidade, relacionada à luminária prototipada, ao Núcleo de Inovação e Transferência de Tecnologia – NINTEC da Universidade Federal do Piauí;
- Elaboração da Matriz de SWOT (FOFA);
- Elaboração do Diagrama de Modelo de Negócio CANVAS.

8 CONCLUSÃO

A tecnologia com base em Internet das Coisas está cada vez mais presente na fabricação de novos produtos. Com os resultados obtidos da prospecção de patentes e o levantamento bibliográfico, evidenciou-se que há uma atenção para o desenvolvimento de produtos de iluminação utilizando a tecnologia IoT, bem como um avanço em pesquisas nessa área. Uma das aplicações da tecnologia IoT é a automação residencial que proporciona a conexão de aparelhos domésticos com a internet, para um melhor controle, conforto e segurança para o usuário.

Na etapa de verificação da composição de custos, avaliou-se a viabilidade e construção do CANVAS, dessa forma concluiu-se pela viabilidade do projeto, podendo ser apresentado como solução para uma startup.

Foi construído um protótipo inicial da luminária. Após os testes realizados verificou-se a necessidade de construir um aparador de fio, fixado na parte superior da estrutura de MDF, para evitar a fuga do fio no carretel, além de uma haste para manter o fio centralizado.

Quanto ao acionamento remoto foi iniciado o desenvolvimento de um aplicativo para a luminária denominado LEDIA. Nesta fase, o aplicativo permite as ações de elevar, descer e parar a luminária. Futuramente serão adicionadas novas funcionalidades como: ligar/desligar a luz e controle por voz.

Diante disso, a luminária IoT apresenta-se como uma solução inovadora e promissora no campo da automação residencial, oferecendo benefícios de controle, conforto e segurança para os usuários. Com o contínuo aprimoramento do projeto e a adição de novas funcionalidades, espera-se que a luminária IoT encontre seu espaço no mercado, proporcionando uma experiência aprimorada de iluminação e demonstrando o potencial das soluções IoT na vida cotidiana.

9 PERSPECTIVAS FUTURAS

Com o avanço das tecnologias de iluminação e automação, espera-se que o desenvolvimento de soluções mais eficientes e inovadoras continue a crescer. O protótipo da LEDIA pode passar por melhorias e refinamentos, levando em consideração as necessidades do mercado e as demandas dos usuários. Além disso, pode-se explorar oportunidades de integração com sistemas de controle de altura e automação para oferecer recursos avançados e maior eficiência energética.

Algumas melhorias adicionais podem ser incorporadas, transformando-o em uma solução comercial ainda mais completa e atraente:

1. **Integração com plataformas IoT existentes:** O protótipo pode ser aprimorado para se integrar com outras plataformas de Internet das Coisas (IoT) já estabelecidas. Isso permitiria uma integração mais ampla com outros dispositivos e sistemas inteligentes em uma casa ou ambiente conectado.
2. **Expansão das funcionalidades do aplicativo:** O desenvolvimento do aplicativo LEDIA pode continuar a adicionar mais funcionalidades e recursos. Além do controle de elevação, descida e pausa, como mencionado anteriormente, podem ser incorporadas opções de personalização, agendamento de iluminação, modos de iluminação pré-definidos, integração com assistentes de voz, entre outros recursos avançados.
3. **Parcerias e oportunidades de negócios:** Com o protótipo em mãos, pode-se explorar parcerias com fabricantes de iluminação, empresas de automação residencial e outras organizações relevantes para levar o produto ao mercado. O protótipo pode ser apresentado a investidores e potenciais parceiros de negócios para atrair interesse e oportunidades de financiamento ou a transferência de tecnologia.
4. **Testes de mercado e validação:** Realizar testes de mercado para avaliar a aceitação do produto, coletar feedback dos usuários e realizar ajustes finais antes do lançamento oficial. A validação do protótipo em cenários reais ajudará a comprovar sua eficácia e utilidade.

5. Melhorias no design e funcionalidades: Com base nos testes e feedbacks a serem recebidos, o protótipo pode passar por refinamentos no design e na funcionalidade. Isso pode envolver a otimização da estrutura, aprimoramento da estabilidade e durabilidade, além da incorporação de recursos adicionais para melhorar a experiência do usuário.

No geral, as perspectivas futuras para esse protótipo incluem aprimoramentos contínuos, expansão de funcionalidades, integração com plataformas existentes, oportunidades de negócios e validação no mercado.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, C. R.; NOHARA, J. J. *Monografia No Curso De Administração: Guia Completo De Conteúdo E Forma*. 4ª. ed. [S.l.]: Editora Atlas S.A., 2007. Citado na página 43.
- ALVES, F. A. de S. *Protótipo de prótese robótica de punho e mão utilizando arduino*. Monografia (TCC) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada-PE, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 40.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ISO/ASTM 52900:2015: Standard terminology for additive manufacturing – general principles – terminology*. West Conshohocken, 2015. 9 p. Citado na página 34.
- ANDREONI, G.; PIZZAGALLI, M. *Second edition International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors: Relevance of Ergonomics in domotics and ambient Intelligence*. Milano - Italy: CRC Press, 2006. 1776 p. Citado na página 14.
- ARDIANSAH, I. et al. Greenhouse monitoring and automation using arduino: a review on precision farming and internet of things (iot). *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, INSIGHT - Indonesian Society for Knowledge and Human Development, v. 10, n. 2, p. 703–709, 2020. ISSN 2088-5334. Disponível em: <http://ijaseit.insightsociety.org/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=1&article_id=10249>. Acesso em: 14 out. 2021. Citado 4 vezes nas páginas 29, 37, 38 e 63.
- ARDUINO. *Arduino*. 2022. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 14 out. 2022. Citado na página 37.
- ASHTON, K. *That 'Internet of Things' Thing*. 2009. Disponível em: <<https://www.itrco.jp/libraries/RFIDjournal-That%20Internet%20of%20Things%20Thing.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2022. Citado na página 14.
- AURESIDE. Associação Brasileira de automação residencial e predial, *Quem Somos*. 2022. Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/quem-somos/>>. Acesso em: 14 out. 2021. Citado na página 30.
- BANJANIN, B. et al. Consistency analysis of mechanical properties of elements produced by fdm additive manufacturing technology. *Matéria (Rio de Janeiro)*, Laboratório de Hidrogênio, Coppe - Universidade Federal do Rio de Janeiro, em cooperação com a Associação Brasileira do Hidrogênio, ABH2, v. 23, 2018. ISSN 1517-7076. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 63.
- BARBOSA, J.; BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. New approach addressing sustainability in urban areas using sustainable city models. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, v. 5, p. 1–9, 12 2014. Citado na página 16.

BATISTA, L. C. *A prototipagem rápida como ferramenta auxiliar no desenvolvimento de produtos, um estudo de caso envolvendo implantes ortopédicos*. Monografia (TCC) — Escola de Engenharia de Piracicaba, Piracicaba-SP, 2012. Disponível em: <<https://brasil.fumep.edu.br/~phlbiblio/10023259.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2022. Citado na página 31.

BIZVIBE. *Global Electric Lighting Industry Factsheet 2020: Top 10 Largest LED Lighting Companies in the World*. 2020. Disponível em: <<https://blog.bizvibe.com/blog/top-10-largest-led-lighting-companies>>. Acesso em: 06 set. 2022. Citado na página 15.

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W W Norton Company, 2014. Citado na página 58.

BUSINESS RESEARCH INSIGHTS. *Tamanho global do mercado Lâmpada inteligente sem fio, participação, crescimento e análise da indústria por tipo (lâmpada branca e lâmpada que muda de cor), por aplicativo (comercial, residencial, industrial, governamental e público e outros) Previsão regional (2022-2028)*. 2023. Disponível em: <<https://www.businessresearchinsights.com/pt/market-reports/wireless-smart-lamp-market-103307#>>. Acesso em: 18 mai. 2023. Citado 3 vezes nas páginas 17, 20 e 21.

CBIC. *Agência CBIC:Presidente da CBIC comenta aumento das vendas de imóveis menores no JN*. 2022. Disponível em: <<https://cbic.org.br/cbic-comenta-o-aumento-de-vendas-de-imoveis-menores-no-jn/>>. Acesso em: 02 fev. 2023. Citado na página 15.

CHIARA, M. D. *Há uma ‘bolha’ por trás da explosão de ofertas de studios em SP? Construtoras dizem que não*. 2022. Disponível em: <<https://imoveis.estadao.com.br/compra/ha-uma-bolha-por-tras-da-explosao-de-ofertas-de-studios-em-sp-construtoras-dizem-que-nao/>>. Acesso em: 12 jan. 2023. Citado na página 15.

CNI. *Indústria 4.0: Entenda seus conceitos e fundamentos*. 2022. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>>. Acesso em: 16 set. 2022. Citado na página 20.

DAMINABO, S. et al. Fused deposition modeling-based additive manufacturing (3d printing): techniques for polymer material systems. *Materials Today Chemistry*, v. 16, p. 100248, 2020. ISSN 2468-5194. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468519420300082>>. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.

DEY, A.; EAGLE, I. N. R.; YODO, N. A review on filament materials for fused filament fabrication. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, v. 5, n. 3, 2021. ISSN 2504-4494. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2504-4494/5/3/69>>. Citado na página 36.

ELETROGATE. *Motor De Passo + Módulo De Controle (driver Uln2003)*. 2023. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/motor-de-passo-modulo-de-controle-driver-uln2003>>. Acesso em: 04 mar. 2023. Citado na página 39.

FAB LAB THE. Laboratório de Fabricação Digital e Prototipagem. 2016. Disponível em: <<https://fablabthe.ufpi.edu.br/quem-somos>>. Acesso em: 14 out. 2021. Citado na página 31.

Manabu Fuji e Masahiro Inoue. *Luminaire device*. 1982. JP59005797. Disponível em: <<https://www.orbit.com/>>. Citado na página 58.

GIL, A. C. *Prospecção Tecnológica*. 3ª. ed. [S.I.]: Editora Atlas S.A., 2002. Citado na página 43.

GOOGLE DEVELOPERS. *Android para desenvolvedores*. 2023. Disponível em: <<https://developer.android.com/?hl=pt-br>>. Acesso em: 06 jan. 2023. Citado na página 41.

GRAND VIEW RESEARCH. Smart lighting market size, share trends analysis report by component, by connectivity (wired, wireless), by application (indoor, outdoor), by region, and segment forecasts, 2021 - 2028. 2019. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-smart-lighting-market>>. Acesso em: Acesso em: 08 abr. 2023. Citado na página 17.

GÜVEN, Y. et al. Understanding the concept of microcontroller based systems to choose the best hardware for applications. *International Journal of Engineering And Science*, v. 6, p. 38–44, 2017. ISSN 2278-4721. Disponível em: <<http://acikerisim.kirkclareli.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11857/1024>>. Acesso em: 19 nov. 2021. Citado na página 38.

HASAN, M. *State of IoT 2022: Number of connected IoT devices growing 18% to 14.4 billion globally*. 2022. Disponível em: <<https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/>>. Acesso em: 23 set. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 28.

JOSHI, P.; JORAPUR, V. Push system for aluminium tube by using a stepper motor with the arduino. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, v. 1166, p. 012028, 07 2021. Citado na página 64.

KIRITSIS, D. Closed-loop plm for intelligent products in the era of the internet of things. *Computer-Aided Design*, v. 43, n. 5, p. 479–501, 2011. ISSN 0010-4485. Emerging Industry Needs for Frameworks and Technologies for Exchanging and Sharing Product Lifecycle Knowledge. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010448510000485>>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado na página 14.

KOLAREVIC, B.; PARLAC, V. *Building dynamics: exploring architecture of change*. [S.I.]: Routledge, 2015. Citado na página 16.

KUMAR, S. A.; PRASAD, R. Chapter 2 - basic principles of additive manufacturing: different additive manufacturing technologies. Woodhead Publishing, p. 17–35, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128220566000126>>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado na página 33.

LASQUETY-REYES, J. *Revenue of the smart home industry worldwide 2018-2027*. Statista, 2023. Disponível em: <<https://www.statista.com/forecasts/887554/revenue-in-the-smart-home-market-in-the-world>>. Acesso em: Acesso em: 18 mai. 2023. Citado na página 16.

LECHETA, R. *Google Android 5ª edição: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK*. Novatec Editora, 2015. ISBN 9788575224687. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=6DQACwAAQBAJ>>. Citado na página 41.

LECHETA, R. L. *Google Android para Tablets: aprenda a desenvolver aplicações para o Android-de smartphones a tablets*. São Paulo-SP: Novatec, 2012. Citado 2 vezes nas páginas 40 e 41.

LECHETA, R. L. *Android Essencial com Kotlin*. 2. ed. São Paulo-SP: Novatec, 2018. 536 p. Citado na página 41.

LIBELIUM. *50 Sensor Applications for a Smarter World*. 2020. Disponível em: <https://www.libelium.com/libeliumworld/top_50_iot_sensor_applications_ranking/#Domotic_Home_Automation>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado na página 30.

LUETH, K. L. *State of the IoT 2018: Number of IoT devices now at 7B – Market accelerating*. 2018. Disponível em: <<https://iot-analytics.com/state-of-the-iot-update-q1-q2-2018-number-of-iot-devices-now-7b/>>. Acesso em: 12 set. 2022. Citado na página 28.

MANCINI, M. *Internet das coisas: História, conceitos, aplicações e desafios*. 06 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326065859_Internet_das_Coisas_Historia_Conceitos_Aplicacoes_e_Desafios>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 27.

MARIOTTI, T. *Tiny house statistics: Market trends (2023)*. *RUBYHOME Luxury Real Estate*, 8 2022. Disponível em: <<https://www.rubyhome.com/blog/tiny-home-stats/>>. Acesso em: 14 jan. 2023. Citado na página 16.

MARKETSAND MARKETS. *Smart lighting market by offering (hardware, software and services), communication technology (wired and wireless), installation type (new installations and retrofit installations), application type, and geography - global forecast to 2026*. 2021. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/smart-lighting-market-985.html>>. Acesso em: 08 abr. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 56.

MCROBERTS, M. *Arduino básico*. 1ª. ed. São Paulo: Novatec, 2011. 456 p. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.

MORDOR INTELLIGENCE. *Mercado de iluminação inteligente - crescimento, tendências, impacto do covid-19 e previsões (2023 - 2028)*. 2021. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/smart-lighting-market>>. Acesso em: 23 abr. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 21.

MORDOR INTELLIGENCE. *Mercado de casas inteligentes nos Estados Unidos - crescimento, tendências, impacto da COVID-19 e previsões (2023 - 2028)*. 2022a. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/united-states-smart-homes-market-industry>>. Acesso em: 18 abr. 2023. Citado na página 53.

- MORDOR INTELLIGENCE. *Mercado de iluminação inteligente - crescimento, tendências, impacto do COVID-19 e previsões (2023 - 2028)*. 2022b. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/smart-lighting-market>>. Acesso em: 18 abr. 2023. Citado na página 54.
- MORDOR INTELLIGENCE. *Mercado de IOT para consumidores - crescimento, tendências, impacto da covid-19 e previsões (2023 - 2028)*. 2023. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/consumer-iot-market>>. Acesso em: 23 abr. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 27.
- MOREIRA, A. de S. *Renderização de nuvem híbrida para planta industrial Modelos CAD*. 75 p. Tese (tese) — Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro -RJ, 2020. Citado na página 32.
- NAKAMURA, E. T. et al. Desenvolvimento de produtos eletroeletrônicos utilizando ferramentas cad/cae/cam. *XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção*, Florianópolis-SC, p. 7, nov 2004. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0802_1531.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado na página 32.
- OCDE. *Manual de Frascati: Proposta de Práticas Exemplares para Inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento Experimental*. Coimbra: F-Iniciativas, 2007. Disponível em: <<http://www.uesc.br/nucleos/nit/manualfrascati.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 43 e 44.
- OLIVEIRA, S. de. *Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi*. 2ª. ed. São Paulo: Novatec, 2021. 312 p. Citado na página 40.
- PAULO, A. F. de; CALVET, H. Evolution of scientific knowledge on the internet of things and smart homes. *Journal of Technology Management amp; Innovation*, v. 17, n. 4, p. 3–13, Dec. 2022. Disponível em: <<https://www.jotmi.org/index.php/GT/article/view/3903>>. Acesso em: 23 abr. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 56.
- PROFNIT. *Anexo 2: Sinopse da Proposta do Projeto de TCC*. 2022. Disponível em: <<https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2022/05/ANEXO-2-Sinopse-da-Proposta-do-Projeto-de-TCC-em-220329a-com-detalhes-de-resumo.docx>>. Acesso em: 18 mai. 2023. Citado na página 23.
- PRUDENTE, F. *Automação Predial e Residencial - Uma Introdução*. 1ª. ed. LTC, 2011. Disponível em: <<https://s3.novatec.com.br/capitulos/capitulo-9788575222904.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2021. Citado na página 29.
- PUPPO, R. T. *A inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto: um novo desafio para o ensino da arquitetura*. 240 p. Tese (tese) — Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12733/1609348>>. Acesso em: 12 abr. 2022. Citado na página 31.
- QUESTEL ORBIT. 2023. Software. Disponível em: <<https://www.orbit.com/>>. Acesso em: 23 abr 2022. Citado na página 46.
- RADHA, R. K. Flexible smart home design: Case study to design future smart home prototypes. *Ain Shams Engineering Journal*, v. 13, n. 1, p. 101513, 2022.

ISSN 2090-4479. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447921002641>>. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 29.

RAFIQUZZAMAN, M. *Microcontroller Theory and Applications with the PIC18F*. 2. ed. John Wiley Sons, 2018. 1-3 p. Disponível em: <[http://refhub.elsevier.com/S1574-0137\(21\)00004-6/sb1](http://refhub.elsevier.com/S1574-0137(21)00004-6/sb1)>. Acesso em: 19 nov. 2021. Citado na página 38.

RECH, F. et al. Formulação e caracterização de potenciais filamentos compósitos de PLA e talos de tabaco para aplicação em manufatura aditiva. *Matéria (Rio de Janeiro)*, scielo, v. 26, 00 2021. ISSN 1517-7076. Citado na página 37.

RIBEIRO, N. M. *Como elaborar Projetos de Pesquisa*. Salvador-BA: PROFNIT, 2019. v. 2. 130 p. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.

ROMKEY, J. Toast of the iot: The 1990 interop internet toaster. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, v. 6, p. 116–119, 01 2017. Citado na página 27.

RüßMANN, M. et al. *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. 2015. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries>. Acesso em: 22 set. 2022. Citado na página 13.

SANSUNG NEWSROOM BRASIL. *Nove a cada dez pessoas querem benefícios de Casas Conectadas*. 2020. Disponível em: <<https://news.samsung.com/br/nove-a-cada-dez-pessoas-querem-beneficios-de-casas-conectadas>>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado na página 29.

SANTANA, L. et al. Estudo comparativo entre petg e pla para impressão 3d através de caracterização térmica, química e mecânica. *Matéria (Rio de Janeiro)*, Laboratório de Hidrogênio, Coppe - Universidade Federal do Rio de Janeiro, em cooperação com a Associação Brasileira do Hidrogênio, ABH2, v. 23, n. Matéria (Rio J.), 2018 23(4), 2018. ISSN 1517-7076. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1517-707620180004.0601>>. Citado 3 vezes nas páginas 35, 36 e 37.

SANTOS, B. P. et al. *Capítulo 1 - Internet das Coisas: da Teoria à Prática*. [s.n.], 2016. 12 p. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2022. Citado 3 vezes nas páginas 14, 20 e 27.

SANTOS, G. A. dos et al. Internet of things (iot): Um cenário guiado por patentes industriais. *Revista Gestão.Org*, Sergipe, v. 13, n. Edição Especial, p. 271–281, 2015. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7653185.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2021. Citado na página 14.

SCHWAB, K. *A quarta revolução industrial*. 1ª. ed. São Paulo: Edipro, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 13, 21 e 29.

SCULPTEO. *The State of 3D Printing*. 6ª edição. ed. Sculpteo, 2020. Disponível em: <<https://www.sculpteo.com/en/ebooks/state-of-3d-printing-report-2020/>>. Acesso em: 23 abr. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 31 e 32.

SHAHRUBUDIN, N.; LEE, T.; RAMLAN, R. An overview on 3d printing technology: Technological, materials, and applications. *Procedia Manufacturing*, v. 35, p. 1286–1296, 2019. ISSN 2351-9789. The 2nd International Conference on Sustainable Materials Processing and Manufacturing, SMPM 2019, 8-10 March 2019, Sun City, South Africa. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919308169>>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 33 e 35.

SHEARER, H.; BURTON, P. Tiny houses: movement or moment? *Housing Studies*, v. 38, p. 1–23, 02 2021. Citado na página 16.

SHEPARD, J. *Rotary slip ring connectors — what are they used for?* 2023. Disponível em: <<https://www.connectortips.com/rotary-slip-ring-connectors-what-are-they-used-for-faq/>>. Acesso em: 15 abr 2023. Citado na página 40.

STANSBURY, J. W.; IDACAVAGEC, M. J. 3d printing with polymers: Challenges among expanding options and opportunities. *Dental Materials*, v. 32, p. 54–64, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0109564115004145>>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado 3 vezes nas páginas 33, 35 e 36.

STRATASYS. *Impressão 3D de fabricação industrial: Modelagem de Deposição Fundida - Tecnologia FDM*. 2023. Disponível em: <<https://www.stratasys.com/en/guide-to-3d-printing/technologies-and-materials/fdm-technology/>>. Acesso em: Acesso em: 26 jun 2023. Citado na página 35.

TAO, F. et al. Internet of things in product life-cycle energy management. *Journal of Industrial Information Integration*, v. 1, p. 26–39, 2016. ISSN 2452-414X. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452414X16000030>>. Acesso em: 13 out. 2021. Citado na página 14.

THORMUNDSSON, B. *Smart home - statistics facts*. Statista, 2023. Disponível em: <<https://www.statista.com/topics/2430/smart-homes/#topicOverview>>. Acesso em: Acesso em: 18 mai. 2023. Citado na página 29.

TROPICAL IMOBILIÁRIA. *Mercado imobiliário: quais as tendências de imóveis em 2022?* 2022. Disponível em: <<http://blog.tropical.imb.br/mercado-imobiliario/tendencias-de-imoveis-em-2022/>>. Acesso em: 16 set. 2022. Citado na página 16.

TUKOFF-GUIMARÃES, Y. B. et al. Valoração de patentes: o caso do núcleo de inovação tecnológica de uma instituição de pesquisa brasileira. *Exacta-SP*, São Paulo, v. 12, n. 2, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/4843/2812>>. Acesso em: 5 jan. 2023. Citado na página 49.

ULRICH, K. *Design e Desenvolvimento de Produto*. 7ª edição. ed. [S.l.]: Editora Bookman, 2021. Edição Kindle. Citado na página 32.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. *Product Desing And Development*. 6ª. ed. Mc Graw Hil Education, 2012. Disponível em: <<https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/202-Product-Design-and-Development-Karl-T.-Ulrich-Steven-D.-Eppinger-Edisi-6-2015.pdf>>. Acesso em: 5 jan. 2023. Citado na página 44.

- UN. World urbanization prospects 2018. *ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS*, 2019. Disponível em: <<https://population.un.org/wup/publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2023. Citado na página 15.
- VIANNA, G. P. *Domótica: automação residencial com baixo custo utilizando Arduino*. Dissertação (Mestrado) — Centro Universitário UNIFACVEST, Instituto de Física, Bacharel em Engenharia Elétrica, Lages, 2018. Disponível em: <<https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/8873f-vianna,-g.-p.-domotica-automacao-residencial-com-baixo-custo-utilizando-o-arduino.-tcc,-2018.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2022. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- WARREN, J.-D.; ADAMS, J.; MOLLE, H. *Arduino para Robótica*. 1ª. ed. São Paulo: Blucher, 2019. 578 p. Citado 2 vezes nas páginas 38 e 40.
- WIPO. *World Intellectual Property Organization: Classificação Internacional de Patentes (IPC)*. 2019. Disponível em: <<https://www.wipo.int/classifications/ipc/en>>. Acesso em: 02 fev. 2023. Citado 2 vezes nas páginas 56 e 57.
- WOHLERS, T. *Wohlert Report 2020: 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry Annual Worldwide Progress Report*. 2020. Citado na página 33.
- WOOTTON, G. 2019 – o ano da casa brasileira conectada. *Áudio Vídeos – Design e Tecnologia*, Editora Crazy Turkey, p. 20–23, 2020. Disponível em: <<https://pt.calameo.com/read/0045094967ef3ceb14ada>>. Acesso em: 12 mai. 2022. Citado na página 30.
- XU, L. D.; HE, W.; LI, S. Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, v. 10, p. 2233–2243, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/270742269_Internet_of_Things_in_Industries_A_Survey>. Acesso em: 12 mai. 2022. Citado na página 27.
- ZIELONKA, A. et al. Smart homes: How much will they support us? a research on recent trends and advances. *IEEE Access*, v. 9, p. 26388–26419, 2021. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/9335602>>. Acesso em: 14 abr. 2023. Citado na página 15.

Apêndices

A ANÁLISE SWOT

	FORÇAS	FRAQUEZAS
INTERNA (Organização)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Parceria com Laboratório de Prototipagem - FAB LAB THE /UFPI 2. Parceria com o Técnico de TI e o Técnico de Maquetes e Prototipagem 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pouco recurso financeiro 2. No período pandêmico houve o fechamento do laboratório (FAB LAB THE) por determinação da UFPI 3. Dificuldade em encontrar disponíveis as parcerias durante a pandemia
	OPORTUNIDADE	AMEAÇAS
EXTERNA (Ambiente)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Automatização está em alta no mercado 2. Crescimento na atenção para o desenvolvimento de produtos de iluminação utilizando a tecnologia IoT 3. Soluções para espaços minimalistas que estão em crescimento no mercado imobiliário. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Novas tecnologias surgem a todo momento 2. Concorrentes com estratégias melhores de pesquisa intensiva

B CANVAS

<p>Parcerias Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fab Lab THE/UFPI – Laboratório de prototipagem • Desenvolvedor de TI • Técnico de maquetes e prototipagem 	<p>Atividades Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver solução para iluminação de ambiente com opção de ajuste de altura por sistema automatizado conectado à internet • Acionamento e controle de luminária sem contato físico com o interruptor 	<p>Proposta de Valor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conforto e modernidade ao usuário pela regulagem de altura automatizada da luminária por aplicativo ou comando de voz • Redução da contaminação • Praticidade e segurança 	<p>Relacionamento</p> <ul style="list-style-type: none"> • E-mail de atendimento • Contato telefônico • Website • Redes sociais 	<p>Segmentos de Clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profissionais liberais • Pessoa Física que tenham interesse no objeto • Empresas na área de luminotécnica
<p>Recursos Chave</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laboratório de prototipagem • Técnico em maquetes e prototipagem • Desenvolvedor de TI 		<p>Canais</p> <ul style="list-style-type: none"> • E-commerce • Participação em Feira de Eventos • Empresas de Varejo 		
<p>Estrutura de custos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de maquinário para construção • Aquisição de materiais de consumo para a construção • Salário dos profissionais envolvidos na construção • Assinatura, manutenção e atualização do aplicativo 			<p>Fonte de receita</p> <ul style="list-style-type: none"> • Venda direta do produto • Licenciamento da tecnologia 	

Anexos

A Submissão de Artigo

19/06/23, 13:36

Gmail - [CP] Agradecimento pela submissão



Joara Araujo_ <joarinha@gmail.com>

[CP] Agradecimento pela submissão

Denise A. Bunn <projetos.lede@gmail.com>

2 de março de 2023 às 12:02

Para: Filipe Soares Viana <filipesoares.dev@gmail.com>, Joara Araújo <joarinha@gmail.com>

Olá,

Dr. Marcelo Barbosa Furtini submeteu o manuscrito, "PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DE SOLUÇÕES DE ILUMINAÇÃO COM USO NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL" ao periódico Cadernos de Prospecção.

Se você tiver alguma dúvida, entre em contato conosco. Agradecemos por considerar este periódico para publicar o seu trabalho.

Denise A. Bunn

=====

Revista Cadernos de Prospecção

<https://periodicos.ufba.br/index.php/nit>

B Pedido de Patente - INPI30/06/2023 870230056875
08:47

29409161958035059

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 20 2023 013190 0

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica**CPF/CNPJ:** 06517387000134**Nacionalidade:** Brasileira**Qualificação Jurídica:** Instituição de Ensino e Pesquisa**Endereço:** Campus Universitário Ministro Petrônio Portella**Cidade:** Teresina**Estado:** PI