

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO PARÁ - CESUPA
ESCOLA DE NEGÓCIOS, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - ARGO CURSO DE
ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

ARTHUR ICHI COSTA SARMENTO

**PROJETO EM INTERNET DAS COISAS APLICADA A UM CENÁRIO
RESIDENCIAL VISANDO A MELHOR IMPLEMENTAÇÃO E
EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO**

BELÉM
2021

ARTHUR ICHI COSTA SARMENTO

**PROJETO EM INTERNET DAS COISAS APLICADA A UM
CENÁRIO RESIDENCIAL VISANDO A MELHOR
IMPLEMENTAÇÃO E EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Negócios, Tecnologia e Inovação do Centro Universitário do Estado do Pará como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação na modalidade MONOGRAFIA.

Orientadora: M.a Michelle Bitar Lelis dos Santos

BELÉM
2021

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
Biblioteca do CESUPA, Belém – PA

Sarmiento, Arthur Ichi Costa.

Projeto em internet das coisas aplicada a um cenário residencial visando a melhor implementação e experiência do usuário / Arthur Ichi Costa Sarmiento. – 2021.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Universitário do Estado do Pará, Engenharia de Computação, Belém, 2021.

1. Internet das coisas. 2. Automação residencial. 3. Habitações – Sistemas de comunicação. I. Título.

CDD 23ª ed. 004.6

ARTHUR ICHI COSTA SARMENTO

**PROJETO EM INTERNET DAS COISAS APLICADA A UM CENÁRIO
RESIDENCIAL VISANDO A MELHOR IMPLEMENTAÇÃO E EXPERIÊNCIA DO
USUÁRIO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Negócios, Tecnologia e Inovação do Centro Universitário do Estado do Pará como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação na modalidade MONOGRAFIA.

Data de Aprovação: __/__/__

Nota Final do Aluno: _____

Banca Examinadora



Prof. M^a Michelle Bitar Lelis dos Santos

Orientadora e Presidente da Banca



Prof. Me. Marcelo Pinto da Costa Mendes

Examinador



Prof. Me. Johnny Rocha

Examinador

“Engraçado, eu acho que o destino não é o caminho dado a nós, é o caminho que escolhemos para nós mesmos”.

– MegaMente

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, eu gostaria de deixar os meus mais sinceros agradecimentos à minha família pelo amor, carinho, cuidado, companheirismo, pelos valores e princípios que me foram passados e pelo conhecimento adquirido. Pelo incentivo constante em sempre buscar ser mais do que eu sou agora, estudar mais e nunca desistir dos meus sonhos. Como eles dizem: “filho é pro mundo e nós criamos o nosso com esse propósito, para ganhar o mundo”. Gostaria, também, de agradecer à minha avó, dona Michiko, e meu avô, seu Francisco, por todo amor, carinho, histórias e ajuda diária, em praticamente, todas as fases do meu crescimento, sempre fazendo o melhor possível para alcançar meus objetivos.

Em segundo lugar (que é o seu número favorito), eu gostaria de agradecer ao meu amor, minha parceirinha de todas aventuras e desventuras, Dandara Araújo. Por todos os momentos compartilhados, todas as conversas, realizações, aventuras, conselhos que espero levar para vida toda, assim como a sua amizade e companheirismo. Quero agradecer também pelo apoio, incentivo e confiança que sempre estão presentes no nosso relacionamento e que fazem total diferença na minha vida, carreira profissional e como tudo isso influencia no meu amadurecimento pessoal.

Em seguida, eu agradeço às amigas da faculdade em especial ao Felipe Garcia, Giovanni Santiago e Gabriel Melém, pelo conhecimento, experiências e momentos compartilhados durante o curso. Gostaria, também, de lembrar e agradecer aos outros integrantes do grupo de Automação e Robótica, que sempre estiveram presentes, passando conhecimento e fortalecimento de vínculos.

Gostaria de agradecer, em especial, a minha orientadora Michelle Bitar pelo auxílio, puxões de orelha, dicas, conselhos, sabedoria, exemplo e paciência. Pela sua grande influência na minha formação profissional, assim como, participação essencial no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A *Internet das Coisas* consiste em uma rede de objetos físicos capaz de reunir e de transmitir dados. Tal tecnologia é caracterizada pela grande quantidade de conexões, dispositivos e inúmeras aplicações, todas integradas à *Internet* e trabalhando em conjunto, interconectando todos os serviços atuais e futuros. No âmbito onde objetos físicos se conectam e criam uma rede de transmissão, vem à tona o cenário das casas inteligentes que foram, muitas vezes, conceituadas como um sonho criativo para comunidades do futuro. Para que estes serviços atendam às necessidades dos usuários e se tornem realidade, é necessária a coleta de uma grande quantidade de dados, precisando-se identificar todos os dispositivos da rede e integrá-los em um sistema inteligente. É nesse ponto que esta monografia entra em cena, tendo como objetivo realizar um estudo de caso e desenvolver uma infraestrutura de automação residencial eficiente e simplificada focada no uso de *Internet das Coisas*. O projeto transforma o cômodo de uma residência comum em inteligente, usando poucos recursos e fazendo a integração de diversos objetos físicos a uma rede controlada por uma assistente virtual que, através de rotinas e comandos de voz automatiza o ambiente.

Palavras-chave: Automação Residencial. Internet das Coisas. Assistentes Virtuais.

ABSTRACT

The *Internet* of Things consists of a network of physical objects capable of gathering and transmitting data. Such technology is characterized by the large number of connections, devices and countless applications, all integrated to the *Internet* and working together, interconnecting all current and future services. In the realm where physical objects connect and create a transmission network, the scenario of *Smart* homes emerges that have often been conceptualized as a creative dream for communities of the future. For these services to meet the needs of users and become a reality, it is necessary to collect a large amount of data, needing to identify all network devices and integrate them into an intelligent system. It is at this point that this monograph comes into play, aiming to carry out a case study and develop an efficient and simplified home automation infrastructure focused on the use of the *Internet* of Things. The project transforms the room of a common house into an intelligent one, using few resources and making the integration of several physical objects to a network controlled by a virtual assistant that, through routines and voice commands, automates the environment.

Palavras-chave: Home automation. Internet of Things. Virtual Assistants.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Comparação dos requisitos entre as redes 4G e 5G.....	24
Figura 2 - Categorias de Serviços 5G.....	25
Figura 3 - Distribuição de Rádios 4G x 5G.....	26
Figura 4 - Trio de Categorias de Casos de Uso do 5G em IoT.....	27
Figura 5 - Assistentes Virtuais e seus Respective Produtos: Echo dot: HomePod: Google Home: Invoke	27
Figura 6 - A evolução da Internet.....	31
Figura 7 - Smart Controle Universal Positivo	35
Figura 8 - Sonoff MINI R2.....	36
Figura 9 - Smart Plug Wi-Fi.....	37
Figura 10 - Echo Dot 3ª Geração.....	38
Figura 11 - Categorias de Ataques em Sistemas Distribuídos.....	47
Figura 12 - Esquemático do Projeto	53
Figura 13 - Diagrama de Funcionamento Interno do Projeto.....	53
Figura 14 - Redes Mesh.....	54
Figura 15 - Acionamento do Sistema de Iluminação	56
Figura 16 - Conexão do Sonoff Mini R2.....	57
Figura 17 - Acionamento do Sistema de Infravermelho com Aplicativo Positivo.....	59
Figura 18 - Acionamento do Sistema de Tomada Inteligente com o Aplicativo da Positivo.....	60
Figura 19 - Comparativo Smart Plug Positivo e Sense Energy Monitor.....	60

Figura 20 - Funcionamento do Sistema de Automação Residencial	62
Figura 21 - Configuração do Smart Controle Universal na rede Wi-Fi	74
Figura 22 - Demonstração do botão reset	75
Figura 23 - Adição de novos dispositivos	75
Figura 24 - Configuração do Smart Plug Wi-Fi na rede Wi-Fi	76
Figura 25 - Demonstração do botão reset do plug	76
Figura 26 - Funcionalidade do smart plug Wi-Fi	77
Figura 27 - Configuração do Sonoff Mini R2 na rede Wi-Fi	78
Figura 28 - Conexão dos cabos neutro e fase ao dispositivo sonoff.....	79
Figura 29 - Representação da conexão do sonoff a rede elétrica	80
Figura 30 - Configuração do Amazon Echo Dot 3ª geração	81
Figura 31 - Continuação da configuração do Echo Dot 3ª geração.....	82
Figura 32 - Configuração das Skills	83
Figura 33 - Demonstração da criação de uma rotina com a Alexa.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações técnica do Smart Controle Universal.....	36
Tabela 2 - Especificações técnicas do Sonoff MINI R2.....	37
Tabela 3 - Especificações técnicas do Smart Plug Wi-Fi.....	38
Tabela 4 - Especificações técnicas do Echo Dot 3ª Geração.....	39
Tabela 5 - Frequência RFID	42
Tabela 6 - Principais Tecnologias Sem Fio para Automação.....	45
Tabela 7 - Tipos de ataques presentes na IoT.....	48

LISTA DE SIGLAS

4G	Quarta Geração de Redes Móveis
5G	Quinta Geração de Redes Móveis
6LoWPAN	<i>Over Low Power Wireless Personal Area Networks</i>
A2DP	<i>Advanced Audio Distribution Profile</i>
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
AIDC	<i>Automatic Identification and Data Capture</i>
AR	<i>Augmented Reality</i>
APP	<i>Application</i>
AV	Assistente Virtual
AVS	<i>Alexa Voice Service</i>
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
C&C	Comando e Controle
CVE	<i>Common Vulnerabilities and Exposures</i>
DDOS	<i>Distributed Denial of Service</i>
DGA	<i>Domain Generation Algorithm</i>
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i>
DOS	<i>Denial of Service</i>
EB	<i>Exabyte</i>
EMBB	<i>Enhanced Mobile Broadband</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
GPP	<i>Third Generation Partnership Project</i>
IA	Inteligência Artificial

ICMP	<i>Internet Control Message Protocol</i>
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletrotécnicos e Eletrônicos
IOT	<i>Internet of Things</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPV4	<i>Internet Protocol Version 4</i>
IPV6	<i>Internet Protocol Version 6</i>
ISM	<i>Industrial, Scientific and Medical</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
IV	Radiação Infravermelha
LTE	<i>Long Term Evolution</i>
LORAWAN	<i>Long Range Wide Area Network</i>
M2M	<i>Machine to Machine</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
MMTC	<i>Massive Machine Type Communications</i>
MQTT	<i>Message Queue Telemetry Transport</i>
QOS	<i>Quality of Service</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identifier</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UDPS	<i>User Datagrama Protocols</i>
URLLC	<i>Ultra Reliable and Low-latency Communications</i>

VA	<i>Virtual Assistant</i>
VR	<i>Virtual Reality</i>
WI-FI	<i>Wireless-Fidelity</i>
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>
WPAN	<i>Wireless Personal Area Network</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA	18
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	19
1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	19
1.3 JUSTIFICATIVA.....	19
1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	20
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 REFERENCIAL TECNOLÓGICO.....	21
2.1 CASAS INTELIGENTES	21
2.2 <i>INTERNET DAS COISAS</i>	22
2.3 ASSISTENTES VIRTUAIS PESSOAIS	27
2.4 CENÁRIOS DA ATUALIDADE E ÁREAS DE APLICAÇÃO.....	30
3 DESENVOLVIMENTO.....	34
3.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS	34
3.1.1 <i>SMART</i> CONTROLE UNIVERSAL POSITIVO.....	35
3.1.2 SONOFF MINI R2	36
3.1.3 <i>SMART</i> PLUG WI-FI POSITIVO	37
3.1.4 ECHO DOT 3ª GERAÇÃO.....	38
3.2 APLICAÇÃO MÓVEL	39
3.2.1 POSITIVO CASA INTELIGENTE	39
3.2.2 AMAZON ALEXA	40
3.2.3 EWELINK.....	41
3.3 PROTOCOLOS USADOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	41
3.4 SEGURANÇA EM SISTEMAS DISTRIBUÍDOS E NO <i>IOT</i>	45
4 MANUAL DE APLICABILIDADE	52
4.1 A AUTOMAÇÃO DE UM CÔMODO RESIDENCIAL.....	52
5 CONCLUSÃO.....	64
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
5.2 DIFICULDADES ENFRENTADAS	65
5.3 TRABALHOS FUTUROS	65
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A.....	74
APÊNDICE B.....	78
APÊNDICE C.....	81

1 INTRODUÇÃO

A *Internet das Coisas*, do inglês *Internet of Things (IoT)*, consiste em uma rede de objetos físicos capaz de reunir e de transmitir dados. Tal tecnologia emergiu dos avanços de várias áreas como: sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento. Para Santos (2016), “A *Internet das Coisas*, em poucas palavras, nada mais é do que uma extensão da *Internet* atual, que proporciona aos objetos do dia a dia a capacidade computacional e de comunicação”.

Os grandes avanços nas conexões de rede, inicialmente com a *Internet*, passando pelo *Wi-Fi (Wireless-Fidelity)* e atualmente a 5ª geração de rede móvel, capaz de transmitir dados em alta velocidade, tornou possível o ingresso de novas tecnologias na rotina dos seres humanos. A tecnologia disseminou-se a tal ponto, que hoje está ao alcance de muitos, e é muito difícil citar um ramo no qual o *IoT* não está presente: do ajuste mecânico computadorizado, a medicina, engenharia, educação, e tudo mais que se possa imaginar. Dentre as diversas aplicações é possível evidenciar: monitoramento da estrutura de prédios, detecção de latas de lixo cheias, semáforos inteligentes, iluminação pública com detecção de presença e o monitoramento do uso de energia elétrica e água em casas (KON; ZAMBOM, 2016). Com a disseminação do *IoT*, a alta transmissão de dados através da *Internet* e as novas capacidades dos objetos comuns, o mundo se torna cada dia mais interligado, possibilitando o surgimento de tecnologias de controle, acionamento e monitoramento remoto de inúmeros Gadgets controlados de qualquer lugar.

Em sua busca constante por sofisticação e tecnologias inovadoras, o ser humano acaba por esbarrar em questionamentos recorrentes como o explicitado por Comer (2016) “Qual tecnologia de redes é ótima para dispositivos *IoT*? Não há uma única tecnologia que resolva sozinha todos os problemas. Algumas aplicações requerem grandes volumes de dados [...], outras transferem somente pequenas quantidades de dados”. Portanto, não há uma única tecnologia capaz de solucionar grande parte das pendências no âmbito do *IoT* como a fragmentação de dispositivos, interfaces e tecnologias de comunicação, além de falhas de segurança e baixa proteção de privacidade dos dados. Cada cenário é por sua vez único e merece devida atenção no seu desenvolvimento.

Através da combinação de diversas tecnologias, a *Internet* das Coisas tem monitorado e gerenciado processos de forma crescente nos últimos anos, e possibilitará a conexão de cerca de 28 bilhões de dispositivos até 2022 (ERICSSON, 2017). Contudo, esse tipo de cenário inteligente ainda não está propriamente popularizado no mercado nacional, devido ao seu custo elevado de implementação. A falta de informação e o alto custo na implementação do *IoT* no núcleo doméstico, muitas vezes, afasta a possibilidade de consumo pelo usuário final, tornando penoso o investimento nessas tecnologias, que em outros países tem seu custo dentro da faixa de renda de muitos consumidores.

Com o crescimento do *IoT* no mundo, o mercado da automação residencial, existente há alguns anos, toma um novo passo para a sua implementação. A automação, do latim *Automatus*, que significa mover-se por si só, é um sistema automático de controle pelo qual os mecanismos verificam seu próprio funcionamento, efetuando medições e introduzindo correções, sem a necessidade da interferência do homem (WELDISON, 2013). Atualmente, o *IoT* tornou-se um passo adiante da automação residencial, porém os dois temas ainda são correlatos.

Uma residência inteligente faz uso do *IoT* para alcançar a automação residencial, implementando tecnologias capazes de prover o gerenciamento de diversos dispositivos presentes em um ambiente residencial (SGARBI, 2006). Todo o controle desses dispositivos ocorre através de comandos enviados através da *Internet* pelo usuário: por meio de toque em telas touch screen, gestos ou comandos de voz. Por fim, o sistema interpreta e executa uma ação que pode ser configurada de acordo com o livre arbítrio do usuário.

O maior benefício obtido pela implementação da automação residencial em conjunto com o *IoT* é a mobilidade. No entanto, o usuário final ganha muitos outros benefícios com a implementação da tecnologia: o bem-estar, a segurança e a economia de recursos são só alguns dos pontos mais citados, em outros trabalhos como: Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Supervisão e Controle Residencial (SILVA, 2010), ou Domótica Inteligente: Automação Residencial baseada em Comportamento: *Workshop* de Teses e Dissertações em Inteligência Artificial (SANTOS et al, 2016).

O mercado de automação residencial não vem crescendo simplesmente pelo bem-estar proporcionado, mas também, pela alternativa proporcionada quando a questão é a contenção de despesas e utilização dos recursos de forma racional (SILVA, 2010). Implementado corretamente, a automação residencial em par com *IoT* é possível realizar desde tarefas básicas, como fazer um lembrete, até o extremo de salvar uma vida que esteja em risco. Destacam-se como principais pontos de aprimoramento em relação à saúde: criações de históricos de perfis dos pacientes, portabilidade de prontuários, acionamentos de unidade de emergência e alertas

nutricionais (EGIDIO; UKEI, 2015). Além do mais, dentre os objetos de inovações se destacam o monitoramento de pacientes remotamente, através de *wearables* e utilizando *Big Data* aliado a inteligência artificial para analisar os dados coletados, podendo auxiliar em possíveis emergências (REIS, 2018).

Com empresas brasileiras entrando no mercado, reduzindo custos de produção, divulgando em escala nacional, os *Smart devices* e o desenvolvimento de tecnologias e plataformas focadas nos usuários com pouco ou nenhum conhecimento sobre a área, o público passa ter uma visibilidade maior sobre os benefícios que a automação pode trazer ao dia a dia. Espera-se que a *IoT* impulse novos modelos de negócio ao longo dos próximos oito anos, movimentando mais de US\$ 200 bilhões em negócios somente no Brasil, com previsões de que ao redor do mundo, este número agregue cerca de onze trilhões de dólares em soluções de *Internet das Coisas* neste mesmo intervalo de tempo (MARTINS, 2017).

No âmbito contextualizado, esta dissertação propõe visitar o *IoT* implementado na automação residencial, com o intuito de desenvolver uma infraestrutura eficiente e simplificada, visando a experiência do usuário a fim de buscar conforto, segurança, flexibilidade e economia dentro de uma casa inteligente. Através de testes de performance, controle e integração são apresentados os desafios e implicações no uso dos dispositivos conectados, visando obter clareza e percepção de como integrar, configurar e criar um ambiente inteligente, aplicando os conceitos de *IoT*.

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

Quando se refere a um ambiente residencial automatizado, são muitas as dificuldades que levam as pessoas a desistirem de ter uma casa conectada. Grande parte dos problemas estão relacionados à experiência do usuário tais como: lentidão do sistema, incompatibilidade entre os equipamentos, fragmentação de softwares e erros de sistema. A origem da maior parte dos problemas está ligada a base da infraestrutura de rede da residência, isto é, um mau dimensionamento da rede principal que será a responsável por manter todos os serviços funcionando, o tipo de conexão que cada equipamento irá utilizar, bem como, a falta de planejamento na aquisição dos equipamentos e a dificuldade de integração entre dispositivos. Visando a melhor qualidade de vida do usuário, como propõe o próprio conceito de automatização, foi levantada a questão sobre quais os requisitos mínimos e recomendados para a implementação correta de uma casa conectada, objetivando a melhor experiência do usuário.

1.2 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Esta monografia tem por objetivo realizar um estudo de caso, e assim, desenvolver uma infraestrutura de automação residencial eficiente e simplificada focada no uso de *Internet* das Coisas, transformando uma residência comum em uma casa inteligente. O projeto será capaz de integrar todas as tecnologias que compõem sua estrutura e, portanto, desenvolver um cenário de conforto, segurança e flexibilidade para o usuário. Contornando excessos desnecessários que venham dificultar a operabilidade do sistema e torne onerosa sua implementação, concomitantemente, robusta o suficiente para suprir as necessidades do usuário.

1.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Identificar os dispositivos que serão implementados no cenário *IoT*;
- Avaliar o nível de dificuldade na implementação, configuração e integração dos dispositivos inteligentes;
- Identificar qual a capacidade limite de conexão *IoT* via *Wi-Fi*;
- Avaliar a estabilidade e segurança de dados dos usuários.

1.3 JUSTIFICATIVA

O conceito de *IoT*, apesar de haver alguma dificuldade em encontrar uma definição geral, aceitável e comum entre autores, torna-se um ultimato quando a questão é “objetos onnipresentes ‘diários’, acessíveis pela *Internet* e equipados com capacidades de detecção” (Atzori, Lera & Morabito, 2010). Devido às suas aplicações distintas em diversos domínios, *IoT* tem-se demonstrado imprescindível, quer seja para o indivíduo (cada um de nós), quer seja para o coletivo (empresas, governos, corporações, etc.).

Nesse modo, é importante entender e perceber como essa tecnologia impacta a sociedade, desde “a forma como vivemos, nos comportamos e compramos”. (Pereira, 2017).

Nesse contexto, pretende-se com a dissertação em questão acrescentar valor:

- a nível acadêmico, visto que é perceptível a escassa informação desenvolvida e acessível no nosso país. Como tal, esta dissertação permitirá aos leitores saberem um pouco mais sobre esta temática que, efetivamente, já se encontra presente no dia-a-dia da população brasileira;

- a nível prático, ao facilitar que os leitores obtenham clareza e percebam como utilizar, configurar e criar um ambiente inteligente, aplicando os conceitos de *IoT*. Esta dissertação procura fornecer diretrizes significativas para que os usuários desenvolvam ferramentas mais interessantes, atrativas e voltadas para cenários diferentes, visando a disseminação do uso da tecnologia pelos brasileiros.

1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

A dissertação apresentada foi desenvolvida a partir de um cenário pré-definido a partir dos ideias e objetivos almejados. O cenário escolhido foi um cômodo ordinário contendo objetos pertencentes ao dia a dia de um cidadão de classe média como: ar-condicionado, televisão, ventilador, iluminação, etc.

Nesse cômodo, todos os dispositivos citados acima foram automatizados com o intuito de tornar o local mais dinâmico, econômico, seguro e, com isso, alcançar conveniência, controle e conforto sobre o ambiente residencial.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Outrossim do capítulo introdutório sobre o tema abordado onde fora vislumbrado a situação que se passa a monografia, seus objetivos e justificativas, o trabalho segue organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2 - apresenta as tecnologias utilizadas durante o desenvolvimento do projeto de monografia, além da próxima etapa na disseminação da tecnologia de *IoT*, junto de uma análise do cenário atual referente ao assunto;
- Capítulo 3 - apresenta o desenvolvimento do projeto de monografia, abordando todos os componentes que se fazem necessários para a composição e funcionamento correto do projeto;
- Capítulo 4 - apresenta o manual de aplicabilidade onde é desenvolvido os métodos e passos para se alcançar o patamar de automação desejável, detalhando parte por parte como integrar o sistema, como ativar e usar seus recursos e, por fim, como fazer uso do que foi ministrado;
- Capítulo 5 – apresenta as considerações finais sobre o projeto, mostrando os resultados obtidos durante sua manufatura e, além disso, mostra a possibilidade de expansão a ser considerada em um cenário como o proposto.

2 REFERENCIAL TECNOLÓGICO

A seguir, o presente trabalho aborda diversos assuntos importantes para a correta construção da solução proposta, conceitos que perpassam pelo entendimento e desenvolvimento do modelo.

2.1 CASAS INTELIGENTES

Nas últimas décadas, vários fatores socioeconômicos têm despertado o interesse por pesquisas sobre casas inteligentes e sua relação com seus habitantes. De acordo com Bregman e Korman (2009), “as casas inteligentes foram muitas vezes conceituadas como um sonho criativo para comunidades do futuro”. Contudo, nos dias de hoje a situação já não é mais a mesma e o cenário de casas inteligentes só cresce ao redor do mundo.

Diversas são as definições e termos identificados nas literaturas sobre o cenário de casas inteligentes. Uma das primeiras definições de casas inteligentes foi dada por Lutolf (1992). Segundo o autor, "o conceito de casa inteligente advém da integração de diferentes serviços dentro de uma casa, usando um sistema comum de comunicação, o qual garante uma operação econômica, segura e confortável da casa, além de incluir um alto grau de funcionalidade e flexibilidade". Para que as casas inteligentes cumpram com a promessa de garantir uma melhora significativa da vida de seus residentes, por meio do seu alto grau de funcionalidade e flexibilidade, elas precisarão sentir, antecipar e responder às atividades residenciais. As Casas Inteligentes consideram as características do usuário, determinadas pelas necessidades, preferências, ou limitações, de forma a proporcionarem respostas personalizadas e adequadas no espaço e no tempo, para auxiliar as pessoas na realização de atividades diárias (ROCKER; ZIEFLE; HOLZINGER, 2014).

Como se percebe, o principal fator que define uma instalação residencial automatizada é a integração entre os sistemas aliada à capacidade de executar funções e comandos mediante instruções programáveis.

A integração deve abranger todos os sistemas tecnológicos da residência, a saber:

- Instalação elétrica: iluminação, persianas e cortinas, gestão de energia e outros;
- Sistema de segurança: alarmes de intrusão, alarmes técnicos (fumaça, vazamento de gás, inundação), circuito fechado de TV, monitoramento, controle de acesso;

- Sistemas multimídia: áudio e vídeo, som ambiente, jogos eletrônicos, vídeos, imagens e sons sob demanda;
- Sistemas de comunicações: telefonia e interfonia, redes domésticas, TV por assinatura;
- Utilidades: irrigação, aspiração central, climatização, aquecimento de água, bombas e outros.

Nas economias mais desenvolvidas, o cenário para as chamadas “casas inteligentes” tem evoluído de maneira muito positiva nos últimos anos. Tem contribuído, para isso a crescente popularização de diversas tecnologias, seja pelo aspecto educativo do consumidor, seja pelos preços decrescentes. Soma-se a isso, a oferta abundante e barata de serviços de comunicação, como acesso em banda larga, diversas modalidades de conteúdo digital, downloads de músicas e filmes, etc.

Além disso, tem-se um ambiente muito propício para o desenvolvimento dos chamados “sistemas domóticos” ou “domótica inteligente”. É possível compreender que o termo “domótica inteligente” está relacionado em automatizar uma residência com instalações de equipamentos eletrônicos, com capacidade de processamento, gerenciamento e autopoder de aprendizado.” (CUNHA, 2018). Ainda de acordo com o autor, a domótica inteligente tem como objetivo promover comodidade e uma melhor qualidade de vida e bem-estar, com a automatização de alguns serviços domésticos, proporcionando mais segurança e organização (CUNHA, 2018). No Brasil, a aplicação da domótica nas residências ainda vem se expandindo lentamente comparado a países mais desenvolvidos, porém, já é possível encontrar no mercado nacional dispositivos conectados à *Internet*, e emparelhados a outros equipamentos, podem receber comandos por meio de *tablets*, *Smartphones*, ou por comando de voz.

2.2 INTERNET DAS COISAS

Internet das Coisas é, de acordo com Vermesan (2014, p. 3), uma infraestrutura de rede global dinâmica, baseada em protocolos de comunicação em que objetos físicos e virtuais têm identidades, atributos físicos e personalidades virtuais, utilizando interfaces inteligentes e integradas às redes de comunicação. (SANTOS et al., 2016).

O *IoT* é uma das principais tecnologias emergentes que contribui para concretizar novas aplicações na área das tecnologias de informação e comunicação (TICs), a exemplo do domínio de cidades inteligentes, no qual, o uso de tecnologias avançadas de comunicação e sensoriamento visa prover serviços de valor agregado para os órgãos administrativos, de tais

idades e para seus cidadãos (Zanella et al. p. 22, 2014). Diversos avanços tecnológicos recentes possibilitaram o surgimento da *IoT*: tais como sensores, *Internet* sem fio, comunicação móvel e o alto nível de transmissão de dados.

Com a evolução tecnológica e a convergência das redes de nova geração, as redes sem fio, *wireless*, tornaram-se abrangentes em diversos tipos de ambientes. Cada vez mais, um número maior de pessoas e de dispositivos computacionais adotam o uso de redes *Wi-Fi*.

O *Wi-Fi* é um conjunto de especificações para redes locais sem fio (*WLAN - Wireless Local Area Network*), regulamentado pela família de normas do Instituto de Engenheiros Eletrônicos e Eletrônicos (IEEE). Fazem parte as redes tradicionais (802.11a, 802.11b, 802.11g e atualmente a 802.11n), além das mais recentes 802.11ac e 802.11ax (Gaurang, et al. p. 1, 2018). Essa tecnologia tem alcance máximo de 50 metros e capacidade de tratar grandes quantidades de dados com alta taxa de transmissão, chegando até 1300 Mb/s com o padrão mais atual, 802.11ac.

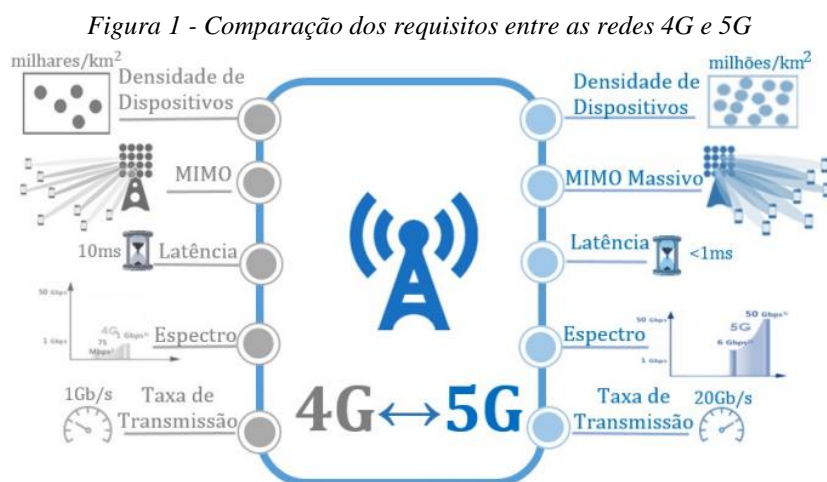
No entanto, as comunicações móveis estão em processo de transformação constante. Como cita Al-Falahy (2017), “a necessidade de uma maior conectividade por meio de redes sem fio e o aumento crescente nos serviços móveis e de multimídia tem levado a um aumento exponencial da demanda de tráfego de dados”. Além disso, a multinacional Ericsson (2018) aponta para um aumento do tráfego de dados móveis em torno de 43% por ano, alcançando 107 exabytes (EB) por mês no fim de 2023. O acentuado crescimento no uso dessas aplicações acompanha as novas exigências para as redes móveis, tais como, latência menor, taxa média por usuário, confiabilidade para comunicações críticas, alta densidade de dispositivos.

As redes de quarta geração (4G), também, conhecidas como *Long Term Evolution (LTE)*, não conseguem atingir esses requisitos devido às limitações da tecnologia padronizada e ao tipo de arquitetura adotada para o núcleo de rede e interface aérea (KHODASHENAS, p. 5, 2016). Para suprir essa demanda, uma mudança de paradigma deve ser adotada atendendo os requisitos e contornando as limitações intrínsecas das redes implementadas atualmente.

A tecnologia 5G, como cita Osseiran (2016) “utiliza uma nova arquitetura de rede núcleo e sistema de rádio que fornece a banda larga de alta capacidade, latência ultrabaixa, QoS e conectividade massiva entre os usuários, objetos e sensores”. A nova geração difere das gerações anteriores, pela maior taxa de transmissão.

A rede 5G é considerada como a evolução da comunicação de dados sem fio, pois, sua combinação de conectividade de alta velocidade e redução significativa no atraso de transmissão de dados, oferecerá suporte a aplicações de *Internet* das Coisas, como: carros autônomos, onde o atraso de uma fração de segundo pode afetar sua resposta de frenagem

(COLLELA, 2017). A figura 1 faz uma separação significativa das diferenças entre as redes de quarta e quinta geração que são essenciais para o entendimento do que está por vir no cenário da *Internet* das coisas.



Fonte: A Review on Mobile Technologies: 3G, 4G and 5G

O *Third Generation Partnership Project* (GPP) formou um grupo de estudo para investigar casos de uso para os novos serviços e tecnologias, identificando suas funcionalidades e quais características que a rede 5G precisa atender. O estudo resultou em mais de 70 casos, agrupados em três categorias, de acordo com os atributos de desempenho, que cada caso necessitaria (3GPP, 2016). A figura 2 exemplifica de acordo com as três categorias respectivas quais serviços serão beneficiados pelos avanços nas operações tecnológicas do 5G.

As três categorias são respectivamente:

- *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB) – Serviços que demandam alta taxa de transmissão para uma grande área de cobertura, como vídeos de alta definição, jogos imersivos, dentre outros;
- *Ultrareliable and Low-latency Communications* (uRLLC) – Serviços sensíveis à latência, como controle automático de veículos, *Internet* tátil, cirurgia remota, dentre outros;
- *Massive Machine Type Communications* (mMTC) – Serviços utilizados por dispositivos de baixo custo, baixo consumo de energia e um alto número de dispositivos por área, como cidades inteligentes e rede de sensores sem fio para agricultura.

Figura 2 - Categorias de Serviços 5G



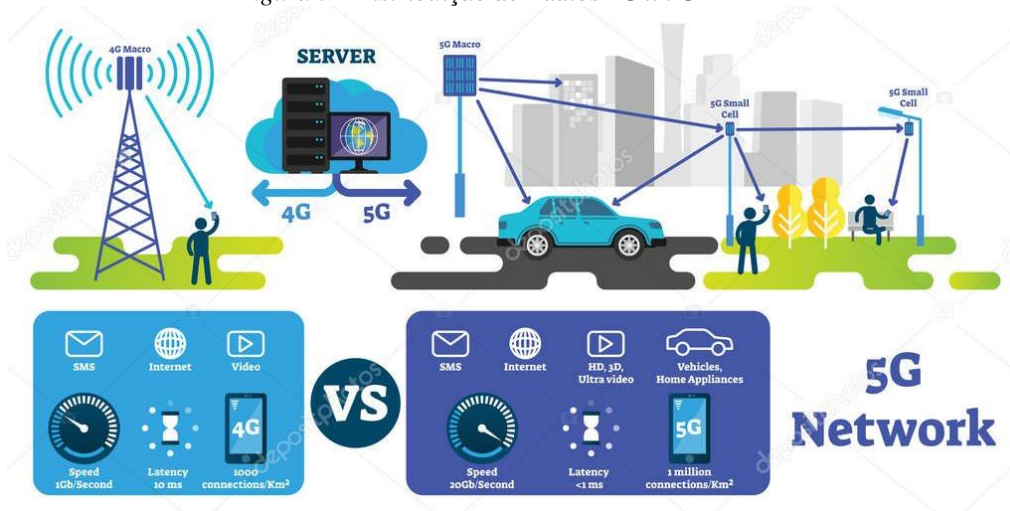
Fonte: “Framework and Overall Objectives of the Future Development of IMT for 2020 and Beyond

Devido à maior largura de banda oferecida pela utilização da banda de frequência de ondas milimétricas e ao uso de células pequenas, o 5G será capaz de atender a uma alta densidade de conexão de dispositivos por unidade de área (Teleco, 2017). O *International Telecommunication Union* (ITU) define que, para um cenário de *Massive Machine Type Communications* (m-MTC), o requisito mínimo é de 1 milhão de dispositivos conectados/ km^2 . Desta forma, a rede 5G será capaz de atender à crescente demanda de conectividade provinda das aplicações de *IoT*. Ademais, as redes 5G devem permitir uma taxa de transferência de dados de 100 Mb/s para cada usuário conectado, enquanto sua conectividade deve permanecer utilizável com velocidades de até 500 Km/h. Além disso, a latência, sob condições ideais, deve atingir no máximo 1 milissegundo e a rede deve prover uma eficiência energética 100 vezes maior que a quarta geração de redes móveis (4G) (ITU, 2015).

Um dos motivos para o sucesso do 5G está no planejamento de espectro. Para a 5G Américas, as bandas de espectro móvel abaixo de 6GHz serão importantes para a integração entre 4G e 5G, enquanto as bandas mais elevadas necessitam de novas soluções de rádio (COMSTOR, 2018). Contudo, estas novas soluções, enfrentam alguns problemas técnicos, pois, quanto maior a frequência de operação, menor será o comprimento de onda, por consequência, maior será a sua dificuldade de penetrar ou contornar obstáculos (ELGAN, 2018).

Com a figura 3 é possível verificar que as estações de rádio do 5G terão que estar mais próximas umas das outras, resultando em uma maior quantidade de rádios ao comparar com a tecnologia 4G, podendo trazer impactos estéticos para diversas cidades.

Figura 3 - Distribuição de Rádios 4G x 5G

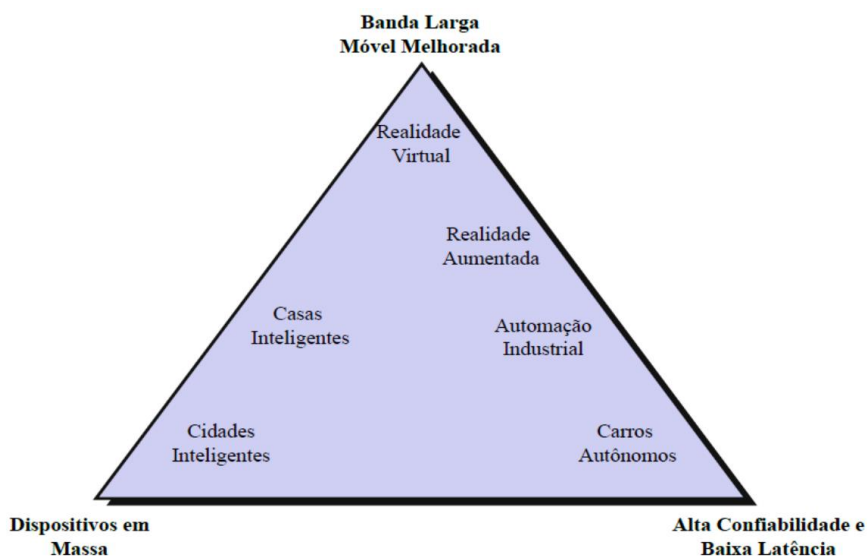


Fonte: Apeksha Telecom (2018)

Atualmente, o *Wi-Fi* torna possível o uso de *IoT* em realidade. Porém, como cita Kavanagh (2018), “com a tecnologia 5G, um dispositivo será capaz de se manter conectado independente de sua localização, além de ser, possível a conexão dos dispositivos sem a intervenção humana”. Neste cenário, a alta conectividade será capaz de gerar aplicações *IoT* que irão mudar a vida das pessoas, tais como: Carros Conectados e Carros Autônomos; Cidades Inteligentes; *Virtual Reality* (VR); *Augmented Reality* (AR).

Neste cenário, o 5G pode ser considerado como um facilitador para o desenvolvimento da *Internet* das Coisas. Pois, com sua perspectiva de prover comunicação em tempo real, confiável e escalável, será fundamental para o avanço da *Internet* das Coisas. A figura 4 mostra a tríade de aplicações possíveis com os avanços do 5G e qual recurso é necessário para a mesma se tornar realidade.

Figura 4 - Trio de Categorias de Casos de Uso do 5G em IoT



Fonte: 5G and the Connected Car

2.3 ASSISTENTES VIRTUAIS PESSOAIS

Os assistentes virtuais são Personas colocados em uma interface, visando melhorar a comunicação com o usuário e atrair sua atenção em momentos determinados, com o intuito de enfatizar a apresentação de informações ou recomendações.

A concepção de *softwares*, com a diretriz de agregar conhecimento e atrair a atenção do usuário, não é uma ideia nova. O uso de assistentes virtuais, atualmente, se encaixa exatamente nas palavras de Michael (1994), “São apresentados como *softwares* baseados em Inteligência Artificial e tem a função de executar diversas atividades como pagamento de contas, envio de e-mails, etc”. O uso da inteligência artificial (IA), do inglês *artificial intelligence (AI)*, é o diferencial por trás dos assistentes virtuais. A figura 5 traz um vislumbre visual dos atuais assistentes virtuais presentes no mercado.

Figura 5 - Assistentes Virtuais e seus Respetivos Produtos: Echo dot: HomePod: Google Home: Invoke



Fonte: Sentry Brasil Automação Residencial

A capacidade de uma IA expressar características humanas em Linguagem Natural, em diálogos com seres humanos, é um dos maiores propósitos buscado pelos desenvolvedores. A Inteligência Artificial, segundo Rover (2010), “É a ciência do conhecimento que busca a melhor forma de representá-lo, como também é a ciência que estuda o raciocínio e os processos de aprendizagem em máquinas”. Dentro do contexto, foi proposto por Alan Turing durante a 2ª Guerra Mundial um desafio para determinar se um computador era inteligente ou não. Se não fosse possível distinguir um ser humano de uma máquina através da troca de mensagens escritas, o sistema era considerado inteligente (FOSSATTI, 2011). Esse foi o pontapé inicial para os sistemas que simulam um diálogo, que, atualmente, podem ser desenvolvidos para diversas áreas de aplicação.

Nos dias atuais, assistentes virtuais encontram-se disponíveis dentro e fora de casa, fazendo-se presente, até mesmo, nos nossos *Smartphones*, objetivando auxiliar o usuário na organização de sua rotina, tornando o nosso cotidiano cada vez mais dinâmico.

Já estão disponíveis várias aplicações, tanto *hardware*, quanto *software*, no mercado mundial, com versões para o idioma português brasileiro.

A seguir, são listadas, resumidamente, as principais delas.

- **Siri:** A *Apple* possui um dos mais conceituados e conhecidos assistentes virtuais do mercado. Desde meados de 2011, todos os dispositivos móveis da empresa vêm acompanhados da assistente virtual. Para *Apple* (2020), “A *Siri* é o jeito mais rápido e fácil de fazer tudo o que você precisa. Defina alarmes, timers e lembretes, [...]. Com a *Siri*, você faz tudo isso sem precisar tocar no aparelho”. Além dos *tablets* e *Smartphones*, a *Siri* está presente no *speaker HomePod* da empresa;
- **Google Assistant:** O assistente virtual, desenvolvido pela *Google*, é mais um que entrou na competição e possui uma grande parcela de usuários. Inicialmente, desenvolvido para a Plataforma *Android*, hoje o assistente da *Google* está presente em diversos tipos de dispositivos, principalmente nos produtos da companhia *Nest*.
- **Alexa:** A *Amazon* lançou sua assistente virtual, junto com seu *speaker Echo*, uma caixa de som para auxiliar nas tarefas de casa. Neste aparelho, a assistente virtual *Alexa* tem como foco principal auxiliar nas tarefas do dia a dia em casa, como: tocar música ou controlar algumas funções em uma casa inteligente;
- **Cortana:** A *Cortana* foi a maneira que a *Microsoft* encontrou de entrar na concorrência. Para a *Microsoft* (2017), “a *Cortana* é sua agente digital. Ela ajudará

“você a realizar tarefas”. E afirma que, quanto mais se usa, mais a *Cortana* ficará personalizada. A *Cortana* ainda está há pouco nesse mercado, mas já possui seu assistente em *speakers* como o *Invoke* da *Harman Kardon*.

Com o reconhecimento de voz atingindo o ponto em que a linguagem natural pode ser interpretada corretamente para mais de 95% do tempo, a maioria dos sistemas operacionais de hoje vem com interatividade de voz em vários dispositivos, desde telefones e *laptops* a alto-falantes inteligentes e *TVs*. A família *Echo* da *Amazon* e o *Google Home* são exemplos de dispositivos de assistente virtual (AV), e a *Alexa* da *Amazon*, o Assistente do *Google*, a *Cortana* da *Microsoft* e a *Siri* da *Apple* são exemplos de interfaces de usuário baseadas em voz. (BA, MENDENSON, ZHU, 2020. p. 2)

Após pesquisas, levantamento de dados e análise das vantagens e desvantagens das assistentes de voz apresentadas, foi escolhida para exercer a função de assistente virtual no projeto em questão a assistente virtual da Amazon, a *Alexa*. O Serviço de Voz *Alexa*, do inglês *Alexa Voice Service (AVS)*, é o pacote de serviços da Amazon baseado em seu assistente virtual controlado por voz. O AVS foi introduzido pela primeira vez com o "*Echo*", um alto-falante inteligente que possibilita a interação por voz com diversos sistemas de mídia e entretenimento online.

Introduzido no mercado nacional em 2019, o dispositivo *Echo* da *Amazon*, que acompanha a assistente virtual *Alexa*, tem como foco principal, auxiliar nas tarefas do dia a dia: em casa, no escritório, na rua ou onde quer que o usuário esteja. Realizando atividades, como: tocar música ou controlar diversas funções em um cenário inteligente por comandos de voz ou ações em um dispositivo.

Diversos são os fatores que direcionaram a escolha do dispositivo *Echo* para compor o cenário proposto, um dos principais foi o fato da linha de produtos da *Amazon* possuir uma gama de dispositivos domésticos inteligentes, como: *speakers*, termostatos, câmeras de segurança, *Smart displays*, *stick TVs*, totalizando uma soma maior que cinquenta dispositivos próprios, além de diversos dispositivos que podem ser controlados pela assistente virtual.

Por outro lado, a possibilidade de atender comandos além do tipo "Alexa, toque uma *playlist* de *rock*", chamam a atenção. A assistente tem os chamados *Skills*, que são aplicações criadas por um desenvolvedor para um determinado propósito e que pode ser controlada através de comandos de voz dados à assistente (PAIVA, 2019). Ainda de acordo com o Paiva, a *Alexa* chegou ao Brasil com aproximadamente 350 *Skills* em português, distribuídas por dezenove categorias. É possível pedir uma comida pelo *iFood* ou um carro pela *Uber* contando com os *Skills* personalizados, além disso, pode-se pedir para a *Alexa* contar quais são as principais

notícias do momento, mesmo em um nicho específico (FOGAÇA, 2019).

Outro fator foi a disponibilidade em território nacional, os dispositivos *Echo* foram os primeiros *Smart speakers* vendidos oficialmente no Brasil até 2020, ano que o *Google Nest Mini* oficialmente chegou no Brasil. O *Nest Mini* é o primeiro hardware do Google que foi lançado já com pensamento no *Google Assistente* e que chegou ao Brasil em junho de 2020. O Assistente compreende o idioma português desde o começo de 2020 e está presente em diversos dispositivos desde *Smartphones* até TVs *android* (FOGAÇA, 2020).

A crescente parcela de venda chamou atenção para o dispositivo *Echo*, visto que, até meados de 2020, já eram de mais de 30 milhões de dispositivos entregues aos consumidores.

O crescimento foi de 50% em relação ao ano anterior e a *Alexa* foi a campeã com quase 30% de *market share* – o *ranking* é liderado pela *Amazon*, que vendeu 37,3 milhões de unidades (crescimento de 54%), chegando a uma participação de mercado de 29,9%. O *Google* vendeu 23,8 milhões de *Smart speakers*, crescendo 2% e chegando a 19,1% de *market share*. (MOREIRA, 2020).

Outros *speakers* como o *HomePod* da *Apple*, que é acompanhado pela assistente virtual *Siri*, não possuem disponibilidade no Brasil e nem consegue compreender o português brasileiro pelo sistema de voz do *Smart speaker*. A assistente virtual Cortana, infelizmente, foi removida do *Smart speaker* ao qual fazia parte e, assim como a *Siri*, não oferecia opções de conversação em português. O *Invoke* foi o primeiro e único *Smart speaker* a ter a *Cortana* como assistente de voz nativa. No entanto, a *Microsoft* decidiu em 2020 dar um foco mais empresarial para a *Cortana* (NEW VOICE, 2020).

De forma geral, a *Alexa* é mais interativa e tenta simular uma conversa com o usuário de forma mais humana, não restringindo-se a respostas prontas e curtas. Ademais, por ter chegado antes no mercado nacional, a assistente suporta mais de 85 mil dispositivos de casa inteligente e está sempre ganhando novas *Skills*, expandindo as funcionalidades dos dispositivos *Amazon* (SMARTHALL, 2021). Portanto, devido a todos os fatores listados acima, o dispositivo da *Amazon* o *Echo dot* foi escolhido como parte integral do sistema que está sendo desenvolvido no trabalho em questão.

2.4 CENÁRIOS DA ATUALIDADE E ÁREAS DE APLICAÇÃO

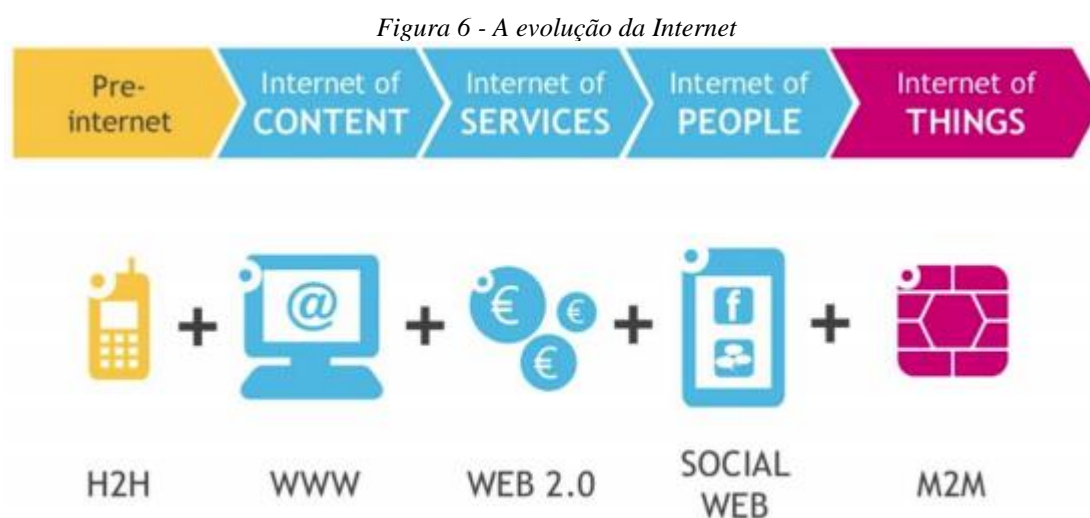
Com o decorrer do desenvolvimento das tecnologias e da *Internet*, em 1990, surgiu o interesse em discutir a conexão *TCP/IP*, que seria um protocolo de comunicação, que pode conectar os objetos do nosso dia a dia à *Internet*. De acordo com a *Ericsson* (2016), haverá cerca de 28 bilhões de dispositivos conectados até 2022, número muito além do suportado pelo *IPv4*

(*Internet Protocol version 4*), protocolo de interconexão de rede, que possibilita uma conexão de quase 3,7 bilhões de endereços válidos na rede. Para a solução deste problema, a implementação do *IPv6 (Internet Protocol version 6)* é de suma importância para o avanço da *IoT*, pois será possível conectar mais de 340 undecilhões de dispositivos, uma capacidade de endereçamento quase ilimitada.

“A *IoT* representa a primeira evolução real da *Internet*, tendo um grande avanço na capacidade de coletar, analisar e distribuir dados. Ela representa um avanço que levará ao uso de aplicações revolucionárias.” (EVANS, 2011). Isso significa que, esse avanço da *Internet* na *IoT*, contribui para o desenvolvimento de diversos ramos de tecnologia no mercado global, dentre eles a criação de sistemas inteligentes, que controlam objetos que compõem casas inteligentes, carros inteligentes e dispositivos acessíveis.

Cunha (2018) conclui que objetos do nosso cotidiano, como: eletrodomésticos, móveis, embalagens de alimentos e até documentos, poderão estar conectados à *Internet*, formando um paradigma com intuito de conectar o meio físico ao virtual.

Porém, nem sempre foi possível esta conexão entre objetos inteligentes. Na figura 6 é perceptível a evolução da *Internet*. Primeiro, a *Internet* conectou pessoas ao conteúdo. Então, conectou pessoas a serviços. Posteriormente, conectou pessoas a pessoas. Agora, está conectando coisas com coisas.



Fonte: Jadoul (2013)

Segundo Heetae Yang (2018), está se vivenciando uma nova era da *Internet* das Coisas, que traz um novo conceito sobre “casa inteligente”, em que esses novos equipamentos domésticos habilitados para *IoT* tornam a residência mais inteligente, controlável remotamente e interconectada.

Cardoso (2019) afirma que são necessários dois elementos para garantir a qualidade e eficiência de um projeto de *IoT*, que seria conter um plano de trabalho bem definido, e dispositivos inteligentes, com atuadores, sensores e Inteligência Artificial, além de, um bom algoritmo, para que a comunicação entre protocolos seja adequada para o sistema ser desenvolvido. Protocolos tais como: *Zigbee*, *Wi-Fi*, *Bluetooth*, *Wisa*, são capazes de permitir a conexão de vários dispositivos simultaneamente, além de, possuir um fácil acesso de comunicação.

É notável que, a crescente expectativa e demanda para projetos de automação e *IoT* em nível global, contudo, alguns setores destacam-se, dentre os que estão sujeitos a esta tecnologia, seja pelo fator inovação, insegurança ou até mesmo pelos investimentos previstos nestas áreas, sendo estes os setores de cidades inteligentes, indústrias 4.0, varejo e saúde.

Atualmente, com a pandemia de Covid-19, o setor industrial tende a sofrer uma aceleração crescente no âmbito da automação. E isso traz uma série de questionamentos, como: A pandemia vai destruir empregos? Veremos uma continuidade da crise da Covid-19, impulsionada por uma mudança no método de produção? De acordo com um estudo do Fórum Econômico Mundial, quase 40% dos empregos nos Estados Unidos correm um risco significativo de serem automatizados, e embora a realidade brasileira acarrete em uma mudança menor, ela, também, será significativa. (SPS, 2021).

Seguindo com as afirmações do SPS, as habilidades mais valiosas estão ligadas ao uso do desenvolvimento de tecnologia, incluindo os sistemas de automação. De acordo com o Fórum Econômico Mundial (2021), “A falta de habilidades digitais adequadas não só dificulta a difusão [da tecnologia da informação e comunicação], mas também, exacerba o risco de perda de empregos relacionados à automação”. Dada a rapidez com que a pandemia paralisou certos setores, muitas empresas devem olhar mais de perto seus processos e como eles deverão ser nos próximos anos.

Em vários países, o consumo de itens de automação residencial aumentou expressivamente durante a pandemia. É o que evidencia a pesquisa divulgada pela consultoria *ABI Research*, comparando dados dos últimos meses com os de 2019. A estimativa é de que, ao final do ano, os gastos com produtos para *Smart Home* em todo o mundo terão aumentado 4% em relação ao ano passado, atingindo a marca de US\$ 85 bilhões (ABI RESEARCH, 2021). No entanto, esse valor ainda é inferior ao que se previa no começo do ano, antes da COVID-19, quando se estimava expansão de 21%, chegando a US\$ 99 milhões.

Segundo a *ABI* (2021), vários fatores influíram nesse resultado: incertezas econômicas, restrições ao consumo em lojas físicas, dificuldade para visitas técnicas nas residências, interrupção no fornecimento de peças e na entrega dos produtos. “*Smart Home* já tem um valor considerável para as pessoas e será cada vez mais importante em seus hábitos de consumo” (ABI RESEARCH, 2021). *ABI* ainda afirma que “Da mesma forma que a COVID impactou as vendas este ano, a longo prazo essa experiência servirá para alavancar o mercado de automação”.

No Brasil, a lei em vigor desde primeiro de janeiro, que promove incentivos e benefícios tributários à chamada *Internet das Coisas*, deve acelerar a automação das residências em território nacional. “O uso de dispositivos de *IoT* para casas inteligentes deve crescer 20% até 2023.” (AURESIDE, 2021). Além disso, é destaque a sustentabilidade como ponto chave das novas tecnologias da casa inteligente. “São inovações como automação para economia de luz, cortinas que abaixam para manter a temperatura amena e reduzir gastos com ar-condicionado e sistemas modernos de energia solar e irrigação, por exemplo” (ZANATTA, 2021).

Zanatta (2021), também afirma que “O esforço das empresas em buscar a simplificação dos sistemas para que qualquer pessoa consiga usar com facilidade está fazendo com que esse mercado cresça rapidamente”. A Casa Cor de 2020 evidenciou a nova forma de morar, mais inclusiva e tecnológica, que ganhou significado central na pandemia da covid-19. “A casa pós-pandemia é diferente, as pessoas querem afetividade, conforto, espaços mais inteligentes, praticidade e tecnologia para se conectar – com elas mesmas e com o mundo – sem sair de casa.” (ZANATTA, 2021).

3 DESENVOLVIMENTO

Neste Capítulo serão apresentados os materiais e produtos, tanto *hardware*, quanto *software*, que foram utilizados para a automatização de um cenário residencial. Esses dispositivos serão detalhados segundo as suas especificações cedidas pelos seus respectivos fabricantes e, além disso, será justificada sua escolha para compor o projeto em questão.

3.1 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Para o desenvolvimento desta monografia foi implementado em um cômodo ordinário de uma residência soluções na *Internet* das coisas, utilizando equipamentos controlados remotamente via rede *Wi-Fi*. Todos os dispositivos que compõem o cenário residencial foram escolhidos de acordo com três critérios específicos. Sendo eles:

- **Tecnologia:** Os produtos foram selecionados de acordo com a sua tecnologia, ou seja, foram feitas análises de qual o protocolo é o mais utilizado atualmente para a automação residencial, como é feita a instalação e configuração desses dispositivos, possível uso de programação na utilização do dispositivo, quais serviços fazem integração com o dispositivo;
- **Disponibilidade no Mercado Nacional:** Os produtos selecionados para compor o projeto foram escolhidos pela sua presença oficial no mercado nacional, sendo vendidos pelas suas fabricantes, representantes ou revendedores. Tal critério, foi adotado com a finalidade de se obter garantia e suporte sobre o produto adquirido dentro dos prazos estabelecidos pelas suas fabricantes, respectivamente;
- **Facilidade de Utilização e Integração:** Além da sua tecnologia, e sua disponibilidade no mercado nacional, os produtos foram analisados conforme o seu nível de dificuldade em relação a sua implementação e, posteriormente sua integração com o sistema automatizado como um todo. Ou seja, foram selecionados dispositivos que possuíssem *IP* livre, podendo ser encontrados e controlados por outros sistemas.

Nesta monografia foram selecionados, ao todo, quatro itens para compor um sistema de automação residencial, cumprindo os requerimentos dispostos anteriormente, e assim integrar um cenário composto por dispositivos infravermelho como: televisores, *home theaters*, ar-

condicionados, reprodutores de *DVD*, interruptores de iluminação e qualquer aparelho que esteja utilizando acesso a energia elétrica em tomadas específicas.

Para realizar o controle de dispositivos infravermelho, foi utilizado o *Smart Controle Universal* da Positivo. Já para controlar a iluminação do cômodo foi utilizado o dispositivo *Sonoff MINI R2* e, para controlar as tomadas do cômodo foi utilizado o *Smart Plug Wi-Fi* da Positivo. Por fim, para controlar todo o cômodo, foi utilizado o *Echo Dot* de 3ª geração, que vem acompanhado da assistente virtual *Alexa*.

3.1.1 SMART CONTROLE UNIVERSAL POSITIVO

O *Smart Controle Universal*, vendido pela fabricante brasileira Positivo, é um receptor de sinais, que funciona como controle remoto universal, conseguindo acionar outros dispositivos que utilizam os sinais de frequência infravermelha. Radiação infravermelha (IV) está contida em uma larga banda do espectro eletromagnético, arbitrariamente definida com comprimentos de onda compreendidos entre 700 nm (frequência de 430 THz) e 1.000.000 nm (frequência de 300 GHz) (SILVEIRA, 2017). O modelo de receptor utilizado foi o PCU IRN, sendo a única variação do dispositivo distribuída pela empresa.

Figura 7 - Smart Controle Universal Positivo



Fonte: Positivo Casa Inteligente

As especificações técnicas do *Smart Controle Universal*, presente na figura 7, são explicitadas o quadro abaixo:

Tabela 1 - Especificações técnica do Smart Controle Universal

Alimentação	5Vdc 1A, Micro USB
Frequência do Infravermelho	38KHz
Área de Cobertura	360 Graus
Distância de Controle	Até 8m
Conexão <i>Wi-Fi</i>	IEEE 802.11b/g/n, 2.4GHz
Segurança e Criptografia	WPA/ WPA2, WEP/ TKIP/ AES
Condições de Operação	0°C - 50°C, 20% - 90% umidade (40°C)
Dimensões e Peso	68x68x27mm, 67g

Fonte: Static Positivo Casa Inteligente (2019)

3.1.2 SONOFF MINI R2

O *Sonoff MINI R2*, vendido e fabricado pela companhia chinesa *Sonoff*, que possui operações em território nacional, é um Relé *Wi-Fi*, que funciona como interruptor inteligente, sendo ideal para o uso em cenários de automação residencial, devido, tanto às suas capacidades em um tamanho compacto, quanto por trabalhar em conjunto a um aplicativo ou interruptor externo. Além do controle do interruptor via aplicativo, o *Sonoff MINI R2* é equipado com uma interface de *hardware* usada para conectar ao interruptor de luz. O *Sonoff MINI R2* pode ser instalado dentro do interruptor para ligar ou desligar seus aparelhos conectados ao interruptor. (SONOFF BRASIL, 2019).

Figura 8 - *Sonoff MINI R2*



Fonte: Sonoff Brasil (2019)

As especificações técnicas do *Sonoff MINI R2*, presente na figura 8, são explicitadas o quadro abaixo:

Tabela 2 - Especificações técnicas do Sonoff MINI R2

Entrada e Saída	100 - 240 ac 50/60Hz 10A Max
Wi-Fi	IEEE 802.11 b/g/n 2.4GHz
Microcontrolador	ESP8285
Segurança e Criptografia	WPA/ WPA2, WEP/ TKIP/ AES
Condições de Operação	-10°C - 40°C, 5% - 95% umidade (40°C)

Fonte: Sonoff Tech (2019)

3.1.3 SMART PLUG WI-FI POSITIVO

O *Smart Plug Wi-Fi*, vendido pela fabricante brasileira Positivo, é um *plug* de tomada controlado via *Wi-Fi* que funciona como um interruptor inteligente para qualquer dispositivo eletrônico que esteja conectado à sua interface. Com o *Smart Plug Wi-Fi* é possível ligar ou desligar os aparelhos eletrônicos, monitorar em tempo real o consumo de energia dos equipamentos conectados, definir temporizadores para o acionamento e conectar dispositivos de até 1000W (*watts*) para serem controlados. (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2019).

Figura 9 - Smart Plug Wi-Fi



Fonte: Positivo Casa Inteligente (2019)

As especificações técnicas do *Smart Plug Wi-Fi*, presente na figura 9, são explicitadas no quadro abaixo:

Tabela 3 - Especificações técnicas do Smart Plug Wi-Fi

Potência	1000W
Tensão	100 - 240Vac, 50/60Hz
Corrente Máxima	10A, carga resistiva
Conexão Wi-Fi	IEEE 802,11b/g/n, 2.4GHz
Segurança e Criptografia	WPA/ WPA2, WEP/ TKIP/ AES
Condições de Operação	-20°C - 65°C, 20% - 93% umidade (40°C)
Peso	80g

Fonte: Static Positivo Casa Inteligente (2019)

3.1.4 ECHO DOT 3ª GERAÇÃO

O *Echo Dot* 3ª Geração, produto fabricado e vendido pela *Amazon*, é o *Smart Speaker* de maior sucesso vendido pela empresa em questão. O dispositivo possui diversas capacidades, sendo algumas delas: controles por voz, reprodução de músicas, informações sobre trânsito, noticiário, clima, capacidade de fazer ligações de áudio e, além de tudo, isso, controlar dispositivos de casa inteligente compatíveis com o produto apenas com comandos de voz. (AMAZON, 2019).

Figura 10 - Echo Dot 3ª Geração



Fonte: Amazon (2019)

As especificações técnicas da *Echo Dot* 3ª Geração, presente na figura 10, São explicitadas o quadro abaixo:

Tabela 4 - Especificações técnicas do Echo Dot 3ª Geração

Conectividade Wi-Fi	<i>IEEE 802.11a/b/g/n, 2,4 - 5GHz</i>
Conectividade Bluetooth	<i>A2DP, AVRCP</i>
Fonte de Energia	5Vdc, 1A, 15W Max
Condições de Uso	-20°C - 65°C, 20% - 93% umidade (40°C)
Dimensões	4 3x 99 x 99mm
Peso	300g

Fonte: Amazon (2019)

3.2 APLICAÇÃO MÓVEL

A seguir, a monografia em questão abordará os meios de acesso e configuração às tecnologias situadas no capítulo 3.1. Cada dispositivo possui aplicações específicas e seu acionamento depende, na maioria das vezes, de um aplicativo da própria empresa. Contudo, por serem, em sua maioria, dispositivos de *IP* aberto, os mesmos podem ser controlados por aplicativos de terceiros que reúnem as mesmas funcionalidades que os aplicativos das fabricantes oficiais.

Na monografia em questão foram utilizados os aplicativos oficiais de cada fabricante, visando seguir as diretrizes de funcionamento dispostas nos manuais de cada produto. Como a monografia tem o intuito de desenvolver um manual de aplicação das tecnologias dispostas anteriormente, não foi acordado válido o uso de aplicações de terceiros que poderiam apresentar variações de desempenho e qualidade aos produtos integrantes do cenário, os quais não estariam previstos pelas fabricantes.

3.2.1 POSITIVO CASA INTELIGENTE

O aplicativo Positivo Casa Inteligente, desenvolvido pela empresa brasileira Positivo, é uma aplicação móvel desenvolvida para os sistemas operacionais *Android*, a partir da versão 4.4, e *IOS*, a partir da versão 10.0, com o intuito de controlar os dispositivos inteligentes da fabricante existentes na residência do usuário. O aplicativo permite que o usuário possa se comunicar com a sua casa sempre que desejar de qualquer lugar do mundo, de maneira rápida, fácil, segura e inteligente. Ademais, o aplicativo permite o monitoramento da residência e a criação de cenas automatizadas com os dispositivos de controle Positivo, todas as aplicações são em tempo real e sem custos adicionais (POSITIVO CASA INTELIGENTE, 2020).

O aplicativo da Positivo funciona, unicamente, com os dispositivos fabricados pela empresa, ao contrário de outros aplicativos como o Chineses *TuyaSmart* e *eWeLink*, que agrupam os dispositivos de *IP* aberto e possibilitam o controle remoto dos mesmos. O grande diferencial do aplicativo da Positivo é o fato de ser um aplicativo feito no Brasil e que está sendo distribuído para usuários brasileiros, trazendo funcionalidades de outros aplicativos como o *TuyaSmart*, citado anteriormente, deixando tudo mais dinâmico e tornando-o intuitivo o suficiente para fazer, até a mais analógica das pessoas, navegar por ele com relativa facilidade. (ARBULU, 2019).

3.2.2 AMAZON ALEXA

O aplicativo *Alexa*, desenvolvido pela empresa internacional *Amazon*, é um aplicativo móvel para as plataformas *Android*, a partir da versão 4.4, e *IOS*, a partir da versão 10.0. O aplicativo está disponível em diversos produtos, de forma simplificada, como: *Smart TVs*, *Smart Watches*, *TV Sticks*, entre outros.

O aplicativo da *Amazon* é utilizado para configurar e controlar os dispositivos que possuem integração com a *Alexa*, e assim, possibilitar a execução de diversas funções como: ouvir músicas, criar listas de compra, ouvir notícias, organizar o dia, previsão do tempo (AMAZON ALEXA, 2020). O aplicativo possibilita a visualização, configuração e controle dos dispositivos que possuem a assistente virtual integrada ou *Skills* disponíveis. Além das atividades citadas anteriormente, a *Alexa* possibilita integrar na plataforma dispositivos de terceiros que possuem reconhecimento pela assistente virtual como os produtos apresentados no capítulo anterior, além de plataformas conhecidas pelos brasileiros como o *Spotify*, *Ifood*, *Uber*, *Bradesco* (LIMA, 2020).

Atualmente, a *Alexa* ganha atualizações recorrentes, tendo como objetivo entregar uma experiência mais personalizada aos usuários. A *Amazon* (2020) demonstra que é possível acionar a assistente virtual por voz, sem a necessidade de apertar um botão. Para ativá-la, basta dizer “Alexa”. Com isso, fica viável pedir para a assistente fazer lista de compras, controlar dispositivos de casa inteligente, entre outros. Em 2021, os avanços em *IA* tornarão a interação com *Alexa* ainda mais natural. A princípio o objetivo é que os usuários possam interagir com *Alexa* tão naturalmente, quanto falar com outra pessoa. Este ano, a *Amazon* prevê um avanço na tomada natural de turnos que, em breve, permitirá que os clientes se envolvam com *Alexa* sem repetir a palavra de despertar, assim como, repetimos o nome da pessoa com quem estamos falando.

“Quando os clientes pedem a *Alexa* para participar de uma conversa, a assistente começará a entender o contexto adicional, como: quando a fala é direcionada ao dispositivo, quando não é, e se uma resposta é esperada ou não” (AMAZON, 2021). Além de acordo com a *Amazon*, a interação com *Alexa* se tornará mais natural, corrigindo automaticamente os erros por meio do feedback do cliente e aprendendo suas preferências com ensino interativo. *Alexa* agora, também, pode inferir objetivos e o que um cliente pode estar tentando realizar, permitindo que ela sugira habilidades relevantes sem que o cliente precise saber o nome da habilidade ou repetir as mesmas informações em todas as habilidades.

3.2.3 EWELINK

O aplicativo *eWeLink*, da empresa chinesa de mesmo nome, é um aplicativo móvel desenvolvido, principalmente, para as plataformas *Android*, a partir da versão 4.4, e *IOS*, a partir da versão 10.0. O aplicativo em questão é um integrador de protocolos de comunicação que algumas marcas Chinesas como a *Sonoff* fazem uso para configuração de seus produtos em um cenário inteligente. O *eWeLink* é um aplicativo gratuito desenvolvido para casas inteligentes, que possibilita controlar e gerenciar mais de cem dispositivos inteligentes de 80 marcas diferentes (EWELINK, 2020). Ainda de acordo com o suporte da *eWeLink* (2020), o aplicativo é o primeiro do ramo no mercado de desenvolvimento de aplicativos na China que possibilita a criação de cenários inteligentes e a integração com outras marcas existentes no mercado asiático.

Assim como *TuyaSmart*, citado no capítulo 3.2.1 referente ao aplicativo Positivo Casa Inteligente, o *eWeLink* agrupa diversos dispositivos presentes no mercado Chinês que possuem *IP* aberto. O aplicativo foi utilizado no projeto de monografia, pois era o indicado pela fabricante Chinesa, *Sonoff*, com o intuito de melhor configurar e utilizar seu dispositivo. No entanto, assim como o aplicativo Positivo Casa Inteligente, os seus dispositivos poderiam ser configurados por outros aplicativos com as mesmas funcionalidades tal qual o *TuyaSmart*.

3.3 PROTOCOLOS USADOS PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Pensando em automação residencial e *IoT*, um dos principais fatores para a correta execução desses dispositivos é a comunicação entre os dispositivos dentro de casa. Para alcançar o objetivo em questão foram analisadas algumas das principais tecnologias presentes no cenário de automação residencial, sendo selecionada uma que atendesse os requisitos de aplicação e desenvolvimento da monografia.

Um dos protocolos mais conhecidos é o *ZigBee* (IEEE 802.15.4). Trata-se de uma tecnologia, relativamente, simples, que utiliza um protocolo de pacotes de dados com características específicas, sendo projetado para oferecer flexibilidade quanto aos tipos de dispositivos que pode controlar (MAURÍCIO, 2014). O *ZigBee* permite comunicações robustas e opera na frequência *ISM* (*Industrial, Scientific and Medical*), 868 MHz (um canal), 915 MHz (dez canais) e 2,4 GHz (dezesesseis canais), e não requer licença para funcionamento. Este protocolo oferece uma boa imunidade contra interferências, e a capacidade de hospedar milhares de dispositivos numa rede (mais de 65.000), com taxas de transferências de dados variando entre 20kbps a 250kbps (ZIGBEE ALLIANCE, 2020).

É válido ressaltar a existência de outros protocolos de comunicação como o *RFID*, tecnologia de identificador por radiofrequência, (*Radio Frequency Identifier*), é uma identificação automática sem fio e tecnologia de captura de dados *AIDC* (*Automatic Identification and Data Capture*). Um sistema *RFID* é composto por três componentes principais: Etiquetas (*tags*) onde a informação fica armazenada; Sistema para leitura/gravação; O sistema interessado na informação, geralmente, um hardware *middleware* aplicativo que decide o que fazer. (CASTRO, 2017).

Existem ainda dois tipos de *Tags*: Passivas; Ativas. As *tags* passivas utilizam a radiofrequência do leitor para transmitir o seu sinal e, normalmente, têm suas informações gravadas permanentemente quando são fabricadas, entretanto, algumas destas etiquetas são regraváveis. As *tags* ativas são muito mais sofisticadas e caras, e contam com uma bateria própria para transmitir seu sinal sobre uma distância razoável, além de, permitir armazenamento em memória *RAM* capazes de armazenar até 32 KB (CASTRO, 2017). O *RFID* possui diversas frequências, na tabela 5 é demonstrada as frequências do *RFID* e suas faixas de alcances.

Tabela 5 - Frequência *RFID*

Nome	Frequência	Faixa de Alcance
Baixa Frequência	125KHz	50 centímetros
Alta Frequência	13,56MHz	3 metros
Ultra alta frequência	860-960MHz	9 metros
Micro-ondas	2,45Ghz	10 metros

Fonte: (ROCHA, 2016)

Outros protocolos relevantes como o *Bluetooth*, *6LoWPAN*, *LoRaWan* e o *MQTT* são necessários para complementar o assunto. O protocolo *Bluetooth*, definido no padrão IEEE 802.15, foi projetado para as redes conhecidas como *WPAN* para se tornar comercial e se popularizar. As aplicações que popularizaram o *Bluetooth* foram transferência de dados, ligação de periféricos, como: fones de ouvidos, sistemas de som, teclados e mouse, tanto a celulares, *gadgets* e dispositivos *IoT* (OLIVEIRA, 2017). Uma variação do *Bluetooth* é conhecida como *BLE* (*Bluetooth Low Energy*), sua característica é o baixo consumo de energia, sendo muito utilizado para aplicações que exigem um tempo de vida elevado de bateria.

Embora alguns recursos do *BLE* sejam herdados do controlador *Bluetooth* clássico, os dois tipos de controlador são totalmente incompatíveis. O *BLE* opera na banda *Industrial Scientific Medical (ISM)* de 2,4GHz e define quarenta canais de radiofrequência (RF) com espaçamento de 2 MHz e alcance limitado a 50m (GOMES, 2016).

O *6LoWPAN*, que significa *IPv6 (Over Low Power Wireless Personal Area Networks)*, tem como proposta encapsular o protocolo *IPv6* para redes sem fio de curto alcance, utilizando o padrão IEEE 802.15.4 nas camadas de enlace e física. Para isso, os cabeçalhos *IPv6* devem ser fragmentados, compactados e agrupados, não é uma questão fácil, por que os cabeçalhos *IPv6* possui 128 bits, logo são muito extensos, entretanto, isso torna cada dispositivo *IoT* tenha um endereço único (DING et al, 2016).

Para atender as redes *IoT* de longa distância, existe a *LoRaWan (Long Range Wide Area Network)*, essa proposta está focada em acessos a dispositivos a até quinze quilômetros de distância, utilizando uma estação de rádio de longo alcance. Para atingir distâncias maiores, as frequências estão entre 433 e 915MHz, há diversas aplicações que podem ter grandes utilidades no futuro para serviços de tarifação, como: água, energia, gás encanado entre outros tipos de serviços (DING et al, 2016).

O protocolo *MQTT (Message Queue Telemetry Transport)* está localizado na camada de aplicação do *TCP/IP*. A porta *TCP/IP* 1883 é reservada com a *IANA* para uso com o *MQTT*. A porta *TCP/IP* 8883, também, está registrada para usar o *MQTT* sobre *SSL* (STANFORD, 2018). *MQTT* é um protocolo de mensagens extremamente simples e leve de publicação / assinatura (*publish/ subscribe*), projetado para dispositivos restritos e redes de baixa largura de banda, alta latência ou não confiáveis. Os princípios de design são minimizar a largura de banda e os requisitos de recursos dos dispositivos, ao mesmo tempo em que tentam garantir a confiabilidade e um certo grau de garantia de entrega (STANFORD, 2018). Esses princípios tornam o protocolo ideal para as tecnologias emergentes no mundo de dispositivos conectados *Machine to Machine (M2M)* ou *Internet das Coisas* de dispositivos inteligentes conectados, e

para aplicações móveis onde a largura de banda e bateria são essenciais, também, conta com segurança de entrega de mensagens por *QoS* (*Quality of Service*).

No entanto, por serem protocolos que dependem de módulos diversos para sua implementação, com a necessidade de serem configurados e, posteriormente, programados para que o usuário alcance o resultado esperado, esses protocolos citados anteriormente não foram utilizados no projeto. Utilizar esses protocolos fugiria do objetivo da monografia de implementar uma infraestrutura eficiente e simplificada que qualquer usuário ou entusiasta conseguisse fazer.

Em geral, os ambientes de *IoT* são compostos de dispositivos que usam comunicação sem fio de baixa largura de banda, como *ZigBee* ou *Bluetooth Low Energy* (TALEBI et al. 2018). Essas tecnologias carecem de robustez para atender aos requisitos da *IoT* quando comparadas a tecnologia *Wi-Fi*. A potência de transmissão do *Wi-Fi* é maior e possui menor tempo de acesso, obtendo prioridade de acesso ante o *Zigbee* (TALEBI et al. 2018). O uso da tecnologia *Wi-Fi* em ambientes *IoT* apresenta as seguintes vantagens (MESQUITA et al. 2018): dispositivos *Wi-Fi* tem um custo menor que dispositivos *ZigBee*, o protocolo IEEE 802.11 já possui alternativas para problemas de segurança e escalabilidade, e o padrão IEEE 802.11 suporta a abordagem *plug-and-play* e um grande número de dispositivos conectados.

Dito isso, e com o foco no objetivo de criar uma infraestrutura eficiente e simplificada, foi escolhido para alcançar tais objetivos o protocolo de rede sem fio *Wi-Fi*, pelo fato de tal protocolo já estar inserido no cotidiano de diversos usuários. Como visto no capítulo 2.2 o *Wi-Fi* (Nome dado ao sistema *Ethernet Wireless*) é a tecnologia de interconexão para redes locais e dispositivos. Comumente entendido como uma tecnologia de interconexão entre dispositivos sem fio, usando o protocolo *IEEE* 802.11 (KIOSKEA, 2020). A tecnologia *Wi-Fi* é uma alternativa ao padrão cabeado *Ethernet*, e por tal motivo, possui pouca preocupação com possíveis dispositivos que possuem consumo energético limitado, como é o caso das aplicações para *IoT*. Contudo, o *Wi-Fi* possui algumas vantagens como alcance de conexão e vazão, faixa de utilização *ISM* (faixas liberadas sem necessidade de licenciamento), facilidade de instalação, pois sua rede é baseada no padrão *IEEE* 802.11x e a mobilidade dentro da sua área de alcance, permitindo acesso a informações e recursos computacionais.

A tabela 6 ilustra um comparativo entre alguns dos protocolos citados e outros possíveis para o uso na automação residencial.

Tabela 6 - Principais Tecnologias Sem Fio para Automação

Norma IEEE (Nome de Mercado)	802.15.1 (Bluetooth)	802.11b (Wi-Fi)	802.15.4 (ZigBee)	802.15.4 (Wireless Hart)	802.15.1 (WISA)
Aplicação Principal	Eliminar a fiação atual,	Ethernet industrial	Controle e Monitoração	Medições de Processo e Controle	Interface Sensores e Atuadores
Frequência de operação	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
Taxa de comunicação (Kbps)	1000-3000	11000	20-250	11000	1000
Distâncias alcançadas com visada direta (m)	30(Class 2) 100+(Class 1)	100 + (Antenas direcionais)	30-70, 100+ (Com amplificador externo)	100, até 2000 com repetidor	5 m (ambiente industrial; tipicamente 10 m)
Número de Dispositivos	7	32	2*64	250	120
Autonomia da bateria (dias)	1 a 7	0,5 a 5	100 - 1000+	3,5 anos: taxa de trans de 30 min.	3 a 4 anos
Consumo na Transmissão	45mA (Classe 2) <150mA (Classe 1)	300mA	30mA	150-300mA	100mA
Conveniência para Controle e Supervisão, aplicações industriais	Baixa (Boa média, mas conexão inicial lenta)	Baixa (Taxa alta, mas conexão inicial lenta)	Baixa (Bom compromisso entre taxa e custo de conexão)	Alto (Bom compromisso entre taxa e custo de conexão)	Alto (Boa taxa e custo de conexão)
Tecnologia de espalhamento espectral	FHSS	DSSS	DSSS	FHSS/DSSS	FHSS/DSSS
Vantagens relativas	Custo, Flexibilidade	Velocidade, Flexibilidade	Potência, Custo	Flexibilidade, Potência e Velocidade	Velocidade, Custo

Fonte: Autoria própria (2021)

3.4 SEGURANÇA EM SISTEMAS DISTRIBUÍDOS E NO IOT

Com a possibilidade de ter conexão em qualquer ambiente, aumentam as possibilidades de comunicação, interação, serviços e recursos provindos da *Web*, porém, também, existe o aumento da vulnerabilidade a um ataque. Problemas de segurança em relação à privacidade, comunicação e armazenamento são um significativo desafio para o ambiente de *IoT* (CONTI et al., 2018).

Os principais desafios de segurança para o advento da *IoT* abrangem questões de privacidade, autorização, verificação, controle de acesso, configuração de sistemas, armazenamento de informações e aspectos de gerenciamento (ALABA et al, 2017).

As soluções em *IoT* estão suscetíveis a ataques em três pontos, sendo estes: o meio de transmissão, o equipamento de transmissão e a recepção dos dados. A definição dos tipos de ataques é necessária, pois, assim é possível definir, os pilares da segurança da informação. A segurança é composta por três componentes: Exigências, Políticas e Mecanismos. As exigências estabelecem os objetivos da segurança. As políticas definem quais ações deverão ser tomadas para que as exigências sejam cumpridas. E os mecanismos são os meios pelos quais as políticas são aplicadas (medidas, ferramentas, procedimentos etc).

Os componentes garantem que os quatro aspectos fundamentais sejam preservados, esses aspectos são: Confidencialidade, Integridade, Disponibilidade e Autenticidade

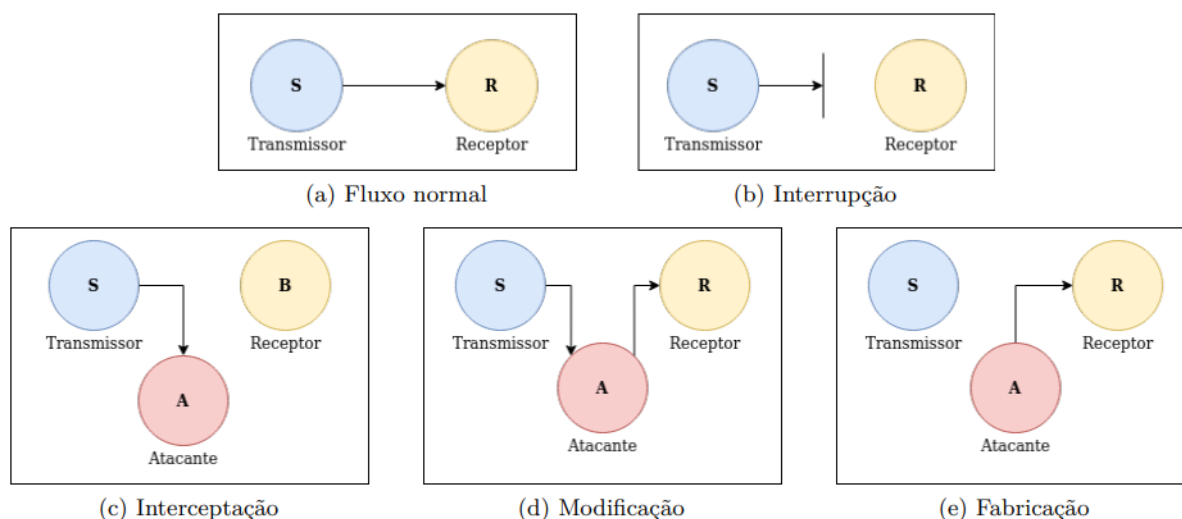
- **Confidencialidade:** Apenas as partes autorizadas podem acessar e modificar os dados. É o resultado de ações que garantem a preservação das informações por meio de mecanismos para controle de acesso, integrado a um sistema de gestão de identidades;
- **Integridade:** A informação não pode ser corrompida ou alterada por intermediários não autorizadas;
- **Disponibilidade:** O sistema deve trabalhar de forma eficiente, e deve permanecer acessível de forma contínua para agentes autorizados, a qualquer momento e a partir de qualquer lugar;
- **Autenticidade:** Somente usuários permitidos podem acessar o sistema.

As vulnerabilidades correspondem às falhas que, quando exploradas, infringem os aspectos fundamentais de segurança. Todo sistema é vulnerável e está sujeito a violações, seja por um erro de configuração, programação ou, até mesmo, erro em sua operação (BISHOP; BAILEY, 2015). O ataque representa a concretização de uma ameaça em que o intruso aproveita de alguma vulnerabilidade para comprometer a confidencialidade, a integridade, a disponibilidade e/ou autenticidade do sistema (MELLO et al., 2017). Dessa forma, permite obter acesso não autorizado a um determinado serviço, informação ou recurso. Os ataques podem ser passivos ou ativos, os passivos são aqueles em que o atacante obtém informações relevantes sem interferir no funcionamento do sistema. Já os ativos, além de interferir, podem interromper seu funcionamento (BABAR et al., 2016).

Na Figura 11, são mostradas as quatro categorias em que esses ataques podem ser classificados. A interrupção consiste em cessar o curso de dados sem que haja meios para alcançar o destino, dessa forma, compromete a disponibilidade do sistema. A interceptação fere a confidencialidade por meio de acesso à informação por uma entidade não autorizada. A

modificação é a alteração dos dados por um agente não autorizado no curso da mensagem. O ataque de fabricação afeta a autenticidade, quando houver, comprometendo a confiabilidade das informações. Além desses, tem-se o ataque de personificação, que, também, afeta a autenticação, nesse caso, o atacante transmite dados maliciosos ou recebe informações do sistema se passando por uma entidade autêntica (MELLO et al., 2017).

Figura 11 - Categorias de Ataques em Sistemas Distribuídos



Fonte: (SINGH, SINGH, SINGH, 2016)

Alguns tipos de ataques ganham destaque pela capacidade de causar graves danos à privacidade do usuário ou, até mesmo, à atividade econômica de uma empresa. Os mais comuns são o *DDoS*, *Click Fraud*, *Spamming* e o ataque de vazamento de informação (PANIMALAR; RAMESHKUMAR, 2016). O *DDoS*, por exemplo, é a evolução do *Denial of Service (DoS)* do qual o atacante utiliza de diversos meios para impedir o acesso a recursos na *Internet*, que consiste em enviar um número elevado de solicitações para a vítima a fim de esgotar sua capacidade computacional ou de tráfego. Essas solicitações partem de diversas máquinas, em diferentes localizações, o que dificulta a identificação da ação maliciosa. Além disso, possui variações como os ataques de reflexão, quando o atacante utiliza mediadores, e outros de reflexão com amplificação.

A característica da *IoT* insere novos desafios relacionados à segurança, pois com tantos dispositivos conectados e se comunicando ao mesmo tempo, é notório que acidentes e ataques envolvendo esses serviços irão ocorrer. É essencial garantir que um agente mal-intencionado não possa infectar ou destruir a infraestrutura geral de comunicação, uma vez que, os dados transportados geralmente são sensíveis, variando desde informações altamente personalizadas

do consumidor, como segredos comerciais de empresas, a dados confidenciais de governos (KHAN; SALAH, 2018).

Os sistemas embarcados presentes na camada de detecção possuem capacidades reduzidas e geram obstáculos ainda maiores. Uma rede de sensores, por exemplo, possui a natureza de transmissão *broadcast*, que a torna mais vulnerável em comparação às redes cabeadas.

Segundo Singh, Singh e Singh (2016), há um conjunto de ameaças em que essas redes estão sujeitas, como: a coleta passiva de informações, inserção de nó falso ou corrupção de um nó autêntico, mau funcionamento, alteração de mensagens, análise de tráfego e negação de serviço. Além disso, os nós estão em ambientes sob condições adversas, muitas vezes sem proteção física, favorecendo violações e, até mesmo, extinção do sistema. Em contrapartida, o uso de mecanismos de segurança consome recursos adicionais, exige mais processamento e, ainda, reduz o ciclo de vida do dispositivo, devido ao maior consumo de energia empregado no processo. Apesar disso, ainda assim, esse cenário deve garantir o acesso seguro à rede, a resistência à violação e os quatro aspectos fundamentais da segurança.

Por essa razão, não apenas usuários, mas também, dispositivos devem ser autenticados e autorizados, por uma infraestrutura de gestão de identidades, para acessar e coletar informações de maneira segura (BABAR et al., 2016).

De acordo com Deogirikar e Vidhate (2017), as camadas presentes na arquitetura da *IoT* geram diferentes vulnerabilidades. Na Tabela 7, é possível classificar quatro tipos de ataques que visam corromper e/ou obter vantagens desses sistemas.

Tabela 7 - Tipos de ataques presentes na *IoT*

Ataques	Objetivo
Físico	Comprometer a integridade física dos objetivos
Rede	Coletar informações ou negar serviços através das tecnologias de comunicação
<i>Software</i>	Coletar informações ou negar serviços na camada de aplicação
Encriptação	Obter a chave privada dos dispositivos

Fonte: Autoria própria (2021)

Os ataques físicos são efetivados, realizando a adulteração, inserção ou destruição física de um nodo, engenharia social e negação de serviço, inserindo interferências eletromagnéticas. Os de rede são aqueles que comprometem a comunicação, permitindo a análise de tráfego, negação de serviço por inundação, *man in the Middle* e a aquisição de acesso não autorizado, violando as credenciais da *RFID*. Já os de softwares são utilizados pelos atacantes para obter

informações sensíveis e espalhar códigos maliciosos. Por fim, os ataques de encriptação são efetuados por criptoanálise, *man in the Middle* e *side-channel*.

Vignau, Khoury e Hallé (2019) classificam os malwares de acordo com as características de ataque presentes em cada um deles, além disso, acrescentam pontos de atenção para a *IoT*. Essas características são:

- Capacidade para *DDoS*: Faz uso de diferentes técnicas para impedir a oferta de serviço, ou tem aptidão para destruir objetos, danificando-o fisicamente seja pela eliminação do firmware, ou sobrecarregando-o;
- Roubo de dados: Permitem coletar dados de dispositivos e transmiti-los ao invasor;
- Exploração de *endpoint*: Utiliza das vulnerabilidades, obtidas previamente de outro dispositivo, para infectar objetos diretamente conectados, ou toda a rede caso seja um roteador;
- Espionagem industrial: Usados para adquirir controle das plantas mecânicas ou para mapear a rede onde o dispositivo está alocado. Além disso, malwares com essa característica também são capazes de ocultar o tráfego malicioso enquanto coletam as informações;
- Exploração: Uso de diferentes técnicas de exploração como *brutal force* com dicionários balanceados ou não. Ou ainda, fazendo o uso de *Common Vulnerabilities and Exposures (CVE)*;
- Arquitetura alvo: Dispositivos *IoT* podem ser executados em diferentes plataformas, no entanto, alguns *malwares* são desenvolvidos visando uma arquitetura específica, o que traz vantagens contra outros programas maliciosos;
- Métodos de escaneamento: Utilizam diferentes métodos de escaneamento para detectar novos alvos e infectá-los.
- Arquitetura de *Botnet*: A *Botnet* é uma rede composta por um conjunto de quaisquer dispositivos com a mínima capacidade computacional, que está sob controle de um agente malicioso (*botmaster*), por meio de um servidor de Comando e Controle (C&C);

- Características anti-deteção: Eliminam processos legítimos e utilizam de seus nomes para se camuflarem;
- Características avançadas eficientes: *Malwares* capazes de monopolizar os dispositivos, bloqueando portas de acesso e até eliminando outros softwares maliciosos presentes nele;
- *Domain Generation Algorithm (DGA)*: Normalmente os programas maliciosos fazem uso de *DGA*, assim, dificultam a ação da segurança para encontrar e inibir a atividade dos servidores;
- Modularidade de código: Novas características podem ser acrescentadas ao malware quando atualizados;
- Varredura de vítima: Para infectar múltiplos dispositivos ao mesmo tempo, esses malwares são capazes de verificar as arquiteturas dos seus alvos e enviar as variantes dos binários correspondentes a cada um deles;
- Evasão de virtualização: Capaz de auto eliminação ao detectar um ambiente virtualizado, característica que dificulta o trabalho de profissionais de segurança em seu estudo;
- *Crypto* Mineração: É uma ameaça crescente em sistemas *IoT*, capaz de roubar processamento do dispositivo para minerar criptomoedas.

Não é difícil constatar que esses objetos inteligentes oferecem riscos significativos à segurança e à privacidade dos usuários presentes na rede. Os dispositivos formam um ecossistema que coletam dados indiscriminadamente que, posteriormente, são processados e analisados. Dessa forma, permitem determinar padrões e comportamentos de pessoas e produtos de alto valor agregado (RAY; JIN; RAYCHOWDHURY, 2016). Esse problema pode ser ainda maior devido à escassez de metodologias, que buscam compreender a estrutura da *IoT* na ótica da segurança (FAROOQ; ZHU, 2019).

A quantidade de dados gerados na utilização da tecnologia *IoT* é enorme. Foi apresentado na (BUSINESS INSIDER 2017), através de um relatório da *Federal Trade Commission*, indicadores mensurando que a cada 10.000 é produzido 150 milhões de Data Points diariamente. O significado real dessa informação é que cada um desses pontos de dados, pode se transformar em uma forma de acesso aos hackers, aumentando, ainda mais, a vulnerabilidade

às informações. Dispositivos inteligentes, utilizados na *IoT*, ficam mais vulneráveis e fáceis de serem invadidos por hackers, alguns exemplos desta realidade podem ser as *Smart TVs*. Havendo várias outras conexões em uma casa, conexões estas utilizadas pelo usuário para realizar tarefas do seu dia a dia, maior será o risco de espionagem quanto mais *Data Points* existirem. A utilização de condutas corretas das práticas de políticas de segurança da informação é o mais eficiente para reduzir os riscos e proteger as informações das pessoas e empresas. Adotar as políticas em sua totalidade, e conscientizar que a segurança é uma responsabilidade de todos, melhora significativamente a quantidade e qualidade de dados, dando margens para privacidade e criando um cenário ideal para a utilização da *Internet das Coisas*, que muito tem a evoluir nesta questão tão prioritária.

4 MANUAL DE APLICABILIDADE

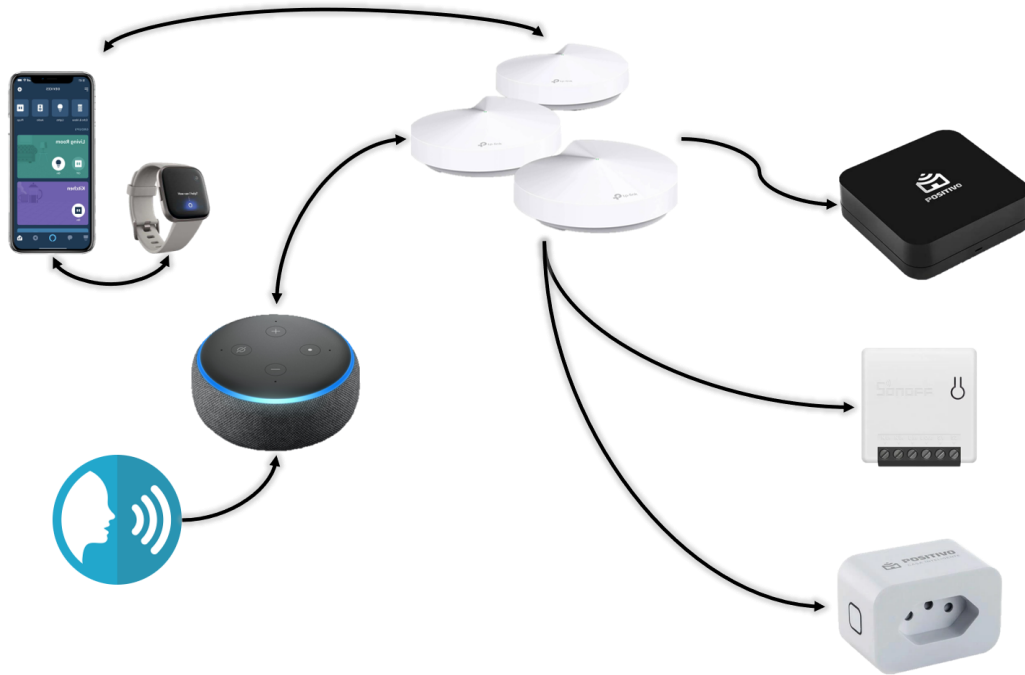
Neste Capítulo é descrita a implementação de um sistema de automação residencial, utilizando as tecnologias de *IoT* exploradas na monografia. Objetivando ensinar a um usuário leigo ou entusiasta como proceder na instalação, configuração e integração dos dispositivos inteligentes e, assim, desenvolver uma rede de dispositivos conectados de forma simples e eficiente com a criação de rotinas, cenários e comandos por voz, que controlam todo o ambiente, automatizando-o de acordo com as preferências de cada pessoa.

4.1 A AUTOMAÇÃO DE UM CÔMODO RESIDENCIAL

No decorrer do desenvolvimento da monografia em questão foi levantado o seguinte questionamento: O que ou quais aspectos caracterizam um cômodo? De acordo com o dicionário da língua portuguesa, cômodo é cada uma das divisões de uma moradia, o que é agradável, útil, que satisfaz ou oferece conforto, que se adapta perfeitamente. Trazendo os conceitos evidenciados para o tema abordado no trabalho, é notável sua relação com a atualidade, visto que, um cômodo automatizado nada mais é que uma divisão de uma moradia, agradável, que traz satisfação e se adapta perfeitamente ao seu usuário.

Utilizando os conceitos abordados anteriormente com foco no conforto e na adaptação do sistema, foi selecionado um cômodo residencial para ser receptor do projeto de automação. O cômodo escolhido foi um quarto de uma residência composto por eletrodomésticos tais como ar-condicionado, televisão, ventilador, *soundbar*, além da iluminação de teto e pontos de tomada. O projeto de automação consiste no controle de múltiplos dispositivos inteligentes, utilizando a assistente virtual *Alexa*, presente no *Amazon Echo Dot* de 3ª geração, como principal nó de controle. A assistente virtual recebe os comandos por voz através do dispositivo *Echo*, aplicativo *mobile* ou *wearable*, e transmite a informação aos outros dispositivos integrados ao sistema. Após a recepção do comando, a *Alexa* processa a informação e transmite através da conexão de rede *Wi-Fi* para o periférico específico, que realiza a ação desejada de acordo com a configuração do usuário. A figura 12 demonstra um esquema simplificado do funcionamento do projeto de automação que será mais detalhado no decorrer do capítulo e em apêndices ao final do trabalho.

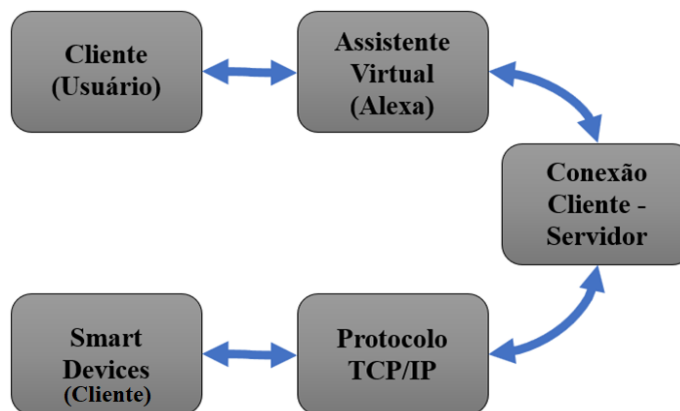
Figura 12 - Esquemático do Projeto



Fonte: Autoria própria (2021)

Na figura 13 é representado o funcionamento interno do projeto em que o cliente, no caso o usuário, envia requisições de dados através da assistente virtual para o servidor, no caso os dispositivos inteligentes, por meio do protocolo *TCP/IP* via conexão *Wi-Fi*.

Figura 13 - Diagrama de Funcionamento Interno do Projeto



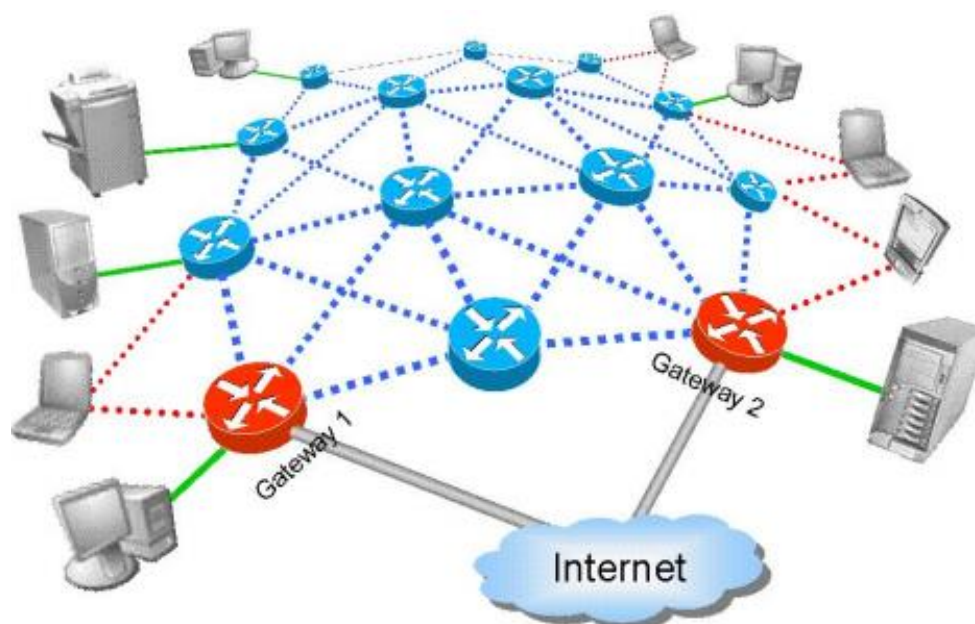
Fonte: Autoria Própria (2021)

A utilização da infraestrutura *Wi-Fi* para a comunicação com a rede mundial de computadores tem como objetivo aproximar o projeto a cenários pré-existentes de acesso à *Internet*, ou seja, utilizar a tecnologia de rede sem fio padrão existente nas residências dos usuários.

A princípio, foi utilizada a infraestrutura *Wi-Fi* básica que funciona com um modem, transmitindo o sinal de *Internet* sem fio pela casa, usando o padrão 802.11n que opera na frequência de 2,4GHz. No entanto, no decorrer do desenvolvimento da monografia foi implementado a tecnologia *Wi-Fi*, utilizando redes *Mesh*.

As redes *Mesh* são utilizadas em *Metropolitan Area Network (MAN)*. Os dispositivos *Mesh* são pequenos rádios transmissores e funcionam de forma semelhante aos conhecidos roteadores *wireless*. Redes *Mesh* tem o poder de se autoconfigurar, sendo que seus nós realizam uma conexão *Ad-Hoc* entre si, gerando assim uma malha. Em uma rede *Mesh*, a conexão da rede é espalhada entre centenas de pontos que se comunicam entre si para compartilhar a conexão da rede através desta grande área (AKYILDIZ; WANG, 2010). A figura 14, traz um modelo visual para aplicação de uma rede *Mesh*, dando foco sobretudo na sua topologia, onde os nós podem se comunicar com os outros nós, sem que haja necessidade de roteadores. A figura mostra que, ao menos, um desses roteadores deve estar ligado à *Internet*, para ser o elo de propagação para os demais.

Figura 14 - Redes Mesh



Fonte: (GHELI, 2012)

É válido lembrar que, mesmo antes da implementação da rede *Mesh*, o projeto de automação estava funcionando conforme o esperado utilizando a rede *Wi-Fi*, mesmo com uma certa distância do roteador que recebe a *Internet*. A rede *Mesh* foi implantada visando abranger mais localidades da residência que, por ser totalmente térrea, tem uma amplitude aproximada de 230m² e oito cômodos.

O roteador utilizado para a confecção da rede *Mesh* foi o *Deco M5 AC1300* da *TP-Link*, que é compatível com os padrões IEEE 802.11n, 802.11b, 802.11g, fornece duas bandas com as frequências 2,4 e 5GHz. Além das funcionalidades padrões de outras redes *Mesh*, o roteador da *TP-Link* é compatível com outros dispositivos *Deco* e sua malha pode se expandir caso necessário. O sistema implementado na residência é composto por três *Decos* localizados na sala de estar, quarto automatizado e quarto com suíte respectivamente, abrangendo os 230m² do terreno residencial.

Ainda sobre a rede *Mesh*, vale ressaltar que foram feitas reservas de *IP* no *DHCP* do roteador principal da residência, com o intuito de determinar sempre o mesmo endereço para os dispositivos *IoT* que, quando não estão em uso, suspendem suas atividades para a economia de energia. A reserva de *IP* através do *DHCP* é feita ao acessar as configurações do roteador ou modem através de uma porta padrão, que o dispositivo reserva para sua interface, a reserva é feita usando o endereço de *Media Access Control (MAC)* do dispositivo, junto de um endereço *IP* dentro da faixa liberada pelo roteador. Com o uso da reserva de *IP*, os dispositivos da rede ao serem ativados novamente não precisam buscar por um novo endereço, visto que, os mesmos irão possuir endereços fixos, tornando seu uso mais ágil.

A exemplificação de um processo de comunicação e envio de informações pode ser gerado através da interação cliente – servidor, como visto na figura 13. Vale ressaltar que, além dos comandos de voz enviados a *Alexa* pelo *Smart speaker*, podem ser enviados comandos por outro dispositivo que tenha uma aplicação da assistente virtual como, por exemplo, um *Smartphone* ou *Smartwatch*. Outros benefícios podem ser citados, como: a confidencialidade e integridade; uma vez que a comunicação entre os dispositivos utiliza do protocolo *TCP/IP*. Além da disponibilidade, uma vez que ambos os pontos estão em constante comunicação, contendo um fluxo permanente de dados entre os objetos, mesmo quando os dispositivos inteligentes entram em modo de repouso, eles ainda enviam informações, porém, com uma frequência menor.

Como visto na figura 12, três dispositivos podem funcionar como estações cliente – servidor, na qual o cliente poderá fazer requisições de um determinado recurso ao servidor, são eles: *Amazon Echo Dot 3ª* geração, *Smartphone* e *Smartwatch*. Como exemplo, tem-se o acionamento do sistema de iluminação com comandos de voz através do cliente. Na ocorrência deste acionamento, uma resposta é enviada ao servidor *Sonoff Mini R2* que, prontamente, deve fazer a execução da tarefa requisitada, ilustrada pelo acionamento da iluminação na figura 15.

Figura 15 - Acionamento do Sistema de Iluminação



Fonte: Autoria Própria (2021)

A troca de informações entre a assistente virtual e *Smart devices*, é ininterrupta, podendo-se observar se a conexão está presente (vendo a disponibilidade do dispositivo nos aplicativos), ou ainda, se a requisição foi recebida com sucesso (retorno positivo do servidor para o cliente com notificação ou voz de confirmação).

Existe uma diversa gama de variações e aplicações, específicas ou conjuntas, voltadas para o cenário da *Internet das Coisas*. O qual não se restringe a comunicação entre dois pontos, mas sim há uma enorme variedade de objetos e funções associadas comunicando-se entre si. Um exemplo prático é o projeto em questão, que trata da automação residencial, aliada ao uso de dispositivos de *IoT*, composto, basicamente, por 4 dispositivos todos conectados à *Internet*, sendo eles: *Smart Controle Universal Positivo*, *Smart Plug Wi-Fi Positivo*, *Sonoff Mini R2* e o *Amazon Echo Dot 3ª geração*.

O projeto consiste a princípio no uso de três aplicativos *mobile*, visto que, dois produtos são da mesma empresa, sendo eles: *Positivo Casa Inteligente*, *eWeLink*, *Amazon Alexa*. No decorrer do projeto, dois dos aplicativos não serão, exaustivamente, utilizados, visto que, o foco será no uso do aplicativo *Alexa* da *Amazon*, o qual vai conglomerar os outros dispositivos para que todos funcionem de maneira unificada, concluindo o projeto de automação residencial.

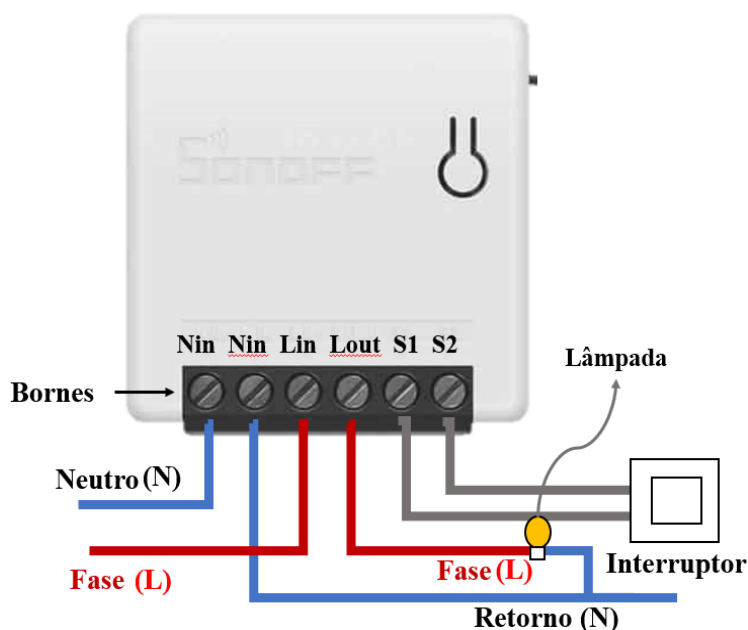
Explorando um pouco mais cada dispositivo que compõe esse cenário de automação, pode-se dar início com o *Sonoff Mini R2*, que fora utilizado como exemplo na figura 15. O dispositivo *Sonoff* é o responsável pelo controle da iluminação do cômodo inteligente, o dispositivo funciona como um relé que pode ser acionado ou não via *Wi-Fi* e sua faixa de

operação é de 100-240V AC com a capacidade máxima de 10A. O equipamento funciona instalado diretamente na rede elétrica da residência, de preferência dentro da caixa de passagem do interruptor, e necessita, para o seu funcionamento, a ligação com um fio referente a fase neutra presente na instalação elétrica. Os fios são ligados ao dispositivo através da fileira de *Bornes* presentes na sua estrutura, cada uma das entradas é representada por uma identificação, sendo elas:

- **Nin:** A primeira entrada do *Borne* é referente a fase neutra da rede elétrica;
- **Nin:** A segunda entrada do *Borne* tem a mesma nomenclatura da primeira, porém, é referente ao retorno da lâmpada, que se caracteriza como fase neutra;
- **Lin:** A terceira entrada do *Borne* é referente a fase da rede elétrica, é a porta onde vai passar a eletricidade que energiza o *Sonoff*;
- **Lout:** A quarta entrada do *Borne* continua sendo referente a fase, porém, é direcionada ao fio que chega na lâmpada;
- **S1 e S2:** As últimas duas portas do *Borne* são para possibilitar o acionamento ou o desligamento da iluminação, de forma analógica, através de um interruptor.

A figura 16 exemplifica o funcionamento do dispositivo já inserido no circuito elétrico da residência.

Figura 16 - Conexão do Sonoff Mini R2



Fonte: Autoria própria (2021)

A segunda entrada *Nin* e a entrada *Lout* recebem os fios que, anteriormente, eram conectados direto ao interruptor analógico, sendo que o fio fase é dividido, sua entrada passa a se conectar na porta *Lin* e a parte que se conecta diretamente com a lâmpada na porta *Lout*. Dessa forma, são necessários apenas três outros fios para fazer o fechamento do sistema. É válido enfatizar, a necessidade da passagem de uma fase neutra na caixa do interruptor, pois somente com essa conexão, será possível fechar o circuito, fazendo com que o dispositivo consiga ligar e desligar a iluminação. Caso o fio neutro não esteja na caixa de passagem do interruptor, a alternativa é conectar o dispositivo no teto, junto ao soquete da lâmpada para conseguir fechar o circuito e ativar a iluminação, e assim, o interruptor analógico fica inutilizável.

Após sua devida instalação, o interruptor inteligente precisa ser configurado no aplicativo, de preferência da sua fabricante como mencionado no subtópico 3.2.3. O *eWeLink* é um aplicativo voltado para o mercado Chinês de *Smart devices* e, várias marcas desse mercado, utilizam suas funcionalidades que possibilitam a criação de rotinas e automações. Para configurar o dispositivo é necessário que o mesmo esteja no modo de detecção, acionado ao pressionar seu único botão por alguns segundos. Nesse modo, o *Sonoff* consegue ser detectado pelo aplicativo da *eWeLink* que, automaticamente, começa o processo de inicialização onde define-se a rede *Wi-Fi*, seu respectivo cômodo e outros detalhes, como: indicadores de conexão, outras formas de acionar o interruptor, notificações de acionamento e etc. Após a sua configuração, o dispositivo passa a ser acionado, tanto pelo uso do seu aplicativo, quanto de forma analógica, usando o interruptor de parede.

Dando continuidade ao funcionamento dos dispositivos apresentados anteriormente no subtópico 3.1, os dispositivos inteligentes da Positivo serão abordados: *Smart Controle Universal* e o *Smart Plug Wi-Fi*.

O *Smart Controle Universal* é um dispositivo que envia radiação infravermelha em formato de ondas, com um comprimento entre $1 \mu\text{m}$ ($1 \times 10^{-6} \text{m}$) e 1mm ($1 \times 10^{-3} \text{m}$). O dispositivo possui alcance de até 10 m de distância e possui área de cobertura de 360° , funcionando no modo bivolt com uma fonte de 5Vdc 1A. O *Smart Controle Universal* consegue replicar os sinais infravermelhos de equipamentos eletrônicos, como: TVs, ar-condicionado, *soundbar*, DVD; e a partir disso, controlá-los remotamente, colocando objetos físicos em uma rede inteligente automatizada. O controle universal, também, oferece a possibilidade de receber sinais infravermelho e adicionar esses sinais a sua *biblioTeca* de frequências, essa função é, geralmente, usada caso um dispositivo infravermelho não esteja presente na sua lista de dispositivos e o usuário deseje automatizá-lo.

Os dispositivos da Positivo são configurados através do Positivo Casa Inteligente, como mencionado anteriormente no subtópico 3.2.1. Nesse aplicativo é possível fazer a adição de novos dispositivos inteligentes ou, no caso do *Smart* Controle Universal, de novos objetos físicos que funcionem com comandos infravermelhos.

Pelo aplicativo é possível criar rotinas e automações com os objetos físicos adicionados à rede, como exemplo, é possível automatizar o ar-condicionado para ligar certo horário do dia com uma temperatura e velocidade específicas e depois em outro momento desligá-lo ou alterar suas outras características. Ou ainda, ligar a televisão e colocar em um canal, volume ou função específica. São diversas as possibilidades que atendem os usuários, nas mais diversas ocasiões. A figura 18 exemplifica o funcionamento do *Smart* Controle Universal usando o aplicativo da Positivo.

Figura 17 - Acionamento do Sistema de Infravermelho com Aplicativo Positivo



Fonte: Autoria Própria (2021)

O *Smart Plug Wi-Fi* funciona como um dispositivo que permite o controle de objetos físicos que fazem uso de pontos de tomada, no caso eletrodomésticos. O dispositivo possui duas versões: uma que suporta dez e outra que suporta dezesseis Amperes (A) de corrente. A versão implementada no projeto foi a básica de 10 A, que é utilizada para dispositivos, como: luminárias, cafeteiras, torradeiras e, no caso em questão, ventiladores. Assim como o Controle Universal, o *Smart Plug* possibilita que objetos físicos se conectem à *Internet* e, assim, ingressem numa rede inteligente automatizada, possibilitando controlar os eletrodomésticos mencionados à distância, criando rotinas e automações de acordo com as necessidades de cada

usuário. O *Smart Plug* é um equipamento bivolt. A figura 18 exemplifica o funcionamento do *Smart Plug Wi-Fi*, utilizando o aplicativo da Positivo.

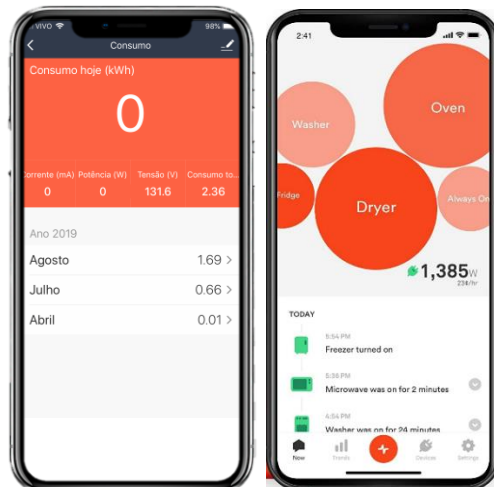
Figura 18 - Aacionamento do Sistema de Tomada Inteligente com o Aplicativo da Positivo



Fonte: Autorial Própria (2021)

Com o *Smart Plug* é possível, ainda, fazer o monitoramento do consumo de energia do objeto físico que estiver conectado, através do aplicativo *mobile* da Positivo. Infelizmente, a forma que o aplicativo mostra esse consumo é limitada e não informa todos os detalhes de consumo, que um dispositivo ligado ao quadro de energia conseguiria detalhar, como por exemplo: o *Sense Energy Monitor*. Na figura 19, é possível identificar um comparativo das informações obtidas com o *Smart Plug* e *Sense Energy Monitor*, respectivamente.

Figura 19 - Comparativo Smart Plug Positivo e Sense Energy Monitor



Fonte: Autorial Própria (2021)

O *Sense Energy Monitor* é um microcomputador que é instalado ao painel elétrico de uma residência. O dispositivo coleta amostras de corrente e tensão, um milhão de vezes por segundo, para determinar para onde está indo a energia. Todas as informações sobre o uso de energia e a atividade doméstica são informadas através do seu aplicativo, *Website* e por comandos de voz, utilizando a assistente virtual *Alexa*. Através dele, pode-se observar quanta eletricidade está sendo consumida por cada eletrodoméstico presente na residência.

Após a passagem pelos três dispositivos que compõem o cenário automatizado e possibilitam que objetos físicos do dia a dia sejam inclusos na malha de dispositivos conectados, é chegado o momento de explorar o dispositivo central do trabalho que realizará a integração de todos os outros sistemas abordados anteriormente, o *Amazon Echo Dot 3ª* geração. O *Echo Dot 3ª* geração e o *Smart speaker* da *Amazon*, que é acompanhado pela assistente virtual da própria empresa, a *Alexa*. O dispositivo é tido como o modelo de entrada para o mercado de *Smart speakers*, por conta da sua configuração composta por um único alto-falante com 1,6 polegadas com 40W de valor eficaz, *Root Mean Square (RMS)*.

Além do alto-falante, o *Echo Dot* é equipado com quatro microfones para a captação de áudio que circulam sua superfície e abrangem uma área de 360°. Os microfones embutidos no dispositivo servem, tanto para fazer requisições a assistente virtual, quanto para o envio de mensagens ou fazer ligações para outros usuários de dispositivos *Echo*. O dispositivo, também, é equipado com uma saída de áudio estéreo de 3,5 mm para uso de caixas de som externas.

A conexão com caixas de som externas, também, pode ser feita com o uso da tecnologia *Bluetooth*, com distribuição de áudio avançada, *Advanced Audio Distribution Profile (A2DP)*, formato pioneiro no uso de fones de ouvido e caixas de som sem fio.

Como visto no subtópico 3.2.2, o *Echo Dot 3ª* geração funciona em paralelo com o aplicativo que leva o nome da sua assistente virtual, *Amazon Alexa*. Pelo aplicativo é possível fazer a configuração inicial do dispositivo e, a partir deste ponto, fazer integração entre os dispositivos inteligentes e completar a automatização do cômodo residencial.

A integração dos dispositivos inteligentes é feita a partir do uso de *Skills* presentes na interface digital da assistente virtual. Por meio das *Skills* é possível integrar os serviços da *Alexa* às funcionalidades dos outros dispositivos, como observado no subtópico 3.2.2. Cada uma das fabricantes é responsável pelo desenvolvimento de habilidades, exclusivamente, feitas para funcionar com a assistente virtual da *Amazon*.

Com os outros dispositivos já configurados, é possível buscar dentro do aplicativo *Amazon Alexa*, suas respectivas *Skills*, com o intuito de unificar os sistemas. Utilizando as *Skills* dos dispositivos habilitadas, o aplicativo *Alexa* passa a identificar, através da rede *Wi-Fi*, a

existência dos dispositivos configurados previamente e torna possível inseri-los na plataforma da *Amazon*. Ao introduzi-los, os dispositivos trazem todas suas informações e configurações para a *Alexa* e, passam a obedecer aos seus comandos, possibilitando trabalhar, a partir de um único aplicativo, acionando funcionalidades através de comandos de voz, por meio de toques no *Smartphone* ou *Smartwatch*. A *Alexa* passa a dar, então, diversas dicas dos possíveis comandos que podem ser solicitados, como: “*Alexa, mudar a temperatura do ar-condicionado para 16°*” ou “*Alexa, desligar TV*”. É possível, também, criar automações para o sistema inteligente, como: definir um horário, onde, ao anoitecer, a *Alexa*, automaticamente, irá acionar o ar-condicionado e desligar as luzes. E, ao amanhecer, desligar o ar-condicionado, ascender as luzes e tocar um despertador. Também, é possível criar uma rotina, como: solicitar que todos os dias da semana, a *Alexa* informe as condições do tempo, notícias do dia, trânsito até um local específico ao amanhecer, ou dê uma saudação específica ao sair, ou chegar em casa. A Figura 20 exemplifica o funcionamento do sistema de automação residencial já integrado, utilizando alguns dos comandos de voz configurados dentro do sistema da *Alexa*.

Figura 20 - Funcionamento do Sistema de Automação Residencial



Fonte: Autoria Própria (2021)

Por fim, após o desenvolvimento total do projeto de automação, podemos encontrar todos os dispositivos explicitados no decorrer do trabalho integrados e funcionando de acordo com o esperado. A próxima, e última etapa do projeto de automação, diz respeito a um refinamento das funcionalidades do sistema, de acordo com as preferências de cada usuário.

O grande diferencial de um sistema automatizado, integrado e inteligente, é a possibilidade do controle de diversos objetos físicos e *Smart devices*, simultaneamente. Fazendo a relação de vários dispositivos a um cômodo específico dentro do aplicativo da *Amazon*, é possível controlá-los com apenas um único comando, como: “*Alexa, desligar quarto*”, e a partir disso, todos os dispositivos inseridos no grupo “Quarto” serão desativados. A integração do sistema torna possível e viável a criação de cenários ou automações específicas de acordo com a necessidade de cada usuário, por exemplo: é possível definir um horário, ou localização específica, para que as luzes do pátio de uma casa se acendam e, depois, se apaguem, ou até um comando para criar um ambiente de cinema, desligando as luzes e iniciando um filme em um serviço de *streaming*. As possibilidades são diversas, no final do projeto de automação, o seu maior diferencial acaba dependendo, em parte, da criatividade do seu usuário e de suas preferências.

5 CONCLUSÃO

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia desenvolveu e implementou uma infraestrutura de automação residencial focada em *IoT* e na satisfação pessoal do seu usuário, abordando vários tópicos necessários ao seu desenvolvimento, assim como, o funcionamento das tecnologias implementadas no projeto, junto de sua configuração e integração, formando um ambiente inteligente. O projeto objetiva a melhor execução e performance das instalações, evidenciando a importância de se atentar às diversas informações e diretrizes passadas durante seu desenvolvimento, com seriedade. Visto que, a segurança e a fluidez do sistema dependem, necessariamente, dos assuntos tratados no decorrer do trabalho.

É notável que a *IoT* é um novo paradigma da *Internet*, que demanda conectividade em qualquer lugar, para qualquer pessoa e qualquer coisa. Foi possível verificar que esta nova etapa da *Internet* trará grandes mudanças, já que, está focada na comunicação *Machine to Machine* e na conexão de milhares de sensores à rede, que irão produzir uma enorme quantidade de dados. Esta nova arquitetura precisa de uma infraestrutura capaz de transmitir dados em alta velocidade e de tecnologias capazes de tratá-los para transformá-los em informação. É, justamente, neste ponto, que o *5G*, *Big Data*, *IA* e computação em nuvem, responsáveis pela transmissão e o tratamento destes dados, são tidas como a base para a *IoT*, possibilitando o desenvolvimento de inúmeras soluções, em diversas áreas, como: varejo, agronegócio, saúde e indústrias.

O projeto de automação residencial, com foco no *IoT*, demonstrou na prática que, atualmente, já é viável a implementação de tais sistemas na maioria das residências, tornando possível tomar proveito das diversas vantagens que uma casa automatizada oferece. O sistema, como um todo, oferece o controle total sobre o cômodo automatizado e cumpre suas diretrizes com precisão e afinco, acrescentando a vida do seu usuário mais controle, conforto e comodidade. Vale ressaltar que, o projeto, mesmo funcionando com o uso da rede *Wi-Fi*, que, de certa forma, acaba por limitar o potencial que a tecnologia promete fazendo uso do *5G*, consegue cumprir seu papel de maneira eficaz e entrega o que promete.

5.2 DIFICULDADES ENFRENTADAS

As principais dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento desta monografia foram: a implementação do sistema de iluminação inteligente, utilizando o *Sonoff Mini R2*, junto da otimização e implementação da rede de *Internet*, como um todo. No caso do dispositivo *Sonoff*, a dificuldade ocorreu na sua instalação que, como mencionado no capítulo 4, necessita de detalhes específicos da rede elétrica e a conexão de fios ao dispositivo para o seu correto funcionamento. Já no caso da rede sem fio, a dificuldade se deu no momento de configurar a rede *Mesh* na residência, a partir do antigo roteador que, atualmente, funciona apenas como receptor do sinal de *Internet* da provedora contratada, seguida pelas reservas de *IP* no *DHCP* e escolha do melhor canal de transmissão do sinal *Wi-Fi*.

5.3 TRABALHOS FUTUROS

Com a expansão dos cenários de *Internet* das Coisas ao redor do mundo é, completamente, possível e viável pensar em uma expansão do projeto de automação residencial. O atual ponto do projeto, que abrange somente um cômodo da casa, pode ganhar uma abrangência maior, se tornasse toda a casa automatizada. Com a inserção de diferentes dispositivos, a malha conectada ganharia uma variabilidade maior de funções e possibilidades, assim, tornando um cenário automatizado muito mais imersivo e dinâmico, preenchendo possíveis aberturas que o projeto atual poderia apresentar para um determinado tipo de usuário.

REFERÊNCIAS

3GPP. “Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies. TR 38.913, Rel. 14.” Technical Report, October 2016.

4G: Tecnologias de Celular. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/4g_tecnologia.asp>. Acesso em: 18 mar. 2021.

5G.Co. 5G and the connected car. (2018). Disponível em: <<https://5g.co.uk/guides/5g-and-the-connected-car/>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

A. Osseiran, J. F. Monserrat and P. Marsch. 5G Mobile and Wireless Communications Technology. Cambridge University Press, New York, NY, USA, first edition, 2016.

A. STANFORD - CLARK, A. NIPPER (2018). Disponível em: <<http://mqtt.org.com>>. Acesso em: 07 abr. 2021.

ABI RESEARCH. Consumer Device Market Set for Meteoric Post-Pandemic Growth. (2021). Disponível em: <<https://www.abiresearch.com/press/consumer-device-market-set-meteoric-post-pandemic-growth/>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

AKYILDIZ, I.; WANG, X. Wireless mesh networks, volume 3. [S.l.]: John Wiley and Sons. 2010.

Alaba, F. A., Othman, M., Hashem, I. A. T., and Alotaibi, F. (2017). Internet of Things security: A survey. Journal of Network and Computer Applications, 88:10 – 28.

AMAZON, Echo Dot (3ª Geração): Smart Speaker com Alexa. (2020). Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Echo-Dot-3%C2%AA-Gera%C3%A7%C3%A3o-Cor-Preta/dp/B07PDHSJ1H/ref=sr_1_1?adgrpid=88080910224&dchild=1&gclid=Cj0KCQjwppSEBhCGARIsANIs4p5PJM6hDOfmWcpswiPwqH5Jfh3V7SM4hq1D9WFdQ2tYe0XdIr_3BKoaAjDYEALw_wcB&hvadid=425982495751&hvdev=c&hvlocphy=1001610&hvnetw=g&hvqmt=e&hvrnd=11823701917406487537&hvtargid=kwd-300245358411&hydacr=5620_11235101&keywords=echo+dot+3&qid=1619393689&sr=8-1>. Acesso em: 24 abr. 2021.

AMAZON ALEXA, Amazon Alexa: Amazon.com. (2020). Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Amazon-com-Amazon-Alexa/dp/B00P03D4D2>>. Acesso em: 27 abr. 2021.

APEKSHA TELECOM. Radio Network: 4G to 5G. 2018. Disponível em: <<https://www.apekshatelecom.com/blog/radio-network-4g-to-5g>>. Acesso em 22 abr. 2021.

Apple.com. A Siri faz mais. Mesmo antes de você pedir. (2020). Disponível em: <<https://www.apple.com/br/siri/>>. Acesso em: mar. 2021.

ARBULU, Rafael. Positivo Casa Inteligente é conveniente, mas não é para todos. (2019). Disponível em: <<https://canaltech.com.br/casa-conectada/analise-positivo-casa-inteligente-151777/>>. Acesso em 24 de abril de 2021.

ATZORI, L., LERA, A. & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: a survey. Computer Networks. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128610001568?via%3Dihub.doi:10.1016/j.comnet.2010.05.010>. Acesso em: 20 abr. 2021.

AURESIDE. Casa Inteligente é Cada Vez Mais Realidade. (2021). Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/noticias/casa--inteligente--e-cada-vez-mais-realidade>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

Azevedo, G. T., Romao, E. C. and Menegatti, C. R. (2019). Correção de distorções harmônicas em sistemas elétricos através de interferência destrutiva. Revista Brasileira de Ensino de Física, 41.

BABAR, S. et al. Proposed embedded security framework for Internet of things (iot). In: IEEE. 2016 6nd International Conference on Wireless Communication, Vehicular Technology, Information Theory and Aerospace & Electronic Systems Technology (Wireless VITAE). [S.l.], 2016. p. 1–5.

BISHOP, M.; BAILEY, D. A critical analysis of vulnerability taxonomies. [S.l.], 2015.

BREGMAN, David; KORMAN, Arik. A universal implementation model for the smart home. International Journal of Smart Home. 2009. v. 3, n. 3, p. 15-30, 2009.

C. GOMES, J. OLLER, J. PARADELLS, “Overview and Evaluation of Bluetooth Low Energy: An Emerging Low-Power Wireless Technology”, Sensors, Basileia, vol. 1, no. 12, pp. 11734-11753, Agosto 2016.

CARDOSO, D. S. Aspectos atuais da IOT: Características e desafios. 2019. 53 páginas. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/2569/1/MONOGRAFIA_AspectosAtuaisIot>. Acesso em: mar. 2021.

COLLELA, Paolo. 5G and IoT: Ushering in a new era. 2017. Disponível em: <<https://www.livemint.com/Opinion/SktcUSRU6iMQ7BNUknwbFK/5G-and-IoTUshering-in-a-new-era.html>>. Acesso em 22 de abril de 2021.

COMER, Douglas E. Redes de Computadores e Internet. 6ª ed. São Paulo. Bookman Editora, 2016.

CUNHA, W. S. da. Estudo da inteligência artificial aplicada em Internet das coisas, voltada na automação residencial. 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/estudo_da_ia_aplicada_em_iot_voltada_na_automacao_residencial_0.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

Deogirikar, J.; Vidhate, A. Security attacks in iot: A survey. In: 2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC). [S.l.: s.n.], 2017. p. 32–37.

EGÍDIO, Lucas; UKEI Tiago. Internet das Coisas (IoT): Uma análise de aplicabilidade. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282854616_Internet_das_Coisas_IoT_Um_a_analise_de_aplicabilidade>. Acesso em 22 abr. 2021.

ELGAN, Mike. Por que o 5G não será tão espetacular quanto parece. 2018. Disponível em: <<https://computerworld.com.br/2018/10/02/por-que-o-5g-nao-seratao-espetacular-quanto-parece/>>. Acesso em 22 abr. 2021.

ERICSSON. Cellular networks for massive IoT. 2017. Disponível em: <<https://www.ericsson.com/en/white-papers/cellular-networks-for-massive-iot--enabling-low-power-wide-area-applications>>. Acessado em: 22 abr. 2021.

Ericsson. “Ericsson Mobility Report 2018”. White paper, 2018.

Evans, Dave. The Internet of Things How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), 2011.

Farooq, M. J.; Zhu, Q. Modeling, analysis, and mitigation of dynamic botnet formation in wireless iot networks. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, v. 14, n. 9, p. 2412–2426, 2019.

FOGAÇA, André. Amazon Echo: 5 motivos para comprar os dispositivos com Alexa em português. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/casa-conectada/amazon-echo-5-motivos-para-comprar-os-dispositivos-com-alexa-em-portugues-152833/>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

FOGAÇA, André. O Google Nest Mini (Home Mini) Chega ao Brasil por R\$ 349,00. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/meiobit/414261/google-nest-mini-home-mini-chega-ao-brasil-por-349/>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

FOSSATI, Matheus Canali; RABELLO, Roberto dos Santos; MARCHI, Ana Carolina Bertoletti de. AGEbot: um chatterbot em AIML voltado para responder questões sobre Epilepsia. Passo Fundo.2011.

GAURANG. Naik, JINSHAN. Liu, e JUNG-MIN. M. Park. Coexistence of wireless technologies in the 5 ghz bands: A survey of existing solutions and a roadmap for future research. IEEE Communications Surveys Tutorials, 20^a ed. p. 1–1, 2018.

GHELI, A. Understanding Mesh Topology. [S.l.: s.n.], 2012.

Internet of Things Is Human value created when machines talk? 2013. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/iot/>>. Acesso em 22 de abril de 2021.

ITU. IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. 2015. Disponível em: <https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-E.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

J. S. ROCHA (2016), Funcionamento da RFID, Sala da Automação, Disponível em: <<http://saladaautomacao.com.br/funcionamento-da-rfid>>. Acesso em: 12 abr. 2018,

KHAN, M. A.; SALAH, K. Iot security: Review, blockchain solutions, and open challenges. Future Generation Computer Systems, v. 82, p. 395 – 411, 2018. ISSN 0167-739X. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167739X17315765>>. Acesso em: 9 jun. 2021.

KIOSKEA, Introdução ao Wi-Fi (802.11 ou Wi-Fi). Disponível em: <<http://pt.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>>. Acesso em: 27 de abril de 2021.

KON, Fabio; ZAMBOM, Eduardo. Cidades Inteligentes: Tecnologias, Aplicações, Iniciativas e Desafios. In: MALDONADO, José Carlos et al. Jornadas de Atualização em Informática 2016. 1. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação (sbc), 2016. Cap. 1. p. 13-60. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/sbc.6>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

L. CASTRO, S. F. WAMBA, “An Inside Look At RFID Technology”, Journal of Technology Management & Innovation, Santiago, vol. 2, no. 1, pp. 128-141, Janeiro 2017.

LUCAS, Lima. Que Serviços São Compatíveis com a Alexa no Brasil. (2020). Disponível em: <<https://tecnoblog.net/309779/que-servicos-sao-compativeis-com-a-alexa-no-brasil/>>. Acesso em: 27 de abril de 2021.

LUTOLF, R. Smart home concept and the integration of energy meters into a home based system, In Proc. 7th Int. Conf. Metering Apparatus Tariffs Electr. 1992. Supply, p. 277–278.

MAURÍCIO, José. As redes com ZigBee. Disponível em:
<http://www.projetoderedes.com.br/artigos/artigo_zigbee.php>.
Acesso em: 27 abr. 2021.

MARTINS, Helena. Governo Espera que Internet das Coisas Aporte US\$ 50 Bi na Economia. 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/pesquisa-inovacao/noticia/2017-09/governo-espera-que-Internet-das-coisas-aporte-us-50-bina>>.
Acesso em 22 abr. 2021.

MELLO, E. R. et al. Segurança em serviços web. In: Minicurso - SBSEG 2017 - Porto Alegre - RS. [S.l.:s.n.], 2017.

Mesquita, J., Guimaraes, D., Pereira, C., Santos, F., and Almeida, L. (2018). Assessing the esp8266 wifi module for the Internet of things. In 2018 IEEE 23rd International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), volume 1, pages 784–791.

MICHAELL, T.; et all. Experience With a Learning Personal Assistant. Communications of the ACM, July, 1994.

Microsoft.com. Cortana. (2017). Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/p/cortana/9nffx4szz231?activetab=pivot:overviewtab>>. Acesso em: mar. 2021.

MOREIRA, Ivan. Venda de Assistentes Virtuais Crescem 50% no ano: Alexa é o modelo mais desejado. (2020). Disponível em:
<<https://www.metroworldnews.com.br/home/2020/07/06/vendas-de-assistentes-virtuais-crescem-50-no-ano-alexa-e-modelo-mais-desejado.html>>. Acesso em 8 jun. 2021.

N. Al-Falahy and O. Y. Alani. “Technologies for 5G Networks: Challenges and Opportunities”. IT Professional, vol. 19, no. 1, pp. 12– 20, Jan 2017.

NEW VOICE, Smart speaker vai ficar sem a assistente Cortana. (2020). Disponível em: <<https://newvoice.ai/2021/03/09/smart-speaker-vai-ficar-sem-a-assistente-cortana/>>. Acesso em 8 jun. 2021.

OLIVEIRA, S. D. “Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi”, Novatec, 1ª Edição, vol. 1, São Paulo, 2017.

PAIVA, Fernando. Alexa chega ao Brasil com cerca de 350 skills em português. Disponível em: <<https://www.mobiletime.com.br/noticias/03/10/2019/alexa-chega-ao-brasil-com-cerca-de-350-skills-em-portugues/>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

P. S. Khodashenas, J. Aznar, A. Legarrea, C. Ruiz, M. S. Siddiqui, E. Escalona and S. Figuerola. “5G Network Challenges and Realization Insights”. International Conference on Transparent Optical Networks, vol. 2016-Augus, pp. 5–8, 2016.

Panimalar, P.; Rameshkumar, K. A review on taxonomy of botnet detection. In: 2016 International Conference on Advances in Engineering and Technology (ICAET). [S.l.: s.n.], 2016. p. 1–4.

PEREIRA, I. A atitude dos consumidores perante a Internet of Things (Dissertação de Marketing Digital). Universidade Europeia, Portugal, Lisboa. 2010. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/18758>>. Acesso em: 20 abr. 2021.

POSITIVO CASA INTELIGENTE, Positivo Casa Inteligente: Positivo Tecnologia SA. Disponível em: <<https://apps.apple.com/br/app/positivo-casa-inteligente/id1458915356>>. Acesso em: 25 de abril de 2021.

POSITIVO CASA INTELIGENTE, Smart Plug Wi-Fi, Disponível em: <<https://www.positivocasainteligente.com.br/smart-plug>>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

Ray, S.; Jin, Y.; Raychowdhury, A. The changing computing paradigm with Internet of things: A tutorial introduction. IEEE Design Test, v. 33, n. 2, p. 76–96, 2016.

REIS, Carlos. IoT na Saúde: o futuro já chegou. 2018. Disponível em: <<https://www.revistaapolice.com.br/2018/12/iot-na-saude-o-futuro-ja-chegou/>>. Acesso em 22 abr. 2021.

ROCKER, C.; ZIEFLE, M.; HOLZINGER, A. From computer innovation to human integration: current trends and challenges for pervasive HealthTechnologies. In: Pervasive Health. [S.l.]: Springer, 2014.

ROVER, Aires José. Informática no Direito: inteligência artificial. Curitiba: Juruá, 2010. 270 p.

SANTOS, Bruno P. et al. Internet das Coisas: da Teoria à Prática. In: SIQUEIRA, Frank Augusto et al. Minicursos / XXXIV Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. 34. ed. Salvador: Sociedade Brasileira de Computação (sbc), 2016. Cap. 1. p. 1-50. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/Internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2021.

Šemić, H.; Mrdovic, S. Iot honeypot: A multi-component solution for handling manual and mirai-based attacks. In: 2017 25th Telecommunication Forum (TELFOR). [S.l.: s.n.], 2017. p. 1–4.

SGARBI, Julio A., TONIDANDEL, Flavio. Domótica Inteligente: Automação Residencial baseada em Comportamento. In: Workshop de Teses e Dissertações em Inteligência Artificial, Ribeirão Preto, São Paulo, 2006.

SILVA, D.S. Desenvolvimento e Implementação de um Sistema de Supervisão e Controle Residencial. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <http://bdtd.bczm.ufrn.br/tde_arquivos/19/TDE-2009-05-21T020725Z-1949/Publico/DaniseSS.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SILVEIRA, Fernando Lang. O Infravermelho dos Controladores Não Atravessa o Vidro?. 2017. Disponível em: <<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=e-o-infravermelho-dos-controladores-nao-atraversa-o-vidro>>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

SINGH, S. K.; SINGH, M.; SINGH, D. K. A survey on network security and attack defense mechanism for wireless sensor networks. *International Journal of Computer Trends and Technology*, v. 1, n. 2, p. 9–17, 2016.

SMARTHALL. Assistente Virtual - qual a melhor para mim? Alexa ou Google. Disponível em: <<https://www.smarthall.com.br/post/assistente-virtual-qual-a-melhor-para-mim-alexa-ou-google>>. Acesso em 8 jun. 2021.

SPS Consultoria. Pandemia acelera tendência mundial de automação. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/especial-publicitario/sps-consultoria/tecnologia-e-inovacao/noticia/2021/01/29/pandemia-acelera-tendencia-mundial-de-automacao.ghtml>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

SONAR, K.; UPADHYAY, H. A survey: Ddos attack on Internet of things. *International Journal of Engineering Research and Development*, v. 10, n. 11, p. 58–63, 2016.

SONOFF BRASIL. SONOFF MINI R2 Interruptor inteligente MINI Wi-Fi DIY. Disponível em: <https://sonoffbrasil.com.br/pt-BR/post/sonoff-mini#tab-test_tab>. Acesso em: 23 de abril de 2021.

SONOFF TECH. User Manual. Disponível em: <<https://sonoff.tech/wp-content/uploads/2021/03/%E8%AF%B4%E6%98%8E%E4%B9%A6-MINIR2-V1.1-20210305.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

TALEBI, M., PAPATSIMPA, C., and LINNARTZ, J.-P. M. (2018). Dynamic performance analysis of IEEE 802.15.4 networks under intermittent Wi-Fi interference. In *2018 IEEE 29th Annual International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, pages 1–7. IEEE.

TELECO – Eficiência em Telecomunicações, 5G: Tecnologias de Celular. Teleco, 2017. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/5g_tecnologia.asp>. Acesso em: 20 abr. 2021.

TEMNEANU, M. (2016). Appliance characterization based on spectral components analysis. In 2016 International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE), pages 710–714. IEEE.

VERMESAN, Ovidiu. FRIESS, Peter. Internet of Things: From Research and Innovation to Market Deployment, 1^a ed., Italia, River Publishers, 2014.

Vignau, B.; Khoury, R.; Hallé, S. 10 years of iot malware: A feature-based taxonomy. In: 2019 IEEE 19th International Conference on Software Quality, Reliability and Security Companion (QRS-C). [S.l.: s.n.], 2019. p. 458–465.

Y. DING, S. H. HONG, R. LU, J. KIN, Y. H. LEE, A. XU, L. XIAOBING, “Experimental Investigation of the Packet Loss Rate of Wireless Industrial Networks in Real Industrial Environments”, 2016 IEEE International Conference on Information and Automation, Lijiang, vol. 1, no. 1, pp. 1048-1053, August/October 2016.

WELDSO, Lima. Um Breve Histórico da Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013. Disponível em: <https://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_13.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

WENJIA, Ba, HAIM, Mendelson, MINGXI, Zhu. Sales Policies for a Virtual Assistant. University of Stanford, 2020.

ZANATTA, Bianca. Casa Inteligente é Cada Vez Mais Realidade. Disponível em: <<https://economia.estadao.com.br/blogs/radar-imobiliario/casa-inteligente-e-cada-vez-mais-realidade/>>. Acesso em: 8 jun. 2021.

ZANELLA, Andrea., BUI, Nicola., CASTELLANI, Angelo, VANGELISTA, Lorenzo., ZORZI, Michele. Internet of Things for smart cities, IEEE Internet of Things Journal, vol. 1, p. 22-32. 2014.

ZIGBEE ALLIANCE, ZigBee. Disponível em: <<http://www.zigbee.org>>. Acesso em: 27 de abril de 2021.

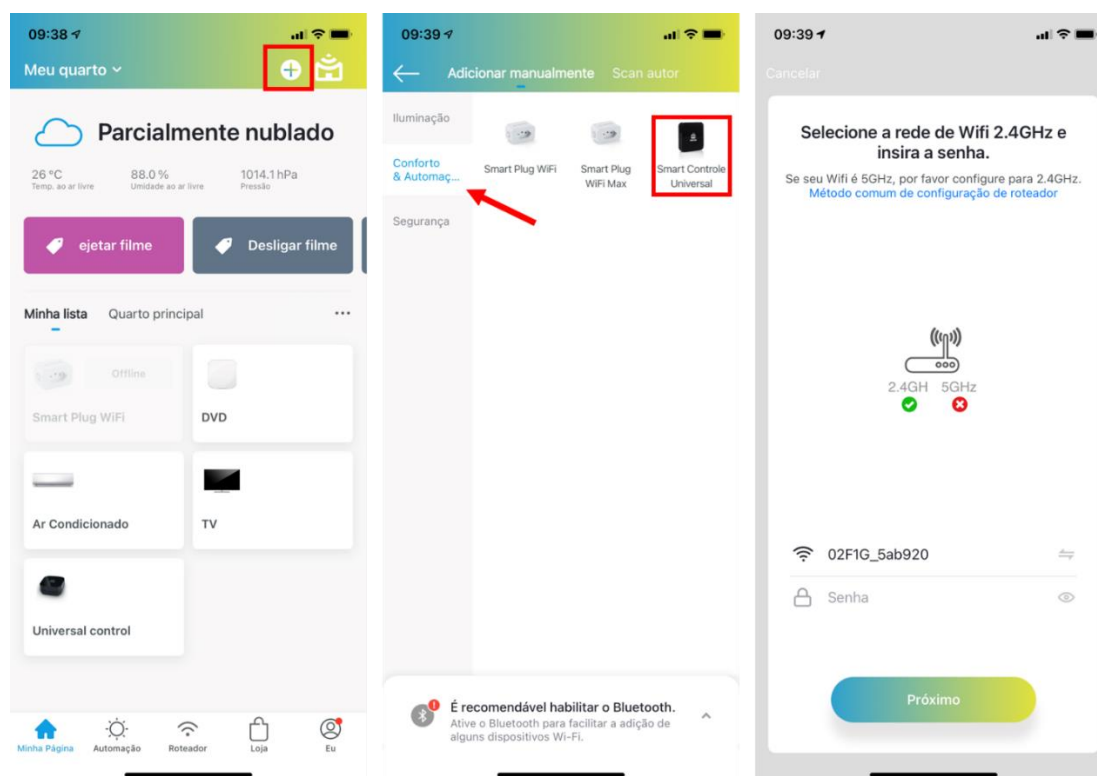
APÊNDICE A

1 – ADIÇÃO A REDE WI-FI E CONFIGURAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DA POSITIVO:

O *Smart Controle Universal* permite o controle de dispositivos infravermelho, enquanto que, o *Smart Plug Wi-Fi* permite o controle de objetos físicos conectados a ele, ambos, através do aplicativo Positivo Casa Inteligente. Para isso, é necessário que seja seguidos os seguintes passos para o seu correto funcionamento.

Em primeiro lugar, para configurar o *Smart Controle Universal*, o usuário deve ir até a loja de aplicativos do seu *smartphone* e procurar pelo aplicativo Positivo Casa Inteligente, (disponível no *Google Play* e *APP Store*). Em seguida deve-se instalar o aplicativo que é gratuito. Ao Abrir o aplicativo Positivo Casa Inteligente, e criar uma conta que salvara suas informações na nuvem, o usuário deve pressionar o botão “+” para adicionar um novo dispositivo. No menu seguinte deve-se selecionar a categoria do dispositivo, no caso em questão “Controles & Automação”, e selecionar o *Smart Controle Universal*. No passo seguinte deverá ser escolhida uma rede *Wi-Fi* na frequência de 2,4GHz para localizar o dispositivo e inseri-lo na rede sem fio. A figura 21 demonstra a configuração do dispositivo na rede *Wi-Fi*.

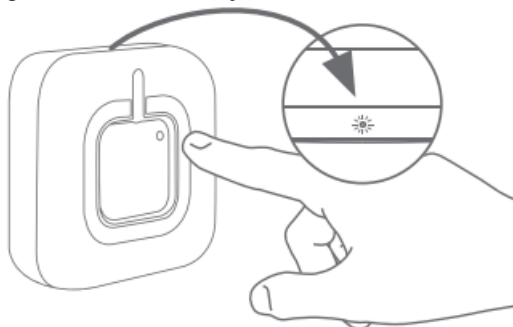
Figura 21 - Configuração do Smart Controle Universal na rede Wi-Fi



Fonte: Autoria Própria (2021)

Com o *Smart* Controle Universal ligado na tomada, pressione o botão de *reset* localizado na parte inferior do produto por 5 segundos. O *LED* de status começará a piscar rapidamente. Dessa forma, o dispositivo de controle ficará visível para o aplicativo da positivo, que fará sua configuração inicial. A figura 22 demonstra o *reset* do dispositivo.

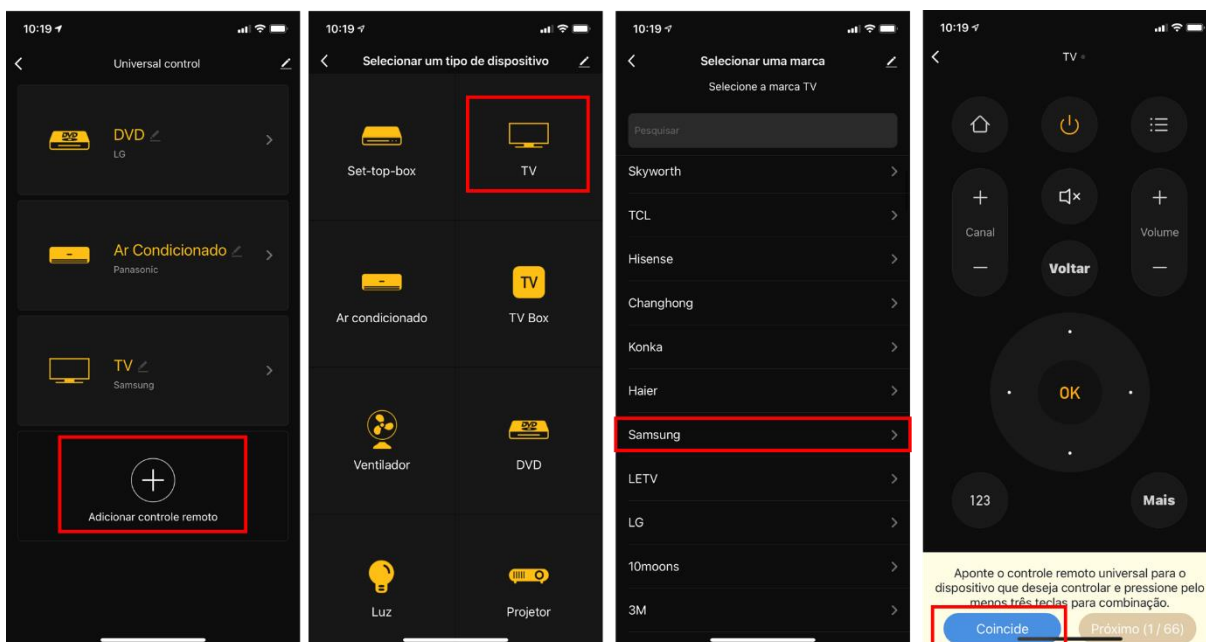
Figura 22 - Demonstração do botão reset



Fonte: Static Positivo Casa Inteligente (2019)

A partir da biblioteca existente na primeira seção da figura 21, é possível selecionar a opção do *Smart* Controle universal e adicionar um dispositivo que será acessado pelo controle universal. Depois de selecionar um dispositivo entre os indicados na lista presente na figura 23, é possível selecionar a marca do dispositivo e em seguida testar diversos controles virtuais até encontrar um compatível com o dispositivo. Ao encontrar o controle correto é possível visualizar o dispositivo na tela inicial do aplicativo e controlá-lo remotamente.

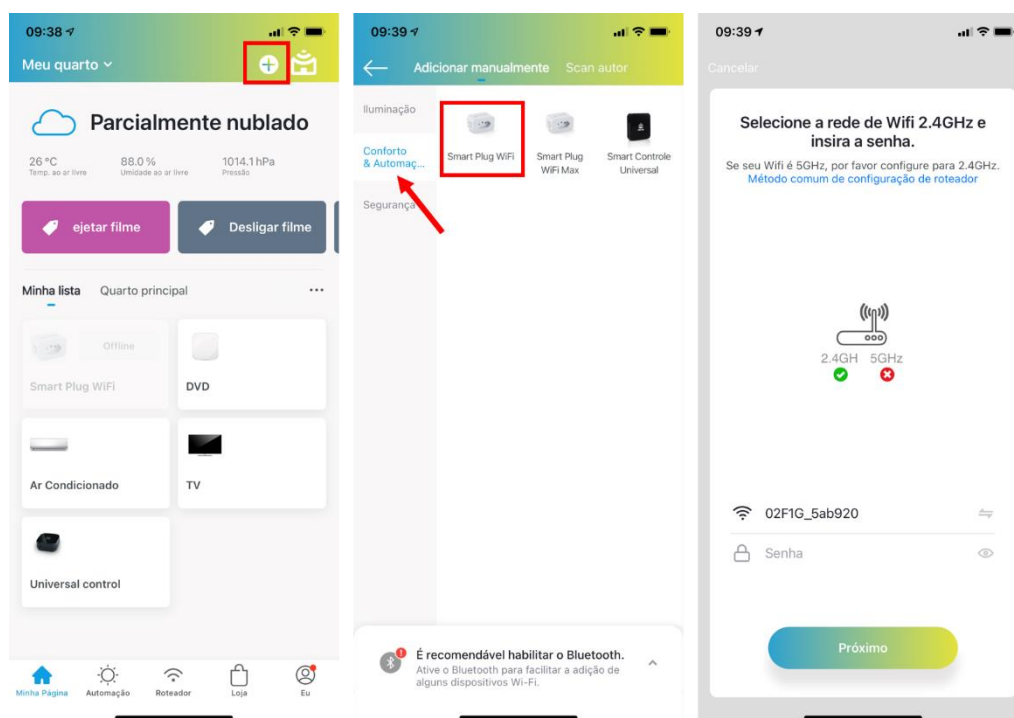
Figura 23 - Adição de novos dispositivos



Fonte: Aatoria Própria (2021)

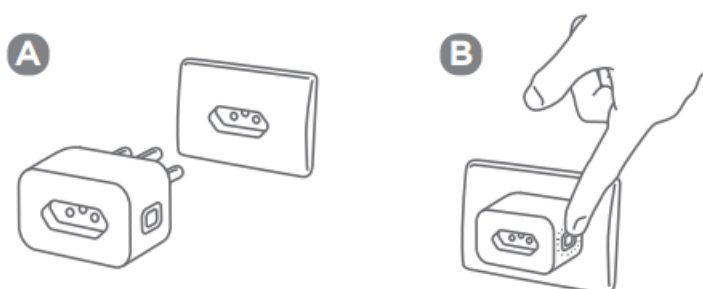
Em segundo lugar, agora configurando o *Smart Plug Wi-Fi*, o usuário deverá seguir passos semelhantes aos do controle universal, sendo que, no aplicativo ao pressionar o botão “+” para adicionar um novo dispositivo e no menu seguinte, selecionar a categoria do dispositivo, no caso em questão “Controles & Automação”, deve-se selecionar o *Smart Plug Wi-Fi*. A figura 24 demonstra a configuração do dispositivo na rede *Wi-Fi*.

Figura 24 - Configuração do Smart Plug Wi-Fi na rede Wi-Fi



Com o *Smart Plug Wi-Fi* conectado a tomada, pressione o botão de *reset* localizado na parte lateral do produto por 5 segundos. O *LED* de status começará a piscar rapidamente. Dessa forma, o dispositivo ficará visível para o aplicativo da positivo, que fará sua configuração inicial. A figura 25 demonstra o *reset* do dispositivo.

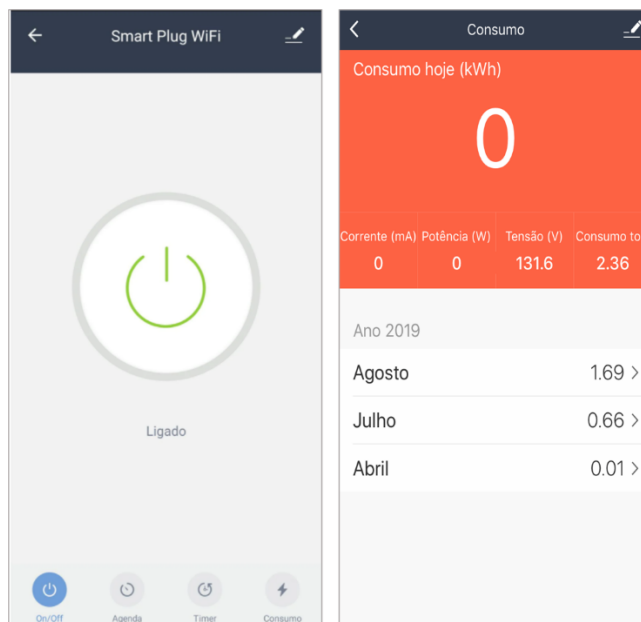
Figura 25 - Demonstração do botão reset do plug



Fonte: Fonte: Static Positivo Casa Inteligente (2019)

A partir da biblioteca existente na primeira seção da figura 24, é possível selecionar a opção do *Smart Plug Wi-Fi* e realizar o controle do seu acionamento ou desligamento, assim como, programar seu funcionamento de acordo com um horário ou por um período de tempo específico e analisar o consumo energético do dispositivo conectado ao *plug*. A figura 26 demonstra suas funcionalidades.

Figura 26 - Funcionalidade do smart plug Wi-Fi



Fonte: Autoria Própria (2021)

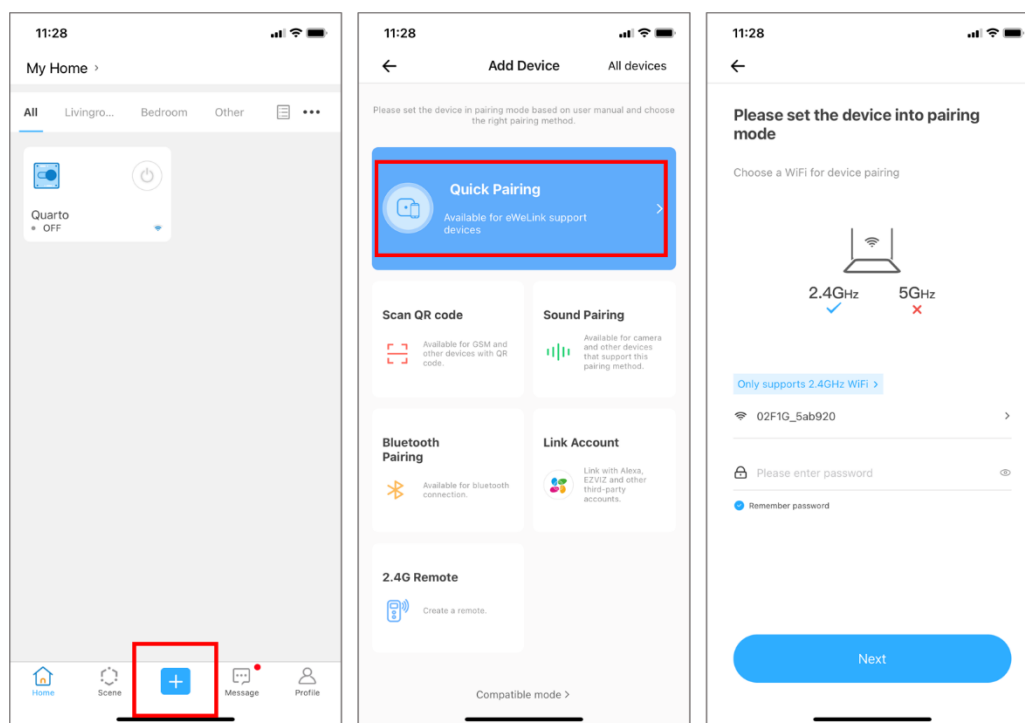
APÊNDICE B

1 - ADIÇÃO A REDE WI-FI E CONFIGURAÇÃO DO SONOFF MINI R2:

O *Sonoff Mini R2* é um relé *Wi-Fi* que possibilita o controle de interruptores analógicos, como: interruptores de iluminação, de forma remota através do aplicativo *eWeLink*. Para isso, é necessário que seja seguidos os seguintes passos para o seu correto funcionamento.

Em primeiro lugar, para configurar o *Sonoff Mini R2*, o usuário deve ir até a loja de aplicativos do seu *smartphone* e procurar pelo aplicativo *eWeLink*, (disponível no *Google Play* e *APP Store*). Em seguida deve-se instalar o aplicativo que é gratuito. Ao Abrir o aplicativo *eWeLink*, e criar uma conta que salvara suas informações na nuvem, o usuário deve pressionar o botão “+” para adicionar um novo dispositivo. No passo seguinte deverá ser escolhida uma rede *Wi-Fi* na frequência de 2,4GHz para localizar o dispositivo e inseri-lo na rede sem fio. A figura 27 demonstra a configuração do dispositivo na rede *Wi-Fi*.

Figura 27 - Configuração do Sonoff Mini R2 na rede Wi-Fi

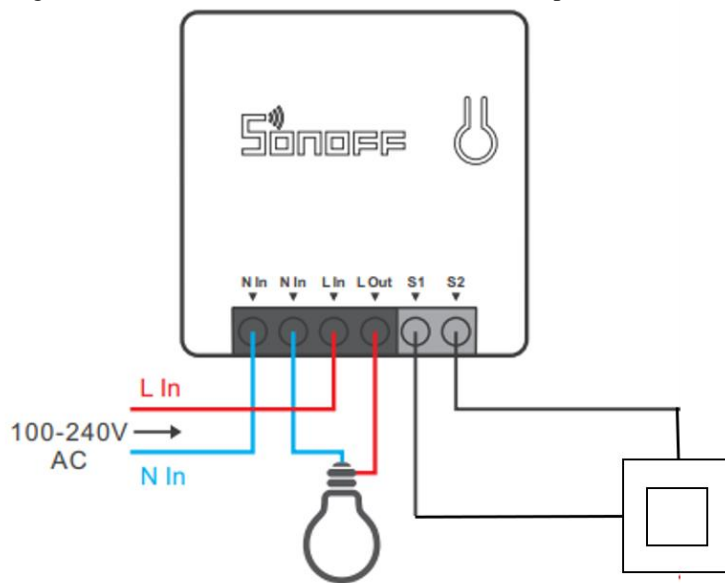


Fonte: Autoria Própria (2021)

Para segurança do usuário, visando evitar choques elétricos, é recomendado o desligamento do disjuntor referente a região da residência que será implementado o dispositivo *Sonoff*, pois o mesmo, será instalado diretamente na rede elétrica do local.

Para correta instalação do dispositivo é necessário a conexão dos cabos neutro, “N”, e fase, “L”, aos bornes do dispositivo como mostra a figura 28 onde é demonstrado de forma simplificada a conexão do sistema. É possível notar que, também, é conectado o cabo fase de retorno da lâmpada, assim como, o cabo neutro que vai para lâmpada.

Figura 28 - Conexão dos cabos neutro e fase ao dispositivo sonoff

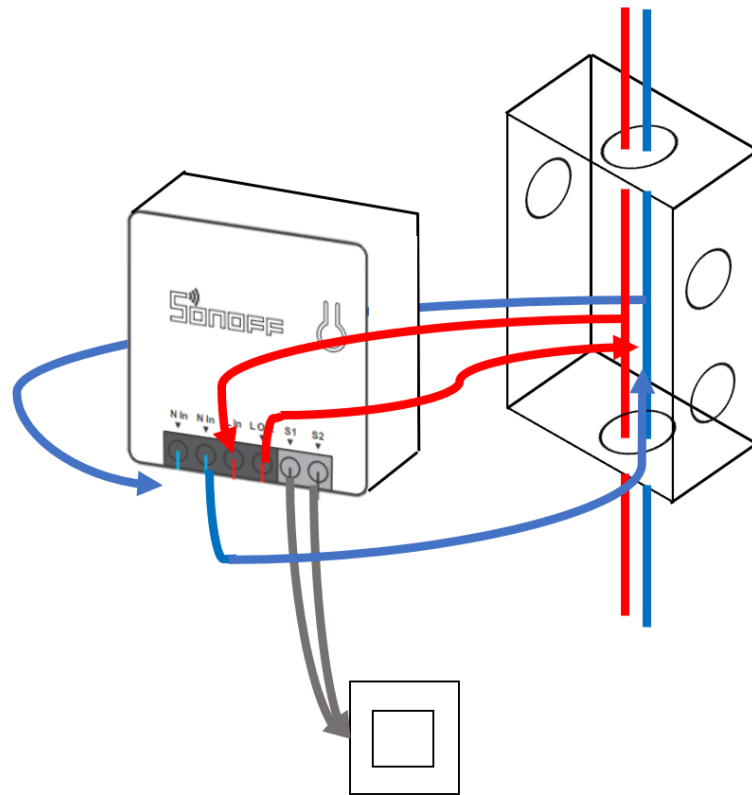


Fonte: Autoria Própria (2021)

A instalação desse dispositivo depende muito da instalação elétrica presente na casa do usuário, como o cômodo automatizado do projeto em questão cumpria com os requerimentos da fabricante, a instalação do dispositivo *Sonoff* foi realizada de acordo com as suas diretrizes. Dessa forma, é necessário que o local de instalação do dispositivo possua uma fase do tipo Neutra passando pela caixa de passagem do interruptor analógico, como representa a figura 29.

O cabo neutro assim como o cabo fase, fazem a alimentação do dispositivo enquanto que os cabos que, antes, eram ligados no interruptor analógico, agora saem do *Sonoff* e se conectam a lâmpada. Outros dois cabos são conectados as últimas portas do dispositivo para que o interruptor analógico continue a funcionar normalmente.

Figura 29 - Representação da conexão do sonoff a rede elétrica



Fonte: Autoria Própria (2021)

Após a instalação devidamente implementada na rede elétrica, é possível religar o disjuntor que permite o fluxo de energia para o cômodo em questão. Se tudo estiver certo o *LED* de status do dispositivo começará a piscar no ciclo de dois *flashes* curtos e um longo, indicando que ele está pronto para ser encontrado pelo aplicativo como mostra a figura 27. Ainda de acordo com a figura 27, após ser configurado, o dispositivo *Sonoff* pode ser acionado e possui funcionalidades como: programador de tempo, controle pelo aplicativo, controle por voz.

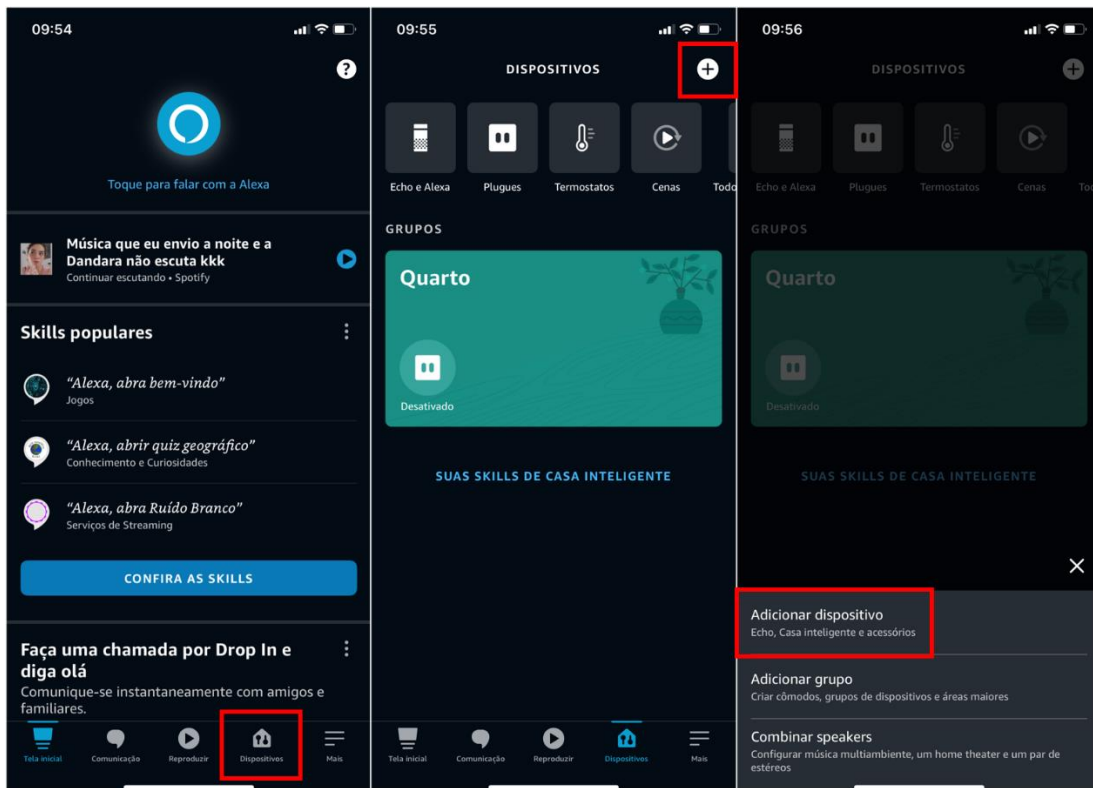
APÊNDICE C

1 – ADIÇÃO A REDE WI-FI E CONFIGURAÇÃO DO ECHO DOT 3ª GERAÇÃO

O *Amazon Echo Dot* 3ª geração é uma caixa de som inteligente, integrada com a assistente virtual *Alexa*. O dispositivo permite a execução de diversas requisições, feitas por comandos de voz ou toques em um *smartphone*, como: notícias diárias, previsão do tempo, ligação por voz ou envio de mensagens e até o controle de dispositivos inteligentes conectados à rede *Wi-Fi*, através do aplicativo *Amazon Alexa*. Para isso, é necessário que seja seguidos os seguintes passos para o seu correto funcionamento.

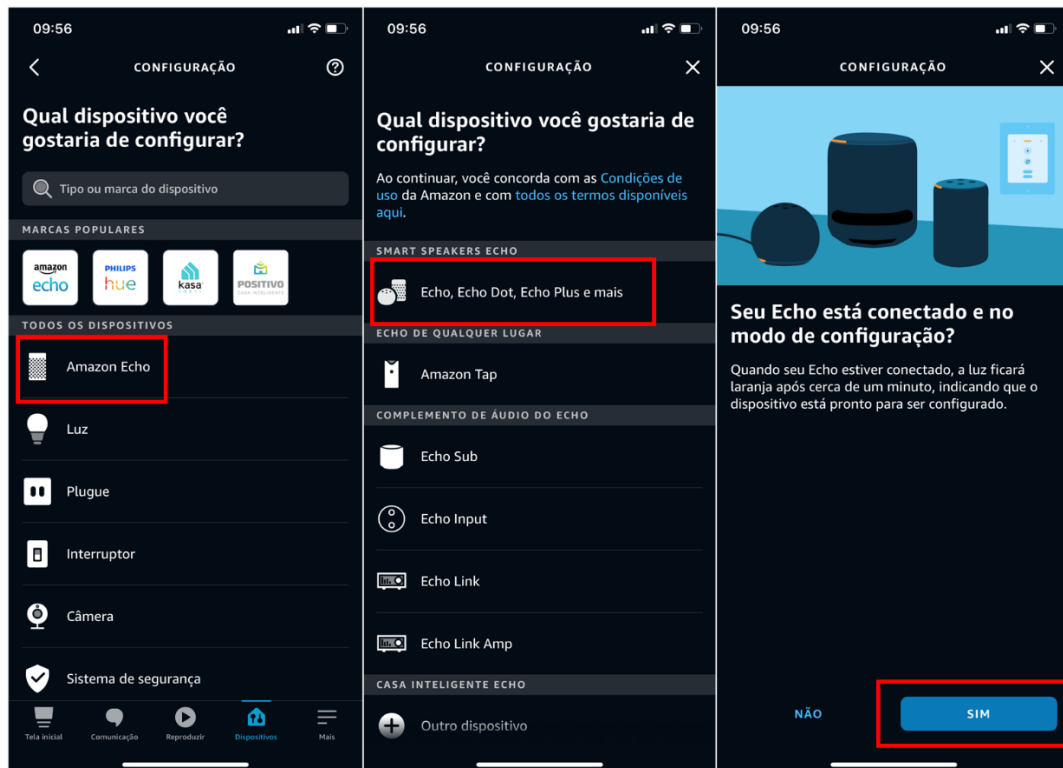
Em primeiro lugar, para configurar o *Echo Dot*, o usuário deve ir até a loja de aplicativos do seu *smartphone* e procurar pelo aplicativo *Amazon Alexa*, (disponível no *Google Play* e *APP Store*). Em seguida deve-se instalar o aplicativo que é gratuito. Ao Abrir o aplicativo da assistente virtual, e criar uma conta na plataforma da *Amazon*, que salvara suas informações na nuvem, o usuário deve acessar o menu “Dispositivos” para visualizar os produtos compatíveis com a plataforma. Ainda no menu de dispositivos, o usuário deve clicar no botão “+” para adicionar um novo dispositivo, e seguir os passos presentes na figura 30 e 31, para concluir a configuração do *Echo Dot* e, assim, conecta-lo a rede *Wi-Fi* de 2,4GHz e a conta da *Amazon*.

Figura 30 - Configuração do Amazon Echo Dot 3ª geração



Fonte: Autoria Própria (2021)

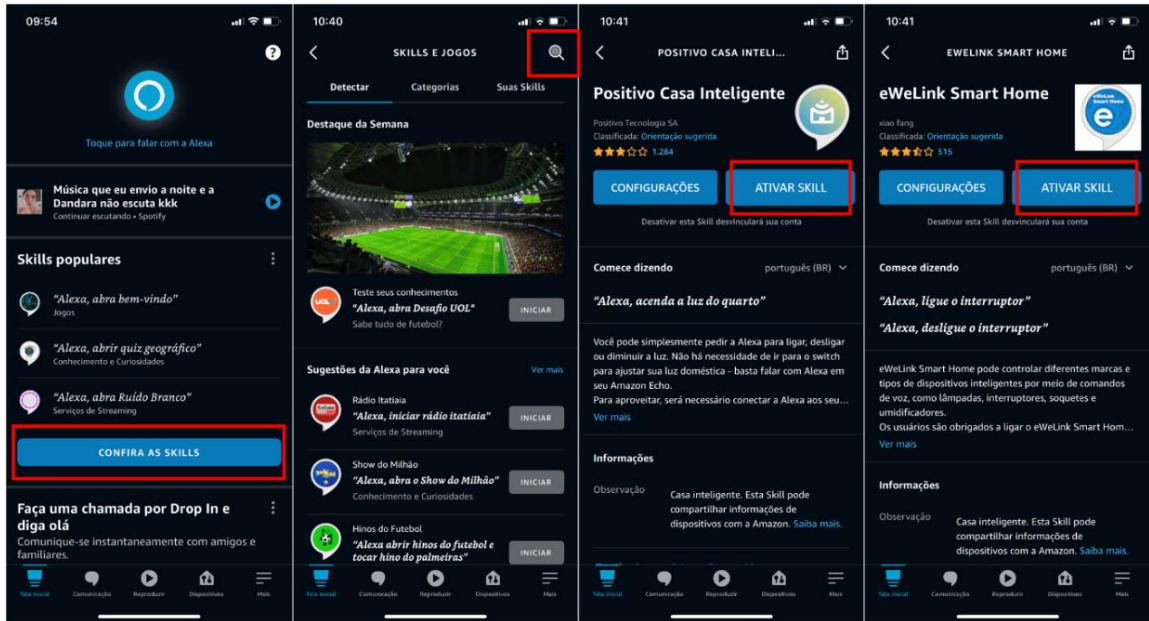
Figura 31 - Continuação da configuração do Echo Dot 3ª geração



Fonte: Aurtoria Própria (2021)

Com o *Echo Dot* ligado à tomada podemos finalizar a configuração do dispositivo, que deve estar no modo de configuração como mostra a figura 31. Ao finalizar a configuração do dispositivo *Echo* é possível visualizar, na primeira seção da figura 30, várias dicas de interações possíveis com a assistente virtual *Alexa*, assim como, sua loja de *Skills*, presente no botão “confira as *Skills*”, onde é possível adicionar novas habilidades ao dispositivo da *Amazon*. As *Skills* da *Alexa* possibilitam a integração dos outros dispositivos presentes no projeto ao sistema da assistente virtual, completando a integração do sistema e possibilitando que todos os dispositivos sejam controlados simultaneamente. A figura 32 demonstra a adição das *Skills* da Positivo Casa Inteligente e do *eWeLink*, visando o correto funcionamento da integração.

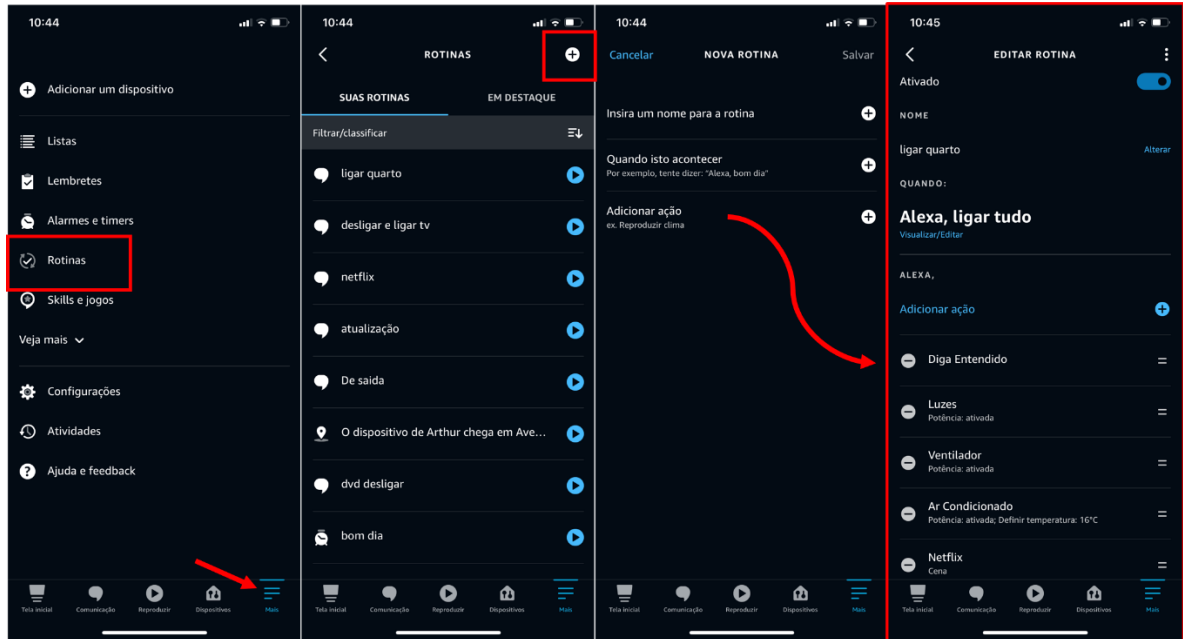
Figura 32 - Configuração das Skills



Fonte: Autoria Própria (2021)

Ainda na figura 32, é possível visualizar algumas dicas de como utilizar os novos recursos e comandos com a ativação das *Skills*, como: “*Alexa, acenda a luz do quarto*” e “*Alexa, ligue o interruptor*”. Após a ativação das *Skills*, todas as funcionalidades presentes nos aplicativos dos outros dispositivos são migradas para o aplicativo da *Alexa* e podem ser acessadas pelo menu “Dispositivos”. Com o acesso as funcionalidades dos outros equipamentos, é possível criar rotinas e automações com todos os dispositivos simultaneamente. Para isso, o usuário deve acessar o menu “Mais” no aplicativo *Alexa*, e acessar a aba de rotinas onde é possível criar novas automações. Em seguida, acessando o botão “+”, é possível criar rotinas partir de parâmetros como: nome da rotina, quando a ação deve ser executada e adicionar as ações. A figura 33 demonstra o passo a passo para a criação de uma rotina automatizada onde é possível, a partir do comando “*Alexa, ligar quarto*”, acionar todos os dispositivos presentes no cômodo automatizado.

Figura 33 - Demonstração da criação de uma rotina com a Alexa



Fonte: Autoria Própria (2021)

Além do exemplo presente na figura 33, é possível fazer diversas outras automações de acordo com a preferência do usuário, com ou sem comandos diretos a assistente virtual. Por exemplo, é possível definir que a chegada em uma certa localização e em um determinado horário, a *Alexa* ative dispositivos específicos para criar um ambiente mais confortável para o seu usuário, acionando o ar-condicionado, as luzes e ligando a tv em um serviço de *streaming*.

Dessa forma, as necessidades do usuário participante do projeto de automação são cumpridas e o projeto tem sucesso, alcançando seus objetivos previamente estipulados.