INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO ESTADO DA BAHIA - CAMPUS SALVADOR
CURSO TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

EVELYN CONCEIÇÃO ALMEIDA
RAQUEL DE SANTANA NASCIMENTO

ESTUDO TÉCNICO TEÓRICO E PRÁTICO DA VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DE ASSISTENTES VIRTUAIS COM DIVERSOS TIPOS DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

SALVADOR – BA
2024

EVELYN CONCEIÇÃO ALMEIDA
RAQUEL DE SANTANA NASCIMENTO

ESTUDO TÉCNICO TEÓRICO E PRÁTICO DA VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DE ASSISTENTES VIRTUAIS COM DIVERSOS TIPOS DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do curso de Eletrotécnica do Instituto Federal da Bahia, Campus Salvador, para aproveitamento do requisito Estágio Supervisionado.

Orientador: Prof. Dr Renato da Anunciação Filho

SALVADOR - BA
2024

EVELYN CONCEIÇÃO ALMEIDA
RAQUEL DE SANTANA NASCIMENTO

ESTUDO TÉCNICO TEÓRICO E PRÁTICO DA VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DE ASSISTENTES VIRTUAIS COM DIVERSOS TIPOS DE TECNOLOGIAS NA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal da Bahia como requisito parcial de conclusão do curso Técnico Integrado de Eletrotécnica.
Prof. Dr. Renato da Anunciação Filho.

Salvador, 16 de dezembro de 2024

BANCA EXAMINADORA

_____
Avaliador 01: Prof. Dr. Renato da Anunciação Filho

_____
Avaliador 02: Prof.ª Dr.ª Elenise Barreto Barbosa Anunciação

_____
Avaliador 3: Prof.ª Ms. Francismari Noronha dos Santos

Dedico este trabalho a Deus, ao Universo e à Natureza, pela dádiva da vida e pelas oportunidades que recebi. À minha mãe, Ana Carla, por ser minha maior fonte de inspiração e força. Aos meus pais, Jeferson Santana e Alexsandro Almeida, pelos ensinamentos e apoio incondicional. Ao meu irmão, Erik Almeida e aos meus amigos, por constante parceria e por estarem sempre ao meu lado. Aos professores e a todos que acreditaram em mim, meu profundo agradecimento.

Evelyn Conceição Almeida

Dedico este trabalho primeiramente à Deus e especialmente ao meu pai Benedito do Nascimento Filho, a minha mãe Ana Amélia de Santana Nascimento e ao meu irmão Rafael de Santana Nascimento, por todos os ensinamentos que me deram e que proporcionaram a minha formação como estudante, assim como aos meus tios, tias, em especial a minha tia Francisca da Silva e à minha avó Raquel Cidade. Dedico também a todos os professores que contribuíram significativamente na minha formação acadêmica.

Raquel de Santana Nascimento

Agradecimentos

A elaboração deste trabalho de conclusão de curso (TCC) contou com o apoio de várias pessoas, às quais expresso meus agradecimentos:

A Deus, ao Universo, à Lua, ao Sol e à Natureza, pela dádiva da vida e pela oportunidade de estar nesta instituição, tão reconhecida e prestigiada - IFBA-. É um privilégio viver cada dia neste planeta cheio de vitórias e desafios, que me ensina, a cada instante, que "é preciso saber viver", como cantam os Titãs.

À minha mãe, Ana Carla, por ter me dado a vida e a oportunidade de viver neste mundo. Por ser a melhor mãe que eu poderia ter, pelo apoio incondicional em minha jornada no IFBA e em tudo o que antecede minha trajetória. Mulher de garra, que me ensina diariamente com seus exemplos e molda um "eu" melhor constantemente. Você é minha maior fonte de inspiração e a razão pela qual persigo meus sonhos.

Ao meu pai, Jeferson Santana, pelo apoio em todas as minhas conquistas e por seus valiosos conselhos, que me guiam para que eu faça as escolhas certas e enfrente os desafios da vida com consciência e coragem.

Ao meu pai, Alexsandro Almeida, por ter me concedido a vida, além de momentos inesquecíveis e experiências agradáveis.

Ao meu irmão, Erik Almeida, pela admiração e apoio constantes ao longo de minhas jornadas de vida.

A dupla de TCC, Raquel de Santana, por toda a nossa caminhada no IFBA, pelos momentos compartilhados e pelas experiências.

Ao meu amigo, Yuri Carvalho, por todos os momentos de parceria, pelas trocas e aprendizados, e pelo afeto que sempre compartilha comigo.

A todos os meus amigos do IFBA, pelos momentos inesquecíveis, por me acolherem nesta jornada, por serem um refúgio em cada etapa e por caminharem ao meu lado.

Ao Professor Dr. Renato Anunciação, pela contribuição essencial na elaboração deste trabalho, bem como por todo o aprendizado transmitido durante as aulas e nossas conversas.

A todos os professores que admiro, pela competência e pelo brilhante dom de ensinar. Suas lições não apenas moldam nossa vida acadêmica, mas também impactam profundamente nossa vida pessoal. Vocês, com mentes iluminadas, guiam-nos, meros discentes, para que alcancemos nossas metas e tenhamos sucesso.

À minha família, em sua totalidade, por sempre me motivar a ser uma pessoa melhor, por reconhecerem minha importância e por me apoiarem com carinho e admiração durante todo o meu processo. Vocês são minha maior fortaleza.

Aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. Renato Anunciação, Prof.ª Dr.ª Elenise Barreto e Prof.ª Ms. Francismari Noronha. Pela disponibilidade, dedicação e contribuições, tanto para o desenvolvimento da atividade de conclusão de curso (ACC), quanto durante a avaliação deste trabalho.

Evelyn Conceição Almeida

Agradecimentos

A Deus, pela minha vida e pela oportunidade de estudar em uma Instituição como o IFBA, onde pude me desenvolver e me compreender como pessoa, diante dos desafios da vida acadêmica e da caminhada para a vida adulta.

Aos meus pais, em conjunto, por terem me guiado pelo melhor caminho ao longo da minha jornada acadêmica e por me ensinarem que, por mais dura que a vida seja, nunca devemos desistir. Cada vitória e cada derrota nos constroem como pessoas e as derrotas, em especial, nos ensinam a reconhecer nossa capacidade de superação e nos tornamos mais fortes para os desafios que virão. Sou imensamente grato por seu amor, paciência e apoio incondicional.

Ao meu pai, por ter me ensinado lições valiosas e me incentivado, sendo sempre meu exemplo de vida. Sou grata por me mostrar que nunca devemos nos subestimar, nem afirmar que não somos capazes de algo, assim como nunca enxergar os desafios como insuperáveis.

À minha mãe, por ter me ajudado a lidar com as dificuldades da jornada acadêmica, por me ensinar que cada lágrima derramada, quando reunida, de certo modo nos traz felicidade, e que cada dor, em algum momento, se transforma em aprendizado.

Ao meu irmão, por ter me apoiado e me auxiliado, sendo minha base desde a barriga da nossa mãe. Viemos juntos a este mundo, e os nossos laços permaneceram unidos por toda a eternidade.

Ao IFBA, por ter me dado a oportunidade de ter aula com professores sensacionais, que me proporcionaram experiências acadêmicas incríveis. Em especial, aos professores que me apoiaram nos momentos mais desafiadores da minha trajetória acadêmica, oferecendo não apenas conhecimento técnico, mas também incentivo e orientação. Agradeço profundamente por todo o aprendizado compartilhado e pelas valiosas lições de vida. Cada aula, cada conselho, cada palavra e cada gesto de apoio foram fundamentais para o meu crescimento pessoal e profissional. Serei eternamente grata por essa jornada enriquecedora e por todos que contribuíram para a minha formação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Renato Anunciação, pela valiosa orientação ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência e conhecimento foram essências para o amadurecimento das ideias e para os desafios encontrados durante o processo. Agradeço

também pela confiança depositada em mim e na minha dupla, pelo incentivo constante e pelas contribuições que enriqueceram este projeto. Sua orientação foi fundamental não apenas para a realização deste trabalho, mas também para meu crescimento profissional.

Às professoras Elenise Barreto Barbosa Anunciação, de Automação e Instalações Elétricas Prediais, e Francismari Noronha dos Santos, de Projetos Elétricos, por terem aceito participar da banca deste Trabalho de Conclusão de Curso. Agradeço, em especial, também pelos valiosos ensinamentos transmitidos ao longo de suas disciplinas.

Ao meu grande colega William Mascarenhas pela inestimável ajuda na confecção da maquete deste TCC. Sua disponibilidade e conhecimento foram fundamentais para a conclusão deste trabalho. Muito obrigado!

Ao Labmaker pela fundamental contribuição à realização deste trabalho, através da disponibilização do espaço e das ferramentas para a construção da maquete.

Por fim, a todos que me apoiaram ao longo desta jornada. E, fica a reflexão, por maior que seja o universo, e por mais insignificante que nossa existência ocorreu, contribuímos para este mundo. Cada ser humano, cada palavra dita ou escrita, um dia foi lida, um dia foi ouvida, e mudou o rumo da história. A probabilidade da existência de universos paralelos, onde inúmeras possibilidades se apresentam, nos demonstram isso. O medo de viver faz com que muitos desistam de conhecer o verdadeiro significado da vida, da existência e da imensidão que é viver neste planeta.

Raquel de Santana Nascimento

Resumo

Este trabalho tem como foco central o estudo da viabilidade de automatizar uma instalação elétrica residencial a partir do uso de tecnologias diversas de baixo custo e sua interconexão com assistentes virtuais e dispositivos inteligentes. A automação residencial, ou domótica, visa oferecer conforto, segurança e acessibilidade, além de atender à crescente demanda por soluções tecnológicas eficientes. O estudo busca comprovar que, mesmo com recursos financeiros limitados, é possível implementar sistemas inteligentes que modernizem residências e tragam benefícios práticos para o cotidiano.

Para validar essa possibilidade, foi projetada e construída uma maquete representativa de uma residência, na qual dispositivos inteligentes e assistentes virtuais foram integrados a uma instalação elétrica já existente. A maquete serve como um modelo funcional para simular operações comuns de um ambiente doméstico automatizado, como lâmpadas inteligentes, sonoff, interruptores inteligentes e outros dispositivos conectados. A escolha das tecnologias foi baseada em uma análise detalhada de custo-benefício e eficiência, considerando alternativas acessíveis disponíveis no mercado.

Além disso, o sistema desenvolvido permite o controle remoto por meio da internet, utilizando dispositivos móveis, a fim de demonstrar a flexibilidade e conveniência proporcionadas por essa interconexão tecnológica. Este estudo evidencia que a automação residencial pode ser viável e eficiente mesmo em projetos com orçamento limitado.

Palavras Chaves: Automação residencial; assistentes virtuais; eficiência energética; uso racional de energia; automação domótica; dispositivos inteligentes.

Abstract

This work focuses on studying the feasibility of automating a residential electrical installation using various low-cost technologies and their interconnection with virtual assistants and smart devices. Home automation, or domotics, aims to offer comfort, security and accessibility, as well as meeting the growing demand for efficient technological solutions. The study seeks to prove that, even with limited financial resources, it is possible to implement intelligent systems that modernize homes and bring practical benefits to everyday life.

To validate this possibility, a representative model of a home was designed and built, in which smart devices and virtual assistants were integrated into an existing electrical installation. The mock-up serves as a functional model to simulate common operations of an automated home environment, such as smart light bulbs, sonoff, smart switches and other connected devices. The choice of technologies was based on a detailed cost-benefit and efficiency analysis, considering affordable alternatives available on the market.

In addition, the system developed allows remote control via the internet, using mobile devices, in order to demonstrate the flexibility and convenience provided by this technological interconnection. This study shows that home automation can be viable and efficient even in projects with a limited budget.

Keywords: Home automation; virtual assistants; energy efficiency; rational energy use; home automation; smart devices.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Pirâmide da Automação

Figura 2 - Siri

Figura 3 - Echo Dot 5ª geração integrado com Alexa

Figura 4 - Google Assistant

Figura 5 - Gráfico sobre o uso e adoção dos assistentes virtuais

Figura 6 - Dispositivo Sonoff

Figura 7 - Tomada Inteligente

Figura 8 - Lâmpada Inteligente

Figura 9 - Google Home

Figura 10 - Projeto de Automação na Planta Baixa sem alteração do projeto elétrico

Figura 11 - Legendas do projeto de automação (Simbologia)

Figura 12 - Legendas do projeto de automação (Cores)

Figura 13 - Projeto de Automação na Planta Baixa com alteração do projeto elétrico

Figura 14 - Desenvolvimento da Estrutura

Figura 15 - Projeto no Autocad

Figura 16 - Maquete

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Linha do Tempo da Automação

Tabela 2 - Comparação dos Assistentes virtuais

Tabela 3 - Uso e Adoção (Gráfico)

Tabela 4 - Dimensionamento dos condutores

Tabela 5 - Análise de Mercado (Via internet) - Projeto Elétrico

Tabela 6 - Subdivisão do projeto de Automação de cada cômodo

Tabela 7 - Análise de Mercado (Via internet) - Projeto de Automação

Tabela 8 - Lista de Materiais da Maquete

Lista de Siglas e Abreviações

DARPA - Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa

GPT - Generative Pre-trained Transformer

IBM - International Business Machines Corporation

ISO - Organização Internacional de Normatização ou Padronização

PLN - Processamento de Linguagem Natural

SRI - Stanford Research Institut

TTS - Text-to-Speech

NLTK - Natural Language Toolkit

RNNs - Recurrent Neural Networks

APIs - Application Programming Interfaces

NER - Named Entity Recognition

ASR - Automatic Speech Recognition

DNNs - Deep Neural Networks

AM - Aprendizado de Máquina

ERP - Enterprise Resource Planning

CRM - Customer Relationship Management

IA - Inteligência Artificial

CLP - Controladores Lógicos Programáveis

CAD/CAM - Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing

IoT - Internet Of Things

BI - Business Intelligence

SDCD - Sistemas Digitais de Controle Distribuído

IHM - Interface Homem Máquina

PC - Personal computer

AR - Augmented Reality

VR - Virtual Reality

ML - Machine Learning

HEMS - Home Energy Management Systems

iOS - Operating System

ISO - International Organization for Standardization

GDPR - General Data Protection Regulation

BERT - Bidirectional Encoder Representations from Transformers

SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition

Sumário

1.0 INTRODUÇÃO.....16
2.0 PROBLEMA ESPECÍFICO.....16
2.1 OBJETIVO GERAL.....16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....16
2.3 RESULTADOS ESPERADOS.....17
3.0 METODOLOGIA.....17
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....17
3.2 MÉTODO TEÓRICO.....18
5.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....19
5.1 INTRODUÇÃO À AUTOMAÇÃO.....19
5.1.1 Definição da automação.....19
5.1.2 Importância da automação na era digital.....21
5.2 CONCEITOS BÁSICOS DE AUTOMAÇÃO.....21
5.2.2 Diferentes tipos de automação: industrial, residencial, empresarial.....22
5.2.2.1 Automação Residencial ou Domótica.....23
5.2.2.1.1 Automação Residencial: Transformando Casas em Lares Inteligentes.....23
5.2.2.1.2 Benefícios da Automação Residencial.....25
5.2.2.1.1 Conceito de Casa Inteligente (Smart Homes).....26
5.2.2.2 Tecnologias Envolvidas.....26
5.3 O QUE SÃO ASSISTENTES VIRTUAIS?.....28
5.3.1 Definição e características principais.....28
5.3.1.1 Histórico e Evolução.....28
5.3.1.2.1 Processamento de Linguagem Natural (PLN).....28
5.3.1.2.2 Aprendizado de Máquina (AM).....29
5.3.1.2.3 Reconhecimento e Síntese de Fala.....29
5.3.1.2.4 Integração com Outros Sistemas e Serviços.....29
5.3.1.2.5 Personalização e Contextualização.....29
5.3.1.2.6 Segurança e Privacidade.....30
5.3.1.2.7 Aplicações Práticas.....30
5.3.2 Como funcionam os assistentes virtuais.....30
5.3.2.1 Captura de Entrada.....31
5.3.2.2 Processamento de Linguagem Natural (PLN).....31
5.3.2.3 Análise de Intenção e Extração de Entidades.....31

5.3.2.4 Geração de Resposta....32
5.3.2.5 Entrega da Resposta....32
5.4 PRINCIPAIS TIPOS DE ASSISTENTES VIRTUAIS....34
5.4.1 Assistentes Virtuais baseados em texto....34
5.4.2 Assistentes Virtuais baseados em voz....35
5.4.2.1 Siri....35
5.4.2.2 Alexa....36
5.4.2.3 Google Assistant....38
5.5 PRESENÇA NO MERCADO....41
5.5.1 Uso e adoção dos Assistentes Virtuais no Mercado....41
5.5.1.1 Usabilidade....41
5.5.1.2 Integração....42
5.5.1.3 Comportamento....42
5.5.2 Uso e adoção dos Assistentes Virtuais na Automação Residencial....44
5.5.3 Principais produtos utilizados na Automação Residencial....45
5.6 POR QUE AUTOMATIZAR?....49
5.6.1 Aumento da eficiência e redução de custos....49
5.7 O FUTURO DA AUTOMAÇÃO E ASSISTENTES VIRTUAIS....51
5.7.1 O papel da automação e assistentes virtuais em um mundo pós-pandêmico....51
6.0 DESENVOLVIMENTO....52
6.1 PROJETO ELÉTRICO....52
6.1.1 Dimensionamento dos condutores....52
6.1.2 Análise de mercado (Via internet) - Projeto Elétrico....54
6.2 PROJETO DE AUTOMAÇÃO....56
6.2.1 Primeiro passo....56
6.2.2 Como foi feito o projeto de automação?....57
6.2.3 Continuação do projeto de automação....58
6.2.4 Análise de mercado (Via internet) - Projeto de Automação....60
7.0 DISCUSSÃO....65
8.0 RESULTADOS....66
9.0 CONCLUSÃO....72
10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS....73
11.0 ANEXOS....78
ANEXO 1 - PROJETO ELÉTRICO....78

ANEXO 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROJETO ELÉTRICO 79
ANEXO 3 - LISTA DE MATERIAL DO PROJETO ELÉTRICO.....85
ANEXO 4 - TABELA 4.16 87
ANEXO 5 - TABELA 4.4 88
ANEXO 6 - DIAGRAMAS DE LIGAÇÃO.....89

1.0 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como conceito central a automação residencial, também conhecido como domótica, com ênfase na interconexão de assistentes virtuais e dispositivos inteligentes. Tal integração permite a centralização e o controle remoto de diversas funções em um ambiente doméstico, passando, por meio dessas tecnologias, a proporcionar melhor qualidade de vida às pessoas, já que facilita atividades simples do dia a dia e promove conforto, segurança e acessibilidade.

Nos últimos anos, essa área tem ganhado destaque no mercado, não apenas pelo apelo à modernidade e ao status, mas também pelos benefícios tangíveis que oferece. Neste contexto, este trabalho aplica um projeto de automação em uma instalação elétrica preexistente, adaptando-a para integrar assistentes virtuais e dispositivos inteligentes ao projeto elétrico inicial. A crescente demanda por modernização residencial reforça a relevância deste estudo, que busca evidenciar a utilização de diferentes tipos de tecnologia como uma ferramenta aliada ao ser humano.

2.0 PROBLEMA ESPECÍFICO

O uso de assistentes virtuais interconectados com os diversos dispositivos de automação residencial disponíveis no mercado é tecnicamente e financeiramente viável para aplicação em uma instalação elétrica já existente?

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar, desenvolver e avaliar tecnicamente e financeiramente as tecnologias de automação residenciais e suas interconexões com assistentes virtuais na automação predial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a eficiência energética do uso dos assistentes virtuais na automação predial.
- Estudar as tecnologias utilizadas para a automação residencial e os assistentes virtuais compatíveis.
- Determinar, a partir dos estudos realizados, quais tecnologias de automação são viáveis tecnologicamente e financeiramente, mais econômicas e ajustáveis a instalações elétricas pré-existentes.

- Elaborar um projeto de automação residencial a partir de uma instalação elétrica já existente, utilizando as tecnologias selecionadas.
- Elaborar uma Maquete de uma instalação elétrica predial apresentando o projeto de automação e sua interconexão com um assistente virtual.

2.3 RESULTADOS ESPERADOS

Fundamentados nos resultados obtidos a partir desse estudo e do trabalho final de curso, tanto teórico quanto prático, pretendemos apresentar uma solução técnica e financeiramente viável para a interconexão entre os assistentes virtuais disponíveis, atualmente, no mercado e os diversos dispositivos de automação residencial. Nossa proposta visa soluções com o menor número possível de intervenções arquitetônicas e o maior grau de automação, sempre buscando a eficiência energética e seu uso racional, resultando em economia de energia elétrica.

3.0 METODOLOGIA

Como metologia de aplicação, iremos desenvolver um projeto de automação em uma residência com um projeto elétrico pré-existente, visando, ao final, construir uma maquete para demostrar as tecnologias utilizadas.

3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- Pesquisar o estado da arte atual sobre a automação elétrica, do geral ao residencial, abrangendo os seguintes aspectos: histórico; conceito; importância da automação na era digital; situação atual e tecnologias aplicadas.
- Pesquisar o estado da arte atual sobre os dispositivos utilizados na automação, incluindo: histórico; tecnologias existentes; princípios de funcionamento (sensores, relés inteligentes, medidores de energia inteligente, CLPs, entre outros).
- Pesquisar o estado da arte atual sobre os dispositivos de acionamento e dispositivos de proteção utilizados na automação.
- Pesquisar o estado da arte atual sobre os assistentes virtuais, abordando os seguintes temas: conceito, filosofia do uso, tipos, aplicações, alcances de funcionamento, vantagens e desvantagens; principais tipos de assistentes virtuais baseados em texto (chatbots); baseados em voz (como Siri, Alexa, Google Assistant); o futuro da automação e assistentes virtuais.
- Pesquisar o estado da arte atual sobre os dispositivos de iluminação e automação.

3.2 MÉTODO TEÓRICO

- Elaborar a planta elétrica do imóvel que servirá como modelo para a implantação do sistema de automação.
- Desenvolver um projeto de automação utilizando os dispositivos mais adequados a uma instalação elétrica pré-existente, focando em eficiência energética e uso racional da energia elétrica.
- Realizar estudos técnicos e financeiros para analisar a viabilidade de implantação do projeto de automação residencial.
- Construir uma maquete para demostrar algumas das tecnologias de automação desenvolvidas no projeto, com o objetivo de verificar a viabilidade técnica de implantação.
- Apresentar os resultados à banca examinadora.

5.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

5.1 INTRODUÇÃO À AUTOMAÇÃO

A automação é um dos pilares fundamentais da engenharia moderna e da tecnologia, influenciando significativamente a forma como os processos são conduzidos. Em sua essência, a automação envolve o uso de sistemas de controle, como computadores e robôs, para operar máquinas e processos com o mínimo de intervenção humana possível. Este campo tem se expandido de maneira rápida pelo mundo, transformando não apenas a indústria, mas também outros setores e impactando fortemente na economia.

O estudo da automação é essencial no contexto atual da Quarta Revolução Industrial, onde a integração de tecnologias avançadas está modificando a produção e a gestão industrial. A automação não só melhora a eficiência e a precisão dos processos, como também contribui para a redução de custos operacionais e aumento da produtividade. Já que, ela abre novas frentes de inovação tecnológica, criando assim, oportunidades e desafios para os profissionais que atuam na área.

Com base nisso, este trabalho de conclusão de curso (TCC) tem como objetivo explorar a definição e os conceitos centrais da automação, bem como oferecer um panorama sobre a Integração de Assistentes Virtuais na Automação Residencial. A estrutura do trabalho abrange desde a definição de automação, passando pelo histórico e evolução, até as aplicações contemporâneas e futuras, e os impactos econômicos e sociais decorrentes da automação.

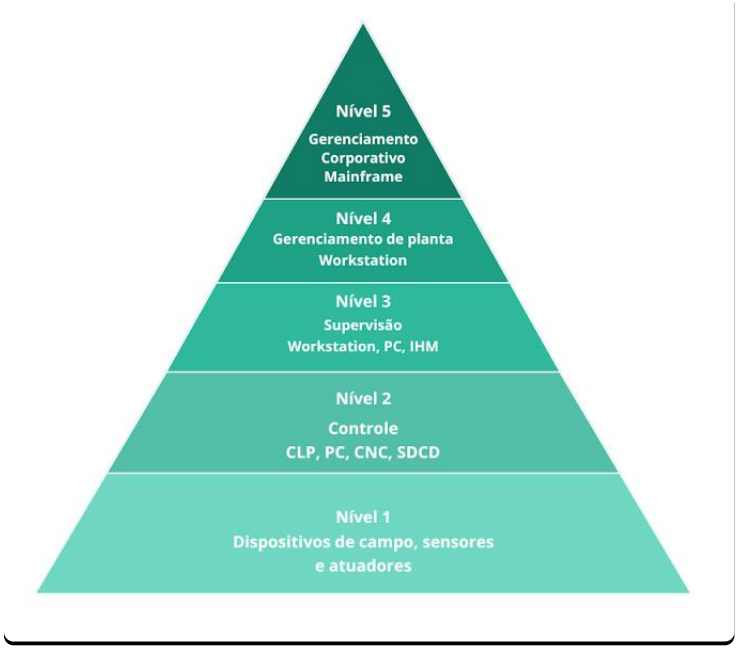
5.1.1 Definição da automação

Automação é um campo da engenharia que se dedica a aplicações de tecnologias para monitorar e controlar a produção em indústrias, fábricas e residências. Esta área integra conhecimentos de elétrica, pneumática, eletrônica, informática e, atualmente, inteligência computacional.

A automação compreende qualquer sistema que, apoiado por computadores e tecnologias, substitui o trabalho humano, seja o braçal ou o poder de ‘’decidir’’. O objetivo é encontrar soluções rápidas, econômicas e que demandem menos trabalho para atingir um objetivo específico, seja ele industrial ou pessoal.

Para representar os principais componentes e suas aplicações é muito comum o uso da pirâmide da automação - diagrama que representa, de forma hierárquica, os diferentes níveis de controle e trabalho em automação industrial através de cinco níveis - tal representação nos dá uma visão mais simplificada de todos os níveis de comunicação de uma solução completa da automação industrial.

Figura 1 - Pirâmide da Automação



Fonte: Automação Industrial

Historicamente, a automação ganhou destaque após a Revolução Industrial, no século XVIII, quando a força de trabalho humana começou a ser substituída por máquinas e dispositivos movidos por fontes energéticas como - térmica, hidráulica e mecânica, exemplificados pelas máquinas a vapor. As primeiras indústrias a se beneficiarem de tais tecnologias foram a tecelagem, siderurgia, mineração e manufaturas.

Em termos gerais, a automação pode ser definida como a aplicação de tecnologia para realizar tarefas com mínima intervenção e esforço humano. Isso inclui o uso de sistemas de controle, como computadores e robótica, para operar equipamentos e processos. Esses sistemas são projetados para executar tarefas repetitivas e complexas com maior eficiência e precisão do que seria possível manualmente por um ser humano.

Dessa maneira, a automação é o uso de tecnologias avançadas para reduzir a necessidade de intervenção humana, otimizando a produção e aumentando a eficiência e precisão dos processos industriais, residência e outros setores onde é aplicada.

5.1.2 Importância da automação na era digital

Segundo a citação de Klaus Schwab,

> Atualmente, enfrentamos uma grande diversidade de desafios fascinantes; entre eles, o mais intenso e importante é o entendimento e a modelagem da nova revolução tecnológica, a qual implica nada menos que a transformação de toda a humanidade. Estamos no início de uma revolução que alterará profundamente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. (SCHWAB, 2016, p. 11).

A citação de Klaus Schwab destaca a magnitude e profundidade das mudanças trazidas pela revolução tecnológica contemporânea, a Quarta Revolução Industrial. Relacionando essa citação com a era digital e a automação, nota-se que Schwab menciona que estamos no início de uma revolução que transformará toda a humanidade. Na era digital, isso se refere à disseminação de tecnologias digitais em todos os aspectos de nossas vidas, desde a comunicação até o comércio e a educação. Esta era está alterando profundamente como vivemos. Visto que, as tecnologias como smartphones, internet de alta velocidade e redes sociais mudaram a forma como nos conectamos, informamos e nos entretemos.

É nítido também mudanças na forma como trabalhamos e realizamos nossas atividades cotidianas. A automatização está reformulando o mercado de trabalho e a vida doméstica, substituindo tarefas repetitivas e perigosas por sistemas automatizados e mudando a demanda por habilidades humanas para áreas mais criativas e cognitivas. Automação e inteligência artificial estão começando a influenciar nossas interações, tanto no âmbito pessoal quanto profissional. Assistentes virtuais, chatbots e outras formas de IA estão se tornando cada vez mais comuns em nossa comunicação no dia a dia.

5.2 CONCEITOS BÁSICOS DE AUTOMAÇÃO

Primeiro, temos os Controladores Lógicos Programáveis, ou CLPs. Pense nos CLPs como os cérebros dos sistemas de automação. Eles são programados para receber informações de sensores, processá-las e tomar decisões sobre o que fazer a seguir, como ligar ou desligar uma máquina.

Os sensores, esses dispositivos são como os sentidos do sistema. Eles detectam mudanças no ambiente, como temperatura, pressão ou presença de um objeto, e enviam essas informações ao CLP. É como quando seus olhos veem algo e seu cérebro decide o que fazer com essa informação.

Depois, temos os atuadores, que são os músculos do sistema de automação. Eles executam as ações que o CLP decide, como mover um braço robótico, abrir uma válvula ou

acionar um motor. Se o CLP é o cérebro e os sensores são os sentidos, os atuadores são o que realmente faz o trabalho.

A Interface Homem-Máquina (IHM) é o que permite que as pessoas interajam com o sistema de automação. Pode ser um painel de controle com botões e telas, um computador ou até mesmo um smartphone. A IHM mostra o que está acontecendo no sistema e permite que os operadores façam ajustes quando necessário.

Para sistemas maiores e mais complexos, temos algo chamado SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). O SCADA é usado para monitorar e controlar processos em larga escala, como a distribuição de energia elétrica ou a gestão de redes de água. Ele coleta dados em tempo real e permite o controle remoto dos equipamentos.

Na era moderna, a Internet das Coisas (IoT) está revolucionando a automação. A IoT conecta dispositivos físicos à internet, permitindo que eles se comuniquem entre si e troquem dados. Isso significa que sensores, máquinas e sistemas de controle podem trabalhar juntos de maneira mais inteligente e eficiente.

A Inteligência Artificial (IA) também está entrando em cena. A IA permite que os sistemas de automação aprendam com os dados e tomem decisões melhores ao longo do tempo. Isso pode significar prever quando uma máquina vai precisar de manutenção ou otimizar um processo para economizar energia.

Falando em dados, o Big Data é outro componente importante. Com a capacidade de coletar e analisar grandes volumes de dados, as empresas podem encontrar padrões e insights que ajudam a melhorar a eficiência e a produtividade.

Por último, mas não menos importante, temos os robôs colaborativos, ou cobots. Diferente dos robôs tradicionais, que muitas vezes operam em áreas isoladas, os cobots são projetados para trabalhar lado a lado com as pessoas. Eles são seguros, fáceis de programar e podem ajudar em tarefas que exigem precisão e repetitividade, ou em ambientes potencialmente perigosos.

Com isso, todos esses componentes se juntam em sistemas integrados, que combinam sensores, atuadores, CLPs e outros elementos em uma plataforma única e coesa. Isso permite o controle e a monitorização eficiente de processos complexos.

5.2.2 Diferentes tipos de automação: industrial, residencial, empresarial

A automação é uma tecnologia que tem transformado diversos aspectos de nossas vidas, aumentando a eficiência, a segurança e a conveniência em diferentes contextos. Existem três tipos principais de automação: residencial, industrial e empresarial. A automação industrial

utiliza robôs e sistemas avançados para otimizar a produção em fábricas, melhorando a qualidade e os custos rapidamente. Já a automação empresarial foca em automatizar tarefas administrativas e operacionais dentro das organizações, utilizando software para gerenciamento de processos de negócios, relacionamentos com clientes e recursos empresariais.

Ao identificar a importância da automação residencial na contemporaneidade, bem como sua importância como novo campo de atuação para o técnico em eletrotécnica foi escolhido como foco deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), a automação residencial, também conhecida como automação doméstica ou casa inteligente. A automação residencial envolve o uso de tecnologias para controlar e automatizar sistemas domésticos como iluminação, aquecimento, segurança e eletrodomésticos. Isso não só aumenta o conforto e a conveniência dos moradores, mas também promove a eficiência energética e a segurança das residências. Por meio de dispositivos interconectados, os proprietários podem gerenciar suas casas de maneira mais inteligente e eficiente, utilizando smartphones e outros dispositivos para monitorar e controlar diferentes aspectos do ambiente doméstico.

5.2.2.1 Automação Residencial ou Domótica

> Forti, J. C. (2002). Conforme José Cândido Forti, presidente da AURESIDE, uma das vantagens da automação residencial é a transformação de lares em acolhedores refúgios que proporcionam segurança e redução de despesas. O que antes era visto como um privilégio exclusivo da família Jetson está começando a se popularizar em empreendimentos residenciais de luxo, trazendo o conceito de "casa do futuro" para a realidade atual. (TEZA, 2002, p.23).

5.2.2.1.1 Automação Residencial: Transformando Casas em Lares Inteligentes

A automação residencial refere-se ao uso de tecnologia para controlar e automatizar funções e dispositivos em uma casa. Com a integração da Internet das Coisas (IoT) e da Inteligência Artificial (IA), é possível gerenciar luzes, termostatos, câmeras de segurança, eletrodomésticos e tomadas de forma centralizada e eficiente. Um exemplo comum é o sistema de iluminação inteligente, que permite controlar as luzes remotamente via aplicativo ou comando de voz, proporcionando praticidade, eficiência energética e segurança.

A importância da automação vai além da conveniência, representando uma transformação na interação com o ambiente doméstico. Termostatos inteligentes ajustam a temperatura com base nos hábitos dos moradores, economizando energia e reduzindo custos. Sistemas de segurança modernos permitem monitoramento em tempo real e envio de alertas instantâneos sobre atividades suspeitas, oferecendo mais tranquilidade aos proprietários.

O futuro da automação residencial é promissor, com avanços contínuos em tecnologia e integração. Assistentes virtuais como Amazon Alexa, Google Assistant e Apple Siri facilitam o controle por voz de dispositivos conectados, tornando a interação com a tecnologia mais natural e intuitiva.

Além disso, a automação aumenta a acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida, permitindo o controle de dispositivos sem movimentação física. Também contribui para um estilo de vida sustentável, com estudos apontando uma redução de até 30% no consumo de energia. Durante muito tempo, casas inteligentes eram apenas ideias presentes em ficções científicas, mas hoje representam uma realidade em rápida evolução.

Tabela 1 – Linha do Tempo da Automação

Ano	Invenção/Evento	Descrição
1879	Primeira lâmpada funcional	Thomas Edison criou uma lâmpada que funciona por 45 horas.
1898	Primeiro controle remoto	Nikola Tesla desenvolve controle remoto via rádio.
1901	Primeiro aspirador de pó	Aspirador motorizado por Hubert Cecil Booth.
1908	Primeira máquina de lavar elétrica	Inventada por Alva J. Fisher.
1913	Primeira geladeira doméstica	Adaptação do sistema de refrigeração de James Herrison.
1930	Interruptores three way	Permite ligar/desligar lâmpada em locais diferentes.
1950	Controle remoto de TV com fio	Desenvolvido pela Zenith Radio Corporation.
1956	Controle remoto de TV sem fio	Criado por Eugene Polley.
1960	Automação industrial	Lançados os Controladores Lógicos Programáveis.
1966 – 1967	Primeiro dispositivo inteligente	ECHO IV calcula listas de compras e controla a temperatura.
1976	Aparelho de vídeo VHS	Permite gravar e assistir conteúdos em horários diferentes.
1990	Primeira ligação de celular no Brasil	Realizada entre Rio de Janeiro e Brasília.
1994	Conexão de câmeras de segurança à internet	Internet discada conecta dispositivos e surgem home theaters.
2004	Chegada do 3G no Brasil	Acesso limitado a poucas cidades.
2010	Redes wireless popularizadas	Fim da necessidade de cabos.
2018	Cobertura 4G no Brasil	94% da população tem acesso à tecnologia.
2019	Casa Inteligente	Automação residencial acessível ao público brasileiro.

Fonte: Elaborado pelos autores do TCC.

5.2.2.1.2 Benefícios da Automação Residencial

Eficiência Energética: A automação residencial contribui para a eficiência energética ao permitir o controle preciso e programável de luzes, aquecimento e eletrodomésticos. Por exemplo, luzes inteligentes podem ser programadas para desligar automaticamente quando ninguém está em casa, e termostatos inteligentes podem ajustar a temperatura com base na presença dos moradores, resultando em uma significativa redução no consumo de energia;

Segurança Aprimorada: Sistemas de segurança inteligentes, incluindo câmeras de vigilância, sensores de movimento e fechaduras eletrônicas, oferecem monitoramento constante e alertas instantâneos. Os moradores podem monitorar suas casas em tempo real e receber notificações sobre qualquer atividade suspeita, aumentando a segurança e a tranquilidade;

Conveniência e Conforto: A automação residencial proporciona uma conveniência inigualável, permitindo que os moradores controlem praticamente todos os aspectos do ambiente doméstico através de um smartphone ou assistente virtual. Isso inclui ajustar as luzes, a temperatura, iniciar eletrodomésticos e até mesmo controlar o sistema de entretenimento com um simples comando de voz;

Automação de Tarefas Rotineiras: Com a automação residencial, tarefas diárias podem ser simplificadas e automatizadas. Por exemplo, é possível programar a casa para acender as luzes ao anoitecer, ajustar o termostato ao sair de casa e até iniciar a máquina de café todas as manhãs. Isso permite que os moradores se concentrem em atividades mais importantes e desfrutem de um estilo de vida mais eficiente e relaxado;

Integração e Expansibilidade: A maioria dos sistemas de automação residencial é projetada para ser expansível e compatível com uma ampla gama de dispositivos. Isso significa que os moradores podem começar com alguns dispositivos básicos e expandir gradualmente seu sistema de automação, adicionando novos dispositivos e funcionalidades à medida que suas necessidades evoluem. A automação residencial está transformando a maneira como vivemos, trazendo uma mistura inovadora de conforto, segurança e economia de energia. Com a ampla gama de dispositivos inteligentes e assistentes virtuais disponíveis hoje, tornar sua casa inteligente é mais fácil e acessível do que nunca. O impacto da automação residencial nos dias atuais vai desde a redução nas contas de energia até o aumento da segurança, os benefícios de uma casa inteligente são amplos e diversos, oferecendo uma visão empolgante do futuro da vida doméstica.

5.2.2.1.1 Conceito de Casa Inteligente (Smart Homes)

Segundo Aldrich (2003), uma casa inteligente é definida como uma residência equipada com tecnologias de processamento e informação que antecipam e respondem às necessidades dos moradores. Esses sistemas trabalham para proporcionar conforto, conveniência, segurança e entretenimento, gerenciando a tecnologia doméstica e conectando a casa com o mundo exterior.

Casa inteligente como uma tendência a médio e longo prazo. A automação residencial tem como objetivo integrar os diversos sistemas de uma casa. Essa interação favorece a execução das tarefas, organiza as ações e otimiza tempo e recursos, como energia elétrica e uso racional da água, dentre outros. Essas casas automatizadas são denominadas casas inteligentes. Com o uso de celulares, tablets, assistentes virtuais ou controles remotos, é possível controlar luzes, cortinas, televisores, bombas, ar condicionado e tantos outros equipamentos, local ou à distância, sendo uma forte tendência atual.

Outro sistema nas chamadas casas inteligentes que se beneficia da automação é a segurança, proporcionando tranquilidade e eficiência em tempo real aos moradores, que podem controlar e monitorar alarmes, câmeras, fechaduras eletrônicas, além de utilizar sistemas de reconhecimento facial para dar acesso às residências.

Podemos identificar diversos fatores positivos para a implantação da automação residencial, como a economia no uso dos recursos físicos e a redução dos impactos nos recursos ambientais, favorecendo a sustentabilidade. Isso pode ser alcançado com o uso de lâmpadas inteligentes, controladores de temperatura e sistemas de aquecimento solar inteligentes, que geram economia de energia elétrica. Podemos também utilizar controladores de energia elétrica e sistemas de irrigação com sensores de umidade do solo para economizar água.

A automação residencial pode promover a acessibilidade para pessoas idosas e pessoas com necessidades especiais. A partir do uso de assistentes virtuais e suas interconexões com os equipamentos eletroeletrônicos, facilita-se as tarefas do dia a dia ou simplesmente o acionamento de TVs, ar condicionados, robôs de limpeza, cortinas e outros. Vale ressaltar que, com a grande disponibilidade de equipamentos de automação residencial, hoje é possível automatizar esses sistemas gradualmente, em função da necessidade do usuário.

5.2.2.2 Tecnologias Envolvidas

A Automação Residencial está em franca expansão, e ainda é motivo de estudos com adição incessante de melhorias, novas ideias ou novas técnicas de aperfeiçoamento dos produtos já existentes. Porém, podemos alavancar alguns dos principais sistemas de Automação

Residencial que estão em evidência e estão efetivamente sendo estudados e utilizados em diversas regiões do Mundo:

1. Segurança: Alarmes, Monitoramento, Circuito Fechado de TV, Controle de Acesso, Reconhecimento Facial, Alarme de Vazamentos e Incêndio, Check-up Humano Remoto;

2. Entretenimento: Home Theater, Áudio e Vídeo Distribuídos, TV por Assinatura e Internet;

3. Controle de Iluminação: Controle Acendimento de Luzes e Economia de Energia;

4. Home Office: Telefonia e Redes Domésticas;

5. Ar Condicionado e Aquecimento: Controle de Temperatura Ambiente;

6. Eletrodomésticos Inteligentes: Forno, Geladeira, Máquina de Lavar Inteligentes, etc;

7. Serviços Inteligentes: Portas Cortinas Automáticas, Centrais de Vácuo, Reconhecimento de Voz, etc.;

8. Infraestrutura: Cabeamento Dedicado, Cabeamento Estruturado, Painéis, Quadros de Distribuição;

9. Controladores e Centrais de Automação: Hardware Softwares de controle de integração;

10. Funcionalidades Auxiliares: Energia Solar, Estações Climáticas, Irrigação de Jardins e Hortas, etc;

11. Assistentes virtuais: Alexa, Siri, Google Assistant e etc.

Um projeto de automação pode custar entre 1% a 7% do custo total da obra (sem considerar os novos equipamentos) e abranger elétrica, telefonia, áudio, vídeo, controle de acesso, alarme, segurança, ar-condicionado, sensores, dimmers para controle da luz, controle remoto inteligente, persianas elétricas, irrigação do jardim, além de conectar a casa com o mundo via Internet, entre outras utilidades. Para automatizar uma residência, o ideal é prever isso na fase de projeto, antes da construção, pois assim é possível prever o cabeamento e instalações.

5.3 O QUE SÃO ASSISTENTES VIRTUAIS?

5.3.1 Definição e características principais

No livro “Assistentes Virtuais Inteligentes e Chatbots”, os autores definem assistentes virtuais como: “[...] programas de computador (tais como o editor de texto Microsoft Word, o navegador de internet Google Chrome e o gerenciador de e-mail Mozilla Thunderbird) que foram projetados para interagir com os clientes de uma empresa em linguagem natural.” (CRUZ; ALENCAR; SCHMITZ, 2018, p. 4). Ou seja, os assistentes virtuais foram criados pelas empresas para facilitar a comunicação com os clientes através de uma linguagem clara, simplificada e natural. Sendo assim, esses assistentes atuam como filtros para agilizar o atendimento, funcionando como operadores de “contact center”. Os assistentes analisam as questões enviadas pelos clientes e respondem de maneira adequada, tentando solucionar os problemas, podendo ser baseados em texto ou em voz.

A criação e evolução dessas assistentes foram impulsionadas pelo avanço da inteligência artificial (IA), do processamento de linguagem natural (PLN) e do aprendizado de máquina (AM). A seguir, será apresentado um texto com embasamento teórico, abordando as principais características e aspectos relacionados às assistentes virtuais.

5.3.1.1 Histórico e Evolução

A ideia de máquinas capazes de conversar com humanos remonta aos primeiros desenvolvimentos em IA na década de 1950. Alan Turing, em seu artigo "Computing Machinery and Intelligence" (1950), propôs o famoso "Teste de Turing" como um critério para avaliar a inteligência de uma máquina. A partir de então, diversas pesquisas e protótipos foram desenvolvidos, como o ELIZA, um programa criado por Joseph Weizenbaum em 1966 que simulava um psicoterapeuta rogeriano utilizando técnicas simples de PLN.

Nos anos 2000, com o avanço da tecnologia e o aumento da capacidade computacional, surgiram assistentes virtuais mais sofisticadas, como a Siri da Apple (2011), a Google Assistant (2016) e a Alexa da Amazon (2014). Estas assistentes são capazes de realizar uma ampla gama de tarefas, desde responder perguntas simples até controlar dispositivos de automação residencial.

5.3.1.2 Principais Características

5.3.1.2.1 Processamento de Linguagem Natural (PLN)

O PLN é uma área da IA focada na interação entre computadores e humanos através da linguagem natural. Ele permite que as assistentes virtuais compreendam, interpretem e

respondam a comandos de voz ou texto de maneira eficaz. O PLN envolve várias subdisciplinas, como o reconhecimento de fala, a síntese de fala, a análise sintática, a análise semântica e a geração de linguagem natural.

5.3.1.2.2 Aprendizado de Máquina (AM)

O aprendizado de máquina é uma subárea da IA que se concentra na criação de algoritmos que permitem que os sistemas aprendam e melhorem a partir da experiência. As assistentes virtuais utilizam AM para melhorar sua capacidade de resposta e personalização ao longo do tempo. Por exemplo, ao interagir com um usuário, a assistente pode aprender suas preferências e padrões de comportamento, ajustando suas respostas e sugestões de acordo.

5.3.1.2.3 Reconhecimento e Síntese de Fala

O reconhecimento de fala permite que as assistentes virtuais convertam comandos de voz em texto, enquanto a síntese de fala transforma texto em fala. Tecnologias como o Google Cloud Speech-to-Text e o Amazon Polly são exemplos de ferramentas que facilitam esses processos. A precisão do reconhecimento de fala é crucial para a eficácia das assistentes virtuais, especialmente em ambientes ruidosos ou com diferentes sotaques e dialetos.

5.3.1.2.4 Integração com Outros Sistemas e Serviços

Assistentes virtuais frequentemente são integrados com uma variedade de serviços e dispositivos, desde aplicativos de calendário e e-mail até sistemas de automação residencial e dispositivos IoT (Internet das Coisas). Essa integração permite que elas realizem tarefas complexas, como agendar compromissos, enviar mensagens, tocar músicas, controlar iluminação e termostatos, entre outras.

5.3.1.2.5 Personalização e Contextualização

A capacidade de personalização é uma característica importante das assistentes virtuais. Elas utilizam dados pessoais, históricos de interação e preferências do usuário para oferecer respostas e sugestões mais relevantes. Além disso, a contextualização permite que elas compreendam o contexto de uma conversa, mantendo a coerência e a relevância ao longo de múltiplas interações.

5.3.1.2.6 Segurança e Privacidade

Questões de segurança e privacidade são críticas no uso de assistentes virtuais, especialmente devido ao grande volume de dados pessoais que elas podem acessar e processar. Empresas desenvolvedoras implementam diversas medidas de segurança, como criptografia de dados e controles de acesso, para proteger as informações dos usuários. No entanto, ainda existem preocupações e debates em torno da coleta e uso desses dados.

5.3.1.2.7 Aplicações Práticas

As assistentes virtuais têm uma ampla gama de aplicações em diferentes setores. No ambiente doméstico, elas facilitam tarefas cotidianas, como gerenciar lista de compras, tocar música e controlar dispositivos inteligentes. No setor empresarial, assistentes virtuais podem melhorar a eficiência operacional, automatizando tarefas administrativas, auxiliando em atendimento ao cliente e facilitando a comunicação interna. Na área da saúde, elas são utilizadas para fornecer informações sobre sintomas, agendar consultas e até mesmo monitorar a condição de pacientes.

Desafios e Futuro: Embora as assistentes virtuais tenham avançado significativamente, ainda enfrentam vários desafios. A precisão no reconhecimento de fala e na compreensão de linguagem natural continua a ser um problema, especialmente em situações complexas ou em línguas menos comuns. Além disso, há desafios relacionados à ética e à privacidade, pois a coleta e o uso de dados pessoais levantam questões sobre consentimento e transparência.

O futuro das assistentes virtuais promete ainda mais avanços, com melhorias contínuas em IA e PLN. Espera-se que elas se tornem ainda mais integradas em nossas vidas, oferecendo interações mais naturais e eficazes. A pesquisa em áreas como IA emocional, que busca dotar as assistentes de uma compreensão mais profunda das emoções humanas, e a IA explicável, que visa tornar os processos de decisão das máquinas mais transparentes, são exemplos de direções promissoras.

5.3.2 Como funcionam os assistentes virtuais

O funcionamento de uma assistente virtual pode ser dividido em várias etapas principais: captura de entrada, processamento, análise de intenção, geração de respostas e entrega da resposta. Cada uma dessas etapas envolve tecnologias e métodos específicos que permitem uma interação fluida e eficiente entre a máquina e o usuário.

5.3.2.1 Captura de Entrada

A primeira etapa no funcionamento de uma assistente virtual é a captura de entrada, que pode ser tanto de voz quanto de texto.

Reconhecimento de Fala: Para assistentes que operam via comandos de voz, o reconhecimento de fala (ASR - Automatic Speech Recognition) é fundamental. Esta tecnologia converte as palavras faladas pelo usuário em texto que a máquina pode processar. Modelos de reconhecimento de fala utilizam redes neurais profundas (DNNs - Deep Neural Networks) e aprendizado de máquina para identificar padrões de fala e transcrever áudio com alta precisão. Exemplos de tecnologias usadas incluem Google Cloud Speech-to-Text e IBM Watson Speech to Text.

Entrada de Texto: Para assistentes que operam via texto, a entrada pode ser capturada através de interfaces de chat em aplicativos móveis, websites ou outras plataformas de comunicação digital.

5.3.2.2 Processamento de Linguagem Natural (PLN)

Após a captura da entrada, a próxima etapa é o processamento de linguagem natural (PLN). Esta fase envolve várias sub etapas:

Análise Sintática: A análise sintática, ou parsing, desestrutura a entrada textual em componentes gramaticais, identificando partes do discurso como substantivos, verbos, adjetivos, etc. Ferramentas como o spaCy ou NLTK (Natural Language Toolkit) são frequentemente utilizadas para essa finalidade.

Análise Semântica: Na análise semântica, o sistema busca compreender o significado das palavras e frases no contexto específico em que foram usadas. Modelos como Word2Vec, GloVe e BERT são comumente empregados para mapear palavras em vetores numéricos que capturam suas relações semânticas.

5.3.2.3 Análise de Intenção e Extração de Entidades

Análise de Intenção: A análise de intenção (intent recognition) é crucial para determinar a ação que o usuário deseja realizar. Algoritmos de classificação de texto, como os baseados em redes neurais recorrentes (RNNs - Recurrent Neural Networks) ou transformadores, são usados para identificar a intenção do usuário a partir do texto processado.

Extração de Entidades: A extração de entidades (entity extraction) envolve identificar elementos específicos do texto que são relevantes para a execução da tarefa. Esses elementos podem incluir datas, horários, locais, nomes de pessoas, etc. Técnicas de reconhecimento de entidades nomeadas (NER - Named Entity Recognition) são aplicadas para essa finalidade.

5.3.2.4 Geração de Resposta

Uma vez identificada a intenção do usuário e extraídas as entidades relevantes, a assistente virtual gera uma resposta ou realiza uma ação específica. A geração de resposta pode ser realizada de duas formas principais:

Respostas Baseadas em Regras: Em sistemas mais simples, as respostas podem ser geradas com base em conjuntos predefinidos de regras e scripts. Esses sistemas são rápidos e eficientes, mas têm uma flexibilidade limitada.

Modelos de Resposta Baseados em IA: Assistentes mais avançados utilizam modelos de linguagem baseados em IA para gerar respostas dinâmicas e contextualmente relevantes. Modelos de transformadores, como o GPT (Generative Pre-trained Transformer), são capazes de produzir respostas que se adaptam ao contexto da conversa de forma mais natural e fluida.

5.3.2.5 Entrega da Resposta

Finalmente, a resposta gerada é entregue ao usuário.

Síntese de Fala: Para assistentes virtuais que respondem via áudio, a resposta textual é convertida em fala através de tecnologias de síntese de fala (TTS - Text-to-Speech). Ferramentas como Amazon Polly e Google Cloud Text-to-Speech são usadas para criar uma fala natural e clara.

Resposta em Texto: Para assistentes que operam via texto, a resposta é enviada diretamente para a interface de chat ou aplicação onde a interação está ocorrendo.

O funcionamento das assistentes virtuais é um processo complexo que envolve a integração de várias tecnologias avançadas de inteligência artificial e processamento de linguagem natural. Desde a captura da entrada do usuário até a entrega de uma resposta ou execução de uma ação, cada etapa é cuidadosamente projetada para proporcionar uma interação

eficiente e intuitiva. Com os avanços contínuos nessas tecnologias, as assistentes virtuais estão se tornando cada vez mais sofisticadas, capazes de entender e responder a comandos de maneira mais precisa e natural, transformando a forma como interagimos com a tecnologia no nosso dia a dia.

5.4 PRINCIPAIS TIPOS DE ASSISTENTES VIRTUAIS

A história dos assistentes virtuais começou em 1962, quando a IBM (International Business Machines Corporation, em tradução livre: Corporação Internacional de Máquinas de Negócios) lançou o “Shoebox”, um dispositivo que convertia sons de voz em impulsos elétricos. Sendo capaz de executar tarefas matemáticas e reconhecer algumas palavras. A partir daí, surgiram outros softwares no mercado que buscavam a interação humanos-máquinas, como o Harpy, criado pela DARPA (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa) em 1970. Em 2000, o Google apresentou o “Google Voice Search”, mecanismo que permitia a realização de pesquisas através da voz. Em 2011, essa evolução amadureceu e se popularizou com o lançamento da Siri pela Apple, que fazia parte do iPhone 4S. A Siri deu início a uma disseminação do uso dos assistentes virtuais e ao surgimento de diversas plataformas com o mesmo perfil.

5.4.1 Assistentes Virtuais baseados em texto

Quando se realiza uma pesquisa sobre assistentes virtuais, o termo "chatbots" é frequentemente visto como um sinônimo. Porém, essa relação é equivocada, pois os chatbots são um tipo de assistente virtual. Na realidade, eles são um tipo de inteligência artificial que interage com usuários através de chats e aplicativos de mensagens, sendo até capazes de enviar links e arquivos de forma automática, conforme a necessidade do usuário. Dessa forma, os chatbots são classificados como assistentes virtuais baseados em texto, pois recebem e enviam respostas através de textos. Em uma tradução mais literal, "chat" significa conversa e "bots", que vem da palavra "robot" (robô), refere-se a robôs capazes de imitar ou substituir as tarefas realizadas por seres humanos.

Entre os principais tipos disponíveis atualmente no mercado, temos: o Chat GPT, que é um modelo de linguagem baseado em aprendizado profundo, capaz de conversar com o usuário e fornecer respostas complexas e detalhadas; os atendimentos online realizados em sites que visam esclarecer dúvidas frequentes dos usuários; os navegadores, como Google Chrome, Firefox e Safari, entre outros. Em uma análise mais ampla, basicamente todos os sistemas que necessitam de interação com usuários utilizam chatbots. Por isso, muitas vezes de forma equivocada, ele é visto como sinônimo de Assistente Virtual.

> É importante pontuar que chatbots e assistentes virtuais não são iguais, apesar de possuírem características parecidas, existem diferenças entre ambas as tecnologias. Os chatbots interagem por chats, aplicativos de mensagens e são capazes de enviar links e arquivos, de forma automaticamente de acordo com a necessidade do usuário.

> Já assistentes virtuais utilizam tanto voz quanto textos e suas respostas vão de acordo com o obtido na internet, podendo ser texto, vídeo, imagem entre outras formas. (LUGLI; LUCCA FILHO, 2020, p. 209)

5.4.2 Assistentes Virtuais baseados em voz

Os assistentes virtuais baseados em voz são aqueles que recebem e enviam respostas sonoras, ou seja, os usuários através da sua voz e o assistente virtual através da sua linguagem sonora. Entre os principais tipos, temos:

5.4.2.1 Siri

Esse assistente virtual é comercializado pela Apple, marca conhecida mundialmente pela qualidade de seus produtos. É um dos assistentes mais completos que existem no mercado, possui diferentes funcionalidades, entre elas:

Comando de voz: Permite que os usuários utilizem comandos de voz para solicitar a execução de tarefas, como fazer chamadas, definir lembretes, colocar alarmes, enviar mensagens de texto, executar ligações e agendar eventos no calendário.

Perguntas e informações: O assistente responde a perguntas gerais, além de fornecer informações sobre a previsão do tempo, esportes, notícias, entre outros.

Controle de dispositivos: O assistente pode ser utilizado para controlar dispositivos domésticos inteligentes, permitindo o controle da iluminação, temperatura, fechaduras automáticas e outros dispositivos compatíveis.

Tarefas pessoais: O assistente pode tocar músicas, ler e-mails, fazer anotações, dar direções e até mesmo contar piadas.

Com as novas atualizações que estão sendo feitas, o assistente virtual agora é "o aplicativo mais adequado para enviar mensagens ou ligar para um contato, mesmo sem que o usuário diga o nome do aplicativo." (APPLE, 2024). Além disso, a política de privacidade da empresa é rigorosa e no próprio site, a empresa deixa o seguinte recado:

> A Siri não sabe tudo sobre você. Só sobre o que você precisa. O que você pede à Siri não é associado ao seu ID Apple. O poder do Neural Engine da Apple garante que o áudio das suas solicitações nunca saia do seu iPhone, iPad ou Apple Watch, a não ser que você decida compartilhá-lo. A inteligência do aparelho torna a experiência com a Siri mais pessoal, aprendendo suas preferências e antecipando suas necessidades sem

> comprometer sua privacidade. E, é claro, o que você fala com a Siri nunca é compartilhado com anunciantes. (APPLE, 2024)

Figura 2 - Siri

Fonte: APPLE (2024)

5.4.2.2 Alexa

Esse assistente foi desenvolvido pela empresa Amazon para ser utilizado nos alto-falantes inteligentes Amazon Echo1[1], criados pelo Amazon Lab1262[2]. A Alexa é uma inteligência artificial que é controlada apenas por voz. Ela vive na nuvem e pode ser utilizada por qualquer usuário que esteja conectado à internet.

A Alexa não é a mesma coisa que a tecnologia Echo, também desenvolvida pela empresa, que é basicamente o alto-falante, um smart speaker integrado com a Alexa. Segundo a própria empresa:

> Alexa é a inteligência dos alto-falantes, telas e tecnologia usável (como os Echo Buds). Alexa vive na nuvem, o que significa que você pode pedir ajuda à Alexa onde estiver: no Echo, no Fire TV e outros dispositivos compatíveis com Alexa. (AMAZON, 2024)

Os dispositivos Alexa possuem mecanismos chamados skills, que são basicamente as capacidades ou habilidades de executar determinadas funções. Podemos dividir essas skills – habilidades – em dois tipos: primeiro, as built-in, que são as funções que seguem os padrões de fabricação da Amazon, ou seja, as habilidades ativadas quando o usuário faz perguntas do tipo: "Alexa, que horas são?" e o assistente fala o horário atual da cidade. São aquelas perguntas que podem ser pré-determinadas, do tipo: "Quanto é 2+2?", "Alexa, onde fica Salvador?" e entre outros. E segundo, as custom, que são habilidades construídas por desenvolvedores terceiros. Por exemplo, uma empresa de telefonia deseja atender seus clientes pelo teleatendimento de maneira mais rápida. Então, eles deixam frases pré-programadas para direcionar os clientes para

[1] "O Echo é um smart speaker, ou seja, uma caixa de som inteligente controlada por voz com Alexa, que é a inteligência artificial da Amazon. Através dele, você consegue pedir músicas, notícias, previsão do tempo, controlar sua casa inteligente e muito mais" (AMAZON, 2024)

[2] "Amazon Lab126 é um importante centro de inovação onde alguns dos produtos mais conhecidos e amados da Amazon são projetados e trazidos à vida. [...]. Hoje, estamos produzindo uma variedade de produtos novos e inovadores, como o brilhante e de alto desempenho Fire Max 11 e o Echo Pop, nosso mais novo alto-falante compacto habilitado para Alexa." (AMAZON, 2024)

o melhor setor, como: “Tecle 1 se deseja falar sobre cobranças ou acordos”, “Tecle 2 se deseja falar sobre uma falha no sistema”, e entre outras. Estas sentenças pré-programadas são as custom.

Outra questão interessante sobre a Alexa são suas habilidades:

> Toda habilidade da Alexa possui um modelo de interação, que significa o conteúdo possível em um diálogo entre a assistente virtual e o usuário. Existem dois tipos: Pre-Built Interaction Model e Custom Interaction Model. No primeiro, o modelo de diálogo é pré-definido pelos desenvolvedores dos dispositivos Alexa durante a fabricação. Nesse contexto, podem ser citadas as smart home skills, que são habilidades desenvolvidas para controlar componentes de uma casa inteligente, ou flash briefing skills, que são aplicações jornalísticas capazes de repassar notícias diárias ao usuário. (FERNANDES, 2021, pg. 34)

Para o desenvolvimento deste trabalho, a habilidade mais importante a ser entendida da Alexa é a “Smart Home Skills”, que é utilizada para controlar os componentes em uma casa inteligente, como a temperatura, a iluminação, a irrigação de um jardim, etc.

> As habilidades de casa inteligente permitem que os clientes controlem seus dispositivos e eletrodomésticos conectados à nuvem – como luzes, termostatos, câmeras e cafeteiras – usando Alexa. Com habilidades de casa inteligente, o modelo de interação por voz já está construído e gerenciado para você, então você simplesmente decide como deseja que os clientes usem seu dispositivo, adicionando recursos em sua habilidade para permitir essas interações. (ALEXA, 2024)

Ao acessar o Kit de Habilidades Alexa no site da Amazon, é possível obter informações referentes ao funcionamento e implementação desse sistema.

Entre outras funcionalidades e habilidades da Alexa, temos:

Casa inteligente: Essa habilidade pode transformar qualquer casa em uma casa inteligente. Através do controle de voz com dispositivos compatíveis, como tomadas, lâmpadas, controles universais e câmeras, essa ferramenta proporciona ao usuário a possibilidade de criar uma rotina para sua casa inteligente. Por exemplo, todo dia às 7:00 da manhã, a Alexa pode desligar o ar-condicionado.

Produtividade: Essa funcionalidade ajuda o usuário a manter a produtividade e a organização. Permite definir alarmes, lembretes e gerenciar calendários, facilitando a organização das atividades diárias.

Música e entretenimento: Alexa oferece a seleção de músicas e vídeos de diferentes artistas e gêneros, permitindo ao usuário desfrutar de entretenimento personalizado.

Informações: Alexa pode solucionar perguntas e questionamentos, oferecendo respostas rápidas e precisas sobre uma ampla variedade de temas.

Fire TV com Alexa: Com a integração com Fire TV, é possível pesquisar filmes e séries, abrir aplicativos e ouvir músicas na televisão usando comandos de voz. Rotinas A criação de rotinas permite atender às necessidades dos usuários, automatizando tarefas diárias e personalizando a experiência de uso. Compras Com a Alexa, é possível fazer compras na Amazon, obter informações sobre produtos, acompanhar o andamento das entregas, entre outras funcionalidades.

Skills: As skills são categorias de habilidades que podem ser adicionadas à Alexa para ampliar suas capacidades. As principais categorias de skills incluem: Casa Inteligente, clima, comida e bebida, crianças, educação e referência, esportes, estilo de vida, filmes e TV e entre outros.

Amazon Kids: Essa funcionalidade oferece controle aos pais, auxiliando as crianças nas tarefas de casa, na hora de dormir e no uso das tecnologias. É uma ferramenta essencial para famílias, proporcionando um ambiente seguro e educativo para as crianças.

Figura 3 - Echo Dot 5ª geração integrado com Alexa

Fonte: AMAZON(2024)

5.4.2.3 Google Assistant

Este assistente foi desenvolvido e é também comercializado pela Google. Sua principal função é auxiliar os usuários através da conversação. Esse assistente é um sucessor da

tecnologia Google Now. A diferença é que o Google Assistant é integrado com a função Google Home, que permite o gerenciamento da residência através de um auto falante ativado por voz.

A tecnologia Google Assistant disponibiliza boa parte das funcionalidades encontradas em outros assistentes virtuais, como: Tarefas e afazeres, comunicação, informações locais, música e notícias, criação de lembretes, identificação de fotos no dispositivo, respostas rápidas, controle de casa, jogos e muito mais

O Google Assistant, assim como a Siri, lida seriamente com a política de privacidade.

> No Google, respeitamos e protegemos sua privacidade com uma infraestrutura de segurança sólida, práticas responsáveis relacionadas a dados e ferramentas de privacidade fáceis de usar que colocam você no controle. O Google usa suas informações para tornar serviços como o Google Assistente mais úteis e personalizados. Criamos controles fáceis de usar para que você possa escolher as configurações de privacidade que preferir. (GOOGLE, 2024)

Esse assistente disponibiliza uma ferramenta chamada "atalho". Ela permite que o usuário crie atalhos para diferentes aplicativos, a fim de facilitar o dia a dia. Basta dizer: “Ok Google, meus atalhos” ou “Ok Google, abra o Spotify”. O assistente conta com parcerias com diferentes aplicativos.

O assistente pode ser acessado: em celulares e tablets, displays inteligentes, alto-falantes inteligentes, relógios digitais, TVs, carros e em outros dispositivos compatíveis.

Figura 4 - Google Assistant

Fonte: Google (2024)

Tabela 2 - Comparação dos Assistentes virtuais

Assistente Virtual	Desenvolvida	Disponibilizada	Lançamento	Tecnologia base
Siri	SRI International, desenvolvido em 2003.	Apple	Tecnologia pioneira no mercado de assistentes virtuais. Lançado em 2011 com o iPhone 4s.	PLN Machine Learning Inteligência Artificial
Alexa	Amazon	Amazon	Utilizada nos alto-falantes inteligentes da Amazon Echo criado pelo Amazon Lab126 em 2014	PLN Machine Learning Inteligência Artificial Filtragem para captar o som emitido a partir de qualquer direção.
Google Assistant	Google	Google	18 de maio de 2016, durante a conferência de desenvolvedores Google I/O[3]	PLN Inteligência Artificial Machine Learning

Observação: Tecnologias específicas de cada empresa são utilizadas em seus assistentes virtuais. A ideia da seção "Tecnologia base" é apenas mostrar de forma mais simplificada a tecnologia base dos assistentes virtuais, que conta com o Processamento de Linguagem Natural (PLN[4]), o Machine Learning (Aprendizado de máquina[5]) e a I.A.

Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

[3] O I/O é o evento principal do Google, em que anunciamos as novidades e atualizações mais recentes no setor de tecnologia. "(Google I/O, 2024)

[4] "O PLN (Processamento de Linguagem Natural) é uma área da Ciência da Computação que estuda o desenvolvimento de programas computacionais que analisam, reconhecem e/ou geram textos em linguagens humanas, ou naturais." (ALURA, 2023)

[5] "[...] é um ramo da Inteligência Artificial que se concentra em criar sistemas que podem aprender a partir de dados. Ao invés de serem programados com regras específicas para executar uma tarefa diretamente, esses sistemas são treinados usando dados e algoritmos que lhes permitem melhorar seu desempenho para realizar seu objetivo. Em outras palavras, o Machine Learning permite que computadores aprendam com os dados,sem que precise explicitamente programar essa tarefa." (ALURA, 2024)

5.5 PRESENÇA NO MERCADO

5.5.1 Uso e adoção dos Assistentes Virtuais no Mercado

Dentre os assistentes virtuais discutidos anteriormente, foi realizada uma pesquisa com o objetivo de analisar a utilização desses no mercado. Para a construção de um gráfico de uso e adoção dos assistentes, foi utilizado o critério de usabilidade, integração e comportamento, atribuindo notas de 1 a 5.

5.5.1.1 Usabilidade

Ao fazer uma estatística de uso e adoção de assistentes virtuais, é necessário discutir primordialmente a usabilidade desses assistentes. De acordo com a ISO 9241, a usabilidade é a "medida na qual um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso" (ABNT, 2024). Desta forma, tal característica pode ser utilizada para qualificar os assistentes virtuais.

Siri: Um estudo com idosos realizado por Thiago Silva Chiaradia, Rodrigo Duarte Seabra e Adriana Prest Matted, ambos da Universidade Federal de Itajubá, constatou que a idade, o conhecimento prévio sobre o assistente, o grau de escolaridade e a motivação pessoal são fatores que influenciam diferentemente nos critérios de usabilidade da Siri (CHIARADIA; SEABRA; MATTED, 2017). Dessa forma, observa-se que a principal dificuldade ao utilizar o assistente pode ser resumida ao conhecimento prévio e ao costume com a utilização deste. Por não terem sido apresentadas tantas dificuldades com a utilização do assistente, foi atribuída a nota 4.

Alexa: Uma pesquisa feita pela aluna Juliana Calhau Pereira e pelo Professor Carlos Eduardo Câmara do Centro Universitário Padre Anchieta – Jundiaí, São Paulo, sobre a Assistente Virtual Alexa utilizando os conceitos das 10 Heurísticas de Nielsen,[6] identificou que o assistente possui uma boa interação para consultas simples, como programar alarmes e verificar notícias, fornecendo respostas diretas e fáceis de compreender. Porém, o assistente possui dificuldades ao lidar com questões que podem ter um duplo sentido, com a utilização de dialetos ou solicitações referentes a determinados locais, como a localização de hotéis em um bairro específico, não garantindo a total veracidade na resposta. A interface apresentou mais feedbacks

[6] Foram criadas pelo cientista da computação Jakob Nielsen para possibilitar a projeção de uma interface que não gera insegurança ao usuário, deixando claro quais serão os resultados das ações executadas pelos usuários de forma simples e eficiente. Em outras palavras, fazer com que o usuário não necessite de um manual de instruções. (MACEDO, 2017)

positivos na heurística 1 e 6, medianos na heurística 2, 3 e 8, negativos na 7, 9 e 10, e não apresentou feedbacks nas heurísticas 4 e 5, por não ter sido possível executá-las. De acordo com os feedbacks apresentados pelos autores, foi atribuída nota 3, devido aos feedbacks negativos nas heurísticas 7, 9 e 10, que classificam a facilidade de utilização do assistente. (CÂMARA, PEREIRA, 2021)

Google Assistant: Elis Ionara Vieira do Nascimento e Silva, da Universidade Federal do Ceará – Campus Russas, realizou uma avaliação em relação à "usabilidade e experiência do usuário no Google Assistente". Diante disso, foi constatado que o assistente possuía algumas falhas, como a "necessidade de o usuário ir até o aplicativo do assistente para a execução dos comandos; e a confusão do usuário em relação à quantidade de propagandas que surpreendem o usuário ao entrar no aplicativo, gerando conflito de interesses", além da detecção de problemas provenientes do momento de uso por meio da aplicação da Metodologia MALTU[7], baseados em comentários realizados pelos usuários do assistente, como por exemplo, "O reconhecimento por voz não funciona direito". Resumindo, nota-se falhas relacionadas à forma de falar (comandos de voz), ao idioma e às respostas enviadas pelo assistente, além da necessidade de abrir o aplicativo. (SILVA, 2021). Devido aos feedbacks negativos, foi atribuída a nota 3.

5.5.1.2 Integração

Siri: Exclusiva para dispositivos Apple. Atribuída nota 4
Alexa: Pode ser utilizada em dispositivos Amazon, dispositivos de terceiros e como aplicativo em iOS e Android. Atribuída nota 5
Google Assistente: Pode ser utilizada em dispositivos Google, dispositivos de terceiros e como aplicativo em iOS e Android. Atribuída nota 5

5.5.1.3 Comportamento

Quanto ao comportamento, os Assistentes podem ser classificados em: Passivos, dinâmicos e Dinâmicos com Gatilhos. (CRUZ; ALENCAR; SCHMITZ, 2018, p. 28)
Passivos: O assistente aguarda a solicitação de ajuda antes de se apresentar para auxiliar o cliente.

[7] "Metodologia proposta por Mendes (2015), que propõe uma avaliação textual por meio de Postagens Relacionadas ao Uso (PRUs) a partir de comentários realizados pelos usuários sobre o sistema, relatando algo sobre a usabilidade e a experiência de uso." (SILVA, 2021)

Dinâmicos: O assistente se apresenta para auxiliar o cliente assim que ele se conecta ao sistema, ficando ativo, ou seja, "entra no site, liga o tablet, aciona o smartphone, etc." (CRUZ; ALENCAR; SCHMITZ, 2018, p. 28)

Dinâmicos com Gatilhos: O assistente se apresenta quando o cliente demonstrar estar necessitando de ajuda, ou seja, se o cliente tentar várias vezes colocar uma senha, por exemplo, o assistente oferece ajuda.

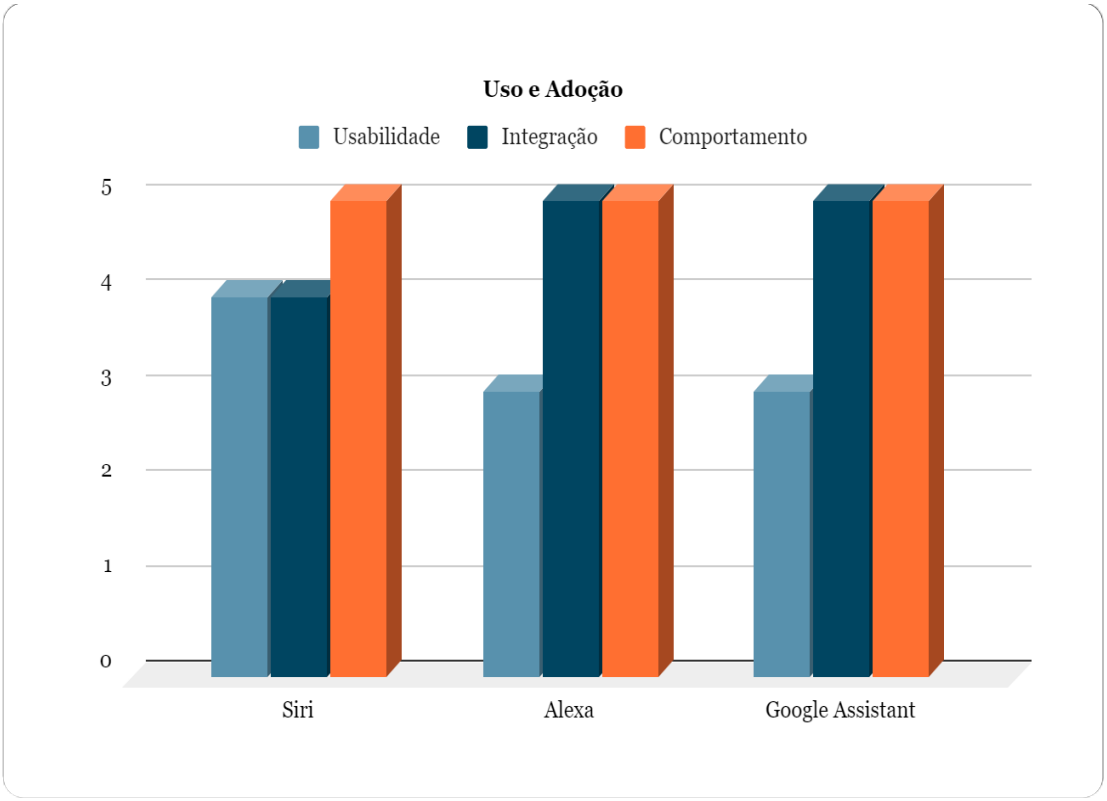
Os três assistentes se encaixam nas categorias Dinâmico e Dinâmico com Gatilho, por isso foi atribuída nota 5 para ambos.

Tabela 3 - Uso e adoção (Gráfico)

Assistente Virtual	Usabilidade	Integração	Comportamento
Siri	4	4	5
Alexa	3	5	5
Google Assistant	3	5	5

Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

Figura 5 - Gráfico sobre o uso e adoção dos assistentes virtuais



Fonte: Elaborado pelos autores do TCC.

Dentre as análises feitas a partir da usabilidade, integração e comportamento, nota-se que todos os assistentes virtuais possuem falhas no seu funcionamento, tanto em relação aos

mecanismos de construção dos assistentes quanto à utilização pelos usuários. Diante disso, através do gráfico apresentado, nota-se que, devido ao critério de integração, ou seja, o funcionamento dos assistentes nos mais diversos dispositivos, a Siri encontra-se em um nível abaixo da Alexa e do Google Assistant, apesar destes apresentarem níveis inferiores em relação à usabilidade. No entanto, como discutido anteriormente, através da pesquisa feita, não foram observadas tantas reclamações a respeito da Siri, pois a Apple trabalha constantemente para a evolução do assistente, através da coleta de dados sobre seu funcionamento. Entretanto, em 2019, o jornal britânico The Guardian revelou uma polêmica envolvendo a gravação de áudios captados pelo assistente virtual da Apple. A controvérsia surgiu porque a Apple não informava em sua política de privacidade que esses áudios poderiam ser gravados e analisados por terceiros. Isso gerou complicações para a imagem do assistente virtual da empresa. Na entrevista, a Apple forneceu a seguinte declaração:

> Uma pequena parte das solicitações do Siri é analisada para melhorar o Siri e o ditado. As solicitações do usuário não estão associadas ao ID Apple do usuário. As respostas da Siri são analisadas em instalações seguras e todos os revisores têm a obrigação de aderir aos rígidos requisitos de confidencialidade da Apple. (THE GUARDIAN, 2019)

Contudo, o assistente virtual não deixou de ser utilizado e é um dos melhores disponíveis no mercado.

5.5.2 Uso e adoção dos Assistentes Virtuais na Automação Residencial

Segundo Menin et al. (2014), "Desde os primórdios até os dias de hoje, o homem sempre dependeu de instrumentos e ferramentas para realizar suas tarefas cotidianas e garantir sua sobrevivência"(SOUZA; MARQUES, 2024). Isso evidencia que a automação não se restringiu apenas às revoluções industriais, mas evoluiu paralelamente ao próprio progresso da humanidade.

Os índices de automação residencial têm aumentado significativamente nos últimos anos, devido principalmente ao avanço da tecnologia. A integração com assistentes virtuais possibilitou o controle e o monitoramento a distância de forma mais eficiente e ágil. Na atualidade, você pode controlar sua casa do outro lado do mundo, bastando apenas estar conectado à internet.

O uso e adoção dos Assistentes Virtuais para a automação residencial ocasionou o surgimento do termo "Casa Inteligente", ou seja, a utilização de tecnologias para o controle e automatização de funções como temperatura, iluminação, segurança, entretenimento, entre outros, podendo ser controlados por meio de aplicativos nos dispositivos smartphone ou por

comando de voz através de assistentes virtuais, oferecendo ao cliente conforto, segurança, acessibilidade, economia de energia, etc.

Segundo José Bugeja da Universidade de Malta, uma casa inteligente, em inglês, smart home,

> "[...] pode ser definida como uma residência que incorpora uma variedade de sensores, sistemas e dispositivos que podem ser acessados, controlados e monitorados remotamente por meio de uma rede de comunicação" [8](BUGEJA, 2016, p.172, tradução nossa).

Nessa perspectiva, a implementação da automação residencial no Brasil,

> de acordo com Silva e Miranda (2018), [...] ainda possui dificuldades para se disseminar, quando comparado a outros países, devido à falta de profissionais capacitados, custo elevado de implementação e a dificuldade de se integrar dispositivos ao sistema residencial, à constante evolução da IoT e da automação continua mudando a forma de como se conectar com o mundo ao redor, em consequência da expansão de seu mercado (DEMARCHI, 2023).

Apesar das dificuldades enfrentadas, o avanço do setor com a utilização de assistentes virtuais está proporcionando uma maior acessibilidade para pessoas com deficiências, crianças e idosos. A vantagem na utilização desses assistentes se dá principalmente pela capacidade de centralização do controle de todos os dispositivos do projeto de automação residencial, bem como pela capacidade de aprendizado das máquinas, o que possibilita a personalização dos assistentes, adaptando-se de certo modo à rotina do usuário.

Com a busca pela eficiência energética, a tendência desse mercado é crescer ainda mais nos próximos anos. A integração dos assistentes virtuais em sistemas de automação residencial não apenas simplifica as tarefas diárias, mas também contribui para a independência e qualidade de vida das pessoas com necessidades especiais. Assim, a melhoria contínua e a expansão desse setor são essenciais para atender às demandas crescentes por soluções tecnológicas acessíveis e eficientes.

5.5.3 Principais produtos utilizados na Automação Residencial

Sensores de presença: Detectam movimentos ou presença em um ambiente. Utilizados para acionar outros dispositivos automaticamente, como luzes quando alguém entra ou sai de um cômodo. A utilização desses dispositivos permite aumento de segurança, economia de energia e conforto.

[8] "A smart connected home can be defined as a residence incorporating a range of sensors, systems, and devices that can be remotely accessed, controlled, and monitored via a communication network". (BUGEJA, 2016, p.172)

Controladores: Dispositivos que gerenciam e coordenam o funcionamento de outros dispositivos da automação residencial, podendo ser centrais que controlam ou conectam sensores, atuadores e outros aparelhos inteligentes, como lâmpadas, cortinas, termostatos, etc., permitindo uma operação mais eficiente e integrada.
Atuadores: Executam as ações em resposta a comandos enviados pelo controlador ou sensores.
Assistentes virtuais: Softwares que utilizam inteligência artificial para interagir com os usuários por meio de comandos de voz, conforme já discutido anteriormente.
Arduino: Usado para desenvolver sistemas personalizados de automação residencial.

Automação específica
Termostatos inteligentes: Permitem ajustar e programar a temperatura de uma casa através de um aplicativo móvel ou comandos de voz.
Robôs de limpeza: Dispositivos autônomos, como aspiradores e esfregões robóticos, que limpam o chão sem necessidade de intervenção manual.
Dispositivos de segurança inteligentes: Incluem câmeras de segurança, sensores de portas/janelas, fechaduras inteligentes e sistemas de alarme que podem ser monitorados e controlados remotamente.
Sistemas de som inteligentes: Permitem o ajuste de som a partir de um aplicativo ou assistente virtual.

Atualmente, existem no mercado de automação residencial inúmeros dispositivos que facilitam a automação, a exemplo do Sonoff, que é um relé WiFi inteligente utilizado para acionar diversos equipamentos eletroeletrônicos, como lâmpadas, ventiladores, tomadas, entre outros. Esses dispositivos podem ser controlados remotamente pela internet, utilizando o celular ou tablets compatíveis com diversos assistentes virtuais. Além disso, são amplamente utilizados na automação residencial devido à sua simplicidade, praticidade na implantação e custo relativamente baixo.

Figura 6 - Dispositivo Sonoff

Fonte: Portko (2024)

Tomadas inteligentes

Esses dispositivos funcionam de maneira muito simples. Basta conectar qualquer aparelho à tomada para controlá-lo via Wi-Fi pelo celular. Com essas tomadas, todos os eletrodomésticos podem ficar conectados e ser controlados por assistentes virtuais ou outros dispositivos.

Figura 7 - Tomada Inteligente

Fonte: Mercado Livre (2024)

Lâmpadas inteligentes

Esses dispositivos podem ser conectados diretamente em bocais convencionais e possuem diversas funções de iluminação, como opções de cores, variação de intensidade, programação de acionamento e sensores de luminosidade. Eles podem ser controlados por um smartphone ou assistente virtual, permitindo também o controle à distância.

Figura 8 - Lâmpada Inteligente

Fonte: Mercado Livre (2024)

Sistema de Gestão de Energia Residencial (HEMS - Home Energy Management Systems)

"É um sistema digital que monitora e controla a geração, o armazenamento e o consumo de energia dentro de uma casa" (GRIDX, 2024). Essa tecnologia pode ser adquirida por meio de empresas que fornecem o serviço, como a Enjoyelec ou a Schneider, com a tecnologia Wiser Home, ou através de aplicativos compatíveis com as tecnologias de automação empregadas na

residência, como o Home Assistant ou o Google Home, com integração de assistentes virtuais. O objetivo desse sistema de gerenciamento é minimizar os custos relacionados ao consumo de energia elétrica, tornando-se uma peça fundamental na automação residencial focada na eficiência energética e no uso racional.

Figura 9 - Google Home

Fonte: 1000 LOGOS (2024)

5.6 POR QUE AUTOMATIZAR?

Segundo Muratori e Bal Dó (2014, p.71), 84% dos construtores reconhecem que incorporar tecnologia nas residências que constroem é um diferencial competitivo significativo. Ao longo dos anos, a tecnologia tem evoluído rapidamente, automatizando sistemas e rotinas para melhorar a adaptação ao ambiente. Isso motivou o desenvolvimento de projetos de automação residencial, com o objetivo de proporcionar mais segurança, economia e comodidade às pessoas. A automação residencial oferece uma série de benefícios, como conforto, acessibilidade, ergonomia, gestão do tempo, programação de agendas e economia de energia.

Automatizar uma residência significa integrar tecnologias avançadas que gerenciam e controlam diferentes sistemas e dispositivos domésticos, desde iluminação e climatização até segurança e entretenimento. A presença de poucos sistemas de monitoramento e automação no mercado reforça a necessidade de desenvolver soluções inovadoras que atendam às demandas crescentes por casas inteligentes.

Com a automação, os moradores podem experimentar uma nova dimensão de interação com suas casas, controlando equipamentos através de smartphones ou assistentes virtuais. Isso não só aumenta o conforto e a conveniência, mas também otimiza o uso de recursos energéticos, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.

Além disso, a automação residencial proporciona um ambiente mais seguro. Sistemas de segurança automatizados podem monitorar continuamente a residência, detectar intrusões e enviar alertas instantâneos, garantindo a proteção dos moradores. A capacidade de controlar remotamente a iluminação, trancar portas e visualizar câmeras de segurança aumenta a sensação de segurança e tranquilidade.

Sendo assim, a automação residencial não só facilita as tarefas diárias, proporcionando mais autonomia e conforto, como também oferece benefícios econômicos e de segurança significativos. Ao integrar tecnologia de ponta, as casas se tornam mais eficientes e adaptáveis, melhorando a qualidade de vida dos moradores de maneira substancial.

5.6.1 Aumento da eficiência e redução de custos

Como mencionado anteriormente, “A automação residencial oferece diversas vantagens, principalmente ao aumentar a acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida, permitindo que controlem dispositivos domésticos sem a necessidade de movimentação física. Além disso, contribui para um estilo de vida mais sustentável ao monitorar e gerenciar o

consumo de energia, com estudos indicando que pode reduzir o consumo energético em até 30%, promovendo práticas mais ecológicas.”

A automação domótica melhora significativamente a gestão dos recursos domésticos ao integrar tecnologias avançadas que otimizam o uso de energia e água, aumentam a segurança e reduzem os custos operacionais. Ela permite o controle preciso de sistemas como climatização e iluminação, facilita a manutenção preditiva e possibilita o monitoramento remoto dos equipamentos. Dessa forma, a automação residencial proporciona maior conforto, economia e segurança, transformando a administração doméstica em uma experiência mais inteligente e sustentável.

5.7 O FUTURO DA AUTOMAÇÃO E ASSISTENTES VIRTUAIS

O futuro promete transformar significativamente a maneira como vivemos e interagimos com a tecnologia. Com os avanços contínuos em inteligência artificial e aprendizado de máquina, os assistentes virtuais estão se tornando cada vez mais sofisticados, capazes de entender e prever as necessidades dos usuários de forma mais intuitiva. A integração de dispositivos e sistemas será ainda mais harmoniosa, permitindo um controle mais eficiente e personalizado dos ambientes domésticos e profissionais.

5.7.1 O papel da automação e assistentes virtuais em um mundo pós-pandêmico

Após a pandemia, a automação e os assistentes virtuais têm se tornado essenciais para adaptação às novas realidades e promoção de ambientes mais eficientes e seguros. A necessidade de tecnologias que suportem o trabalho remoto e o distanciamento social acelerou sua adoção. Esses sistemas ajudam a gerenciar tarefas diárias e oferecem suporte em ambientes domésticos e profissionais, mantendo a continuidade das operações e melhorando a qualidade de vida. À medida que a sociedade se ajusta às mudanças, essas tecnologias continuarão a desempenhar um papel crucial na criação de ambientes mais adaptáveis e resilientes.

6.0 DESENVOLVIMENTO

6.1 PROJETO ELÉTRICO

Como método teórico prático de aplicação dos assistentes virtuais para automação de processos, desenvolvemos uma planta elétrica de um imóvel como modelo para a implantação do sistema de automação. No anexo 1, consta o projeto elétrico. No anexo 2, consta a memória de cálculo. No anexo 3, consta a lista de materiais a serem utilizados no projeto.

6.1.1 Dimensionamento dos condutores

Nesta etapa, o dimensionamento foi feito utilizando os critérios: Seção Mínima, Capacidade de Condução de Corrente (Ampacidade) e Queda de Tensão. De acordo com a memória de cálculo (ANEXO 2), o padrão é do tipo 220/127V, a categoria de fornecimento é B1 e o isolamento é do tipo PVC.

O critério de seção mínima foi realizado utilizando a Tabela 4.16 (ANEXO 4), segundo a NBR-5410. Para o critério de capacidade de corrente, primeiramente foi anotada a corrente de projeto (Ib), obtida na memória de cálculo (ANEXO 2). Em seguida, foi analisada a necessidade de fatores de correção, podendo ser do tipo $f1$ – fator de correção por temperatura; $f2$ – fator de correção para linhas subterrâneas; e $f3$ – fator de correção por agrupamento. Analisados os fatores de correção, a corrente de projeto foi dividida por estes a fim de se obter a corrente corrigida (Ic). Prosseguindo, verificou-se o método de instalação, nesse caso B1, a quantidade de condutores carregados, que podem ser 2 ou 3 dependendo do circuito, e foi analisado na Tabela 4.4 (ANEXO 5), segundo a NBR-5410, pelo fato do método de instalação ser B1 em PVC.

Tabela 4 - Dimensionamento dos condutores

Circuito	Descrição	Corrente de Projeto (A)	Seção Adotada (mm2)
1	Iluminação (Dormitório 1, Dormitório 2, Dormitório 3 e Suíte)	6,77	2,5
2	TUG (Sala; Circulação; Dormitório 3; Banheiro Social)	12,60	2,5
3	TUG (Dormitório 1; Dormitório 2; Suíte; Banheiro Suíte)	13,39	2,5
4	TUG (Cozinha)	14,96	2,5
5	TUE (Ar-condicionado Dormitório 1)	5,93	2,5
6	TUE (Ar-condicionado Dormitório 2)	5,93	2,5
7	TUE (Ar-condicionado Dormitório 3)	5,93	2,5
8	TUE (Ar-condicionado Suíte)	5,93	2,5
9	TUE (Chuveiro Banheiro Suíte)	20,91	6,0
10	TUE (Chuveiro Banheiro Social)	20,91	6,0
11	Iluminação (Sala, Cozinha, Circulação, Banheiro Social e Banheiro Suíte)	6,93	2,5

Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

6.1.2 Análise de mercado (Via internet) - Projeto Elétrico

Tabela 5 - Análise de Mercado (Projeto Elétrico)

Análise de mercado (Via internet) - Projeto Elétrico				DATA		01/06/2024
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**PRODUTO**	**UND.**	**N°**	**PREÇO**	**CUSTO**
1	Caixa de Derivação 4x2”	Caixa de embutir 4x2 Retangular Tramontina Amarela Alta	pç	40	R$1,44	R$57,60
2	Caixa de Derivação 4x4”	Caixa de embutir 4x4 Retangular Tramontina Amarela Alta	pç	2	R$11,95	R$23,90
3	Caixa octogonal	Caixa de Embutir Octogonal 4x4 Tramontina Amarela	pç	23	R$5,90	R$135,70
4	Interruptor simples	Conjunto Interruptor Simples 1 Módulo 6A 4X2 Branco Aria ABS - Tramontina	pç	5	R$3,99	R$19,95
5	Interruptor simples conjugado com tomada padrão BR 2P+T, 10A	Conjunto de Interruptor Simples com Tomada 2P+T 10A 680112 Zeffia - Legrand	pç	1	R$18,90	R$18,90
6	Interruptor paralelo de seção	Conjunto 4x2 com 1 Interruptor Paralelo 10A 250 V Tramontina Lux2 Branco	pç	2	R$8,45	R$16,90
7	Interruptor paralelo conjugado com tomada padrão BR 2P+T, 10A	Conjunto 4x2 com 1 Interruptor Paralelo 10 A 250 V e 1 Tomada 2P+T 10A 250V Tramontina Lux2 Branco	pç	2	R$13,20	R$26,40
8	Tomada padrão brasileiro, 2P+T, 10A	Conjunto Horizontal de Tomada de Energia 1 Módulo 2P + T 10A Antichamas Branco 4X2 - Aria - Tramontina	pç	24	R$3,99	R$95,76
9	Condutor flexível isolado de PVC, seção 2,5 mm² (Cor: preta)	Fio/Cabo Flexível Antichamas Flexsil 2,50 mm Rolo com 100 m 450/750V Preto - Sil	m	1	R$219,90	R$219,90
10	Condutor flexível isolado de PVC, seção 2,5 mm² (Cor: azul)	Fio/Cabo Flexível Antichamas Flexsil 2,5 mm Rolo com 100 m 450/750V Preto - Sil	m	1	R$219,90	R$219,90
11	Condutor flexível isolado de PVC, seção 2,5 mm² (Cor: verde)	Fio/Cabo Flexível Antichamas Flexsil 2,5 mm Rolo com 100 m 450/750V Azul - Sil	m	1	R$219,90	R$219,90
12	Condutor flexível isolado de PVC, seção 6,0 mm² (Cor: preta)	Fio/Cabo Flexível Antichamas Flexsil 6,00 mm Rolo com 25m 450/750V Preto - Sil	m	1	R$229,00	R$229,00
13	Condutor flexível isolado de PVC, seção 6,0 mm² (Cor: azul)	Fio/Cabo Flexível Antichamas Flexsil 6,00 mm Rolo com 25m 450/750V Preto - Sil	m	1	R$229,00	R$229,00
14	Condutor flexível isolado de PVC, seção 6,0 mm² (Cor: verde)	Fio/Cabo Flexível Antichamas Flexsil 6,00 mm Rolo com 25m 450/750V Preto - Sil	m	1	R$229,00	R$229,00
15	Placa 4x2” com furo para saída de cabo	Placa com 1 Furo 9,5 mm 4x2 Tramontina Aria Branca	pç	6	R$2,75	R$16,50
16	Disjuntor termomagnético, IN=50A, curva C, tripolar	Disjuntor DIN Tripolar 415V 50A Tipo C - Tramontina	pç	1	R$64,90	R$64,90
18	Quadro de distribuição de embutir para 24 disjuntores	Quadro de Distribuição Embutir Universal Branco 135002 24 Módulos DIN - Cemar	pç	1	R$181,00	R$181,00
19	Interruptor paralelo de 4 seções	Interruptor Paralelo 16A 4 Teclas 4x4 Evidence Fame	pç	2	R$76,67	R$153,34

20	Eletroduto Flexível Corrugado PVC DN 25 mm	Eletroduto Flexível Corrugado PVC DN 25 mm 1/2" x 50m - Tramontina **	mm^2	4	R$79,90	R$319,60
					CUSTO TOTAL: R$ 2 477,15	

Legenda
** **Como** o produto é vendido na metragem de 50 metros, o valor de 193 foi dividido por 50, resultando em aproximadamente 4.
Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

Os valores dos produtos podem variar de região para região, mas em uma análise mais ampla de custo-benefício, específica para a cidade de Salvador - Bahia, esses produtos encontram-se entre os de melhor qualidade e custo-benefício na data de 01 de junho de 2024. Essa pesquisa foi realizada via internet.

Essa análise de mercado foi realizada apenas para se ter uma base do custo de uma instalação elétrica residencial, não impactando diretamente no projeto de automação residencial.

6.2 PROJETO DE AUTOMAÇÃO

Após a elaboração do projeto elétrico foi elaborado o projeto de automação utilizando os dispositivos mais adequados a uma instalação elétrica pré-existente.

6.2.1 Primeiro passo

Em uma primeira análise, com o objetivo de garantir a eficiência energética e o uso racional da energia, é importante identificar as áreas de maior consumo energético na residência, como o uso da iluminação e da climatização. Neste projeto, as áreas que serão focadas para a automatização são:

Iluminação: Controle da iluminação em todos os cômodos da residência.

Climatização: Controle dos aparelhos de ar-condicionado, focando no consumo (Potência x tempo de uso)

Segurança: Implementação de um sistema básico de segurança com monitoramento via internet, incluindo um sistema de alarme com sensores (instalação de câmeras nas áreas de vulnerabilidade).

Medição de Consumo: Monitoramento do consumo de energia em tempo real.

Iluminação

Sala de Estar, Cozinha, Corredor, Dormitórios e Banheiros: Como solução de automação, serão instalados interruptores inteligentes através do sonoff, interruptores inteligentes e lâmpadas inteligentes que podem ser controlados por aplicativo, comando de voz ou assistente virtual. Dessa forma, é possível ajustar a intensidade e agendar horários para ligar ou desligar as luzes. Serão instalados sensores de movimento em áreas de passagem, como o corredor, para que as luzes sejam acesas automaticamente quando alguém entrar e apagadas após um período de inatividade.

Climatização

Ar-condicionado: Como solução de automação, serão instalados controles Infravermelho.

Monitoramento e Controle de Energia

Medição de Consumo: Instalação de um sistema de medição de consumo de energia em tempo real, que permite aos moradores monitorar o consumo de cada equipamento.

Câmeras de segurança e Sensores de Janela: Como solução de automação, serão instaladas câmeras de segurança com detecção de movimento e sensores de abertura de janelas.
Assistente Virtual: Utilização de um assistente virtual que permita controlar todos os dispositivos conectados, verificar o status da residência e ajustar as configurações de acordo com o consumo de energia e as preferências dos moradores.

Todo o projeto será realizado considerando a utilização dos assistentes virtuais Google Assistente e Alexa e o aplicativo Google Home, permitindo a integração de todos os sistemas. Os diferentes dispositivos disponíveis no mercado possuem aplicativos próprios dos seus fabricantes, porém a integração de todos em uma única interface é possível através do aplicativo Google Home.

Através de pesquisas físicas e online, é possível adquirir dispositivos e equipamentos de baixo custo. Além disso, uma ótima opção de custo-benefício é considerar uma automação gradual, começando pelos cômodos de maior consumo energético ou circuitos, e aumentando a automação conforme o orçamento permitir.

6.2.2 Como foi feito o projeto de automação?

O projeto foi feito de acordo com os seguintes passos:

1º Passo: O que automatizar? (Feito anteriormente)
Este passo foi extremamente importante, pois foi nele que estruturamos o processo de automação. Foi aqui que definimos o que pretendíamos automatizar, quais problemas desejávamos resolver, o que fazia sentido automatizar para alcançar os objetivos propostos e quais recursos estariam disponíveis para implementar as soluções. Além disso, nesta etapa, consideramos as necessidades e prioridades dos moradores, bem como o impacto esperado em termos de eficiência energética e conforto.

2º Passo: Subdividir o projeto de automação de cada cômodo

Neste passo, consideraremos a automação de cada cômodo. Por exemplo, no caso de um dormitório com ar-condicionado, implementaremos um projeto de automação para a iluminação e a climatização, garantindo assim a eficiência energética.

3º Passo: Desenvolver o projeto na Planta Baixa

Determinaremos, na planta baixa, a localização de cada dispositivo.

4º Passo: Escolha dos dispositivos, pensando em custo-benefício e eficiência energética

Neste passo, escolheremos os dispositivos a serem utilizados, levando em consideração o custo-benefício e a eficiência energética.

5º Passo: Produção do diagrama unifilar

6.2.3 Continuação do projeto de automação

2º Passo: Subdividir o projeto de automação de cada cômodo

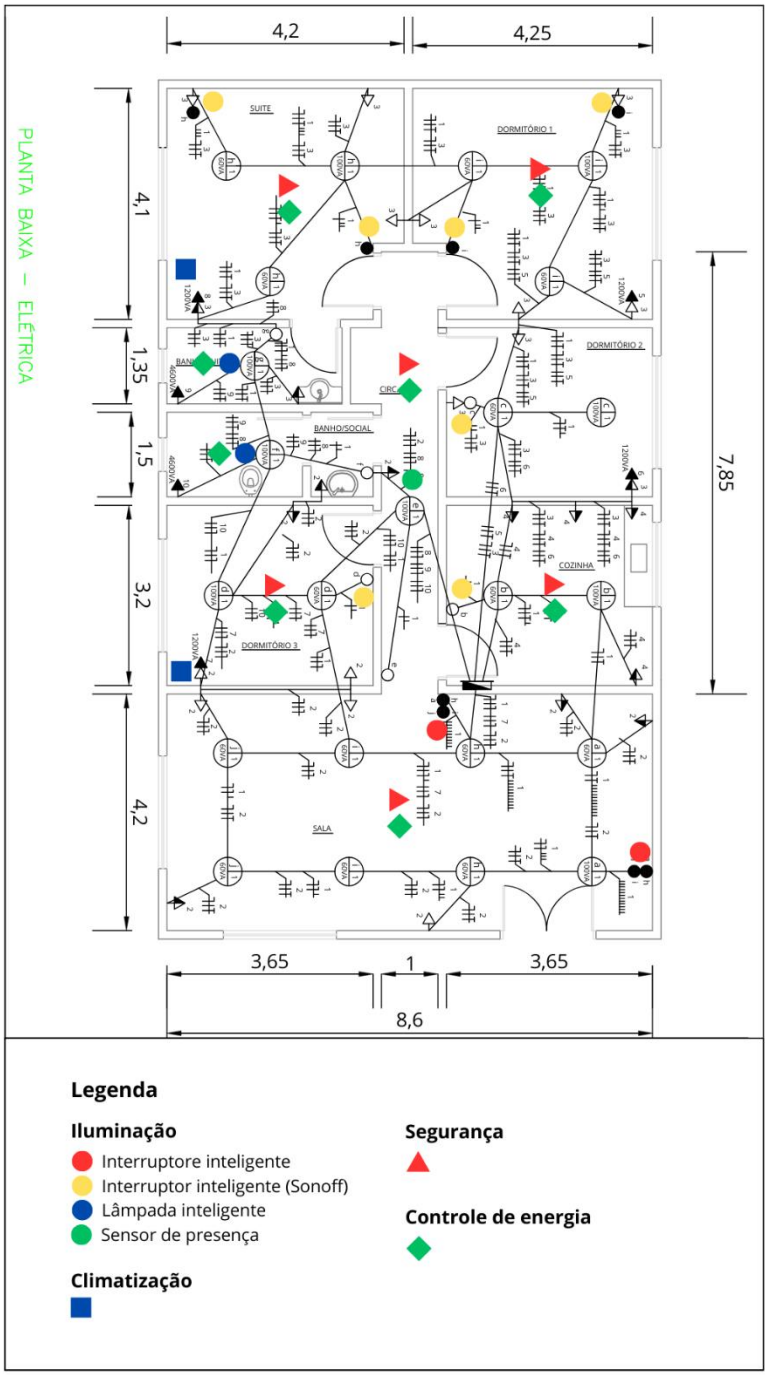
Tabela 6 - Subdivisão do projeto de automação de cada cômodo

<table>
<tr><th rowspan="2">Cômodo</th><th colspan="4">Automação</th></tr>
<tr><th>ILUMINAÇÃO</th><th>CLIMATIZAÇÃO</th><th>SEGURANÇA</th><th>CONTROLE DE ENERGIA</th></tr>
<tr><td>Sala de Estar</td><td>Interruptor Inteligente</td><td>—</td><td rowspan="11">O sistema de segurança será implementado em toda a residência. (Exceto Banheiro da Suíte e Banheiro Social), a instalação de câmeras será feita apenas no corredor e na sala.</td><td rowspan="11">O controle de energia será implementado em toda a residência.</td></tr>
<tr><td>Suíte</td><td rowspan="5">Interruptores inteligentes através do sonoff</td><td rowspan="2">Controle Infravermelho</td></tr>
<tr><td>Dormitório 1</td></tr>
<tr><td>Cozinha</td><td>—</td></tr>
<tr><td>Dormitório 2</td><td rowspan="2">Controle Infravermelho</td></tr>
<tr><td>Dormitório 3</td></tr>
<tr><td>Banheiro da Suíte</td><td rowspan="2">Lâmpada inteligente</td><td rowspan="3">—</td></tr>
<tr><td>Banheiro Social</td></tr>
<tr><td>Corredor</td><td>Sensor de presença</td></tr>
</table>

Fonte: Elaborado pelos autores do TCC.

3º Passo: Desenvolver o projeto na Planta Baixa

Figura 10 – Projeto de Automação na Planta Baixa sem alteração do projeto elétrico



Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

Descrição da legenda

O desenvolvimento do projeto na planta envolve o planejamento e a análise dos dispositivos que serão utilizados em cada cômodo. Dessa forma, a seção da legenda chamada "Iluminação" indica o tipo de dispositivo que será utilizado para automatizar o processo de iluminação. Ou seja, os interruptores que tiverem ao lado uma bola vermelha serão substituídos por interruptores inteligentes, assim como as lâmpadas que tiverem um círculo azul ou círculo verde serão substituídas, respectivamente, por lâmpadas inteligentes ou sensores de presença. De maneira análoga, as outras seções funcionarão da mesma forma. A seção "Segurança" indica onde haverá dispositivos de segurança, como câmeras de vigilância e sensores para janelas. Na seção de "Climatização", um quadrado azul indicará os aparelhos de ar-condicionado onde será implementado o controle infravermelho. Por fim, a seção de "Controle de energia", um losango verde, será implementada em toda a residência, por meio da utilização de um Medidor de energia inteligente e um Assistente Virtual.

6.2.4 Análise de mercado (Via internet) - Projeto de Automação

4º Passo: Escolha dos dispositivos, pensando em custo-benefício e eficiência energética

Tabela 7 - Análise de Mercado (Projeto de Automação)

Análise de mercado (Via internet) - Projeto de Automação				DATA		25/08/2024
ITEM	**DESCRIÇÃO**	**PRODUTO**	**UND.**	**N°**	**PREÇO**	**CUSTO**
Iluminação						
1	Interruptor Inteligente (Sonoff)	Sonoff-interruptor inteligente com wifi, módulo 2 vias, controle remoto sem fio, controle de voz, alexa, google home, alexa.	pç	5	R$58,94	R$353,64
2	Interruptor Inteligente	Interruptor Inteligente Izy Smart WiFi Touch 4 EWS 1004 Preto 4850028 intelbras	pç	1	R$179,91	R$179,91
3	Lâmpada Inteligente	Lâmpada Inteligente LED Smart WI-FI compatível com Alexa, linha NEO, 10W, RGB, Luz Branca e amarela (2700K-6500K), Bivolt, Avant	pç	2	R$33,70	R$67,40
4	Sensor de Presença	Soquete Sensor De Presença Luz Iluminação E27 Movimento 360°	pç	1	R$18,90	R$18,90
Climatização						
5	Controle Infravermelho	Controle Universal IR Infravermelho Inteligente Para Automação Wi-Fi Novadigital SRW-004 Tuya Smart LifeAlexa Compatível Com Tv ArCondicionado Monitor	pç	4	R$62,00	R$248,00
Segurança						
6	Câmera de Segurança	Wifi Hd 1080p A8 Câmera de Segurança, Câmera Ip Icsee Prova D'água Infravermelho Externa（Smartcamera-A08）	pç	2	R$87,20	R$174,40

7	Sensor para janela	Tuya Zigbee-Sensor de Porta Magnética, Sensor de Entrada de Janela, Segurança Anti-roubo, Vida Inteligente, Alexa, Google Home, Wi-Fi	pç	7	R$19,46	R$136,22
Controle de Energia						
8	Medidor de Energia Inteligente	Medidor de Energia Inteligente Tuya WiFi com Medição, Protetor De Vazamento De Energia, Alexa Google Assistant, AC 85-300V	pç	1	R$137,98	R$137,98
9	Assistent Virtual	Google Home	–	–	–	–
Itens adicionais						
10	Placa Cega	Placa Cega 4x4 C/ Suporte Siena 6490 Alumbra Cor Branco	pç	1	R$21,90	R$21,90
11	Caixa de Derivação 4x2”	Caixa de embutir 4x2 Retangular Tramontina Amarela Alta	pç	2	R$1,44	R$2,88
12	Placa 4x2” com furo para saída de cabo	Placa com 1 Furo 9,5 mm 4x2 Tramontina Aria Branca	pç	2	R$2,75	R$5,50
13	Condutor flexível isolado de PVC, seção 2,5mm² (Cor: preta)	Fio 10mm 25m Flexível Super Elétrico Fio 10mm Com 25mts Cor da cobertura Preto	m	1	R$84,00	R$84,90
14	Eletroduto Flexível Corrugado PVC DN 25 mm	Eletroduto Flexível Corrugado PVC DN 25 mm 1/2" x 50m - Tramontina **	mm^2	1	R$79,90	R$79,90
				CUSTO TOTAL: R$1 511,63		

Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

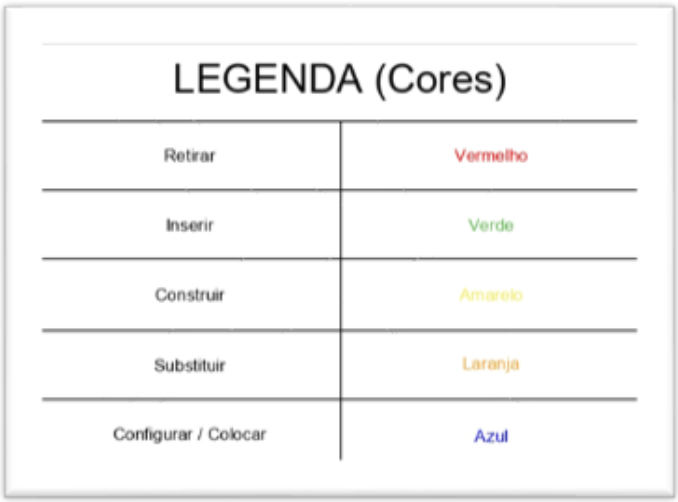
5º Passo: Diagrama unifilar

Para o desenvolvimento do diagrama unifilar, é necessário tomar alguns cuidados, como identificar quais condutores precisam chegar ao dispositivo, verificar se será necessário inserir ou retirar algum elemento do projeto e criar uma legenda para indicar as alterações realizadas. Dessa forma, como boa parte dos dispositivos utilizados não possui simbologias específicas, estas foram desenvolvidas. Além disso, foram utilizadas cores para indicar as ações que devem ser realizadas no projeto.

Figura 11 – Legendas do projeto de automação (Simbologia)

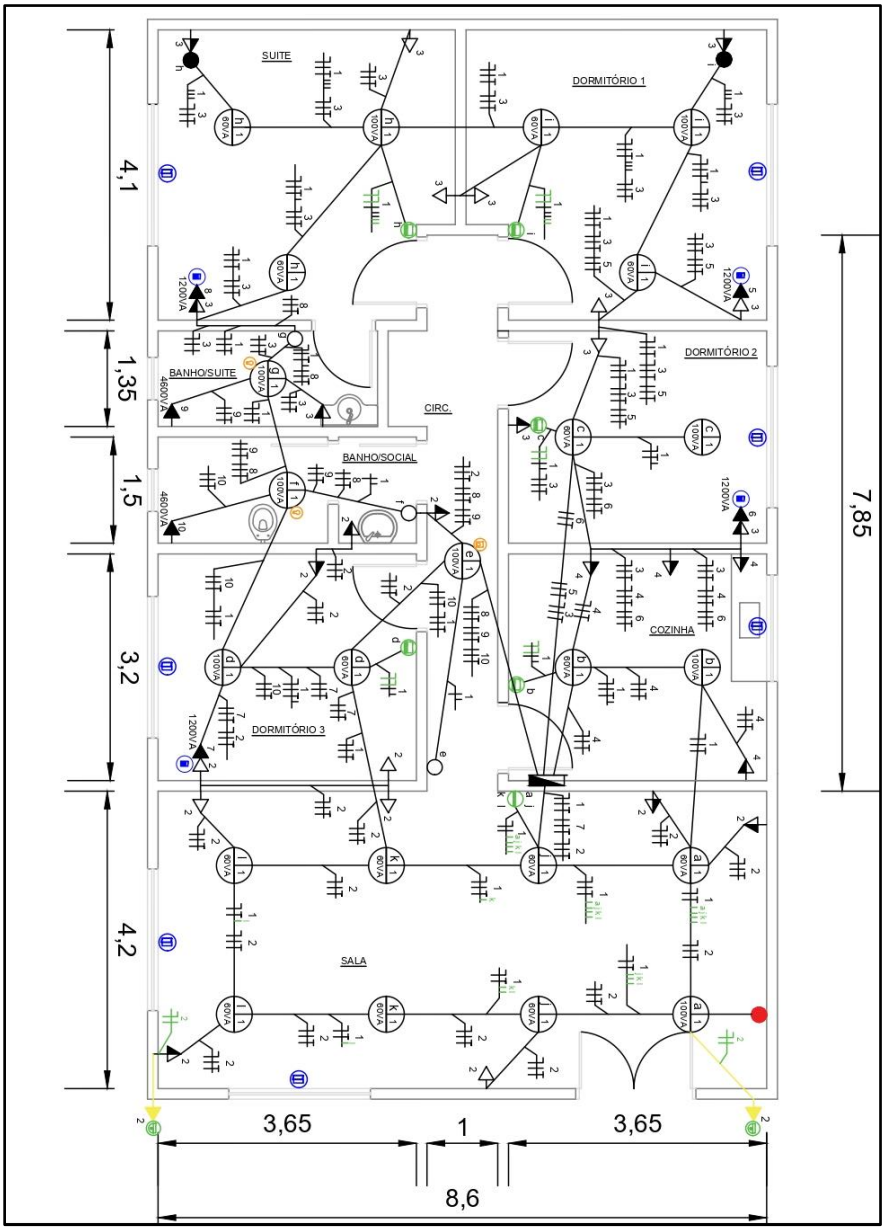
Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

Figura 12 - Legenda do projeto de automação (Cores)



Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

Figura 13 – Projeto de Automação na Planta Baixa com alteração do projeto elétrico



Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

O processo de automação residencial pode ser feito em etapas, a fim de melhorar o custo-benefício. Dessa forma, a automação aplicada nessa residência tornou-se eficiente e de baixo custo. Aos poucos, outros processos, como a ampliação do sistema de segurança e controle de energia, podem ser realizados para melhorar ainda mais o sistema.

Observação: No anexo 6, consta os diagramas de ligação.

7.0 DISCUSSÃO

O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso foi estudar, desenvolver e avaliar tecnicamente e financeiramente as tecnologias de automação residencial e suas interconexões com os assistentes virtuais. Dessa forma, conectamos os principais conceitos da automação residencial com a implementação dos assistentes virtuais, estudando a fundo a composição desses assistentes e suas funcionalidades. O principal objetivo foi o desenvolvimento de um projeto de automação residencial para um projeto elétrico pré-existente.

Tendo em vista que o avanço tecnológico traz consigo uma forte tendência de desenvolvimento da automação residencial, com processos específicos que podem até mesmo automatizar as mínimas tarefas residenciais, a fundamentação teórica para a implementação deste projeto proporcionou um profundo conhecimento dos setores da automação residencial e dos assistentes virtuais. As técnicas de construção dessas aplicações são complexas e envolvem uma cadeia de tecnologias.

Outros estudos na área da automação também visam soluções e processos de automação para diferentes setores, como o industrial e o predial, demonstrando como o processo de automação está se tornando cada vez mais acessível. A presença de tecnologias como os assistentes virtuais facilita ainda mais esse processo, permitindo que toda a comunicação seja feita por meio desses assistentes. Os usuários não precisam ter um conhecimento prévio sobre a tecnologia, bastando apenas saber como utilizá-la.

Os resultados obtidos neste trabalho fornecem uma visão abrangente e prática sobre a implementação da automação residencial integrada com os assistentes virtuais. A abordagem por etapas e a análise técnica e financeira contribuem de maneira significativa para um entendimento mais claro, conciso e estruturado das tecnologias envolvidas, servindo como um guia para profissionais da área e facilitando assim a adoção e implementação de soluções para a automação residencial.

Além disso, em termos de automação residencial, essa pesquisa demonstra que é possível e viável a integração de assistentes virtuais de forma acessível, barata e eficaz, melhorando a eficiência, o conforto e a segurança das residências. Para a sociedade, em um contexto mais geral, isso significa uma maior acessibilidade a tal processo.

8.0 RESULTADOS

Fundamentados nos resultados obtidos a partir desse estudo, do trabalho final de curso, teórico e prático pretendemos apresentar uma solução técnica e financeiramente viável para a interconexão entre os assistentes virtuais existentes hoje no mercado e a interconexão com os diversos dispositivos de automação residencial, apresentando soluções com o menor número de intervenção arquitetônica e maior grau de automação, buscando sempre a eficiência energética e seu uso racional, traduzindo em economia de energia elétrica.

Com base nos estudos elaborados e nos cinco objetivos específicos previamente estabelecidos, foi viabilizada uma avaliação detalhada sobre os resultados obtidos. A partir disso, foi possível identificar de forma clara as contribuições do estudo para a área em questão. Tal análise possibilitou não apenas a confirmação das hipóteses levantadas inicialmente, como também o aprofundamento das discussões teóricas e práticas, sobremaneira destacando implicações relevantes e indicando possíveis direções para o futuro.

O estudo e a avaliação das tecnologias de automação residencial e suas interconexões com assistentes virtuais na automação predial foram conduzidos com foco na análise técnica e financeira. A partir de uma pesquisa bibliográfica, foi possível compreender os fundamentos da eficiência energética e os impactos do uso de assistentes virtuais, incluindo aspectos de integração e eficiência energética.

A avaliação das tecnologias de automação considerou sua compatibilidade com instalações elétricas pré-existentes e a análise de custo-benefício, a fim de identificar as soluções mais eficientes e viáveis financeiramente. A aplicação prática dessas tecnologias foi demonstrada em um projeto de automatização residencial, desenvolvido a partir de uma planta baixa já existente, integrando os assistentes virtuais e dispositivos inteligentes selecionados.

Para validar as soluções propostas, foi elaborada uma maquete que representou a integração entre os sistemas de automação e os assistentes virtuais, demonstrando sua viabilidade técnica e financeira. Com isso, foi possível confirmar a eficácia das tecnologias, tanto no aspecto operacional quanto no financeiro, atendendo ao objetivo de estudar e avaliar as interconexões entre automação e assistentes virtuais na automação predial.

Objetivo 1 - Para tal avaliação, foram implementados alguns métodos complementares. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica que desenvolveu uma base teórica para compreender as tecnologias disponíveis e os conceitos-chave de eficiência energética associados à automação predial.

Em seguida, foi realizado um levantamento de dados que comparou diferentes assistentes virtuais, analisando desempenho energético em tarefas como controle de iluminação, linguagem, instalação e adaptação, além de mensurar os custos. A análise considerou critérios como precisão das respostas, integração com dispositivos prediais, custos iniciais e operacionais e benefícios percebidos em economia de energia e comodidade para os usuários.

Objetivo 2 - Para alcançar o segundo critério, foi realizada uma abordagem voltada para leitura e concatenação de conhecimentos construídos durante o curso. Inicialmente, o estudo se deu sobre os conceitos e as bases tecnológicas que sustentam a automação residencial, compreendendo seus princípios e funcionamento. O estudo incluiu uma análise detalhada sobre os benefícios dessas tecnologias, como eficiência energética, velocidade, comodidade e segurança, além de aspectos relacionados à sua implementação, incluindo custo, acessibilidade e complexidade técnica.

Posteriormente, foram levantados dados específicos sobre os principais assistentes virtuais disponíveis no mercado atual, avaliando sua compatibilidade com dispositivos residências e funcionalidades voltadas para automação. Realizou-se comparações teóricas, analisando desempenho em tarefas como integração de dispositivos, facilidade de configuração e adaptação ao ambiente residencial.

Por meio dessas etapas, foi possível não apenas identificar as melhores práticas na integração entre tecnologias de automação e assistentes virtuais, mas também compreender os fatores que tornam essa implementação viável e vantajosa para diferentes perfis de usuários. Assim, pode se concluir que a automação residencial, quando aliada a assistentes virtuais e dispositivos inteligentes bem avaliados, apresenta potencial significativo para aumentar a eficiência e a praticidade no ambiente doméstico.

Objetivo 3 - Após os estudos, comparações e pesquisas, foi construída a fundamentação teórica, ou seja, a junção de todos os conhecimentos adquiridos sobre o tema. Com isso, os dados coletados foram organizados em forma de tabela ou gráficos e analisados estatisticamente, permitindo identificar tendências e quantificar os resultados positivos ou negativos de cada solução. Finalmente, os resultados foram sintetizados para determinar quais assistentes virtuais demonstraram o melhor equilíbrio entre eficiência energética e custo-benefício, para serem utilizadas numa instalação elétrica já existente numa planta baixa de residência ideal, respondendo então, ao terceiro objetivo específico do trabalho.

Objetivo 4 - Para atingir o quarto objetivo, seguimos uma abordagem prática e contextualizada. Com a autorização da professora Francismari Noronha, responsável pela disciplina de Projetos no curso técnico em Eletrotécnica, utilizamos a planta baixa residencial desenvolvida no nosso primeiro projeto elétrico. Essa planta, foi escolhida por atender aos critérios ideais para o trabalho, servindo como base para integrar as tecnologias de automação residencial estudadas.

Com o projeto elétrico pré-existente, foi desenvolvido um projeto de automação utilizando assistentes virtuais e dispositivos inteligentes previamente selecionados. A integração considerou a compatibilidade tecnológica, funcionalidade e eficiência, além de garantir ao máximo a preservação da estrutura elétrica original. Dessa forma, foi possível demonstrar na prática a viabilidade de implementar automação residencial em construções já existentes, validando as escolhas tecnológicas e concluindo o objetivo proposto.

Objetivo 5 - Para atender ao quinto e último objetivo, referente a elaboração da maquete, seguimos um planejamento minucioso, junto ao nosso ex-professor e então orientador Dr. Renato Anunciação. Inicialmente, elaboramos o projeto de desenho técnico da maquete, composto por seis quadrantes que acomodaram os dispositivos inteligentes e assistentes virtuais. Os locais de cada componente foram pré estabelecidos no projeto, assegurando coerência com as funcionalidades desejadas e espaço previamente adequado para os elementos tecnológicos.

Com o auxílio de um colega, confeccionamos a estrutura em MDF no Labmaker, laboratório de criação de projetos do IFBA, utilizando recursos adequados para garantir precisão e qualidade na montagem, como a máquina de corte a laser, que é muito eficiente e precisa em seu trabalho. Após a conclusão da estrutura em madeira, realizamos a instalação prática dos equipamentos, incluindo a fiação e os condutores, posicionados estrategicamente na parte traseira para evitar poluição visual. Tornando assim, o projeto prático mais limpo e harmônico.

Dessa forma, a maquete se apresenta como uma representação prática e funcional do projeto de automação, evidenciando a integração eficiente entre os dispositivos e os assistentes virtuais selecionado, atendendo ao objetivo proposto.

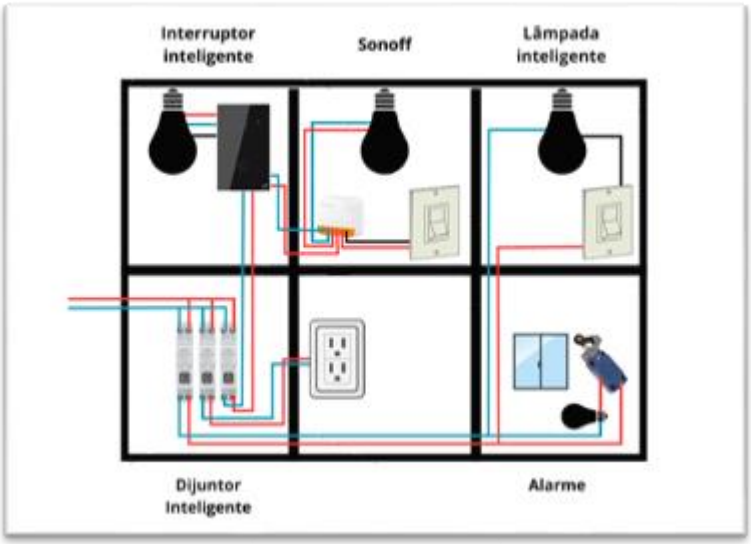
Tabela 8 - Lista de Materiais da Maquete

Quantidade	Item
2	Interruptores Comuns
1	Interruptor Inteligente
1	Lâmpada Inteligente
2	Lâmpadas
1	Lâmpada Pequena
1	Sensor De Janela
2	Snoff
1	Disjuntor Inteligente
2	Disjuntor Comum
1	Tomada Espelho
1	Tomada
4	Caixas 4x2
4	Soquetes
1	Trilho de disjuntor
-	Cabo
1	Estrutura de madeira
1	Trilho de Disjuntor

Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

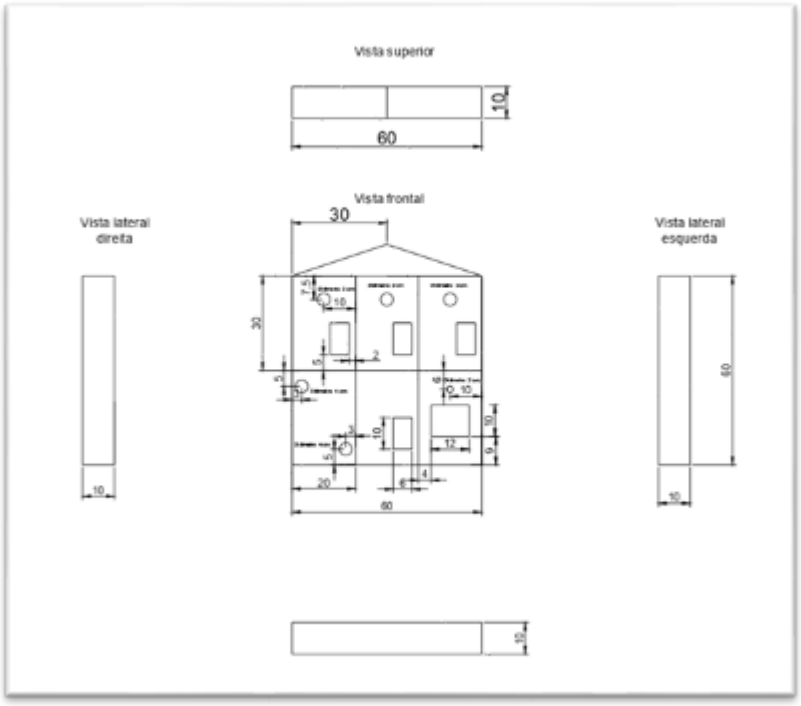
Imagens referentes a confecção da maquete:

Figura 14 – Desenvolvimento da estrutura



Fonte: Elaborado pelos autores do TCC em conjunto com o orientador

Figura 15 – Projeto no autocad



Fonte: Elaborado pelos autores do TCC

Figura 16 – Maquete

Fonte: Autores do TCC

9.0 CONCLUSÃO

Tendo em vista a proposta primária do trabalho de conclusão de curso (TCC), que buscou estudar a viabilidade técnica e prática da integração de assistentes virtuais com diversas tecnologias na automação residencial, percebe-se que, à medida que a tecnologia avança, sistemas e rotinas se tornam cada vez mais automatizados, visando uma melhor adaptação ao ambiente. Motivado pelos diversos benefícios observados, este projeto focou no desenvolvimento de soluções que proporcionam mais segurança, economia e comodidade para os usuários, considerando a carência de opções no mercado para monitoramento e automação residencial.

A conclusão deste trabalho destaca o êxito da junção entre teoria e prática para alcançar os objetivos estabelecidos, oferecendo uma contribuição significativa ao campo da automação residencial. Embasado em pesquisa teórica e análise prática, foi possível desenvolver um projeto técnico eficaz e economicamente viável, que demonstrou como assistentes virtuais podem ser integrados a dispositivos inteligentes em sistemas elétricos já existentes. A pesquisa teórica proporcionou uma compreensão sólida dos fundamentos tecnológicos e princípios de eficiência energética, enquanto a investigação prática permitiu identificar soluções vantajosas em termos de custo e desempenho.

O desenvolvimento da maquete consolidou o conhecimento técnico adquirido, demonstrando na prática a eficiência da integração de dispositivos inteligentes com assistentes virtuais. Esse processo validou a viabilidade de pequenas intervenções em infraestruturas elétricas existentes para alcançar um elevado nível de automatização, confirmando o potencial das tecnologias aplicadas.

Assim, o projeto não apenas atingiu os objetivos propostos, como também apresentou possíveis soluções para a automatização residencial, destacando a importância da domótica na busca por eficiência energética e otimização de recursos. Ademais, o estudo aponta oportunidades para investigações futuras, justificando a automação doméstica como uma ferramenta essencial para modernização e sustentabilidade das residências.

10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, F. Smart Homes: Past, Present and Future. Inside the smart home. Springer, 2003. p. 39.

ALMEIDA FILHO, Otavio Cordeiro de; CIRQUEIRA, João Pedro Amorim. Automação residencial por controle de voz. Goiânia, 10 dez. 2021. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3076/1/VersaoFinal.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

ALVES, João Bosco da Motta; TEZA, Vanderlei Rabelo. Alguns aspectos sobre a automação residencial: domótica. 2002. Acesso em: 24 ago. 2024.

AMAZON. Amazon Alexa. Disponível em: https://www.amazon.com.br/echo-com-alexa/b?ie=UTF8&node=19877613011. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Alexa Smart Home Skills. Disponível em: https://developer.amazon.com/en-US/alexa/alexa-skills-kit/get-deeper/smart-home-skills. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Amazon Prime. Disponível em: https://www.amazon.com.br/b?node=20000329011. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Amazon Prime Video. Disponível em: https://www.amazon.com.br/b?node=20000330011. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Audible. Disponível em: https://www.amazon.com.br/b?node=20037535011. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Kindle. Disponível em: https://www.amazon.com.br/b/?ie=UTF8&node=17938238011. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Echo Dot (4ª Geração): Smart Speaker com Alexa. Disponível em: https://www.amazon.com.br/dp/B09WXVH7WK/ref=pd_sl_4eps6anlya_e_nodl&ext=5311-29768&tag=hydrbrgk-20&hvpos=1t1&hvnetw=g&hvrand=13645018442554994141&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=b&hvdev=m&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=1001773&hvtargid. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Lab126. Disponível em: https://amazon.jobs/en/teams/lab126/. Acesso em: jun. 2024.

AMAZON. Prime Gaming. Disponível em: https://www.amazon.com.br/b?ie=UTF8&node=19949683011. Acesso em: jun. 2024.

APPLE. Siri. Disponível em: https://www.apple.com/br/siri/. Acesso em: maio de 2024.

APPLE. Apple Vision Pro. Disponível em: https://www.apple.com/br/newsroom/2024/06/apple-vision-pro-arrives-in-new-countries-and-regions-beginning-june-

28/#:~:text=O%20Apple%20Vision%20Pro%20conta%20com%20um%20sistema%20de%20tela,tempo%20real%20praticamente%20sem%20lat%C3%AAncia. Acesso em: 25 jul. 2024.

BOLZANI, C. A. M. Residências Inteligentes. São Paulo: Editora e Livraria da Física, 2004. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/td Acesso em: jun. 2024.

BOLZANI, C. A. M. Domótica, a nova ciência do século XXI. Revista Fonte, p. 105, dez. 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/td Acesso em: jun. 2024.

BOLZANI, C. A. M. Desmistificando a Domótica. Sinergia, p. 17, jan./jun. 2007. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/td Acesso em: jun. 2024.

CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. Elementos de automação. São Paulo: Érica, 2014.

CARDOSO, D. L. Domótica Inteligente: Um contributo Prático. Dissertação de Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 2009.

CIRQUEIRA, João Pedro Amorim; ALMEIDA FILHO, Otavio Cordeiro de. Automação residencial por controle de voz. Goiânia, 10 dez. 2021. Disponível em: https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3076/1/VersaoFinal.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

CHIARADIA, Thiago Silva; SEABRA, Rodrigo Duarte; MATTEDI, Adriana Prest. Avaliação da Usabilidade do Assistente Virtual Siri: Um Estudo de Caso com Usuários Jovens e Idosos. Informática na Educação: teoria & prática, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 149-166, set./dez. 2017.

DA SILVA MATOS, D. R.; KELSEN DE OLIVEIRA, F. Análise com assistentes virtuais inteligentes: Um estudo de caso com o Google Assistente. Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 473–482, 2021. DOI: 10.22456/1679-1916.118537. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/118537. Acesso em: 2 jun. 2024.

DEMARCHI, Giovanni Alfieri. Automação residencial e a sua contribuição para a eficiência energética. 2023. Disponível em: https://repositorio.unisagrado.edu.br/jspui/handle/2183. Acesso em: 15 jun. 2024.

FERNANDES, Sávia Rafaella Lopes. "Alexa, como vai minha plantinha?": sistema de monitoramento inteligente utilizando assistente virtual para auxiliar no cultivo caseiro de hortaliças. 2021. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação) - Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, Quixadá, 2021.

GOMES, Andrew Bueno; SILVA, Guilherme de Almeida Cardoso; GELACKI, Rafael. Automação residencial: uma plataforma de baixo custo. 2016. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Tecnologia em Automação Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Eletrônica Tecnologia em Automação Industrial, Ponta

Grossa, 2016. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8691/1/PG_COAUT_2016_1_04.pdf. Acesso em: 20 jul. 2024.

GOOGLE SUPPORT. Como funciona o Google Assistente. Disponível em: https://support.google.com/assistant/answer/11090019?hl=pt-BR&ref_topic=7110546. Acesso em: 2 jun. 2024.

GOOGLE I/O. Sobre a Google I/O 2024. Disponível em: https://io.google/2024/about/intl/pt/. Acesso em: 2 jun. 2024.

IDEIA, Portal. Assistente Virtual Apostila. RJ, 2023. Disponível em: https://portalidea.com.br/cursos/assistente-virtual-apostila01.pdf. Acesso em: 21 jul. 2024.

ISO 9241-11: Guidance on Usability. Disponível em: https://www.inf.ufsc.br/~edla.ramos/ine5624/_Walter/Normas/Parte%2011/iso9241-11F2.pdf. Acesso em: 10 jun. 2024.

JÚNIOR, Ciro Ferreira de Carvalho; CARVALHO, Kely Rejane Souza dos Anjos de. Chatbot: uma visão geral sobre aplicações inteligentes. Revista Sítio Novo, v. 2, n. 2, p. 72, jul./dez. 2018.

LIMA, Robson Almeida de; DA SILVA, Ronivaldo Maciel. Proposta de uma aplicação de automação residencial utilizando assistentes pessoais virtuais: um estudo de caso com Alexa e Google Assistant. Disponível em: https://revistas.anchieta.br/index.php/RevistaUbiquidade/article/view/1771/1566. Acesso em: jun. 2024.

LIMA, R. S. O uso de chatbots na educação: uma revisão sistemática da literatura. 2022. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/70944/1/2022_tcc_rslima.pdf. Acesso em: maio de 2024.

LUGLI, Verônica Adelaide; LUCCA FILHO, João de. O uso do chatbot para a excelência em atendimento. Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.840.

MEDIUM. 10 heurísticas de Nielsen para o design de interface. Brasil UX Design. Disponível em: https://brasil.uxdesign.cc/10-heur%C3%ADsticas-de-nielsen-para-o-design-de-interface-58d782821840. Acesso em: 10 jun. 2024.

MONTEIRO, Jean Carlos da Silva. "E aí, Siri?!: possibilidades pedagógicas com assistentes virtuais". SCIAS Educação, Comunicação e Tecnologia, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, p. 90-103, jul./dez. 2023. e-ISSN 2674-905X.

PESSÔA, Marcelo; SPINOLA, Mauro. Introdução à Automação para Cursos de Engenharia e Gestão. SP 2014. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8008103/mod_resource/content/1/Introducao_a_Automacao-Elsevier%20Academico%20%282014%29.pdf. Acesso em: 21 jul. 2024.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2016. Disponível em: https://www.estantevirtual.com.br/livros/klaus-schwab/a-quarta-revolucao-industrial/636237195. Acesso em: 16 jun. 2024.

SILVA, R. R.; COSTA, M. F.; CASTRO, A. G. Assistente Virtual com Aplicação em Educação. 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/td. Acesso em: jun. 2024.

SIRI. Apple. Disponível em: https://www.apple.com/br/siri/. Acesso em: jun. 2024.

SOUZA, Fábio de Oliveira; GONÇALVES, Claudio Ferreira de Lima. Aplicação de Automação Residencial para Melhorar a Qualidade de Vida e Eficiência Energética. 2022. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/td. Acesso em: 10 jun. 2024.

SOUZA, Rafael Borges de; RIBEIRO, Nathália Campos de Lima. Assistentes Virtuais no Mercado de Automação Residencial. 2023. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/3682. Acesso em: 14 jul. 2024.

SOUZA, Eduardo Silva de. A evolução dos sistemas de automação residencial. São Paulo: Artmed, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/td. Acesso em: 21 jul. 2024.

TECHRADAR. O que são assistentes virtuais? Guia completo. 2023. Disponível em: https://www.techradar.com/br/noticias/o-que-sao-assistentes-virtuais-como-funcionam. Acesso em: 12 jun. 2024.

UOL TECNOLOGIA. O que são assistentes virtuais e como eles funcionam. 2023. Disponível em: https://tecnologia.uol.com.br/assistentes-virtuais/como-funcionam. Acesso em: 17 jun. 2024.

VASCONCELOS, Rafael Júnior; LIMA, João Paulo. Automação Residencial: Uso de Tecnologias Emergentes para Melhoria do Conforto e Eficiência. 2021. Disponível em: https://repositorio.ufrgs.br/handle/123456789/56789. Acesso em: 24 jun. 2024.

VIEIRA, Ana Clara; MARTINS, Márcio Roberto. Inteligência Artificial no Cotidiano: Assistentes Virtuais e Automação Residencial. Rio de Janeiro: Elsevier, 2022. Disponível em: https://www.amazon.com.br/assistentes-virtuais-inteligencia-artificial/dp/0305079510. Acesso em: 19 jun. 2024.

VIVANTECNOLOGIA. Como Funciona a Automação Residencial? Disponível em: https://www.vivantecnologia.com/automacao-residencial-como-funciona. Acesso em: 10 jul. 2024.

VOGEL, Edward J. Sistemas de Automação: Teoria e Prática. Porto Alegre: Artmed, 2017.

WANG, Yu; ZHANG, Jiani. The Role of Artificial Intelligence in Home Automation. *Journal of Home Technology*, 2022, v. 17, n. 3, p. 45-61. Disponível em: https://www.journalofhometech.com/ai-home-automation. Acesso em: 8 jul. 2024.

ZHU, Li; WANG, Xia; LIU, Liyu. Trends and Challenges in Smart Home Automation. *IEEE Internet of Things Journal*, 2021, v. 8, n. 5, p. 3872-3885. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9212345. Acesso em: 15 jul. 2024.

ZHANG, Tao; LI, Xiang. Enhancing Home Automation with Artificial Intelligence. *International Journal of Smart Home Systems*, 2023, v. 9, n. 1, p. 10-25. Disponível em: https://www.smarthomejournal.com/enhancing-home-automation. Acesso em: 25 jul. 2024.

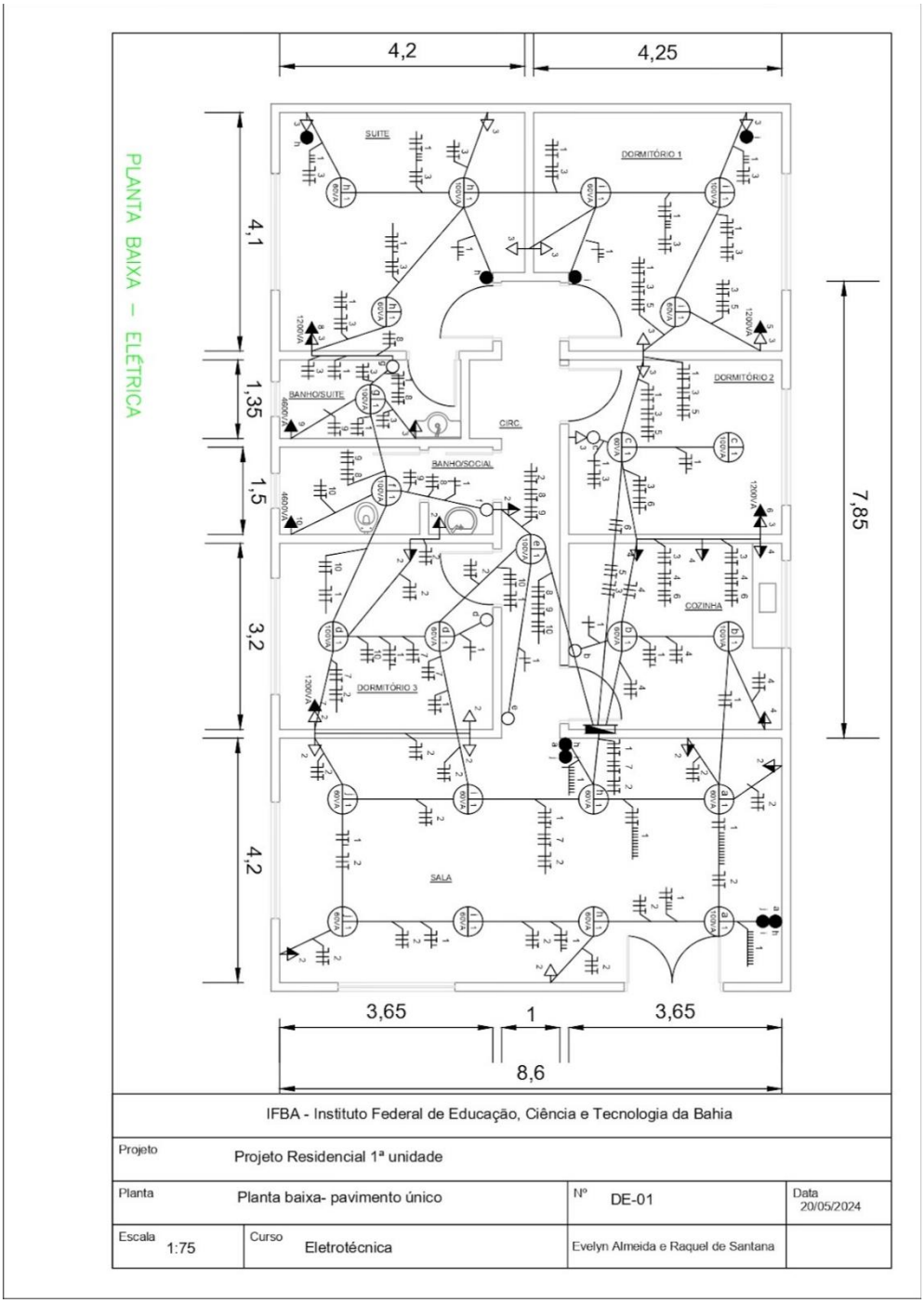
ZHU, Yan. Automated Home: The Future of Living. 2. ed. Shanghai: Xinhua Press, 2021.

ZAPATA, Rafael; RODRIGUES, Carolina. A Evolução da Automação Residencial: Tendências e Tecnologias Emergentes. *Revista Brasileira de Automação*, 2022, v. 12, p. 75-82. Disponível em: https://www.rba.org.br/evolucao-automacao-residencial. Acesso em: 30 jun. 2024.

ZAMORIN, Alex. Artificial Intelligence and Smart Homes: Applications in Automation. 2023. Disponível em: https://www.alexzamorin.com/smart-homes-ai. Acesso em: 20 jul. 2024.

11.0 ANEXOS

ANEXO 1 - PROJETO ELÉTRICO



Nota: Interruptor Three Way [9]

[9]Durante a confecção do projeto, a utilização de dois interruptores *three-way* na sala, um em cima do outro, simboliza o uso de um interruptor *three-way* de 4 seções. Como não existe simbologia correspondente no mercado, essa solução foi adotada, pois o projeto já havia sido finalizado. Dessa forma, esclarecemos que a utilização daqueles dois interruptores sobrepostos representa um interruptor *three-way* de 4 seções.

ANEXO 2 - MEMÓRIA DE CÁLCULO DO PROJETO ELÉTRICO

	MEMÓRIA DE CÁLCULO	Nº:	**MC-01**
	DISCIPLINA: PROJETOS ELÉTRICOS	FOLHA:	1 de 6
	ALUNO: Evelyn Almeida e Raquel de Santana		
	TÍTULO: **PREVISÃO DE CARGA E DIVISÃO DE CIRCUITOS**		

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL
A	Correção no cálculo da metragem do eletroduto e da potência total.
B	Verificação da memória de cálculo e correção no cálculo da metragem do eletroduto.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	17/03/2024	02/04/2024	20/05/2024						
PROJETO									
EXECUÇÃO									
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO									

	MEMÓRIA DE CÁLCULO	Nº MC-01	REV. B
	DISCIPLINA: PROJETOS ELÉTRICOS	FOLHA 2 de 6	
	TÍTULO:		

1. OBJETIVO

Elaborar um projeto elétrico de acordo com as normas e os padrões estabelecidos pela NBR-5410 e DIS-NOR-030. A partir das respectivas etapas:

1º Previsão de Carga
A previsão de carga é realizada com base nos equipamentos ou instalações, seguindo os critérios mínimos estabelecidos pela NBR-5410.

2º Cálculo de Potência Instalada
O cálculo de potência instalada consiste no somatório das potências – Iluminação, TUG e TUE –, a fim de estabelecer o padrão de fornecimento de carga elétrica. Este padrão pode ser Monofásico, Bifásico ou Trifásico, com base na DIS-NOR-030 da Coelba.

3º Divisão de Circuitos
Conforme as recomendações da NBR-5410 e a análise do valor das correntes de projeto do circuito, é possível estabelecer a divisão dos circuitos da instalação, visando o bom senso e a conexão dos cômodos na planta baixa — *Residencial - Único Pavimento.*

4º Alocação e Alimentação dos Pontos na Planta Baixa
Devem ser feitos de acordo com o projeto estabelecido, seguindo as normas mencionadas anteriormente, garantindo uma distribuição adequada dos pontos de iluminação, TUG e TUE.

5º Lista de Materiais
Documento enviado à parte.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

- O seguinte cálculo de "Previsão de Carga e Divisão de Circuitos" foi realizado seguindo as normas técnicas da NBR-5410, que estabelece as condições a serem atendidas para a instalação elétrica de baixa tensão, em edificações residenciais, como no projeto — *Residencial - Único Pavimento.*

Para fundamentar um projeto elétrico de acordo com essa norma, é necessário considerar diversos aspectos teóricos que garantam a segurança e o bom funcionamento da instalação. Nos cálculos de previsão de carga foram utilizados os seguintes aspectos:

Critério mínimo para iluminação

A norma estabelece critérios para o dimensionamento e a instalação de sistemas de iluminação, garantindo níveis adequados de luminosidade e eficiência energética. "Em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais e nas acomodações de hotéis, motéis e similares, deverá ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 VA" - NBR-5410. Para o cálculo da iluminação é necessário saber a Área = (Base(B) x Altura(A)) do cômodo escolhido. Para cômodos que apresentarem área menor ou igual a

6m² será utilizado um único ponto de iluminação com uma potência de 100VA; para cômodos que apresentarem área superior a 6m² utilizaremos um ponto de 100VA nos primeiros 6m² e a cada área restante inteira de 4m² será utilizado um ponto de iluminação de 60VA.

Critério mínimo para tomadas de uso geral (TUG)

A norma estabelece critérios para o dimensionamento e a instalação de TUG 's. Para o cálculo da TUG é necessário saber o perímetro = (2B + 2A) do cômodo escolhido. Em banheiros devemos colocar pelo menos um ponto de tomada junto ao lavatório, e "em subsolos, garagens, sótãos, halls, varandas e locais análogos deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada" - NBR-5410.

Cada cômodo possui especificações e critérios de divisão diferentes para TUG, como:

Cozinha, banheiro, copas, área de serviço e locais análogos, por serem cômodos possivelmente molhados, não admitem tomadas baixas e seu critério é que o perímetro seja dividido por 3,5. Além do resultado obtido, também se considera a fração, sendo assim, aproximada para o maior número inteiro. Nos cômodos supracitados, é exigido que as primeiras 3 tomadas sejam de 600VA e as demais de 100VA.

Sala e quarto admitem todos os tipos de tomadas, sendo assim, o seu critério é que o perímetro seja dividido por 5. Além do resultado obtido, também se considera a fração, sendo ela, aproximada para o maior número inteiro. Nesses cômodos o primeiro ponto de tomada é de 100VA e os demais de 60VA.

Tomadas de uso específico ou independentes (TUE)

A norma estabelece critérios para o dimensionamento e a instalação de TUE's. Todos os equipamentos que apresentam corrente superior a 10A são indicados como TUE. Neste tipo de tomada deve ser feita a identificação da potência nominal. Estes também devem ser instalados até no máximo 1,5 m de distância do equipamento a ser alimentado.

Potência Instalada

Para o cálculo da potência instalada na instalação residencial é necessário considerar fator de potência de iluminação e TUG como 0,8.

Para determinar o tipo de ramal de entrada – *monofásico, bifásico ou trifásico* – é necessário calcular a potência ativa total instalada.

Ramal de Entrada

Nesta etapa deve ser considerada a Norma da Coelba DIS-NOR-030, para determinar o padrão de 220 V (FF)/ 127 V (FN):

- "Se a potência instalada for até 10kW, o ramal será monofásico (F+N);"
- "Se a potência instalada até 18 kW, o ramal será bifásico (2F+N);"

6m² será utilizado um único ponto de iluminação com uma potência de 100VA; para cômodos que apresentarem área superior a 6m² utilizaremos um ponto de 100VA nos primeiros 6m² e a cada área restante inteira de 4m² será utilizado um ponto de iluminação de 60VA.

Critério mínimo para tomadas de uso geral (TUG)

A norma estabelece critérios para o dimensionamento e a instalação de TUG's. Para o cálculo da TUG é necessário saber o perímetro = (2B + 2A) do cômodo escolhido. Em banheiros devemos colocar pelo menos um ponto de tomada junto ao lavatório, e "em subsolos, garagens, sótãos, halls, varandas e locais análogos deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada" - NBR-5410.

Cada cômodo possui especificações e critérios de divisão diferentes para TUG, como:

Cozinha, banheiro, copas, área de serviço e locais análogos, por serem cômodos possivelmente molhados, não admitem tomadas baixas e seu critério é que o perímetro seja dividido por 3,5. Além do resultado obtido, também se considera a fração, sendo assim, aproximada para o maior número inteiro. Nos cômodos supracitados, é exigido que as primeiras 3 tomadas sejam de 600VA e as demais de 100VA.

Sala e quarto admitem todos os tipos de tomadas, sendo assim, o seu critério é que o perímetro seja dividido por 5. Além do resultado obtido, também se considera a fração, sendo ela, aproximada para o maior número inteiro. Nesses cômodos o primeiro ponto de tomada é de 100VA e os demais de 60VA.

Tomadas de uso específico ou independentes (TUE)

A norma estabelece critérios para o dimensionamento e a instalação de TUE's. Todos os equipamentos que apresentam corrente superior a 10A são indicados como TUE. Neste tipo de tomada deve ser feita a identificação da potência nominal. Estes também devem ser instalados até no máximo 1,5 m de distância do equipamento a ser alimentado.

Potência Instalada

Para o cálculo da potência instalada na instalação residencial é necessário considerar fator de potência de iluminação e TUG como 0,8.

Para determinar o tipo de ramal de entrada – *monofásico, bifásico ou trifásico* – é necessário calcular a potência ativa total instalada.

Ramal de Entrada

Nesta etapa deve ser considerada a Norma da Coelba DIS-NOR-030, para determinar o padrão de 220 V (FF)/ 127 V (FN):

- "Se a potência instalada for até 10kW, o ramal será monofásico (F+N);"
- "Se a potência instalada até 18 kW, o ramal será bifásico (2F+N);"

	MEMÓRIA DE CÁLCULO	Nº MC-01	REV. B
	DISCIPLINA: PROJETOS ELÉTRICOS	FOLHA 5 de 6	
	TITULO:		

3. NORMAS E REFERÊNCIAS

NBR - 5410

A NBR-5410 é uma norma técnica brasileira estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que trata das instalações elétricas de baixa tensão em edificações. Ela define os requisitos mínimos de segurança e desempenho para projetos, instalação e manutenção de sistemas elétricos em residências, edifícios comerciais, industriais e outras estruturas

DIS-NOR-030

DIS-NOR-030 é um documento da concessionária *Coelba*, que visa "estabelecer as condições para o fornecimento de energia elétrica para as unidades consumidoras individuais em tensão secundária de distribuição." - COELBA.

Neoenergia. 11/07/2023. DIS-NOR-030: Norma de Distribuição – Conexão de Usuários à Rede de Distribuição em Média Tensão da Coelba. Acesso em: https://www.neoenergia.com/documents/d/bahia/dis-nor-030-rev-04-pdf

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

DE-01 PLANTA BAIXA – PAVIMENTO ÚNICO

5. CÁLCULOS

Previsão de Carga e Cálculo de Potência Instalada

TABELA 1 - Previsão de Cargas

Local	Área (m2)	Perimetro (m)	Iluminação		TUG		TUE (W)
			100VA	60VA	600VA	100VA	
Sala	36,12	25,60	1	7	----------	6	----------
Dormitório 1	17,43	16,70	1	2	----------	4	1200
Dormitório 2	10,95	13,30	1	1	----------	3	1200
Dormitório 3	11,68	13,70	1	1	----------	3	1200
Suite	17,22	16,60	1	2	----------	4	1200
Banheiro Suite	4,93	10,00	1	----------	1	----------	4600
Banheiro Social	5,48	10,30	1	----------	1	----------	4600
Cozinha	11,68	13,70	1	1	3	1	----------
Circulação	7,85	17,70	1	----------	----------	1	----------
Cálculo de Potência Instalada							
	$S_{iluminação}$ = 9 x 100 + 14 x 60 = 1 740 VA						
	S_{TUG} = 22 x 100 + 5 x 600 = 5 200 VA						
	S_{TUE} = 4 x 1 200 + 2 x 4 600 = 14 000 W						
	$P_{iluminação\ e\ TUG}$ = (1 740+5 200) x 0,8 = 5 552 W						
	P_{TUE} = 9 200 + 4 800 = 14 000 W						
	P total = 5 552 + 14 000 = 19 552 W						

MEMÓRIA DE CÁLCULO	Nº MC-01	REV. B
DISCIPLINA: PROJETOS ELÉTRICOS	FOLHA 6 de 6	
TITULO: PREVISÃO DE CARGA E DIVISÃO DE CIRCUITOS		

Sendo o padrão de 220/127V a categoria de fornecimento é o B1 de 16 mm2 em PVC e o disjuntor tripolar de corrente nominal de 50A.

Divisão de Circuitos

TABELA 2 - Divisão de Circuitos

Número do Circuito	Descrição	Potência (VA)	Tensão (V)	Corrente de Projeto (A)
1	Iluminação (Dormitório 1, Dormitório 2, Dormitório 3, Circulação e Suíte)	860	127	6,77
2	TUG(Sala; Circulação; Dor 3; B. Social)	1600	127	12,60
3	TUG(Dor. 1; Dor. 2; Suíte; B. Suíte)	1700	127	13,39
4	TUG(Cozinha)	1900	127	14,96
5	TUE(Ar-condicionado Dor.1)	1304	220	5,93
6	TUE(Ar-condicionado Dor.2)	1304	220	5,93
7	TUE(Ar-condicionado Dor.3)	1304	220	5,93
8	TUE(Ar-condicionado Suíte)	1304	220	5,93
9	TUE(Chuveiro B. Suíte)	4600	220	20,91
10	TUE(Chuveiro B. Social)	4600	220	20,91
11	Iluminação (Sala, Cozinha, Banheiro Social e Banheiro Suíte)	880	127	6,93

ANEXO 3 - LISTA DE MATERIAL DO PROJETO ELÉTRICO

	LISTA	Nº: **LI- 01**	
	DISCIPLINA: PROJETOS ELÉTRICOS		FOLHA: 1 de 2
	ALUNO: Evelyn Almeida e Raquel de Santana		
	TITULO: **LISTA MATERIAL PARA PROJETO RESIDENCIAL**		

ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL
A	Foram colocados 1 interruptor simples conjugado com tomada padrão BR 2P+T, 10A e 2 interruptores paralelos conjugados com tomada padrão BR 2P+T, 10 A. Desta forma, foram retirados 2 interruptores paralelos de seção (Cor: preta) *, 1 interruptor simples e 3 tomadas padrão brasileiro, 2P+T, 10A.
B	Atualização referente a metragem do eletroduto, interruptor, disjuntor e quadro geral de distribuição.

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	17/03/2024	28/03/2024	20/05/2024						
PROJETO									
EXECUÇÃO									
VERIFICAÇÃO									
APROVAÇÃO									

	LISTA	Nº: LI -01	
	DISCIPLINA: PROJETOS ELÉTRICOS	FOLHA 2 de 2	
	TÍTULO: DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ANTIGAS		

ITEM	DESCRIÇÃO	UND.	QUANTIDADE		
			REV. 0	REV. A	REV. B
1	Caixa de Derivação 4x2”	pç	44	44	44
2	Caixa octogonal	pç	23	23	23
3	Interruptor simples	pç	6	5	4
4	Interruptor simples conjugado com tomada padrão BR 2P+T, 10A	pç	------	1	1
5	Interruptor paralelo de seção (Cor: preta) *	pç	6	4	4
6	Interruptor paralelo conjugado com tomada padrão BR 2P+T, 10A	pç	------	2	2
7	Tomada padrão brasileiro, 2P+T, 10A	pç	27	24	24
8	Condutor flexível isolado de PVC, seção 2,5mm² (Cor: preta)	m	180	180	193
9	Eletroduto corrugado 25mm	m	------	------	------
10	Eletroduto corrugado reforçado 25mm	m	------	------	------
11	Quadro de distribuição de embutir para 16 disjuntores	pç	1	1	------
12	Placa 4x2” com furo para saída de cabo	pç	6	6	6
13	Disjuntor termomagnético, I_N=20A, curva C, monopolar	pç	------	------	------
14	Tomada padrão brasileiro, 2P+T, 20A	pç	------	------	------
15	DR, I_n=25A, bipolar, sensibilidade $I_{\Delta N}$=30mA	pç	------	------	------
16	Disjuntor termomagnético, I_N=50A, curva C, tripolar	pç	------	------	1
17	Quadro de distribuição de embutir para 24 disjuntores	pç	------	------	1
18	Interruptor simples de 4 seções	pç	------	------	1
19					
20					

ANEXO 4 - TABELA 4.16

Tabela 4.16 Seções Mínimas dos Condutores

Tipo de instalação		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor (mm^2) — material
Instalações fixas em geral	Cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Circuitos de força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Ligações flexíveis feitas com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

Notas: 1) Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos são admitidas seções de até 0,1 mm^2.
2) Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias são admitidas seções de até 0,1 mm^2.
3) Os circuitos de tomadas de corrente são considerados como circuitos de força.

Referência: Tab. 43 da NBR-5410 — Edição 1997/98.

ANEXO 5 - TABELA 4.4

Tabela 4.4 Capacidades de Condução de Corrente, em Ampères, para os Métodos de Referência A1, A2, B1, B2, C e D

- Condutores isolados, cabos unipolares e multipolares — cobre e alumínio, isolação de PVC
- Temperatura de 70°C no condutor
- Temperaturas — 30°C (ambiente); 20°C (solo).

Seções nominais mm²	Métodos de instalação definidos na Tabela 4.2											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	361	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

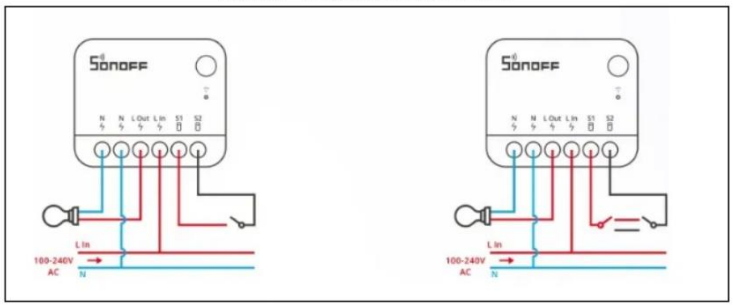
Referência: Tab. 31 da NBR-5410 — Edição 1997/98.

ANEXO 6 - DIAGRAMAS DE LIGAÇÃO

Diagrama de Ligações
Iluminação

- **Sala de Estar, Cozinha, Corredor, Dormitórios e Banheiros**
  - **Interruptores inteligentes utilizando Sonoff**
    - Cozinha (Simples)
    - Dormitório 2 (Simples)
    - Dormitório 3 (Simples)
    - Dormitório 1 (Paralelo)
    - Suíte (Paralelo)

Figura 1 – Diagrama de ligação Sonoff



Interruptor Simples Interruptor Paralelo (Three-Way)

Fonte: Mercado Livre, 2024

- **Interruptores inteligentes**
  - Sala de Estar

Figura 2 – Ligação do Interruptor Inteligente

Fonte: MGA Virtual, 2024

- **Lâmpadas inteligentes**
  - Banheiro Social
  - Banheiro Suíte

        - Basta conectar.
- **Sensores de presença**
    - **Corredor**
        - Basta rosquear.

Climatização

- **Controles infravermelhos**
    - Basta configurar o dispositivo com o ar condicionado.

Monitoramento e Controle de Energia

- **Câmeras de segurança**

  A colocação da fiação para a câmera de segurança não interfere nos cálculos de dimensionamento dos condutores nem na previsão de carga.

  Como a instalação da câmera não está diretamente relacionada ao projeto elétrico, foi prevista apenas a infraestrutura elétrica para a passagem dos fios e a compra do material necessário.

Sensores de janela

- Com bateria → Não é necessário incluir no projeto elétrico.

Medidor

- O medidor não consta no projeto elétrico e, por isso, não foi inserido. No entanto, como se trata de um medidor inteligente, ele não altera o projeto elétrico. Basta inserir os condutores necessários.