



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Bahia

Campus
Vitória da Conquista



COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - **COEEL**

PROJETO FINAL DE CURSO - PFC

Desenvolvimento de um controlador de dispositivos portátil baseado em IoT para regiões remotas

JOÃO PEDRO FERNANDES VILASBOAS

Vitória da Conquista-BA
05 de Dezembro de 2023

JOÃO PEDRO FERNANDES VILASBOAS

Desenvolvimento de um controlador de dispositivos portátil baseado em IoT para regiões remotas

Projeto Final de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Vitória da Conquista, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. José Alberto Diaz Amado

Vitória da Conquista-BA
05 de Dezembro de 2023

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS DO IFBA, COM OS
DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

V697d Vilasboas, João Pedro Fernandes

Desenvolvimento de um controlador de dispositivos portátil baseado em IoT para regiões remotas: / João Pedro Fernandes Vilasboas; orientador Prof. Dr. José Alberto Diaz Amado -- Vitória da Conquista : IFBA, 2023.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) -- Instituto Federal da Bahia, 2023.

1. Automação Residencial. 2. Controlador de Dispositivos. 3. portabilidade. 4. móvel. I. Amado, Prof. Dr. José Alberto Diaz, orient. II. TÍTULO.

CDD/CDU



INSTITUTO FEDERAL
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Bahia

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
Av. Sérgio Vieira de Mello, 3150 - Bairro Zabelê - CEP 45078-900 - Vitória da Conquista - BA - www.portal.ifba.edu.br

FORMULÁRIO

APENDICE V

ATA de aprovação PARA FINS DE REGISTRO ESCOLAR DESENVOLVIMENTO DE UM CONTROLADOR DE DISPOSITIVOS PORTÁTIL BASEADO EM IOT PARA REGIÕES REMOTAS

JOÃO PEDRO FERNANDES VILASBOAS

A presente monografia de Projeto Final de Curso (PFC), apresentada em sessão realizada no **laboratório G1**, horário **14:00**, na data de **05 de dezembro do ano 2023**, foi avaliada como adequada para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Elétrica e julgada **APROVADA com média final 7,76 (sete, setenta e seis)** pela banca examinadora.

Banca examinadora,

Prof. Dr. José Alberto Díaz Amado (Orientador)
IFBA, *campus* Vitória da Conquista

Prof. Dr. João Erivando Soares Marques
IFBA, *campus* Vitória da Conquista

Prof. Ms. Rodrigo Assis Bonfim
IFBA, *campus* Vitória da Conquista

Vitória da Conquista - Bahia



Documento assinado eletronicamente por **JOSE ALBERTO DIAZ AMADO, Membro da Unidade**, em 13/02/2024, às 09:27, conforme decreto nº 8.539/2015



Documento assinado eletronicamente por **JOAO ERIVANDO SOARES MARQUES, Membro da Unidade**, em 13/02/2024, às 11:05, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **RODRIGO ASSIS BONFIM, Professor Efetivo**, em 19/02/2024, às 08:31, conforme decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3388029** e o código CRC **67D1650E**.

Dedico esta obra aos meus pais, aos meus parceiros e a quem não concorda com o mundo.

"Com novos pensamentos, derrubamos seus castelos." [Marcelo Falcão]

AGRADECIMENTOS

Agradeço este trabalho aos meus pais por serem os primeiros a acreditarem em mim e terem permitido o início, meio e fim desta graduação.

Agradeço este trabalho aos meus colegas que desde o início da faculdade, unidos, começamos, fizemos e concluímos. Em especial, Marcelo Sampaio, Raphael Silva, Gabriel Barreto e Rauni Siqueira.

Agradeço este trabalho a meu orientador José Diaz Amado que me abriu muitas portas durante a faculdade e por ser aquele que viu em mim tudo o que eu poderia ser desde o início.

Agradeço este trabalho ao grupo GIPAR, que nas pessoas de meu orientador e uma equipe de colegas que me ajudaram, me ensinaram e me guiaram para uma contribuição mútua que engrandece o IFBA e está cada dia maior.

Agradeço este trabalho ao IFBA que disponibilizou ambiente e ensino de qualidade, em especial aos professores, porteiros e zeladores.

Agradeço este trabalho a Ney Brandão, cantor, compositor e produtor da cidade de Condeúba - BA por ter trazido seu problema de controle audiovisual. Ney Brandão é meu tio e a resolução do problema dele impulsionou este PFC.

RESUMO

O presente trabalho se trata da construção de um Controlador de dispositivos portátil capaz de levar para qualquer lugar que tenha energia elétrica a automação. A partir da demanda de cantores e produtores musicais nas regiões interiores da Bahia, foi identificada uma necessidade do mercado que entregaria para pessoas sem acesso o que é a automação residencial, porém móvel. Foi desenvolvido um produto com quatro tomadas capaz de controlá-las independentemente via smartphone mesmo em lugares sem acesso a internet móvel ou fixa. E o mais importante é que ele é portátil, ou seja, pode ser utilizado em diversos lugares. Depois de construído, foram feitos diversos testes de funcionamento para averiguar sua eficiência e os resultados foram satisfatórios com pontos a serem melhorados.

Palavras-chave: Automação Residencial, Controlador de Dispositivos, portabilidade, móvel

ABSTRACT

This paper presents the building of a portable device controller able to take to any place with only electrical energy the automation. From a demand of singers and musical producers in Bahia , it was identified a need of marketplace which deliver to people without access what home automation is, but mobile. It was developed a product with four electrical outlets able to be controled independently by a smartphone even in places without mobile or fixed internet. And the most important is that it is portable, i. e., it can be used in several places. After the building, a lot of operation tests were made to verify its efficiency and the results were satisfactory with some points to be improved.

Keywords: Home Automation, Device Controller, portability, mobile

Lista de Figuras

2.1	Diferença entre sistemas Estrela, Malha e Árvore de transferência de dados	12
3.1	4CH Zigbee Switch Module Girier	15
3.2	a) Tomada 10A Tramontina Linha Liz Lux Giz Tablet 3 Pinos b) Mini Botão Interruptor SPST 250V AC Snap-in On/Off Boat Rocker Switch 1	16
3.3	Gateway Zigbee Wireless DMD2CD Girier	16
3.4	Roteador Wireless N 300Mbps MW301R Mercusys	17
3.5	a) Cabo de Energia ATX Padrão Novo 3 Pinos 120cm Kirin CB-37A120 b) Conector Tomada Macho Tripolar De Força As-07 Porta Fusível . .	18
3.6	Projeto controlador de dispositivos portátil	19
4.1	Esquemático das conexões do Controlador Autônomo	22
4.2	Esquemático das conexões Elétricas do controlador de dispositivos portátil	23
4.3	Esquemático do sistema de interruptores e suas ligações.	24
4.4	Tomadas formato a)curva 90° b)reta c)Configuração final das tomadas	26
4.5	Esquemático organização da frente do controlador de dispositivos portátil	27
4.6	Esquemático organização do controlador de dispositivos portátil a) visão superior b) visão traseira c) visão da tampa	28
4.7	Corte transversal no controlador de dispositivos portátil	29
4.8	Detalhe do encaixe do parafuso e porca da tampa	29
4.9	Controlador de dispositivos portátil construído a)Vista de frente com um detalhe da parte superior b)Vista da frente do controlador c) Vista da lateral com detalhe a frente d) Vista lateral com detalhe ao fundo e) Vista do fundo do controlador f) Vista do fundo com detalhe da parte superior	30
4.10	Interface de controle das quatro tomadas no aplicativo Tuya Smart .	31

Lista de Tabelas

4.1	Tabela de Equipamentos e suas Potências	25
4.2	Resposta de teste de distância do usuário para o controlador sem obstáculos	33
4.3	Resposta de teste de distância do usuário para o controlador com obstáculos	33
4.4	Resposta de teste de resposta para o controlador	34

Glossário: Símbolos e Siglas

Notação	Descrição	Páginas
P_x	Potência do Equipamento (<i>Watt</i>)	24
V_x	Tensão da Rede Elétrica (<i>Volts</i>)	24
i_x	Corrente Elétrica Alternada (<i>Ampere</i>)	24
BPM	Batidas Por Minuto	34
CH	Channel (Canal)	15
COEEL	<i>Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do IFBA campus Vitória da Conquista</i>	i
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)	6
LAN	Local Area Network	8
UBS	Unidade Básica de Saúde	1

Sumário

Folha de Rosto	ii
Ficha Catalográfica	iii
ATAJOAO	iv
Resumo	vii
Abstract	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Tabelas	x
Glossário: Símbolos e Siglas	xi
1 Introdução	1
1.1 Objetivo Geral	3
1.1.1 Objetivos Específicos	3
1.2 Justificativa	4
2 Referencial Teórico	6
3 Materiais e Métodos	14
3.1 Estudo de Caso	18
3.2 Resolução do Problema	20
4 Controlador de dispositivos portátil	22
4.1 Dimensionamento e Montagem	22
4.1.1 Esquematisação do controlador de dispositivos portátil	23
4.1.2 Dimensionamento dos Cabos	23
4.1.3 Dimensionamento da Carcaça	27
4.2 Padronização de Aplicativo	28

4.3	Resultados	32
4.3.1	Teste de Distância	32
4.3.2	Teste de Cargas	33
4.3.3	Teste de Resposta	34
5	Conclusão	35
5.1	Sugestões para Trabalhos Futuros	36
REFERÊNCIAS		37

Capítulo 1

Introdução

O acesso à tecnologias de rede nas regiões interioranas no Brasil ainda é bem limitado. Sinais simples de telefonia e operadoras de celular não alcançam todos os lugares do país. Junto a esse limite, todas as automações, tecnologias, investimentos e avanços científicos que são dependentes dessas redes ficam limitadas também, então uma grande gama de pessoas não tem acesso e, portanto, não compõem o mercado consumidor de muitos produtos de sucesso. É uma cadeia que acontece deixando algumas regiões cada vez mais recanteadas e outras regiões mais urgentes de novidades ainda, um desequilíbrio entre avanços tecnológicos e mercado consumidor.

É comum em cidades do interior, distritos, escolas próximas a estradas não ter acesso a sinal de telefone e sinais de operadora. Num geral, esses locais são atendidos por wi-fi cabeado com uma capacidade muito pequena, ou até pior, por um sinal de wi-fi via satélite que tem uma qualidade bem inferior. E são instalados de uma forma bem específica para casas ou partes de instituições, como salas de direção das escolas, [UBSs](#) (Unidades Básicas de Saúde), prédios administrativos, entretanto esses sinais apresentam um alcance bem pequeno - projetado para funcionar apenas em determinados ambientes - não permitindo o uso em ambientes de socialização dessas regiões, sejam as quadras, sejam as praças, sejam salas de eventos ou grandes campos.

As redes wi-fi são as mais abrangentes nessas regiões, mas não alcançam uma área muito grande, pois são ancoradas nos roteadores que têm bastantes obstáculos na propagação. Nesse caso, as redes móveis são de bastante utilidade, pois têm sinal, na sua maioria, constante e podem conectar os equipamentos sem

precisar dessa âncora em equipamentos terceiros. O grande problema é que, na maioria dessas regiões não existe esse sinal. Distritos e povoados são centros urbanos menores e deslocados das cidades. Em alguns casos, são apenas poucas casas perto de uma escola ou uma igreja com uma praça, na maioria dos casos, esses vilarejos não têm sinal abrangente.

Bastantes artistas vêm desse meio, dessas escolas, dessas vilas, vilarejos, distritos, e é nesse ambiente que eles começam e procuram se destacar com uma qualidade maior nas apresentações e shows, acrescentando partes no conjunto, nas músicas ou até recursos visuais. Principalmente por serem de lá, os seus recursos também são menores, sejam eles financeiros para contratar alguém para ficar no controle audiovisual de um show, sejam eles para ter recurso humano de alguém cedido pelo proprietário da festa - em sua maioria instituições públicas - para fazer essa função, então o artista tem que encontrar o melhor meio para trazer todos esses recursos e novidades para os shows.

Tem sido cada vez mais comum a utilização de smartphones e tablets pelos cantores para acompanhar letras durante shows, além da utilização pelos musicistas para acompanhar cifras ou anotações de fluxo do arranjo musical. Partindo do ponto que não seria necessário aumentar nenhum outro recurso que não o próprio produto, e ter um ganho tão grande no campo da tecnologia no seu leque de possibilidades e diminuindo os custos do processo, o controlador de dispositivos portátil tem capacidade de inserção no mercado. O próprio mercado é um campo de estudo para o entendimento da função de um produto como esse no contexto que está sendo aplicado.

Os grandes centros têm necessitado de receber novidades constantes para não perder o fluxo de mercado vide a instantaneidade dos processos e programações de satisfação que os consumidores apresentam hoje. A velocidade e o imediatismo em determinados processos da vida exigem do mercado a mesma velocidade e imediatismo a fim de manter o seu mercado consumidor. Por este motivo, muitos equipamentos ficam obsoletos muito rápido e outro é lançado antes mesmo de todas as pessoas em potencial adquirirem o produto anterior. Mas essa é uma necessidade de mercado para manter um alto fluxo de vendas. Nesse cenário, os ambientes que essas tecnologias sequer chegam ficam desatualizados e, na maioria das vezes, não têm a oportunidade de adquirir a linhagem de produtos proposta.

Pode ser dito, então, que alguns produtos não são aproveitados da melhor

forma para gerar o lucro que teria capacidade para o mercado. Exatamente por este motivo que é identificado no mercado um produto que viabilize outros produtos, como uma cadeia de consumo do mercado. Neste caso, o conceito controlador de dispositivos portátil agrega a sua participação individual no mercado, mas também agrega a participação de outros produtos e sua importância aparece de forma escalonada com benefícios para o comércio e para o consumidor.

Um outro fator que pode complementar ainda mais a discussão da carência de acesso de muitos lugares no Brasil é a portabilidade. Quando conseguimos transportar a nossa "caixa de automação" para qualquer lugar e essa caixa consegue funcionar independente de qualquer coisa (necessitando apenas de uma rede elétrica), conseguimos aumentar o alcance e a utilidade de um equipamento, pois se tratando de um cantor ou um produtor, ou um musicista, e ele queira um equipamento para ele, o fato de ele poder transportar para diversos shows, para diversos eventos, ou até os órgãos patrocinadores como as prefeituras que muitas vezes têm este equipamento, conseguem utilizá-lo para diversos eventos e não ficam limitado a apenas um lugar.

Então a Tecnologia e as novidades no cenário de automação têm capacidade de alcançar muito mais pessoas tanto pelo próprio controlador, quanto pelos outros equipamentos que são viabilizados por ele. Com foco em lugares sem acesso de rede de internet fixa ou móvel, qualquer ambiente com energia elétrica é um possível lugar para o controlador automatizar. O seu tamanho facilita a portabilidade que o leva a alcançar muitos outros lugares, ampliando sua utilização.

1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um equipamento portátil capaz de viabilizar o uso de automação de dispositivos inteligentes em ambientes sem a conexão wi-fi ou de rede móvel de forma versátil.

1.1.1 Objetivos Específicos

- 1) Estudar e entender os protocolos aplicados à IoT;
- 2) Desenvolver um estudo em lot para definir a melhor forma de tornar o controlador de dispositivos um equipamento portátil;

- 3) Desenvolver um método que permita a utilização de IoT em ambientes sem conexão de internet para locais de pouco acesso;
- 4) Desenvolver o projeto do controlador de dispositivos portátil aplicando a portabilidade da IoT;
- 5) Desenvolver e construir o controlador de dispositivos portátil;
- 6) Entender a melhor aplicação e definir limites que o equipamento construído será uma solução.

1.2 Justificativa

A partir da necessidade de um cliente, foi identificada a carência de um produto que viabilizasse a automação residencial em ambientes sem acesso a rede de internet. A falta de recursos humanos e/ou financeiros para a realização de determinados lugares interioranos viabiliza um mercado consumidor interessante para o produto em questão. Perante essas disposições, foi pensado um equipamento que suprisse as necessidades elencadas pelo artista Ney Brandão de Condeúba - BA.

Primeiramente, a função do equipamento. É preciso um controlador de equipamentos de forma remota. Os dispositivos que o cantor em questão precisava conectar eram máquinas de fumaça, canhões de CO₂, jogo de luzes, fogos de artifício e fogos de confete ativados por energia elétrica e outros. Essa realidade é aplicada a vários outros cantores e produtores de eventos da região do interior da Bahia, mas também estende sua aplicação a outras regiões e a outros equipamentos também. Da forma com que o controlador foi pensado, ele não se limita apenas ao campo audiovisual ou ao campo de shows, mas se estende a qualquer equipamento ligado em rede elétrica que precise desse controle e que esteja em um lugar sem alcance de conexão.

Em segundo lugar, o local de aplicação do equipamento. O controlador de dispositivos portátil está pensado para ser aplicado em regiões de acesso remoto e sem conexão de redes de internet fixa ou móvel, lugares especificamente onde a automação não esteja presente e ela precisa ser deslocada até lá. Roças, fazendas, bares, praças, escolas, unidades básicas de saúde (UBSs), centros administrativos, ou pequenas cidades, distritos, vilas ou vilarejos que não tenham esse acesso e que o produto possa ir até o local. A portabilidade do equipamento é o que faz

com ele tenha este alcance sobre o ambiente.

Em terceiro, a contribuição e capacidade comercial do produto. O controlador a ser desenvolvido é um viabilizador de outras tecnologias em ambientes remotos. Além da capacidade de vendas deste equipamento por sua função, versatilidade, eficiência e campo de mercado consumidor deste equipamento por ser um mercado ainda inexplorado, ele é um equipamento que abre o leque para que outros equipamentos que não podiam ser controlados antes, sejam adquiridos e importados para este meio, contribuindo para o comercio de outros equipamentos conjuntos.

Por último e a maior contribuição, a portabilidade do produto. O Controlador de dispositivos é feito para ser portátil, ou seja, ele pode ir a quaisquer lugares. O usuário poderá transportá-lo para onde quiser e o seu funcionamento vai ser simples, intuitivo e sem a necessidade de recadastrar diversas vezes no equipamento, ou então ele pode ser instalado em locais sem acesso que o usuário o mantenha fixo e o controlador vai satisfazer todas essas demandas. Mas principalmente para aqueles que têm a necessidade de transportar o seu controlador, ele será um equipamento que resolverá a demanda para todos os lugares que o usuário quiser, de forma simples e eficiente.

Capítulo 2

Referencial Teórico

A automação residencial tem sido estudada por muitos autores por seu viés comercial. Junto a isso, com a grande explosão da área de sistemas de informação e programadores em geral, a automação residencial foi desenvolvida em diversos sentidos, seja ela para o conforto, seja ela para a função social de melhorar a vida de pessoas que sofrem com deficiência, ou idosos e pessoas que necessitam ser assistidas tanto em observação, quanto em horários controlados para remédios, seja ela para a acessibilidade de consumidores com menor poder monetário.

Em BERGMANN (2013), é desenvolvida uma automação residencial voltada para o conforto com lâmpadas inteligentes, tomadas inteligentes e sensor de gás através de um sistema interligado por uma rede elétrica de fase única. É uma forma de fazê-la que garante a segurança e a menor falha para o tema proposto por sua independência de redes sem fio. Porém limita o sistema para redes bifásicas e trifásicas e a sua portabilidade, o que não pode ser agregado no ponto de vista do controlador autônomo proposto neste trabalho. É interessante como BERGMANN (2013) apresenta uma visão de automação que utiliza a própria estrutura residencial, ficando livre de protocolos wireless. Com o advento da internet 5G que ainda está chegando no Brasil, os estudos estão cada vez mais se desenvolvendo em cima de redes wi-fi e controle de dados baseados em nuvens.

Melo (2018) desenvolve um sistema de automação residencial modular com controle em smartphone e utilização de banco de dados em nuvem. Assim como Queiroz (2018) e BALBINOT (2019), Melo (2018) é um sistema baseado na internet e protocolos IoT (Internet of Things - Internet das coisas) de transferência ou armazenamento de dados. Este ponto valida a afirmativa de que, com as novas

tecnologias 5G crescendo, o desenvolvimento de automação residencial está ancorado em internet e, por consequência, em grandes centros. A acessibilidade procurada está direcionada para a acessibilidade financeira, na qual protocolos e softwares open source aparecem para tentar desbancar financeiramente equipamentos já existentes no mercado. Economicamente, esta é uma técnica para se inserir no mercado, a competição de preço dentro de um mesmo mercado consumidor, porém não é necessária esta competição se o mercado consumidor for diferente.

Atrelado a esta ideia, [OLIVEIRA \(2020\)](#), [VICENTE \(2018\)](#) e [BERGMANN \(2013\)](#) desenvolveram sistemas direcionados para deficientes físicos com dificuldade em locomoção principalmente e [Mendes \(2022\)](#) desenvolveu um sistema para idosos e/ou pessoas que necessitam de um cuidado assistido com possíveis quedas ou acidentes e a necessidade de controle de horários de remédios ou procedimentos. [Sartor \(2021\)](#) focou no controle de umidade e temperatura de ambientes direcionado para lugares que detém equipamentos como computadores ou freezers para manter o congelamento de um produto ou material de estudo, ou até para manutenção de temperatura para criação de animais, que são mercados consumidores totalmente diferentes e não precisam necessariamente disputar lugar de preço dentro do mercado.

Nos últimos anos do século XX, um sistema de transferência de dados via nuvem começou a ser desenvolvido e, até hoje, continua sendo atualizado e melhorado. Este sistema se chama Internet das coisas ou IoT (Internet of Things) e diversos protocolos foram desenvolvidos, inclusive em linguagens já conhecidas e bastante difundidas como JavaScript, HTML, PHP, Python. O protocolo mais conhecido e mais utilizado para processos de Internet das Coisas é o MQTT, ele que possibilita essas transferências de dados com ou sem o uso de uma base de dados via nuvem para a atividade designada. A exemplo deste protocolo, [BALBINOT \(2019\)](#) faz o uso de MQTT e HTTP, [Queiroz \(2018\)](#) utiliza, MQTT, HTML, CSS e JavaScript, sempre em combinação para que cada um faça a sua parte de forma eficiente e simplificada (utilizando menos memória) para que seja necessário um processador menos robusto e, conseqüentemente, mais barato para, novamente, maior competitividade no mercado. A própria utilização de um sistema wireless está ligado a uma economia tanto de quantidade de material quanto de preço de cada um dos equipamentos - um controlador com processador mais simples será mais barato que qualquer outro mais robusto.

A grande questão do protocolo MQTT está no uso de internet. Todos estes

sistemas citados tem a dependência de uma rede de internet para seu funcionamento, pois precisam de transferência de dados para suas respostas acontecerem. Para a proposta do Controlador Autônomo seria necessária uma realidade sem a rede de internet. Para isso, existem um protocolo que se chama Protocolo Zigbee 3.0 que estabelece uma comunicação entre equipamentos com uma espécie de LAN (Local Area Network) própria, não necessariamente precisa de internet para que a informação saia de um dispositivo e chegue no outro. É interessante que sua utilização está atrelada à comunicação entre equipamentos, e, por mais que não precise do wi-fi para a sua utilização, essa vantagem é utilizada apenas para a diminuição do gasto de energia e aumento de alcance, mas não para a extinção da rede Wi-fi do processo de automação residencial, é um descongestionamento.

Por outro lado, FEITOSA (2022) faz um estudo sobre os projetos de automação residencial de sucesso no mundo. Listou quais processos dentro de uma casa conseguem ser automatizados e quais os melhores softwares para fazer esses processos. Neste trabalho, FEITOSA (2022) fez estudos em cima de softwares open source, gratuitos e com suporte. Além disso, ele cita cada parâmetro analisado em "protocolo de comunicação, forma de conexão, existência de suporte técnico, integração com outros sistemas de automação, disponibilidade do componente no mercado brasileiro, design e, não menos importante, o custo do componente"(FEITOSA, 2022). E é visível esta defasagem no mercado brasileiro de componentes para uma automação residencial acessível quando comparamos com outros mercados pelo mundo.

Em Angeloni (2013) vemos a desorganização e desperdício do sistema brasileiro no processo de construção civil. Somado a isto, não é possível prever, ainda, uma forma de fazer uma construção do futuro, já que os sistemas se atualizam numa velocidade incontrolável. No próprio artigo, Angeloni (2013) pergunta "qual a infraestrutura deixar para a casa inteligente usar daqui a 50 anos?" e esse questionamento abre um leque muito grande na própria pesquisa de material e sistemas de implantação baratos. Por que se eles precisam de ser integrados de forma externa, mexendo principalmente na infraestrutura das construções, eles elevam o seu custo na manutenção, porém se é desenvolvido um sistema de automação já inserido na infraestrutura atual, seus equipamentos precisam ser mais robustos e, conseqüentemente, mais caros.

É citado em Angeloni (2013), o exemplo de um sistema de captação de água que se paga em 2 anos (bom custo benefício), porém em metade deste tempo, o sistema já é um sistema obsoleto com a necessidade de atualização para novos

modelos. Atualmente, existem dispositivos chamados switches que são instalados dentro das tomadas, embutidos nas caixas de passagens para automatização dessas tomadas e lâmpadas e determinados lugares não há espaço hábil para essa instalação, sendo necessária alteração do ambiente físico. Isso gera custo e mostra um despreparo das casas para a inserção desses equipamentos no contexto atual de algumas casas. A portabilidade é muito interessante nesse quesito, pois ela consegue estar além dessas alterações físicas e passa a modificar o espaço também de uma forma diferente, como um equipamento a parte.

Outro tópico citado por [Angeloni \(2013\)](#) é a segurança na utilização de automação residencial. É notável a variância dos eventos para a interpretação de sensores e equipamentos com pouca memória de processamento. Um exemplo descrito é se o proprietário do sistema decide correr em seu quintal, ele será confundido com um invasor? Obviamente, existem sistemas com redes neurais e tecnologias em desenvolvimento capazes de fazer as devidas diferenciações, porém pela limitação do processador com a busca do preço competitivo da automação residencial, esses sistemas não entram em pauta. O equilíbrio do mercado traz segurança para o consumidor que deseja adquirir essa tecnologia? Estudos em segurança são difundidos no meio acadêmico, mas suas aplicações têm nichos específicos como áudio visual e a própria vigilância e serviço de segurança precisam dessa garantia. Mas serviços gerais estão sendo desenvolvidos com essa preocupação?

Ainda sobre o mercado, estudos foram desenvolvidos utilizando micro controladores alternativos e de menor capacidade de processamento para diminuir os custos do material produzido. [Araújo \(2019\)](#), [Vieira \(2017\)](#), [OLIVEIRA \(2020\)](#) e [VICENTE \(2018\)](#) desenvolveram seus sistemas de automação residencial baseado em arduino, mas cada um fez de uma forma diferente. [Araújo \(2019\)](#) estudou dois sistemas baseados em arduino e ESP32 e um sistema com equipamentos de dentro do mercado brasileiro, [Vieira \(2017\)](#) desenvolveu um sistema com o próprio arduino apenas, [OLIVEIRA \(2020\)](#) desenvolveu um sistema em arduino com a comunicação bluetooth e [VICENTE \(2018\)](#) desenvolveu um sistema em arduino com as linguagens Java e Kotlin vinculado a um aplicativo no android.

Como outras alternativas, [BERGMANN \(2013\)](#) utiliza um sistema de TAGs NFC para comunicação mais efetiva; [Melo \(2018\)](#) cria um sistema modular com os equipamentos; [FEITOSA \(2022\)](#) ainda cria um sistema X10 de utilização da rede elétrica da própria casa; [Queiroz \(2018\)](#) já utiliza um ESP8266 com sensor de corrente ACS712 e módulo relé; [Sartor \(2021\)](#) desenvolve um sistema com o micro contro-

lador NodeMCU; ou seja, existem diversas formas de se fazer a sua automação residencial, porém todas elas dependem: ou da internet para troca de dados e/ou armazenamento deles que não abrange os espaços mais periféricos que ainda não têm esse acesso expandido em todos os locais, ou dependem da estrutura pré determinada de uma casa, a qual perde a possibilidade da portabilidade desse sistema. Além de tudo, muito se vê sobre a integração dos equipamentos dentro das casas da forma mais sucinta possível, deixando a automação bastante invisível fisicamente, porém também quando pensamos em portabilidade, necessitamos de um objeto que possa ser portátil e que leve consigo essa automação para onde for preciso e útil.

Outras preocupações também são apresentadas. É bem interessante quando [Mendes \(2022\)](#) defende a utilização de câmeras e sensores para vigilância de pessoas com necessidade de assistências especiais. A exemplo de idosos que podem sofrer alguma queda, a exemplo de pessoas com alguma dificuldade de locomoção, esses sistemas podem trazer boa qualidade de vida e até uma independência maior para os dependentes de outras pessoas e, como consequência, melhorar a qualidade de vida de todas essas pessoas. Abordagem de controle de Temperatura e umidade, como [Sartor \(2021\)](#) traz, pode ser aplicada à instalações de servidores, grandes quantidades de computadores ou máquinas que necessitam de uma temperatura específica para o melhor funcionamento, pode ser aplicada aos quartos para o maior conforto das pessoas, e também pode ser aplicado à criação de animais, já que essa é uma questão que traz diversos prejuízos para granjas, casas de carne e conservação e açougues com câmaras frias. Principalmente neste último citado, se o controlador de dispositivos portátil for mesclado com este tipo de tecnologia, é possível levá-lo para regiões rurais com um grande mercado consumidor, já que a grande maioria das roças e fazendas das regiões interioranas não detém estas tecnologias tão comuns no meio urbano.

As preocupações com mercado consumidor e viabilidade no mercado são bastante válidas por serem o ponto principal para investimento do controlador, mas existem estudos que chamam atenção para o melhoramento do desempenho de suas funções. [Filho \(2017\)](#) defende a utilização de sistemas RTOS (Real Time Operation System - Sistemas de Operação em Tempo Real) para a garantia do cumprimento de prazos nas operação. Caso existam delays em respostas que deixem o equipamento ineficaz ou mesmo que não existam delays tão grandes, mas exista a possibilidade de um melhoramento no equipamento em si, a implementação de um sistema embarcado RTOS é muito bem vindo e não infere tão

grandemente na questão financeira, pois para ter esse upgrade, o valor acrescentado é bem pequeno. O único ônus encontrado foi a questão da instalação física, já que o sistema desenvolvido por Filho (2017) depende de um hardware a mais funcionando e que precisa ser instalado. Ademais, o sistema é algo para ser integrado futuramente no controlador, já que, pensando na portabilidade, a existência de uma estrutura física expressiva é necessária.

Com todo este conjunto, podemos verificar que a rede wi-fi e rede móvel são uma direção com grande evolução tecnológica e o caminho para o qual as diversas novas pesquisas estão se dirigindo. Na contramão desse pensamento, surge o controlador de dispositivos portátil, pensando em não concorrer, mas complementar o mercado em busca de pessoas que vivem em lugares que não dispõem desse aparato tecnológico abrangente. Diversos lugares interioranos e suas zonas rurais, distritos, povoados não dispõem de wi-fi, e quando dispõem, não há rede móvel - a rede mais difícil de ser encontrada - então é necessária uma adaptação de tudo que está surgindo para que essas pessoas tenham acesso e consigam consumir desse conforto tecnológico também nessas localidades.

Nessa direção, o protocolo Zigbee que independe da internet se torna bastante eficiente para a aplicação desejada, já que sua rede acontece apenas entre seus equipamentos e seu controle depende apenas de uma LAN. Interessante também que os equipamentos que utilizam do protocolo Zigbee funcionam como ancoragem para outros equipamentos, ou seja, mesmo que a LAN alcance cerca de 25 metros de distância, se naquela extremidade, há um equipamento com o protocolo Zigbee, ele consegue estender a comunicação por mais 25 metros e assim sucessivamente - conforme mostra a diferença na Figura 2.1, o protocolo Zigbee funciona no modelo Malha - ampliando a zona de alcance para grandes praças, quadras, e locais onde eventos nessas regiões interioranas acontecem. Com todos esses benefícios, o protocolo Zigbee se mostra muito eficiente para o objetivo proposto em diversos parâmetros.

Além disso, outros autores ainda trazem os avanços que podemos aplicar para a melhor eficiência de funcionamento do controlador de dispositivos, seja no campo da segurança ((ANGELONI, 2013) e (OLIVEIRA, 2020)), do tempo de resposta ((FILHO, 2017)), e questão do mercado ((FEITOSA, 2022)). Também podemos citar os ganhos não pensados a princípio da economia energética ((QUEIROZ, 2018)), VICENTE (2018) com o controle de chuveiros e todos os sistemas da casa, de tomadas e equipamentos específicos, para o menor desperdício, Sartor (2021) com o controle de temperatura que pode ser melhorado de acordo o funcionamento de

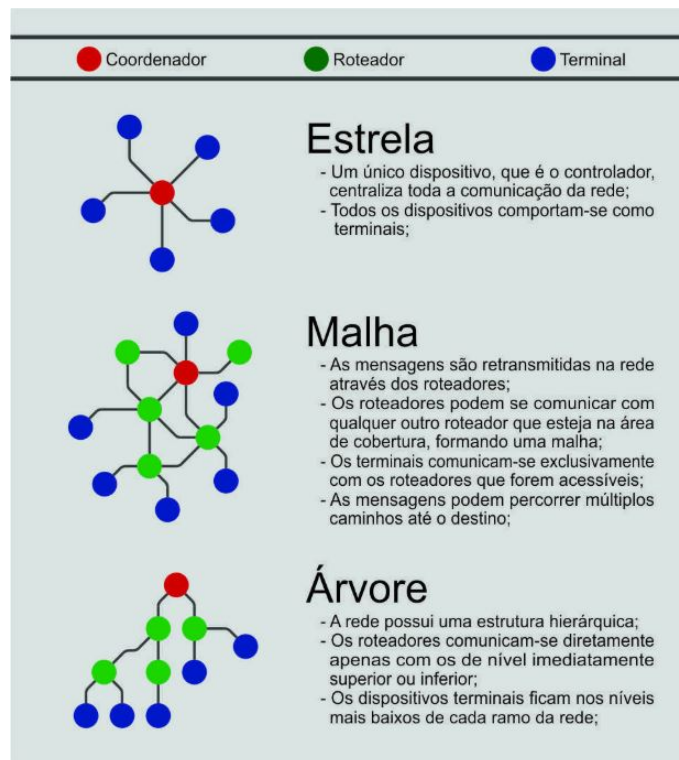


Figura 2.1 – Diferença entre sistemas Estrela, Malha e Árvore de transferência de dados

freezers, ou ares-condicionados ou geladeira, por exemplo, que são benefícios que podemos levar para além das redes conectadas e de uma forma mais moderna.

O protocolo zigbee, de acordo (MORENO, 2007), é um protocolo que não visa a maior velocidade e nem o maior alcance, mas sim, o menor custo. Com sua operação em uma banda de 2,4Ghz (Brasil) equivalente às bandas de comunicação wi-fi, sua aplicação para automação residencial principalmente é muito compatível e, por isso, é um protocolo consolidado para esse fim. Autores já têm aplicações desde as mais comuns que são para automação com os equipamentos desenvolvidos e comercializados por toda a internet brasileiros ou não à aplicações em estufas agrícolas como (LITJENS, 2009). (LITJENS, 2009) foi bem específico em seu trabalho por escolher o Zigbee devido sua baixa taxa de erros dentre outros protocolos voltados para a sua aplicação nos termos de ambientes com ruídos e sem interferência.

A questão mais difícil de ser encontrada é a portabilidade por se tratar de um estudo voltado para a não utilização da rede wi-fi. Cada vez mais, a tecnologia avança em tempo de resposta, envio e recebimento de dados e cada um desses detalhes cobre a região com maior avanço neste campo, como exemplo temos a rede 5G que promete e já revoluciona o cenário de robótica e automação residen-

cial pelos grandes centros. Ou até o protocolo MIDI que faz relação direta com o audiovisual e dispõe de ferramentas bastante avançadas no controle daquilo que é importante para este nicho. Mas a proposta de alcançar um público recantado dessas modernidades caminha para o lado tangente e busca a utilização do que é palpável dentro deste contexto. Sendo assim, é nessa nova visão que o controlador de dispositivos portátil se propõe como um bom equipamento, tanto em questão de aplicabilidade para seu fim, mas também para o alcance comercial.

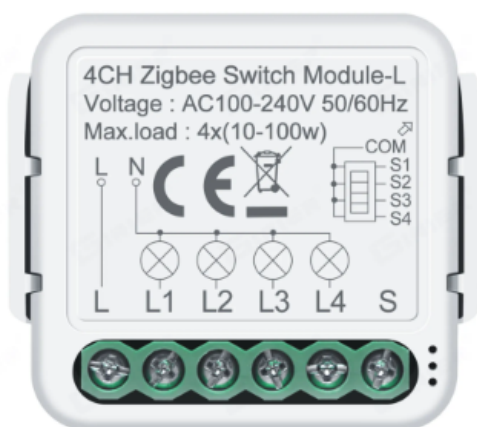
Capítulo 3

Materiais e Métodos

A construção do controlador de dispositivos portátil foi feita a partir de equipamentos já existentes no mercado, já que o objetivo é viabilizar a utilização de uma tecnologia em um outro contexto e para pessoas que não têm acesso. Os materiais, dessa forma, foram selecionados a partir de pontos importantes para o campo da eficiência e do mercado. São esses: cor, acabamento, tamanho, eficiência, taxa de falha e preço. Exatamente para que seja um produto atrativo esteticamente falando, mas também eficiente para afirmar a sua utilização.

Os materiais utilizados foram:

- ▶ 01 4CH Zigbee Switch Module Girier;
- ▶ 01 Gateway Zigbee Wireless DMD2CD Girier;
- ▶ 01 Roteador Wireless N 300Mbps MW301R Mercusys;
- ▶ 01 Conector Tomada Macho Tripolar De Força As-07 Porta Fusível;
- ▶ 02 Fusível de Vidro 5x20 - 10A 250V;
- ▶ 04 Tomada 10A Tramontina Linha Liz Lux Giz Tablet 3 Pinos;
- ▶ 05 Mini Botão Interruptor SPST 250V AC Snap-in On/Off Boat Rocker Switch 1;
- ▶ 01 Estrutura impressa em 3D;
- ▶ Fios de Cobre 2,5 mm².
- ▶ 01 Cabo de Energia ATX Padrão Novo 3 Pinos 120cm Kirin CB-37A120.



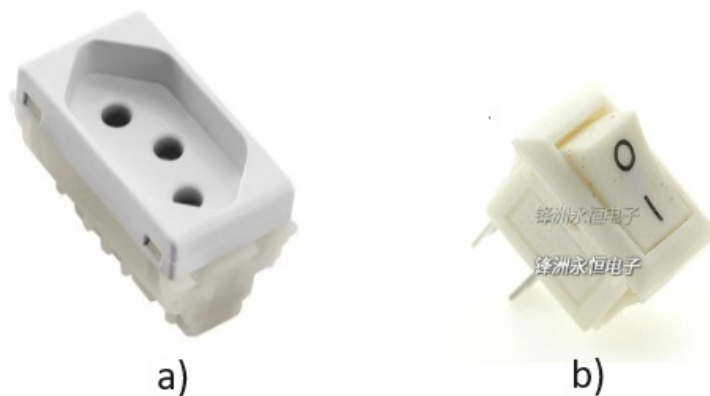
FONTE: Site Aliexpress

Figura 3.1 – 4CH Zigbee Switch Module Girier

O primeiro componente escolhido e a alma do controlador desenvolvido foi o 4CH Zigbee Switch Module Girier Figura 3.1, a marca foi escolhida baseada no custo benefício do mercado na época em que este equipamento está sendo produzido. Este é um Switch de 4 canais que consegue controlar cada um deles independentemente. Importante também que ele é baseado no protocolo Zigbee 3.0 e pode também se conectar a outros equipamentos. Além disso, ele tem conexão com dois aplicativos Tuya Smart e Smart Life, que são aplicativos Android capazes de manter este contato sem fio com os componentes do sistema e, ainda, se o sistema for expandido, o aplicativo pode se conectar a outros dispositivos também. Outra vantagem dos aplicativos é a conexão com Alexa e Google Home que, por mais que não seja o foco, consegue deixá-lo ainda mais versátil.

Exatamente por pensar em versatilidade, os quatro canais do Switch foram preenchidos com tomadas 10A, já que podemos conectar os mais variados equipamentos nelas. E, pensando na segurança e até pelo local em que será utilizado o equipamento, foram implementados interruptores analógicos para cada uma delas, possibilitando a conexão wireless via aplicativo e também um controle manual. Lembrando que cada interruptor corresponde à sua tomada (são colocados imediatamente ao lado de cada uma delas) e são independentes uns dos outros.

As tomadas são um modelo sem placa Figura 3.2 para serem encaixadas nos espaços específicos da carcaça impressa em 3D do Controlador. Junto a elas, os Minis Botões Interruptores SPST 250V AC Snap-in On/Off Boat Rocker Switch 1 Figura 3.2 foram pensados cuidadosamente pois eles que determinam a largura do controlador, sempre pensando na portabilidade do produto. Por isso a escolha do tamanho mini do botão e a cor também foi de fundamental importância, pois, neste caso, a estética para quem utiliza o controlador de dispositivos portátil é fun-



FONTE: Site Aliexpress

Figura 3.2 – a) Tomada 10A Tramontina Linha Liz Lux Giz Tablet 3 Pinos b) Mini Botão Interruptor SPST 250V AC Snap-in On/Off Boat Rocker Switch 1



FONTE: Site Aliexpress

Figura 3.3 – Gateway Zigbee Wireless DMD2CD Girier

damental. Esse interruptor foi colocado também no fundo do controlador como equipamento de segurança do controlador em si, capaz de detetá-lo quando necessário.

Para fazer a conexão do Zigbee com o aplicativo Tuya Smart, dispensando a necessidade de rede wi-fi e/ou rede móvel, foi escolhido o gateway DMD2CD Girier Figura 3.3, por ser o melhor custo benefício do mercado no momento da montagem do controlador de dispositivos portátil, mas também por ser compacto o suficiente para não deixar o produto final com um tamanho exagerado. A questão do tamanho é bem importante vide a quantidade de equipamentos necessários para um equipamento que deve ser prático de ser portabilizado. Além disso, o gateway será o responsável por centralizar o controle de todos os equipamentos Zigbee, ou seja, num projeto de expansão do controlador, ele terá a capacidade de conectar e coordenar muitos outros equipamentos.

Para equipamento capaz de criar a LAN (Local Area Network), o modelo Wi-



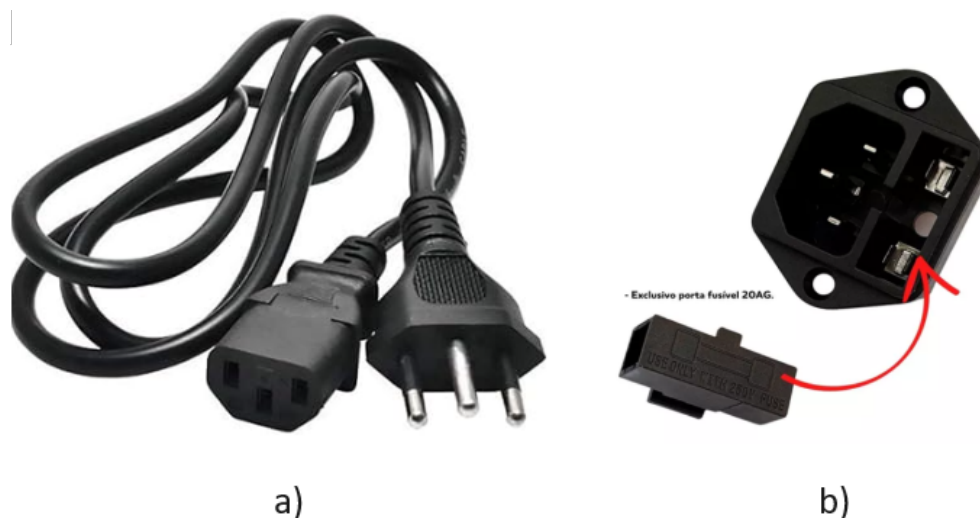
FONTE: Site Amazon

Figura 3.4 – Roteador Wireless N 300Mbps MW301R Mercusys

reless N 300Mbps MW301R Mercusys Figura 3.4 foi o que melhor se encaixou no propósito. Este foi mais difícil por se relacionar diretamente com a parte estética do controlador desenvolvido, já que as antenas expostas são dele. Além disso, ele é o maior dispositivo que está dentro da carcaça e, por este motivo, ele que determinou a altura e profundidade da caixa. Vale ressaltar que o roteador não precisa ser o mais potente e com o maior alcance, já que o controlador é portátil e isso já é uma extensão do seu alcance e, ainda, o gateway fica colado no roteador, ou seja, a única distância que o roteador precisará se preocupar é com o celular que irá controlá-lo.

Por fim, os equipamentos de segurança e de conexão do controlador. Os cabos 2,5 mm² internos foram dimensionados para evitar o aquecimento do sistema e garantir que nenhum problema de falta de capacidade de funcionamento de uma tomada afete o desempenho do equipamento. Os cálculos serão mostrados na próxima sessão, mas é de extrema importância que o Controlador absorva a sua demanda (do cliente) e tenha a resposta mais rápida possível. Além disso, foi utilizado um modelo de cabo de energia ATX Padrão Novo 3 Pinos 120cm Kirin CB-37A120 Figura 3.5 por ter um encaixe mais seguro, uma proteção de cabo similar ao cabo PP e também um dimensionamento concordante com o equipamento.

Para conexão do cabo ATX 3 Pinos, foi utilizado um Conector Tomada Macho Tripolar De Força As-07 Porta Fusível Figura 3.5 que é adequado para o encaixe



FONTE: Site Amazon

Figura 3.5 – a) Cabo de Energia ATX Padrão Novo 3 Pinos 120cm Kirin CB-37A120 b) Conector Tomada Macho Tripolar De Força As-07 Porta Fusível

do cabo e também funciona com fusível de proteção para que, em quaisquer que sejam as situações, o sistema esteja protegido. O fusível já vem encaixado no local correto com um fusível reserva na bolsa que existe no próprio conector. Isso é mais um ponto que traz vantagem de conforto para o usuário, uma vantagem a mais do produto desenvolvido.

Para unir todos esses aparelhos e absorver a demanda de cada detalhe de cada componente, foi feito um projeto de carcaça Figura 3.6 em formato de caixa quadrada com as tomadas com seu encaixe exato, com os encaixes dos mini interruptores, o encaixe do conector do cabo de força que também tem seu formato específico e, as antenas do roteador que foi decidido que ficariam expostas por uma questão visual e de desempenho também. Essa caixa foi impressa em impressora 3D com filamento PETG branco, assim como todo o Controlador é branco (com exceção do conector do cabo de força e seu cabo que são pretos por falta de opção no mercado). A escolha da cor branca foi baseada na discricção que, diferente da automação comum, este produto fica visível, então precisa ser de uma forma que não chame muita atenção.

3.1 Estudo de Caso

O controlador de dispositivos portátil surgiu para satisfazer a necessidade de um cantor. Em regiões de zona rural, escolas mais recanteadas do interior da



FONTE: Desenvolvido pelo Autor

Figura 3.6 – Projeto controlador de dispositivos portátil

Bahia, no Brasil, existem festas regionais no período de junho conhecidas como "forrós", festas da cidade como aniversário, festival da padroeira, ou até festas comemorativas culturais (A festa da mandioca, a festa da uva), gincanas de escola, e todos esses eventos acontecem em quadras, praças, centros comerciais ou pontos turísticos da cidade. Nesses eventos, sempre há muita comemoração, apresentações temáticas, desfiles, e sempre é finalizado com grupos musicais, seja em formato de show, seja em formato de churrasco ou de acordo a cada especificidade de cada festa.

A partir desse contexto de lugares possíveis que podem acontecer estes eventos, dos formatos dos eventos, da disposição de tecnologias que podem ser utilizadas para este fim e da disponibilidade financeira para cumprir e disponibilidade de funcionários para contribuir com a realização dessas festas, quase sempre os músicos ficam carentes de detalhes e ferramentas para fazer uma melhor apresentação e impressionar o público com a sua arte e poder escalar novos shows e novos eventos na região. Dessa forma, surge a necessidade de um controle sobre diversos efeitos audiovisuais instantâneos por uma pessoa só. Mas como fazê-la e quem pode fazê-la.

Atualmente, muitos cantores utilizam de tablets e celulares durante o show para lembrar letras, cifras de músicas, ordem da apresentação, nomes de patrocinadores, as pessoas para agradecimentos, então nasce um espaço livre para que

possamos integrar uma automação de processos sem alterar a produção em si, sem acrescentar nenhum outro equipamento visível ou precisar influenciar no produto final do artista.

A partir daí, com a necessidade entendida, é preciso definir quais delas conseguiremos suprir e como será feita essa solução. Existe uma gama de efeitos e equipamentos audiovisuais que podem ser atingidos com a automação e que podem compor essa solução. Alguns deles são:

- ▶ Iluminação;
- ▶ Drones;
- ▶ Máquina de Fumaça;
- ▶ Bomba de CO₂;
- ▶ Fogos de Artifício;
- ▶ Fogos de Confete;
- ▶ Outros.

3.2 Resolução do Problema

É perceptível que ter um sistema que abarque todas essas necessidades seria muito difícil, já que estamos falando de um ambiente remoto em questão de redes de comunicação. Sendo assim, uma alternativa encontrada para abranger a maioria destes equipamentos é de utilizar as tomadas, pois a maioria destes utiliza uma fonte de energia para ser ligado e são máquinas de funcionamento simples e, por mais que existam bombas de CO₂, por exemplo, que tenham controles ou uma diversidade de comandos, ainda assim, eles conseguem ser ligados em comando simples se pré-programados.

Dessa forma, por mais que precise de uma programação e de um preparo de cada um dos equipamentos anteriores ao uso, o controlador de dispositivos portátil consegue exercer a sua função. Na necessidade proposta pelo cantor Ney Brandão natural de Condeúba - BA, durante as músicas, existia a necessidade de soltar fogos (em momentos específicos no show), máquinas de fumaça e efeitos de LEDs visuais, além de acender e apagar as luzes da plateia. Assim, o fato das entradas do controlador serem tomadas, é possível conectar todas essas demandas

e, ainda, se novas demandas surgirem, o equipamento conseguirá absorver.

O outro problema encontrado é a conexão wifi inexistente. Porém com um estudo feito, entendemos que, desde que não seja usado nenhum armazenamento, mesmo que temporário, em nuvens, o sistema funciona apenas com a LAN. Isto é, o aplicativo Tuya Smart apresentado consegue se comunicar - enviar e receber respostas - com o gateway e o gateway já não precisa de internet para se comunicar com os dispositivos inteligentes - no nosso caso o 4CH Zigbee Switch Module - exatamente por já se comunicar via protocolo Zigbee. Neste caso, precisamos de uma LAN que esteja presente no ambiente para fazer a conexão do Usuário com o Controlador Autônomo. Daí, a necessidade do Roteador Wireless N 300Mbps MW301R Mercusys.

Para justificar a necessidade da central Zigbee (Gateway Zigbee Wireless DMD2CD), existem muitos dispositivos que se conectam diretamente nos aplicativos Tuya Smart e Smart Life, porém para substituir a etapa do uso da central, os dispositivos utilizam da internet. Logo, o gateway está diretamente ligado à capacidade de independência de redes de internet. Além disso, o gateway inicia a malha ao lado do roteador e centraliza os comandos.

Para garantir a segurança do sistema, o fusível é utilizado, pois construímos uma espécie de adaptador que deriva de uma tomada para quatro tomadas controladas, e, para isso, é preciso um cabeamento de maior capacidade e o fusível ainda aparece para caso o cliente exceda os limites do equipamento, não ocorrer nenhum problema que coloque a vida de ninguém em risco, pois ele cortará a alimentação do produto.

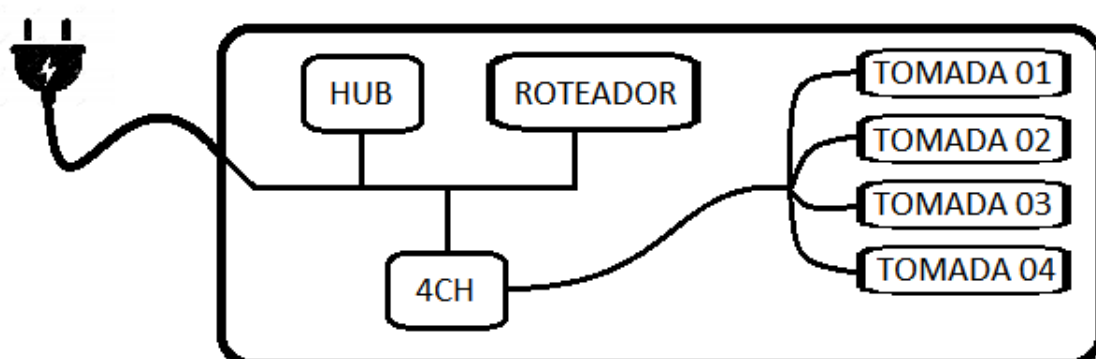
O outro ponto do controlador de dispositivos portátil é a versatilidade, e, para isso, são colocados interruptores manuais para que, caso a bateria do celular ou tablet descarregue, caso dê qualquer defeito no próprio aparelho Smartphone ou Tablet, exista uma forma de que o equipamento funcione ainda assim e o usuário não fique sem a assistência do produto. É uma forma a mais que o controlador traz de qualidade e eficiência para o mercado, já que é um produto que pode ser aplicado para vendas.

Capítulo 4

Controlador de dispositivos portátil

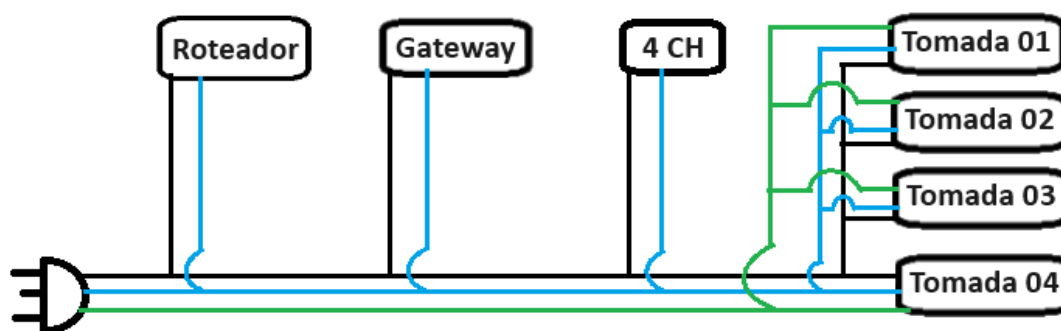
4.1 Dimensionamento e Montagem

Foi organizado o desenho das ligações do controlador de dispositivos portátil, um produto com uma entrada e quatro saídas. Nessa etapa, as distâncias e a forma não são importantes, apenas um esqueleto do sistema para enxergar as conexões. É possível ver na figura como será feito com cada componente. As antenas do roteador fazem a conexão com o smartphone e as tomadas de 1 a 4 fazem a conexão livre com os dispositivos desejados. A tomada indicada com um símbolo de raio na imagem indica onde o controlador deve ser conectado à rede elétrica. A figura 4.1 se encontra, inclusive, no manual do usuário do controlador desenvolvido.



FONTE: Desenvolvido pelo Autor

Figura 4.1 – Esquemático das conexões do Controlador Autônomo



FONTE: Desenvolvido pelo Autor

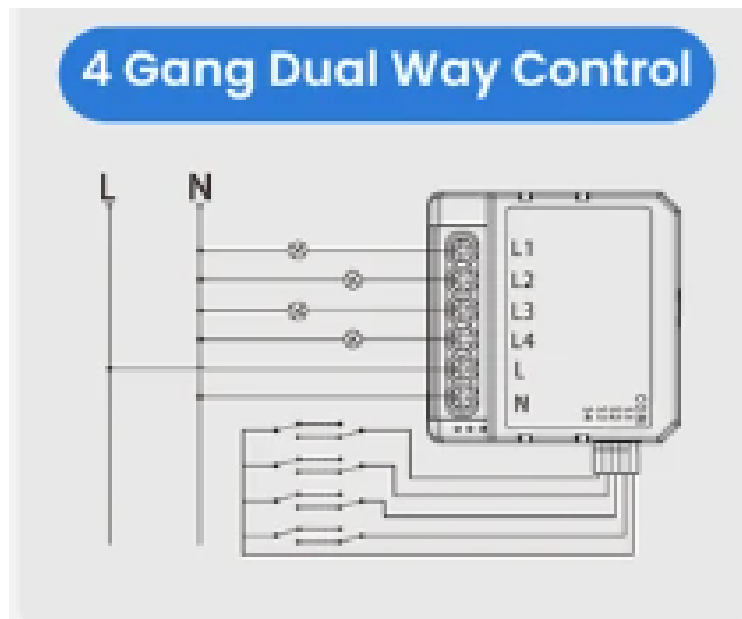
Figura 4.2 – Esquemático das conexões Elétricas do controlador de dispositivos portátil

4.1.1 Esquemáticação do controlador de dispositivos portátil

Primeiro, foi feito um esquemático elétrico mais detalhado, mas dessa vez especificando os cabos de fase, neutro e terra do sistema como mostra a figura 4.2. Seguindo a norma ABNT NBR 5410, a coloração do cabo de fase é preto, a coloração do cabo de neutro é azul e a coloração do cabo terra é verde. O roteador e o gateway não precisam de se conectar ao terra por se tratar de uma fonte sem este recurso, o 4CH switch devido a falta do próprio circuito não ter essa conexão, porém é imprescindível que as tomadas tenham suas conexões muito bem feitas, pois protegerão de entrar no circuito interno do controlador qualquer corrente indesejada proveniente dos dispositivos conectados em suas saídas. No detalhe da Figura 4.3, vemos como serão feitas as ligações dos interruptores seguindo manual do próprio 4CH Zigbee Switch Module Girier.

4.1.2 Dimensionamento dos Cabos

O dimensionamento dos cabos desconsideram a queda de tensão por se tratar de um espaço muito pequeno. Será necessário apenas um cálculo de corrente comum utilizando a Lei de Ohm, estudos do Efeito Joule e a Tabela 38 da [ABNT-NBR-5410 \(2004\)](#) para dimensionamento da bitola do cabo a ser utilizado. Os cabos



FONTE: Manual do Produto

Figura 4.3 – Esquemático do sistema de interruptores e suas ligações.

seguirão o esquemático da figura 9 e os cálculos a seguir:

$$P_x = V_x * i_x \quad (4.1)$$

Sendo que :

- P_x ⇒ Potência do Equipamento;
- V_x ⇒ Tensão da rede elétrica;
- i_x ⇒ Corrente;

Nesse caso, foram pesquisadas uma máquina de fumaça, um canhão de CO₂, um ventilador de confetes e spots de LED para controle da Luz para serem estudadas as potências médias desses equipamentos como serão mostradas na Tabela 4.1. Esses quatro equipamentos foram escolhidos pela variedade de controle que eles permitem e por serem quatro tomadas no controlador. Podemos ver que a máquina de fumaça tem a maior potência média entre os equipamentos, então será a partir desse equipamento que faremos os cálculos, pois todas as tomadas têm que ter a mesma capacidade para que o produto final seja o mais intuitivo possível para o usuário.

Equipamento	Potência Média (W)
Máquina de Fumaça	1200
Canhão de CO ₂	14
Ventilador de Confete	1200
Mini Spot Led Moving (Iluminação)	30

Tabela 4.1 – Tabela de Equipamentos e suas Potências

A partir da potência de estudo, utilizaremos da Equação 4.1 para descobrir a corrente média que passará pelo sistema.

$$1450 = 220 * i_x \quad (4.2)$$

$$i_x = \frac{1450}{220} \quad (4.3)$$

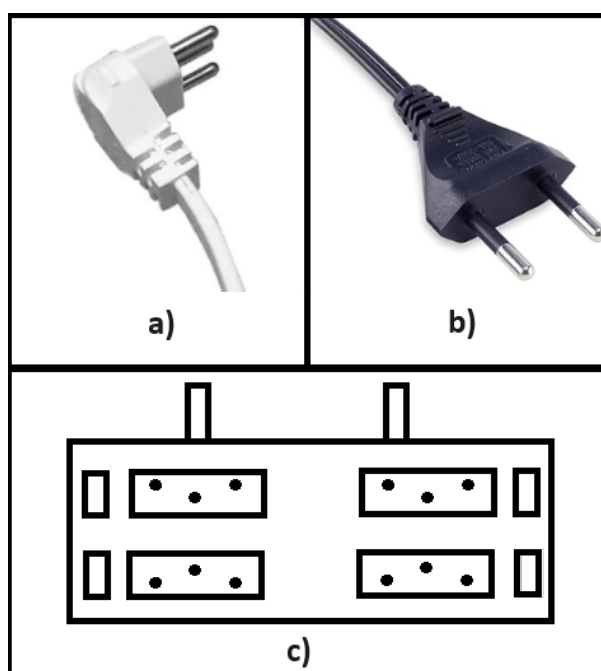
$$i_x = 6,59A \quad (4.4)$$

Com este resultado desenvolvido nas equações 4.2, 4.3 e 4.4, podemos manter a padronização de tomadas residenciais de 10A que é o valor superior imediato de modelos comerciais. Essa padronização diminui o valor do produto e deixa ele com uma capacidade maior ainda de absorção de produtos. De qualquer forma, não podemos colocar quatro máquinas de fumaça, pois a entrada do sistema será, normalmente, em uma tomada de 10A também, então a solução permite que haja essa flexibilização de corrente nas quatro tomadas, porém devemos determinar um valor máximo de potência que o controlador de dispositivos portátil pode entregar em suas saídas juntas. Para isso, temos que calcular a capacidade da entrada de fornecer energia sem que o fusível queime e nem coloque em risco nenhum equipamento ou a própria vida de quem for manusear o produto. A seguir faremos o cálculo da potência máxima com a corrente de 10A da entrada do controlador.

$$P_x = 220 * 10 \quad (4.5)$$

$$P_x = 2200W \quad (4.6)$$

Observando o resultado da equação 4.5 e a resposta na equação 4.6, o con-

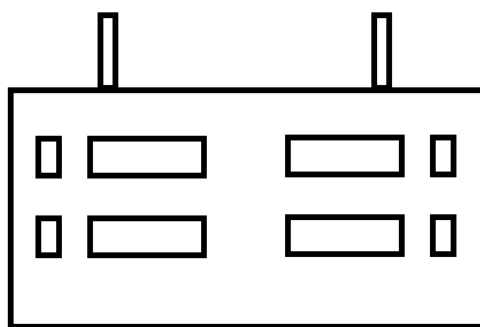


FONTE: a)Site Amazon b)Site Amazon c)Desenvolvida pelo Autor

Figura 4.4 – Tomadas formato a)curva 90° b)reta c)Configuração final das tomadas

trolador de dispositivos portátil tem capacidade máxima de controlar quatro produtos em que a soma das potências sejam 2200W.E, para absorver essa potência, a bitola do cabo deve ser escolhida de acordo a norma brasileira [ABNT-NBR-5410 \(2004\)](#), na qual aponta que, na situação de um cabo que não está sob eletroduto dentro de uma parede, um cabo de 1mm² seria o suficiente, porém pela pequena quantidade de cabos e, objetivando manter o mesmo cabo das tomadas das casas ou de locais externos, numa construção de acordo a [DIS-NOR-030 \(2023\)](#) da Neoenergia COELBA - concessionária de energia da Bahia - as tomadas devem ter cabos de secção mínima de 2,5mm². Assim, foi escolhido manter a maior secção transversal de cabo, já que não onerará o produto.

Durante a produção, também foi importante se atentar às posições das tomadas do controlador de acordo às tomadas dos equipamentos que encontramos, hoje, dispostos no mercado. Na sua maioria, os cabos de ligação dos aparelhos tem a forma da parte a da figura 4.4 ou a forma da parte b da figura 4.4, e o problema está nas tomadas formatadas tal qual a parte a. Caso seja colocada de forma igual, de algum modo pode ser que uma tomada não consiga ser conectada por não haver espaço que foi impedido pela tomada de cima. Dessa forma, o controlador é colocado para que sejam utilizadas até duas tomadas curvas 90° (figura 4.4 b) ou quantas tomadas retas (figura 4.4 a). No fim, as tomadas ficaram dispostas da forma da parte c da figura 4.4.



FONTE: Desenvolvido pelo Autor

Figura 4.5 – Esquemático organização da frente do controlador de dispositivos portátil

4.1.3 Dimensionamento da Carcaça

A carcaça é a última parte do sistema, depois que já temos os equipamentos escolhidos e dimensionados. Foi proposto que todas as tomadas fiquem na parte da frente do controlador de dispositivos junto com seus interruptores para que sua ideia de portabilidade deixe-o se encaixar em qualquer lugar - caso uma tomada ficasse em sua lateral, ele teria que manter uma distância lateral de outros equipamentos. Dessa forma, aproveitando que o roteador é o maior equipamento no sentido de largura, são esses dois parâmetros que definem a frente dele. Além disso, em sua altura, para que não fique muito grande verticalmente, foi proposto que as antenas do roteador fiquem para fora. Este detalhe pode melhorar até no alcance (desempenho) do controlador. Podemos ver na Figura 4.5, como ficou desenhada a frente do equipamento.

Além disso, para manter as laterais independentes e livres, o cabo de força do controlador de dispositivos foi colocado em sua parte traseira com o Conector Tomada Macho Tripolar De Força As-07 Porta Fusível que tem o formato mais incomum dentre as tomadas adotadas. Ademais, o conector e seu cabo são os únicos componentes que quebram o padrão de cor única do produto, dessa forma conseguimos escondê-lo para manter ainda mais o equilíbrio estético. As laterais ficam livres e conseguimos visualizar como ficam os outros detalhes do controlador na figura 4.6.

Foi escolhido não fechar a caixa com nada de plástico para que não houvesse chance de quebrar a tampa. Para isso, não foi feito encaixe na tampa, mas ela é parafusada com quatro parafusos de porca. Para que este modelo seja possível, na figura 4.7 vemos o detalhe de encaixe das porcas na estrutura da caixa para receber o parafuso. O plano branco apontado na imagem indica que está vazado

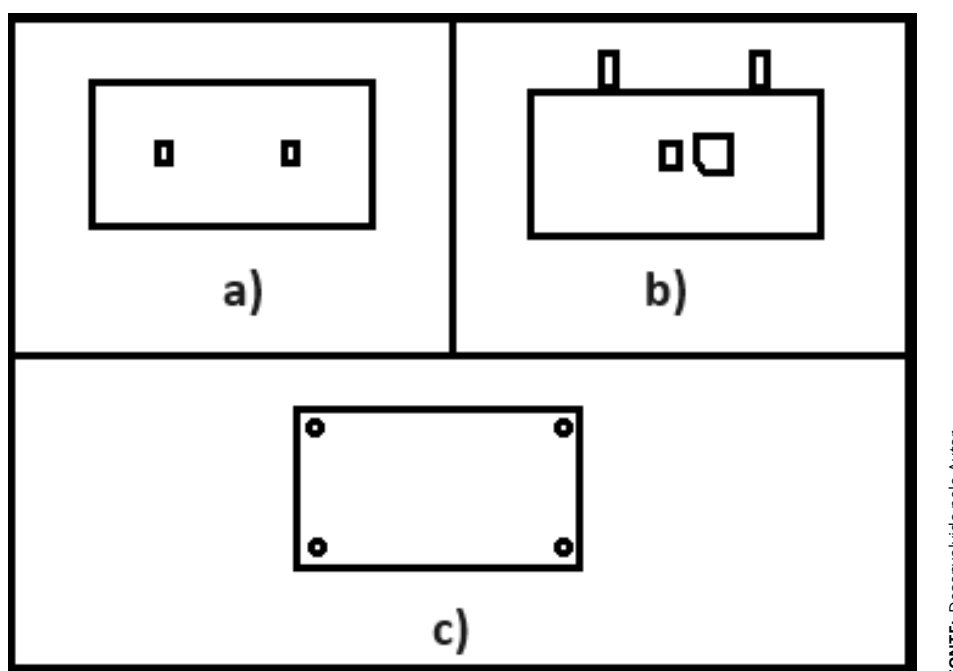


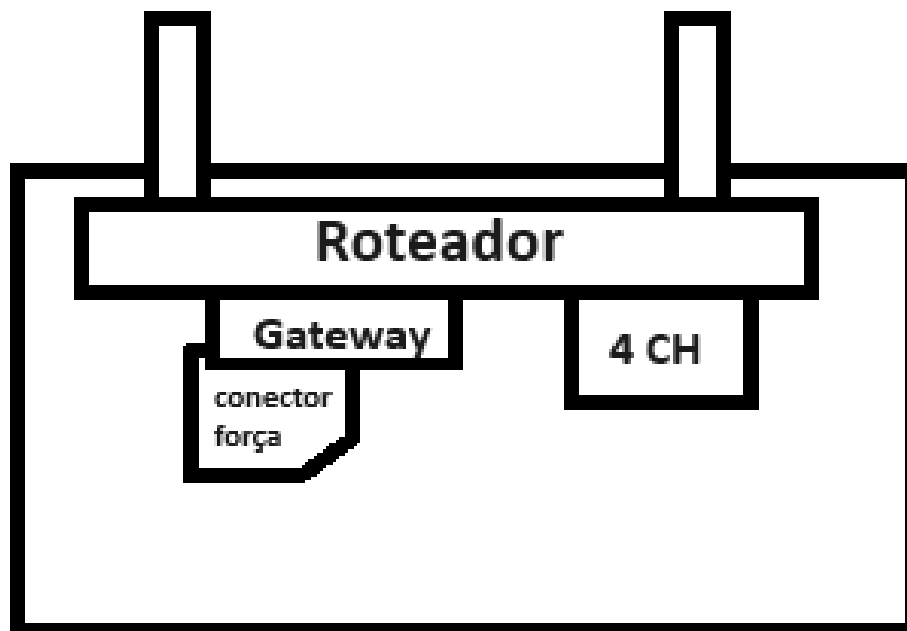
Figura 4.6 – Esquemático organização do controlador de dispositivos portátil a) visão superior b) visão traseira c) visão da tampa

para o encaixe da porca e o círculo aponta o lugar vazado para o encaixe do parafuso. Na tampa também existem os furos para o parafuso, dessa forma, apenas a cabeça do parafuso fica exposta e o restante fica interno ao controlador. É preciso entender também que foi feita uma "coluna" em cada uma das quatro pontas dele para colocar cada parafuso.

Outra escolha também foi fechar o fundo (parte inferior que toca o solo) do equipamento e não a parte superior por uma questão estética e pelo encaixe das antenas do roteador também, já que o roteador tem que ficar imediatamente colado na parte superior do produto. Na figura 4.8, podemos ver um corte transversal do controlador para que possa enxergar a estrutura interna. Caso contrário, ele teria seus parafusos externos e visíveis, além de ser muito mais difícil para uma futura manutenção. No fim, ficou como na Figura 4.9, de acordo as fotos dos esquemáticos propostos.

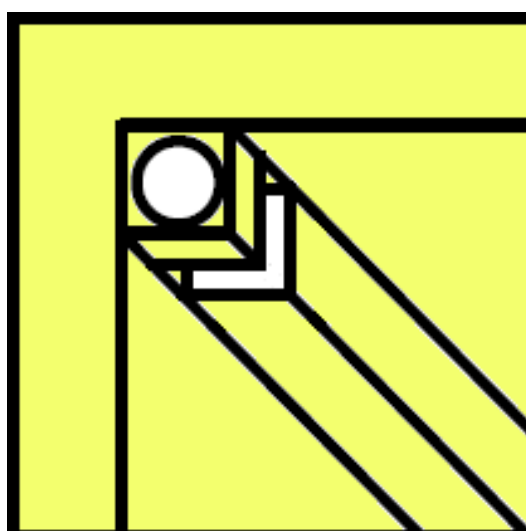
4.2 Padronização de Aplicativo

Uma outra proposta do controlador de dispositivos portátil tem a ver com a utilização do controle via celular, até mesmo para justificar a utilização de um roteador para a criação da LAN. Dessa forma, foi escolhido o aplicativo Tuya Smart



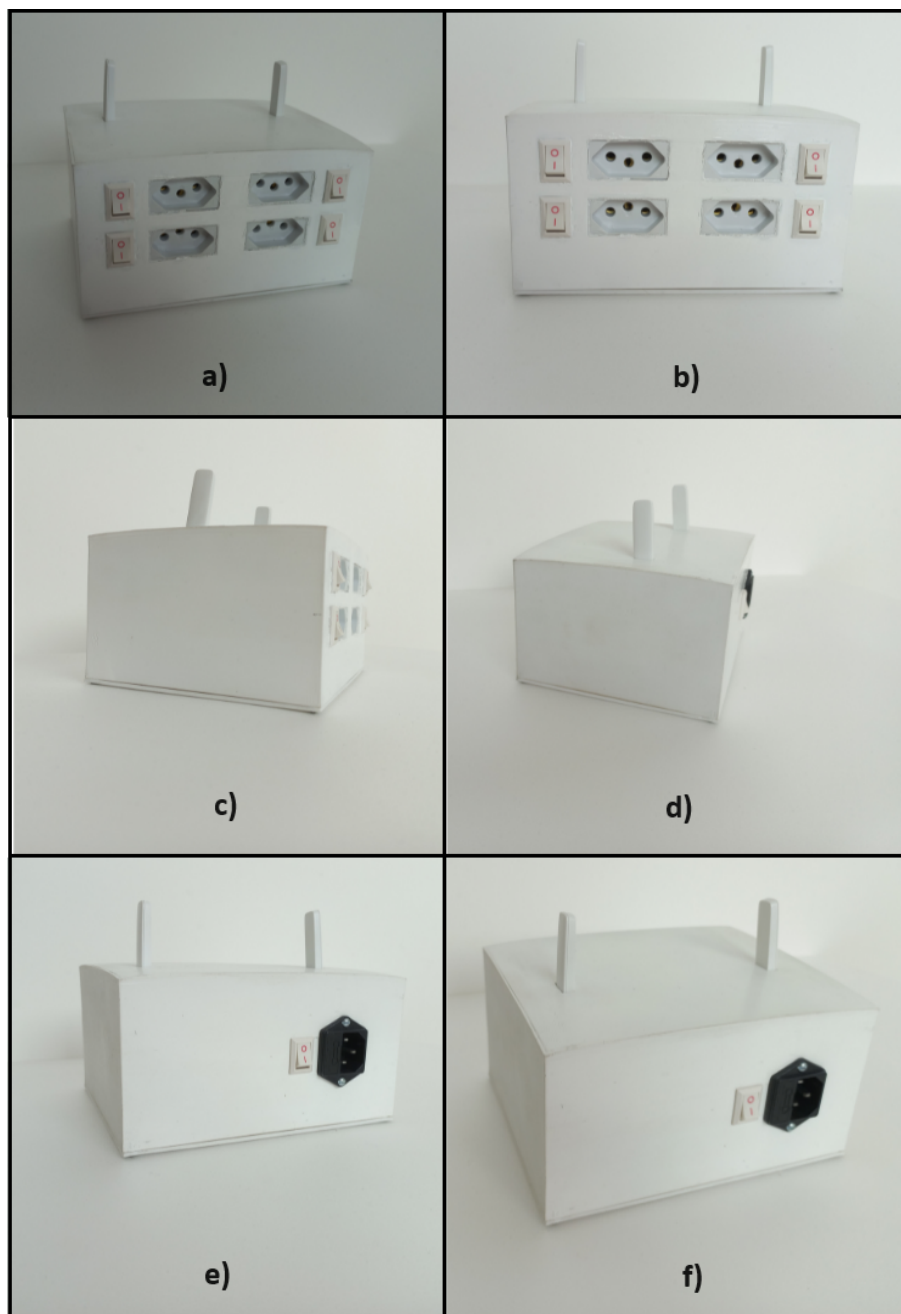
FONTE: Desenvolvido pelo Autor

Figura 4.7 – Corte transversal no controlador de dispositivos portátil



FONTE: Desenvolvido pelo Autor

Figura 4.8 – Detalhe do encaixe do parafuso e porca da tampa



FONTE: Desenvolvido pelo Autor

Figura 4.9 – Controlador de dispositivos portátil construído a) Vista de frente com um detalhe da parte superior b) Vista da frente do controlador c) Vista da lateral com detalhe a frente d) Vista lateral com detalhe ao fundo e) Vista do fundo do controlador f) Vista do fundo com detalhe da parte superior

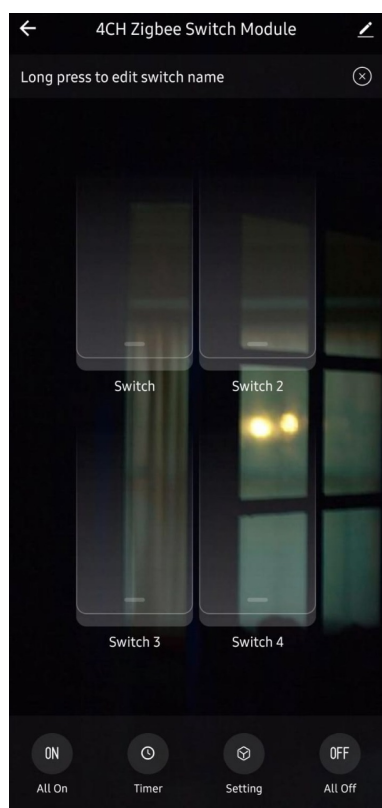


Figura 4.10 – Interface de controle das quatro tomadas no aplicativo Tuya Smart

para este controle. Lembrando que, pelas conexões possíveis com o 4CH Switch, também poderia ser utilizado o Smart Life, mas os processos seriam os mesmos, pois são aplicativos semelhantes. Por afinidade e experiência com o Tuya, este foi escolhido. A função do aplicativo é que a pessoa responsável pelo controle do produto possa ter a experiência de uma automação. Para isso, o Tuya Smart oferecerá a interface para o controle individual de cada uma das quatro tomadas, além de poder oferecer uma gama de opções de cenas e programações.

É interessante como podemos criar uma interrelação entre as tomadas, criar cenas onde uma desliga se a outra for ligada e vice-versa, as luzes piscarem no mesmo momento que a fumaça for lançada no ambiente ou até a bomba de CO₂ ser acionada junta dos fogos de confete num momento de ápice em determinada música. Dentro do aplicativo, na aba "cenas", temos a opção de criar todas essas cenas ou comandar manualmente cada um dos equipamentos. Quando cadastradas, o aplicativo oferece a interface da figura 4.10 que é bem simplificado, como um interruptor de residência.

Além disso, o aplicativo pode ser baixado tanto em Android quanto em IOS e a sua configuração é bastante simples e precisa ser feita apenas uma vez. Essa con-

figuração consiste em configurar o celular do usuário para controlar o Controlador Autônomo. Primeiro é preciso baixar o aplicativo e fazer uma conta com o email do próprio cliente como se fosse um cadastro. Depois disso, fazemos o cadastro do gateway no aplicativo e facilmente o 4CH Switch é conectado também para controle no aplicativo. É importante salientar que todo este processo pós-cadastro do cliente tem que ser feito com o wi-fi do smartphone conectado na LAN criada pelo controlador, ambos independentes de internet.

Por mais que a configuração seja bem intuitiva, pode ser que o aplicativo esteja em inglês (devido a alguma especificidade do smartphone do usuário) ou o cliente tenha alguma dificuldade. Para isso, foi feito um manual do usuário entregue junto do equipamento com o passo a passo e screenshots (como a própria figura 4.10 presente no manual). Para isso, os nomes são bem característicos e bem especificados no manual para que não haja nenhuma confusão. Essa configuração fica salva no aplicativo do cliente, não precisa ser feita novamente, já que a LAN será sempre a mesma e estará sempre disponível automaticamente quando o CAut estiver ligado e o celular estiver conectado à mesma rede que ele.

4.3 Resultados

O Controlador precisou passar por uma série de testes para afirmar o seu funcionamento. Foram preciso testar o seu alcance em relação ao cliente. Para isso foram colocados obstáculos para a comunicação além da distância. Foi testado também a resposta do controlador para a distribuição de energia com carga em todas as tomadas e o tempo de resposta em testes de velocidade e exatidão. Para cada um desses testes, foram feitas variações dentro deles para ter uma resposta mais eficaz de experimento.

4.3.1 Teste de Distância

O primeiro teste feito foi o da distância. O controlador foi colocado próximo a um dispositivo de iluminação e o usuário a diversas distâncias sem nenhum obstáculo. O resultado foi mostrado na tabela 4.2. Observou-se que as respostas foram satisfatórias até uma distância de 34 metros livres. Nessa primeira etapa não haviam outras redes de wifi perto nem sinais do tipo que pudessem influenciar na comunicação ou atrasar o sinal.

Distância (m)	Resposta (menor que 1,5s)
10	Sim
20	Sim
25	Sim
30	Sim
31	Sim
32	Sim
33	Sim
34	Sim
35	Não
36	Não

Tabela 4.2 – Resposta de teste de distância do usuário para o controlador sem obstáculos

Um segundo teste foi feito colocando obstáculos de uma a três paredes e sob influência de duas outras LANs, ainda com o equipamento próximo ao Controlador. Para isso, foi utilizado o mesmo método de aumento de distâncias. As paredes foram colocadas de acordo a distância foi aumentando, como podemos ver na tabela 4.3. O maior resultado positivo para nosso teste com resposta menor que 1,5 segundos, foi 16 metros com três paredes.

Distância (m)	Número de obstáculos	Resposta (menor que 1,5s)
01	01	Sim
05	01	Sim
10	02	Sim
15	02	Sim
16	03	Sim
17	03	Não
18	03	Não

Tabela 4.3 – Resposta de teste de distância do usuário para o controlador com obstáculos

4.3.2 Teste de Cargas

Para teste de cargas, fizemos cenários com o controlador de dispositivos com as quatro tomadas ocupadas por equipamentos, mas respeitando os cálculos desenvolvidos durante a sua construção de limite de potência de 2200W no total de conexões. Nesse teste não foi preciso nenhuma construção de dados, pois o fun-

acionamento foi normal para todos os cenários. Pudemos perceber neste teste que a secção transversal do cabo escolhida é suficiente e apresenta folga para o funcionamento. Isso eleva a qualidade de segurança do Controlador Autônomo, por isso a escolha de tamanho de cabo será mantida.

4.3.3 Teste de Resposta

O último teste se relaciona com o tempo de resposta do equipamento. Foi utilizado uma lâmpada de LED 9W em uma das tomadas e foi feito o acionamento e desligamento contínuo na entrada utilizada a partir da medição de Batidas Por Minuto (BPM) durante trinta segundos para verificar até que ponto o controlador suportaria antes de perder o deadline dos comandos e deixar algum sem resposta. Na tabela 4.4, podemos verificar que até 90 BPM, ele mantém o seu funcionamento eficiente o suficiente, acima desse valor, ele pode apresentar erros e deixar comandos sem ser executados.

Velocidade (BPM)	Falhas
50	0
60	0
70	0
80	0
90	0
100	1
110	2

Tabela 4.4 – Resposta de teste de resposta para o controlador

Capítulo 5

Conclusão

Foi possível fazer a construção de um equipamento que cumpriu com a função de resolver um problema de um grupo de pessoas. O controlador de dispositivos conseguiu atingir uma resposta satisfatória em questão de versatilidade e portabilidade. Sobre o tempo de resposta, o valor para esse parâmetro poderia ter sido menor para uma maior eficiência e uma maior satisfação do usuário. De qualquer forma, é um detalhe que não influencia no seu objetivo de portabilidade, mas sugere uma possível melhora em futuras atualizações para sua versatilidade.

Para o cliente, foi uma resposta positiva para a solução do seu problema, vide que o cliente conseguiu controlar pelo seu smartphone seus equipamentos de shows. A única dificuldade está na primeira configuração do equipamento, já que para este público, a intimidade com tecnologia não é tão grande como em grandes centros, então pode demandar um tempo maior, mas com o manual é possível fazer.

Para os estudos, foi satisfatório reunir conceitos de mercado de trabalho, demandas reais de pessoas e os mais variados âmbitos da engenharia. Foi possível entender do comércio de produtos de automação, vendas, catalogação, a automação que é uma ênfase da engenharia com a eletrotécnica que diz respeito aos equipamentos e dimensionamentos, desde a produção com toda a parte 3D do projeto, os encaixes à montagem do produto final e produção do manual e ficha técnica. Principalmente por ser um projeto final de curso, a interdisciplinaridade entre mercado de trabalho com todo o estudo teórico feito durante a faculdade acrescentam muito na minha formação como engenheiro.

Fica claro que as respostas do produto final não se comparam à extensão de

alcance dos dispositivos de automação residencial, mas na ausência de toda essa rede, velocidade e armazenamento de dados da internet, para o qual o controlador foi proposto, os objetivos foram cumpridos.

5.1 Sugestões para Trabalhos Futuros

Por mais que tenha alcançado o seu objetivo, alguns detalhes do controlador precisam ser melhorados, principalmente para a comercialização, se essa for uma opção. Primeiramente o tempo de resposta sob uma grande carga de comandos acima de 100BPM. Principalmente se o smartphone trabalhar com Android, o atraso acontecerá. Neste caso, existe o atraso desde o toque na tela e seu reconhecimento, até o envio da mensagem de alteração de estado no controlador. No trabalho de Filho (2017), há um sistema de RTOS (Real time Operation System - Sistema de operação em tempo real) que se preocupa com as deadlines dos comandos. não resolve 100% do problema, mas já é possível uma grande redução desse tempo.

Além disso, pensando na portabilidade, para futuros trabalhos, este controlador de dispositivos poderia vir com uma espécie de alça em sua carcaça para evidenciar ainda mais o foco na portabilidade. E, nessa mesma linha de raciocínio, o seu tamanho poderia ser reduzido, o que facilitaria no transporte. Talvez até uma caixa específica (uma espécie de case) seja bem vindo comercialmente. Para isso, desfazer das carcaças dos equipamentos dentro do controlador e aplicando as medidas de segurança e isolamento corretas, alcançaria uma diminuição do volume do produto final. Outra alternativa seria, também, retirar os interruptores das tomadas que, por mais que sejam de segurança e prevenção de falhas, os equipamentos num geral não apresentam mais essa forma analógica.

REFERÊNCIAS

ABNT-NBR-5410. [S.l.], 2004. (Citado 2 vezes nas páginas 23 and 26.)

ANGELONI, G. C. Automação residencial case: 2000m2 inteligentes2. *Repositório Institucional UFSC*, 2013. (Citado 3 vezes nas páginas 8, 9, and 11.)

ARAÚJO, P. R. dos Santos; Wellington da S. F. A. R. A. M. R. C. F. Residential automation and energy efficiency: a case study. *Brazilian Journal of Development*, 2019. (Citado na página 9.)

BALBINOT, D. C. Proposta e implementação de uma solução para automação residencial. *Repositório Institucional UCS - Universidade Caxias do Sul*, 2019. (Citado 2 vezes nas páginas 6 and 7.)

BERGMANN, S. O. Acessibilidade através da automação residencial. *Repositório UniCEUB*, 2013. (Citado 3 vezes nas páginas 6, 7, and 9.)

DIS-NOR-030. [S.l.], 2023. (Citado na página 26.)

FEITOSA, M. E. D. C. *UMA ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NO MERCADO DE SÃO LUIS-MA*. 2022. (Citado 3 vezes nas páginas 8, 9, and 11.)

FILHO, R. F. A. C. E. S. I. N. de O. A. C. Aplicabilidade de sistemas operacionais de tempo real (rtos) para automação residencial. *Ciências exatas e tecnológicas*, 2017. (Citado 3 vezes nas páginas 10, 11, and 36.)

LITJENS, O. J. Automação de estufas agrícolas utilizando sensoriamento remoto e o protocolo zigbee. *Escola de Engenharia São Carlos*, 2009. (Citado na página 12.)

MELO, J. C. P. de. Residential automation system with modular devices heimautomationsssystem mit modulare geräte. *Biblioteca Digital de Monografias UFRN*, 2018. (Citado 2 vezes nas páginas 6 and 9.)

MENDES, G. H. D. G. de P. O. M. H. B. Z. R. M. Sistemas de automação residencial para cuidados da terceira idade. *Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS*, 2022. (Citado 2 vezes nas páginas 7 and 10.)

MORENO, D. R. F. J. M. Informe técnico: Protocolo zigbee (ieee 802.15.4). *Repositório Institucional de la Universidad de Alicante*, 2007. (Citado na página 12.)

OLIVEIRA, C. A. D. S. F. A. F. D. S. K. E. M. D. S. T. C. S. D. AutomatizaÇÃo residencial mediante aplicativo conectado via conexÃo bluetooth. *Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS*, 2020. (Citado 3 vezes nas páginas 7, 9, and 11.)

QUEIROZ, M. C. B. AutomaÇÃo residencial utilizando conceitos de iot focado em eficiÊncia energética. *Biblioteca Eletrônica Integrada UFPA*, 2018. (Citado 4 vezes nas páginas 6, 7, 9, and 11.)

SARTOR, E. E. R. Automação residencial via iot utilizando a plataforma nodemcu. *Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT)*, 2021. (Citado 4 vezes nas páginas 7, 9, 10, and 11.)

VICENTE, A. H. D. S. S. S. V. AutomaÇÃo residencial - casa inteligente. *Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS*, 2018. (Citado 3 vezes nas páginas 7, 9, and 11.)

VIEIRA, L. H. S. L. F. B. L. R. B. Automação residencial controlada via rede de internet e integrado com dispositivos móveis. *Revista de Pós-Graduação Faculdade Cidade Verde*, 2017. (Citado na página 9.)