



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

**IMPLEMENTAÇÃO SISTEMAS DOMÓTICOS PARA
TRANSFORMAÇÃO DE UMA MORADIA UNIFAMILIAR EM UM
REFÚGIO INTELIGENTE, SEGURO E SUSTENTÁVEL.**

Autor:

Gerson Balbina

Supervisores:

Eng.º Dinis Albino Chissano [UEM]

Eng.º Silas Gonçalves Nequice [BINGA MOÇAMBIQUE, LDA]

Maputo, Junho de 2024



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELÉCTRICA

**IMPLEMENTAR SISTEMAS DOMÓTICOS PARA TRANSFORMAÇÃO
DE UMA MORADIA UNIFAMILIAR EM UM REFÚGIO INTELIGENTE,
SEGURO E SUSTENTÁVEL.**

Autor:

Gerson Balbina

Supervisores:

Eng.º Dinis Albino Chissano [UEM]

Eng.º Silas Gonçalves Niquice [BINGA MOÇAMBIQUE, LDA]

Maputo, Junho de 2024

Este trabalho dedico à minha mãe Balbina Alfredo Gome, meu pai, que descansa em paz e aos meus tios, pelo apoio incondicional, pelo suporte que têm me dado ao longo da vida.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradecer a Deus pelo dom da vida, pela saúde, e pelo cuidado do dia-a-dia, por me conferir habilidades e sabedoria para tornar possível o desenvolvimento deste projecto.

Aos meus pais, minha mãe Balbina Alfredo Gome e meu pai, Justino Jassone Manhique, que descanse em paz. Seu amor, apoio inabalável e fé em mim foram as bases sobre as quais construí este trabalho. Cada passo que dei foi inspirado por sua dedicação e sabedoria.

Minha gratidão se estende aos meus tios, em especial para Justino, Gastão, Délcio, Sheila, Verónica por todos os ensinamentos, valores e apoio que me proporcionaram ao longo da vida, suas experiências e conselhos moldaram quem sou e me ajudaram a alcançar este objetivo. Aos meus irmãos, Anísio, Genírcio, Belívia e Gastão Jr. vai o meu especial agradecimento por serem parte da minha vida.

Aos meus primos, com destaque para Diana Emília e Naira Gome que compartilharam comigo inúmeras memórias e momentos especiais, obrigado por serem uma parte fundamental da minha jornada e por me motivarem a alcançar os meus sonhos.

Ao corpo docente, pelo conhecimento transmitido ao longo desses anos, em especial ao meu Supervisor o Eng.º Dinis Chissano. Sua orientação, conhecimento e dedicação foram cruciais para o sucesso deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, que sempre foram uma fonte de apoio e motivação. Em especial a Karen Fernanda, Gerson Cossa e Ismael Cambula, que foram grandes parceiros, o apoio mútuo foi fundamental para enfrentar os desafios e o alcance dos nossos objectivos nesta jornada académica e desenvolvimento social.

Sem o apoio de todos vós este trabalho não seria possível. Agradeço a todos!

Gerson Balbina

A Automação Residencial (domótica) emerge como uma grande evolução tecnológica que transforma as residências em ambientes automatizados, proporcionando conforto, acessibilidade, gestão energética e segurança aos seus habitantes. A crescente oferta de produtos e aplicações domóticas por parte dos fabricantes indica um futuro promissor com a democratização dessa tecnologia. Este trabalho apresenta uma análise aprofundada do tema, com base em discussões de autores renomados, explorando seus benefícios, aplicação do ponto de vista prático numa moradia unifamiliar.

No âmbito do conforto, a domótica oferece diversas funcionalidades que elevam a qualidade de vida dos usuários, como o controle automatizado da iluminação, persianas, climatização e outros dispositivos. A segurança também é um ponto crucial, com sistemas que detectam e previnem incidentes como roubos, inundações, fugas de gás, incêndios e emergências médicas. A domótica se materializa por meio de uma rede integrada de sensores, atuadores e uma unidade central de controle, que se comunicam através de canais como rádio, infravermelho e Wi-Fi.

Em suma, a Automação Residencial representa um marco na forma como habitamos e interagimos com nossas casas, abrindo um leque de possibilidades para um futuro mais conectado, seguro e confortável.

Palavras-chaves: automação residencial, domótica, conforto, Wi-Fi, controle automatizado

Residential Automation (home automation) emerges as a major technological evolution that transforms homes into automated environments, providing comfort, accessibility, energy management and security to their inhabitants. The growing offer of home automation products and applications by manufacturers indicates a promising future with the democratization of this technology. This work presents an in-depth analysis of the topic, based on discussions by renowned authors, exploring its benefits, application from a practical point of view in a single-family home.

In terms of comfort, home automation offers several features that improve users' quality of life, such as automated control of lighting, blinds, air conditioning and other devices. Security is also a crucial point, with systems that detect and prevent incidents such as theft, floods, gas leaks, fires and medical emergencies. Home automation materializes through an integrated network of sensors, actuators and a central control unit, which communicate through channels such as radio, infrared and Wi-Fi.

In short, Home Automation represents a milestone in the way we live and interact with our homes, opening up a range of possibilities for a more connected safe and comfortable future.

Keywords: home automation, home automation, comfort, Wi-Fi, automated control

1-	Capítulo I: Introdução-----	1
1.1-	Contextualização e Delimitação do tema -----	1
1.2-	Formulação do Problema -----	1
1.3-	Justificativa-----	2
1.4-	Objectivos -----	2
1.4.1-	Objectivo Geral -----	2
1.4.2-	Objectivos Específicos -----	2
1.5-	Metodologia -----	3
2-	Capítulo II: Fundamentação Teórica: Sistemas Domóticos -----	4
2.1-	Conceito-----	4
2.2-	Historial-----	4
2.3-	Domínios da Domótica-----	5
2.4-	Rede Domótica-----	6
2.5-	Classificação dos Sistemas Domóticos -----	8
2.5.1-	Níveis de Interação de Sistemas Domóticos -----	8
2.5.2-	Arquitectura dos Sistemas Domóticos -----	9
2.5.3-	Meio para Transmissão de Dados -----	11
2.5.4-	Topologia da Rede -----	11
2.6-	Aplicabilidade da Domótica -----	12
2.6.1-	A segurança -----	12
2.6.2-	Serviços e Lazer (Conforto)-----	13
2.6.3-	A eficiência energética -----	14
2.6.4-	Comunicação -----	14
2.7-	Critérios de Escolha -----	15
2.8-	Protocolos de Automação Doméstica-----	15
2.9-	Principais Tecnologias Existentes -----	16
2.9.1-	Sistemas Com Transmissão Por Condutores -----	17

2.9.2-	Sistemas Com Transmissão Sem Fio	17
3-	Capítulo III: Análise e Discussão de resultados de Problema de Estudo	20
3.1-	Descrição Sumária do Projecto	20
3.1.1-	Cenário 1: Sem Domótica	20
3.1.2-	Cenário 2: Com Domótica	20
3.2-	Normas e Regulamentos	21
3.3-	Constituição do Empreendimento	21
3.4-	Classificação dos locais quanto ao ambiente e utilização	21
3.5-	Previsão de Carga	22
3.5.1-	Previsão da carga a instalar	23
3.6-	Ligação a rede e alimentação de energia	25
3.7-	Instalação de Utilização	26
3.7.1-	Iluminação	26
3.7.2-	Tomadas de Uso Geral	27
3.7.3-	Tomadas de Uso Específico	28
3.7.4-	Canalizações Eléctricas	29
3.7.5-	Sistemas de protecção contra pessoas	30
3.8-	Especificações Técnicas dos Materiais	31
3.8.1-	Tomadas	31
3.8.2-	Luminárias	31
3.8.3-	Protecções	34
3.9-	Escolha da tecnologia a aplicar	34
3.10-	Integração dos Produtos de automação	34
4-	Capítulo IV: Conclusões e Recomendações	35
4.1-	Conclusões	35
4.2-	Recomendações	35
5-	Capítulo V: Material Bibliográfico	36

Lista de Símbolos

Símbolo, sigla, abreviatura	Significado
U	Tensão
V	Volt
A	Ampere
VA	Volt-Ampere
S	Potência Aparente
I_s	Corrente de serviço
I_n	Corrente nominal
I_2	Corrente convencional de funcionamento
I_z	Corrente máxima admissível
IL	Iluminação
TUG	Tomadas de Uso geral
TUE	Tomadas de Uso Específico
WC	Casa de Banho
PLC	Power Line Communication
WI-FI	Wireless – Fidelity
CCTV	Closed-Circuit Television
Sistema X10	protocolo de comunicação que utiliza uma rede elétrica para controlar dispositivos electrónicos
Sistema EIB	protocolo de comunicação padrão utilizado em automação predial
<i>LonWorks</i>	protocolo de comunicação utilizado em automação de edifícios
LAN	<i>Local Area Network</i>
TCC	Trabalho de Culminação de Curso
EP	Estágio Profissional
Locais SRE	Locais sem riscos especiais
Locais THU	Locais temporariamente húmidos
Locais HUM	Locais húmidos
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
RSIUEE	Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica
RTIEBT	Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão

Lista de Figuras

Figura 1- Divisão da Domótica em 4 áreas. (Fonte: Gonçalves, 2017) -----	6
Figura 2- Exemplo de Esquema uma Rede Domótica. (Fonte: Gonçalves, 2017)-----	7
Figura 3- Sistema de Automação Centralizado. (Fonte: Ferreira, 2008) -----	9
Figura 4- Sistema de Automação Descentralizada. (Fonte: Ferreira, 2008)-----	10
Figura 5- Arquitectura Distribuída. (Fonte: Ferreira, 2008)-----	10
Figura 6- Tomada Inteligente. (Fonte: Smartify) -----	31
Figura 7- Lâmpada de teto regulável para sala de estar. (Fonte Ali Express) -----	32
Figura 8- Lâmpada aplicada no corredor e varanda. (Fonte: Ali Express) -----	33
Figura 9- Lâmpada aplicada nos quartos e casas de banho. (Fonte: Ali Express) -----	34
Figura A1-3: Coordenação entre os condutores e os dispositivos de protecção (Fonte: RTIEBT)	
Figura A2-7: Características do CABO XV 2X1,5mm CREME 0,6/1KV	
Figura A3-9: Características os disjuntores e interruptores diferenciais da marca Legrand	

Lista de Tabelas

Tabela 1- Classificações dos locais quanto ao ambiente. (Fonte: Autor) -----	22
Tabela 2- Previsão de Carga. (Fonte: Autor) -----	23
Tabela 3- Nível de Iluminância. (Fonte: Autor) -----	26
Tabela 4- Características da lâmpada aplicada no corredor e varanda. (Fonte: Autor)	33
Tabela A4-1: QUADRO 52-C1 (Fonte: RTIEBT)	
Tabela A5-2: Quadro 52H: Exemplos de modos de instalação (Fonte: RTIEBT)	
Tabela A6-4: Quadro IX: Características dos disjuntores (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)	
Tabela A7-5: Quadro VII: Características dos corta-circuitos fusíveis (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)	
<i>Tabela A8-6: Quadro X: Classificação dos locais (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)</i>	
<i>Tabela A9.1-8: Características do Cabo 450/750 V H07V-U</i>	
<i>Tabela A10.2-8: Características Técnicas do Cabo 450/750 V H07V-U</i>	
<i>Tabela A110-10: dimensionamento de canalizações de PVC rígido</i>	
<i>Tabela A11-11: Determinação da secção mínima dos condutores de neutro e de protecção (Fonte: Tabela 58 da NBR5410/2004)</i>	
<i>Tabela A12-12: Factores de correcção para agrupamentos de condutores ou de cabos (Fonte: Quadro 52-E1, RTIEBT)</i>	
<i>Tabela A123-13: Factor de correcção com a temperatura ambiente (Fonte: QUADRO 52-D1, RTIEBT)</i>	
<i>Tabela A18 – 18 Simbologia eléctrica (Fonte: RTIEBT)</i>	

1-Capítulo I: Introdução

1.1- Contextualização e Delimitação do tema

Em um mundo cada vez mais conectado e impulsionado pela tecnologia, a busca por uma vida mais confortável, segura e sustentável se torna cada vez mais latente. A automação residencial surge como uma aliada poderosa nesse cenário, integrando-se à rotina das pessoas e transformando a maneira como vivemos em nossos lares.

A domótica, como é conhecida a automação residencial, vai além da simples automatização de tarefas. Ela permite a criação de ambientes inteligentes e personalizados, que se adaptam às necessidades e preferências de cada indivíduo ou família. Através da integração de dispositivos inteligentes e sistemas automatizados, a domótica oferece uma gama de benefícios que impactam diretamente a qualidade de vida dos moradores.

A automação residencial integra inteligência ao seu lar, proporcionando conforto com controle automatizado de dispositivos, segurança reforçada por sistemas de monitoramento e alarmes, economia de energia com gestão inteligente de recursos e acessibilidade para todos. A domótica transforma a vida das pessoas, criando um lar do futuro mais seguro, sustentável e personalizado.

1.2- Formulação do Problema

Em um mundo onde o tempo é cada vez mais precioso e a busca por conforto, segurança e eficiência energética e segurança residencial nunca foi tão importante, a automação doméstica apresenta-se como uma solução inovadora. Ela promete não apenas melhorar significativamente a qualidade de vida dos moradores mas também contribuir para a sustentabilidade ambiental.

Diante dessas considerações, como pode a domótica transformar o seu cotidiano, convertendo o seu lar num refúgio de conforto, segurança e interactividade?

1.3- Justificativa

A domótica emerge como uma solução inovadora para os desafios da vida moderna, oferecendo uma gama de benefícios que impactam directamente o bem-estar, a segurança e a economia dos indivíduos. Através da automação residencial, nossas casas se transformam em verdadeiros oásis de conforto, segurança, interactividade e eficiência energética.

1.4- Objectivos

1.4.1- Objectivo Geral

Implementar Sistemas Domóticos para Transformação de Uma Moradia Unifamiliar em Um Refúgio Inteligente, Seguro e Sustentável.

1.4.2- Objectivos Específicos

- ☞ Automatizar tarefas repetitivas como o acender/apagar das luzes, regular a temperatura ambiente, proporcionando mais tempo livre e a praticidade no dia-a-dia da família;
- ☞ Implementar sistemas de segurança como CCTV, sensores de movimentos e alarmes, reduzindo o risco de invasões e roubos, garantindo a segurança da família e do património;
- ☞ Facilitar a comunicação e interação entre os membros da família através de intercomunicadores internos e controle de dispositivos compartilhados, fortalecendo os laços familiares;
- ☞ Reduzir o consumo de energia através de automação dos dispositivos de optimização do uso de ar-condicionado e iluminação e utilização de energia renovável, promovendo a sustentabilidade e a economia familiar;
- ☞ Criar uma apresentação comparativa que ilustre os benefícios da domótica em termos de conforto, segurança, praticidade, economia e interação, utilizando recursos visuais como imagens, gráfico e tabelas.

1.5- Metodologia

Para a elaboração do relatório serão aplicadas metodologias classificadas nas seguintes categorias como aponta Severino (2014):

- ◆ *Pesquisa exploratória e pesquisa explicativa* que tem como objectivo levantar informações sobre o objecto de estudo, delimitando assim um campo de trabalho, mapeando as condições de manifestação desse objecto e identificar suas causas, seja através da aplicação do método experimental/matemático, ou seja, através da interpretação possibilitada pelos métodos qualitativos.
- ◆ *Análise de dados* - abordagem metodológica que vai se concentrar na colecta de dados através das entrevistas, observações
- ◆ *Pesquisa bibliográfica* – será realizada a partir do registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses etc.
- ◆ *Pesquisa experimental* – será tida em conta através da realização de experimentos pela simulação em *softwares*, como, Autocad, etc., observação e controle das variáveis envolvidas

2- Capítulo II: Fundamentação Teórica: Sistemas Domóticos

2.1- Conceito

O termo domótico (casa inteligente) é utilizado para definir uma residência que contém aparelhos capazes de se comunicar entre si, e que podem ser operados remotamente por um sistema de controle. (João 2016)

Domótica resulta da junção da palavra latina *Domus* que significa “casa” e *Robótica* que significa “controle automatizado de algo”.

Na visão de Gama (2014) a domótica é uma tecnologia que visa a automatização de edifícios. Faz uso do recente crescimento tecnológico na área da eletrônica potenciando a gestão de todos os recursos residenciais, através do controle e monitorização integrados. Esta tecnologia torna mais cômoda a vida das pessoas por satisfazer de forma simples as suas necessidade de conforto e segurança e também provendo-as de ferramentas de racionalização de energia, que reduzem significativamente a sua fatura anual.

Para Viero (2016), sistemas de automação residencial têm sido frequentemente idealizados pela grande maioria dos usuários como um artifício que possa proporcionar grande conforto e comodidade ao dia a dia.

2.2- Historial

O surgimento da domótica deu-se na década de 70 e o intuito foi o de se controlar a iluminação, a climatização e a segurança nos edifícios. Na Europa a implantação desta tecnologia foi apoiada por programas governamentais apontando, sobretudo, ao uso racional de energia e ao aumento da segurança. (Gama, 2014).

A evolução histórica mostra que a humanidade vem trabalhando para substituir trabalhos braçais por meios onde pudesse produzir mais com menos esforço. Nos processos evolutivos houve grandes evoluções onde alcançou-se melhorias significativas na produtividade. Essa busca contínua de melhoria contínua nos processos produtivos fabris e maior conforto na vida do consumidor, nos trouxe a desenvolver os conceitos de domótica. (Silva Cezar, 2020).

Actualmente, com o avanço exponencial da tecnologia a busca por qualidade de vida tornou-se inerente ao ser humano. Os *smartphones*, *tablets*, computadores entre outros aparelhos tecnológicos fazem parte directamente da rotina de grande parte da humanidade. (Bernardes, 2020).

Na visão deste mesmo autor, a automação residencial faz parte desse conglomerado de tecnologias e tem-se tornado cada vez mais frequente na vida das pessoas. Tanto para o conforto e o luxo, quanto para a busca de acessibilidade relacionada a pessoas com deficiências físicas e motoras.

2.3- Domínios da Domótica

A “domótica” sendo a junção de “*domus*”, que significa casa, com “robótica” com o domínio das funções dos aparelhos residenciais pode ser uma realidade bem presente no quotidiano dos utilizadores, como pode-se observar no esquema da Error! Reference source not found. Esta ciência, ligada ao controlo e automação de habitações, tem como objectivos fundamentais oferecer um maior conforto e maior segurança, seja a nível da detecção de situações de emergência tais como incêndios ou fugas de gás ou água, seja a nível da detecção e sinalização de situações de intrusão. (Gonçalves, 2017)

Este autor acrescenta que devido à domótica ser uma área bastante abrangente esta pode ser dividida de diversas formas. Podendo estabelecer a divisão da domótica em quatro áreas (**Error! Reference source not found. Error! Reference source not found.**).

- 1- Serviços & Lazer** – Área responsável pela automatização dos diversos sistemas da residência como climatização, iluminação, entre outros. Permite aumentar os níveis de conforto da residência e libertar o utilizador de determinadas rotinas domésticas;
- 2- Segurança** – Área que permite dotar a residência de sistemas para a deteção de vários cenários indesejados, como intrusões, inundações, incêndios e fugas de gás;
- 3- Comunicação** – Área que abrange as comunicações internas (por exemplo entre o utilizador e o sistema de automatização residencial) e comunicações externas, ou seja, comunicar com a habitação via web ou dispositivos móveis;

- 4- **Gestão Energética** – Área responsável pela racionalização dos consumos energéticos por parte dos diversos sistemas. Considerada uma área de vital importância no quotidiano actual face aos novos pressupostos energéticos e ambientais a nível mundial.

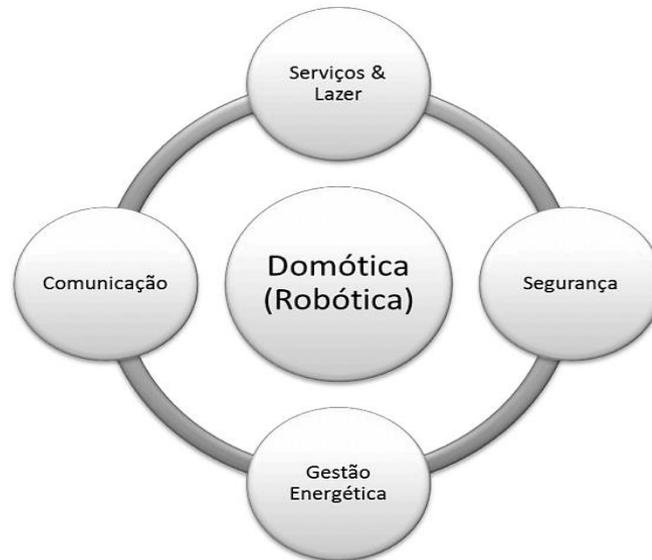


Figura 1- Divisão da Domótica em 4 áreas. (Fonte: Gonçalves, 2017)

2.4- Rede Domótica

As redes domóticas (Error! Reference source not found.) têm vindo a assumir um papel de importância crescente em diversas áreas, nomeadamente nos edifícios do sector terciário, e têm vindo a expandir-se ao sector habitacional. (Gonçalves, 2017)

Devido às inovações tecnológicas das últimas décadas o paradigma de habitação encontra-se neste momento em alteração. Actualmente uma habitação, não possui apenas a função de local de refúgio ou descanso, mas também ser um local de lazer, bem-estar e repouso. (Gonçalves, 2017)

Este mesmo autor defende que os sistemas domóticos baseiam-se no uso de 5 tipos de dispositivos, sensores, atuadores, controladores, interfaces e dispositivos específicos, todos eles conectados por alguma rede (chamada rede de controlo). Ao agir em conjunto e seguir algum protocolo, eles podem comportar-se de forma “inteligente”.

- ♦ Os **sensores** são dispositivos que recolhem a informação, sejam variáveis utilizadas no controlo (como a temperatura, velocidade, pressão, fugas de água, gás, etc.), sejam simplesmente dados para histórico (como medições de tensão e corrente), e a entregam a outros equipamentos na rede usando uma rede de

comunicação. São considerados dispositivos de entrada pois é a partir deles que a informação entra no sistema.

- ◆ Os **atuadores** são dispositivos de saída, uma vez que a informação sai do sistema para o equipamento que desejamos controlar. São estes os aparelhos que ficam encarregues de desencadear a ação em si. Desde regular intensidades, dar ordens de *on* ou *off*, trancar e destrancar fechaduras ou subir e descer estores, tudo pode ser despoletado pelo atuador.
- ◆ Os **controladores** controlam dispositivos na rede Gerem a instalação e recebem a informação dos sensores transmitindo-a aos atuadores.
- ◆ As interfaces, fornecem e recebem informação do utilizador, constando normalmente em teclados, *displays*, *smartphones*, *tablets*, computadores, entre outros.
- ◆ Os **dispositivos específicos** são elementos necessários ao funcionamento do sistema como por exemplo os *modems* ou *routers* que permitem o envio de informação entre os diversos meios de transmissão onde viaja a mensagem.

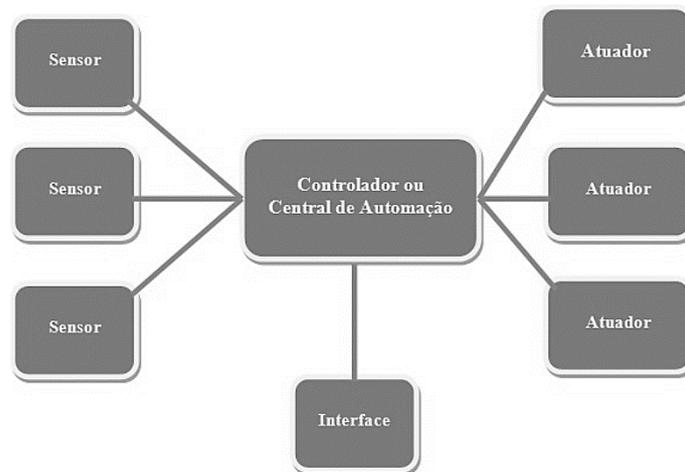


Figura 2- Exemplo de Esquema uma Rede Domótica. (Fonte: Gonçalves, 2017)

2.5- Classificação dos Sistemas Domóticos

Os sistemas de automação podem ser divididos em quatro categorias distintas, os níveis de interação, a arquitetura dos sistemas, o meio utilizado para transmissão de dados e a topologia da rede.

2.5.1- Níveis de Interação de Sistemas Domóticos

Os sistemas envolvidos no processo de automação residencial podem ser classificados em três níveis de interação, onde a complexidade está ligada ao grau de automatização dos sistemas. (Teza, 2002) Sendo:

- ◆ **Sistemas Autónomos** – são sistemas desenhados atuar um dispositivo específico de acordo com uma configuração pré-definida. Cada subsistema ou dispositivo é tratado independentemente, sem que tenham relação um com o outro. Este tipo de sistemas é de fácil instalação e tendencialmente mais económico, porém não grande nível de interatividade, uma vez que permite apenas realizar comandos básicos como *on* e *off* ou subir e descer.

- ◆ **Sistemas Centralizados** – são sistemas que baseiam o seu funcionamento numa unidade central que comanda vários outros dispositivos ou subsistemas. Cada um dos subsistemas desencadeia a função para a qual foi talhado. Os sistemas integrados oferecem maior nível de interação, porém a sua implementação é mais complexa e diretamente proporcional ao número de equipamentos de diferentes fabricantes.

- ◆ **Sistemas Complexos** – São sistemas que se tornam um gestor e não apenas um controlador remoto. Estes sistemas inteligentes dependem de comunicação bidirecional entre todos os subsistemas para um melhor desempenho, ou seja, um dispositivo recebe um sinal e devolve o seu *status* ao sistema. A integração do sistema é feita por meio de *softwares*, e tradicionalmente é necessária uma infraestrutura adequada para sua implementação.

2.5.2- Arquitectura dos Sistemas Domóticos

A classificação da arquitetura dos sistemas de automação é feita com base no local onde se encontra a “inteligência” do sistema domótico. Podemos dispor de uma arquitetura centralizada, uma arquitetura descentralizada, uma arquitetura distribuída e uma arquitetura que é um misto das anteriores. (Ferreira, 2008)

Num sistema centralizado (figura 5), existe uma única central, à qual todos os dispositivos da instalação são conectados. Esta central, ou controlador, serve tanto para receber a entrada dos sinais dos sensores, como também para, após o processamento dos sinais, enviar os comandos e ajustes aos atuadores para que executem as operações.

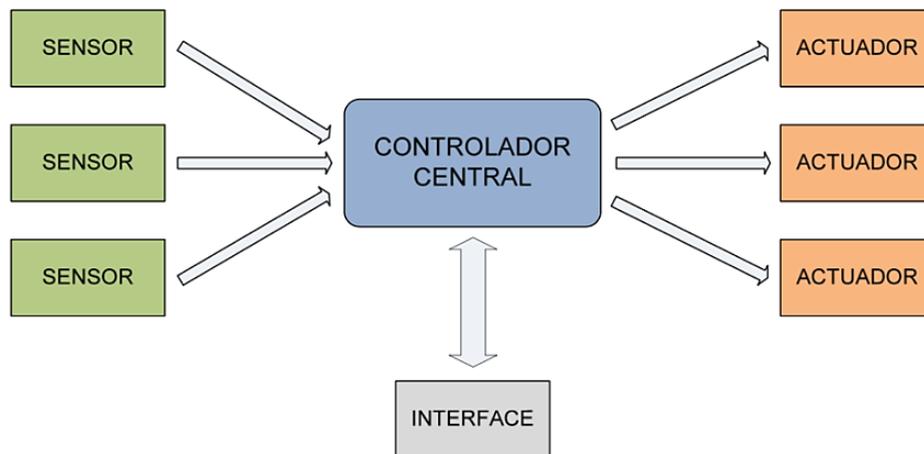


Figura 3- Sistema de Automação Centralizado. (Fonte: Ferreira, 2008)

Na arquitetura descentralizada (**Error! Reference source not found.**), existem vários tipos de equipamentos com processamento inteligente próprio, cada um com função específica dentro das necessidades do sistema de automação, interligados por uma rede, que comunicam entre si e enviam sinais entre sensores e atuadores.

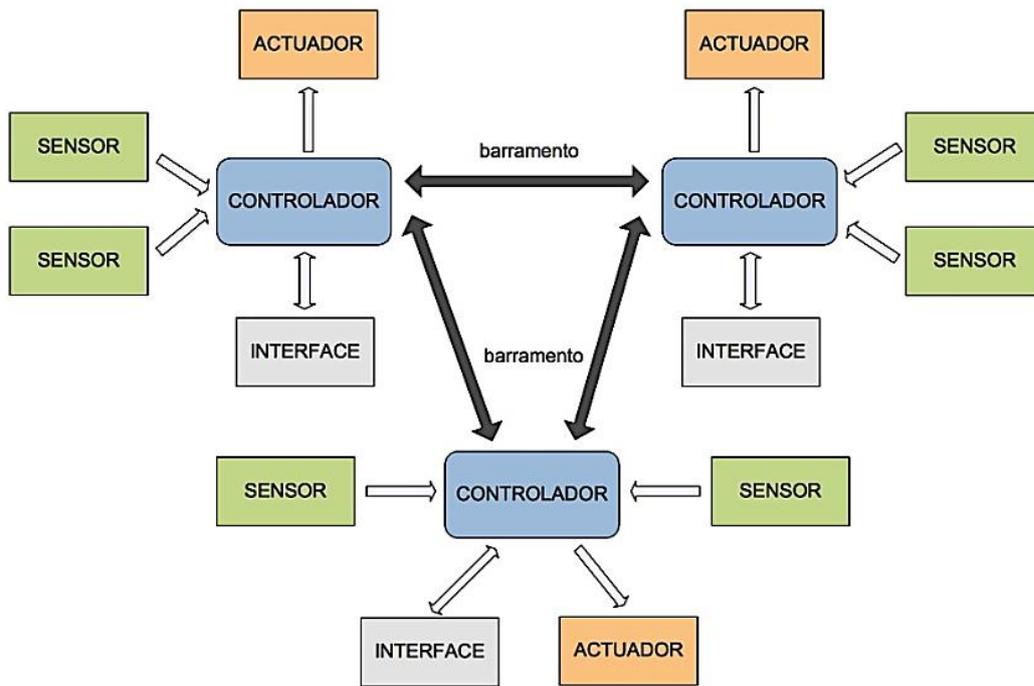


Figura 4- Sistema de Automação Descentralizada. (Fonte: Ferreira, 2008)

Uma arquitetura distribuída caracteriza-se pelo facto de cada elemento do sistema, seja um sensor, um atuador ou uma simples interface, ser também um controlador capaz de atuar e enviar informação para um barramento de dados - de acordo com a configuração, de acordo com os dados adquiridos por ele próprio (sensor) e de acordo com os dados recebidos de outros dispositivos do barramento (atuador). (Ferreira, 2008)

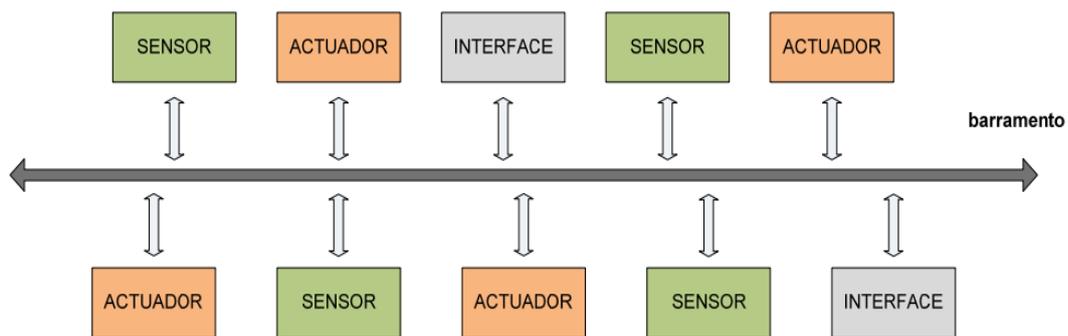


Figura 5- Arquitectura Distribuída. (Fonte: Ferreira, 2008)

2.5.3- Meio para Transmissão de Dados

A interconexão de dispositivos numa habitação requer um meio de comunicação, ou seja, um suporte físico onde circula a informação trocada entre os diversos dispositivos da rede de domótica. Existem para isso três abordagens diferentes:

- ◆ **As soluções com fio** requerem cabos dedicados que precisam ser instalados durante a construção da habitação ou no decorrer de uma grande renovação de uma casa. Estas soluções são tipicamente mais caras e, portanto, apenas usadas em instalações comerciais e em pouquíssimas residências de alta qualidade de construção.
- ◆ **A tecnologia PLC (*Power Line Communication*)** permite o uso simultâneo da rede eléctrica para a transmissão de electricidade e dados. Esta tecnologia permite oferecer serviços de controlo de equipamentos, através da rede eléctrica sendo a sua principal vantagem o facto de utilizarem a infraestrutura da rede eléctrica pré-existente, diminuindo os custos de instalação. (Augusto, 2013)
- ◆ **As soluções sem fio** mostram o maior crescimento no mercado, uma vez que a sua habilidade tem vindo a aumentar e são economicamente mais acessíveis em relação a soluções com fio. A sua aplicação em lares não implica grandes remodelações o que suportado a maior procura do mercado por este tipo de recursos.

2.5.4- Topologia da Rede

Para existir comunicação entre os dispositivos presentes numa moradia, existem diferentes meios de transmissão para o sinal. Na maioria das redes locais os dispositivos são ligados respeitando as seguintes topologias ou em algumas redes são usadas combinações destas:

- Ponto a Ponto;
- Barramento;
- Estrela;
- Anel e;
- Malha.

2.6- Aplicabilidade da Domótica

A domótica pode ser vista como um conjunto de serviços prestados por um equipamento automático ou dispositivos com um certo nível de "inteligência" dentro de uma habitação, direccionados à gestão de quatro funções essenciais: a segurança, Serviços e lazer (conforto), a eficiência energética, e as comunicações. (Lopes e Ferreira,2009).

A automação está em franca expansão, e ainda é motivo de estudos com a adição contínua de melhorias, novas técnicas de aperfeiçoamento e novos produtos. Porém, a aplicabilidade dos sistemas domóticos pode ser enquadrada em algumas áreas que previamente descritas nas páginas anteriores, como ilustrado na **Error! Reference source not found.**

2.6.1- A segurança

Aa integrar os diversos sistemas em torno de um único sistema, a Domótica permite aumentar os padrões de segurança, através da utilização de todas as potencialidades dos sistemas disponíveis, segundo os critérios de utilidade objectiva. (Ferreira 2008) e (Alves e Mota, 2003)

Portanto, esta função (segurança) pode ser dividida em duas áreas: a segurança de pessoas e a segurança de bens.

Na categoria da **segurança de pessoas** podem ser incluídas tarefas como:

- Iluminação automática em zonas de risco;
- Detecção de fugas de gás em várias divisões críticas de uma habitação (por exemplo, os quartos), abrindo válvulas de emergência para extrair o gás para o exterior;
- Alarmes de emergências médicas.

Na categoria da **segurança de bens** podem-se destacar funções como:

- Detecção de intrusos com diversos sensores de presença no interior da habitação e sensores magnéticos de detecção de abertura de portas e janelas;
- Detecção de possíveis focos de incêndio no interior de uma habitação, actuando sobre os aspersores de emergência na divisão onde foi detectada a anomalia;
- Alarmes de inundações e fugas de gás;
- Intimidação por iluminação automática das áreas invadidas e fecho automático de estores, e pela colocação nas televisões da imagem do intruso.

2.6.2- Serviços e Lazer (Conforto)

◆ Controlo e Regulação de Iluminação

Em zonas de passagem a iluminação pode ser accionada por detetores de movimento, sendo programada para um nível de luminosidade reduzido, mas suficiente para a circulação. Nas salas, cozinhas, piscinas, entre outros, a iluminação pode ser ativada pela presença, através de programas de iluminação pré-estabelecidos, sendo mais diversos os cenários pré- estabelecidos por exemplo para ver televisão, para dar uma festa, para as refeições, entre outros. (Lopes e Ferreira, 2009)

◆ Controlo e Regulação de Aquecimento

O controlo da temperatura é efetuado através de sensores de temperatura, que registam a temperatura de cada divisão e comunicam a mesma à unidade central, que por sua vez irá definir a atuação para cada uma das divisões, de forma a manter uma temperatura constante. A temperatura pode ser programada para um funcionamento global, onde todos os compartimentos são configurados para terem a mesma temperatura, ou para um funcionamento por divisão, onde a temperatura é definida para cada uma das divisões do edifício. O utilizador pode controlar tudo isto através de termóstatos, ou *smartphone* por exemplo. (Lopes e Ferreira, 2009)

◆ Controlo de Estores, Cortinas ou Toldos

Através deste serviço os estores, cortinas e toldos correm, descem e sobem automaticamente, sendo fundamental a respetiva interligação com todo o restante sistema. O controlo da abertura e fecho de estores pode ser regulado segundo fatores diversos: (Lopes e Ferreira, 2009)

- Ciclos diários ou semanais;
- Comandos gerais, locais ou a remoto;
- Intrusão;
- Quebra de vidros;
- Simulação de presença;
- Luminosidade forte ou fraca.

◆ **Controlo e Automatização da Rega**

Este sistema pode e deve estar associado aos outros sistemas domóticos. Assim, o sistema pode entrar em funcionamento conforme a temperatura e humidade do ar, ou até quando ocorre uma intrusão. O sistema pode ser desligado automaticamente caso se verifique uma falha no abastecimento de água, ou caso uma determinada zona do jardim esteja em manutenção. (Lopes e Ferreira, 2009)

2.6.3- A eficiência energética

A utilização correcta da energia não implica a ausência de consumo, mas sim a racionalização do mesmo (Alves e Mota, 2003). O grande objectivo é o de satisfazer necessidades domésticas com o mais baixo custo. Isto é possível de várias formas, através da domótica:

- ◆ **Gestão de Equipamentos Eléctricos** – a dessincronização no arranque dos equipamentos eléctricos evita o fator pico e permite reduzir bastante a fatura energética ao diminuir a potência contratada. Se os eletrodomésticos forem programados para arrancarem nos períodos horários em que as tarifas são mais reduzidas, o consumo energético será inferior.
- ◆ **Controlo de Iluminação** – a integração do sistema de iluminação com o sistema de controlo de estores permite que seja regulada a necessidade de iluminação artificial, para que o aproveitamento da luz natural seja maior. A programação do sistema para desligar toda a iluminação em caso de desocupação, é outro fator que permite reduzir os gastos energéticos.

2.6.4- Comunicação

- ◆ **Comandos Convencionais** – é comum considerar-se que com a implementação do sistema domótico são abolidos os tradicionais interruptores que têm como função ligar/desligar. No entanto, estes continuam a existir, possibilitando o controlo manual e local sempre que for necessário. (Gonçalves, 2017)
- ◆ **Comandos à Distância** – estes comandos permitem ao proprietário controlar inúmeros equipamentos entre eles, por exemplo, a televisão, a iluminação, estores e climatização. Podemos chegar mesmo a ter estas funções englobadas somente num comando. (Gonçalves, 2017)

- ◆ **Rede Informática/Internet** – nos dias de hoje é impensável não ter acesso à Internet numa habitação. Pode-se optar por uma rede cablada LAN ou por uma rede sem fios, sendo as redes sem fios as mais recomendadas pois permite o acesso a partir de qualquer ponto da habitação (Lopes e Ferreira, 2009)
- ◆ **Central Telefónica** – através da aplicação de telefones em vários pontos da casa, é possível efectuar várias comunicações em simultâneo para o exterior ou mesmo em diferentes pontos da casa sem quaisquer custos. Caso não esteja ninguém na habitação e alguém tentar telefonar, é possível através da central telefónica digital reencaminhar as chamadas para um telemóvel. (Lopes e Ferreira, 2009)
- ◆ **Radiofrequência e Infravermelhos** – os sistemas de radiofrequência têm como principal vantagem a não utilização de cablagens específicas. Alguns sistemas domóticos utilizam sinais RF para comunicações, sendo que as interferências de sinal um dos principais problemas deste tipo de comunicação.
As comunicações por infravermelhos utilizam altas frequências sem praticamente nenhuma distorção ou ruído. A grande desvantagem reside no facto de o emissor ter obrigatoriamente de estar em linha de visibilidade com o recetor. Os principais equipamentos que utilizam os infravermelhos para comunicar são a maior parte dos telecomandos e os detetores de presença. (Gonçalves, 2017)

2.7- Critérios de Escolha

A domótica é um serviço sobre o qual não existe grande conhecimento da população em geral, o que leva um potencial comprador do serviço a se debater com bastantes dúvidas sobre a solução que mais se adequa às suas necessidades. Tendo isto como base, Alves e Mota (2003) definiu como principais factores do ponto de vista do consumidor final:

- ◆ O sistema deve garantir total fiabilidade;
- ◆ O sistema deve ter a capacidade de superar os requisitos actuais e principalmente os futuros;
- ◆ Deve ter uma manutenção garantida de pelo menos 20 anos.

2.8- Protocolos de Automação Doméstica

Com a evolução das redes da taxa de aceitação do conceito de domótica por parte da sociedade, surgiram diversos protocolos que podem ser implementados nos sistemas de automação residencial. É de referir que já existem protocolos que conseguem combinar dois tipos de comunicação, *powerline* e radiofrequência, com o intuito de se alargar o

número de habitações onde se pode implementar o sistema de domótica. (Gonçalves, 2017)

Os protocolos de automação doméstica podem ser classificados pela sua abertura relativamente a comunicações. Assim temos: (Gonçalves, 2017)

- ◆ **Protocolos Proprietários Fechados** – são sistemas desenvolvidos por uma empresa, que os utiliza em regime de exclusividade. A venda de equipamentos, serviços e a sustentabilidade e desenvolvimento dos mesmos apenas dependem de uma entidade, o que os torna extremamente desaconselháveis.
- ◆ **Protocolos Proprietários Abertos** – são sistemas desenvolvidos por uma entidade que posteriormente vende a sua utilização a empresas que o pretendam adoptar. Estes sistemas podem constituir uma boa opção, contudo não no caso europeu, pois não existe uma oferta de mercado que possibilite a escolha de um sistema com garantias de manutenção presente e futura.
- ◆ **Protocolos Abertos** – são sistemas desenvolvidos por várias entidades, tendo assim inúmeros fabricantes e fornecedores. Isto leva a uma facilidade de dispersão da tecnologia, permitindo que o protocolo se desenvolva através de melhorias introduzidas por cada fabricante. A qualidade do sistema cresce facilmente e a satisfação dos clientes é assegurada, pois em caso de problema com o sistema, encontrará solução no seu fornecedor, ou noutra qualquer que comercialize equipamentos do mesmo protocolo. O EIB e o X10 são exemplos deste tipo de sistemas.

2.9- Principais Tecnologias Existentes

Para a escolha adequada das tecnologias que serão utilizadas, é necessário fazer uma análise e um comparativo entre as diversas opções disponíveis no mercado. Devido à crescente demanda por automação predial, ocorreu um expressivo aumento do número de empresas que atuam nesse ramo. Visto a grande diversidade de tecnologias empregadas, selecionaram-se alguns modelos para análise e comparação. (Sanchez et al, 2016)

2.9.1- Sistemas Com Transmissão Por Condutores

Os três sistemas domóticos mais implementados no mercado mundial da Domótica são o sistema X10, o sistema EIB e *LonWorks*. (Lopes e Ferreira, 2009)

Sendo sistemas abertos, o X10 e o EIB apresentam uma enorme variedade de produtos, fabricantes e fornecedores. Sendo estes dois sistemas de fácil dispersão tecnológica, permitem a entrada de novos fabricantes e fornecedores, o que leva a um aumento constante de qualidade dos protocolos, oferecendo assim garantias aos clientes finais de qualidade e manutenção.

O sistema *LonWorks*, sendo um sistema proprietário aberto, também oferece garantias de qualidade dos seus produtos e pode se construir como uma opção válida tecnicamente. Contudo é um sistema com uma quota de mercado muito reduzida na Europa, traduzindo-se isto em enormes limitações na escolha de fornecedores, o que leva a que a sua expansão e manutenção futura seja muito difícil de assegurar.

2.9.2- Sistemas Com Transmissão Sem Fio

Sanchez et al (2016) propõe que os sistemas sem fio ou *Wireless* são tecnologias totalmente baseadas em radiofrequência (RF) e sinais infravermelhos (IR) Uma das principais vantagens de se utilizar este tipo de tecnologia é justamente o facto de não necessitar cabeamento para interligação dos diversos dispositivos que podem compor a rede.

Wireless - Fidelity (WI-FI)

Estes sistemas que não só permitem a interligação entre computadores como a seus periféricos e à internet, conquistaram o mercado, principalmente, em seu uso mais conhecido, os denominados “*hot spots*”, implantados em diversos locais, desde residências, ambientes corporativos e instituições académicas, até locais públicos como aeroportos e centros comerciais que conforme Diaz e Pizzolato (2004) possui uma cobertura de rede que atinge distâncias que variam entre 60 e 120m, dependendo dos obstáculos que os sinais encontram no ambiente.

Bluetooth

A tecnologia Bluetooth foi desenvolvida em meados da década de 90 inicialmente para a aplicação em celulares e acessórios. A tecnologia Bluetooth trabalha na mesma faixa onde funcionam as redes Wi-Fi (2,4GHz). Porém com um custo financeiro e energético mais baixo, no entanto, com menor alcance de transmissão, permite estabelecer comunicação sem fio entre aparelhos electrónicos como: computadores, telefones, *Personal Digital Assistans* (PDAs), equipamentos de escritório e dispositivos móveis como fones, para além de celulares.

Tecnologia Z-Wave

Conforme Sanchez et al (2016), a tecnologia Z-Wave baseia-se no sistema de rede em malha, de modo que dois nós possam utilizar outros nós intermediários para efectivar sua comunicação. Caso algum nó esteja impossibilitado de receber as informações, automaticamente os dados passam a ser usados por outros pontos da rede para completar o caminho.

O alcance entre um módulo e outro pode chegar a 30 metros, se não houver obstáculos no caminho. Cada módulo atua amplificando e retransmitindo o sinal recebido até o próximo ponto da rede. Com o uso frequente e a inserção de novos nós, o sistema torna-se mais eficiente, detectando os melhores caminhos e otimizando o fluxo de informações.

Uma malha Z-Wave pode ter até 232 dispositivos conectados. Uma grande quantidade de dispositivos pode confundir uma aplicação Bluetooth ou Wi-Fi, enquanto que numa rede Z-Wave, quanto maior for esse número, mais forte e consistente a rede

Tecnologia Zigbee

A tecnologia *ZigBee* foi desenvolvida através de estudos realizados por diversas empresas como Motorola, Samsung e Mitsubishi que formaram a *ZigBee Alliance*. O objetivo desta aliança é desenvolver novas soluções sem fio para a aplicação em inúmeros produtos e permitir a comunicação entre aparelhos de diversos fabricantes

Assim como na tecnologia *Z-Wave*, o *ZigBee* também funciona através de uma rede tipo malha, o que torna o sistema bastante confiável. Outra vantagem importante é o baixo consumo de potência dos dispositivos.

A operação da rede funciona com três tipos de aparelhos: o coordenador, o roteador e o dispositivo final.

O coordenador é o ponto inicial, que define um número identificador de rede e o canal a ser utilizado para transmissão. Ele envia e também recebe informações dos roteadores que estão conectados a ele.

Os roteadores, por sua vez, servem como caminho para o tráfego das informações, repetindo o sinal até que chegue aos aparelhos finais (*end device*). Estes dispositivos finais estão conectados a somente um roteador e, portanto, não podem retransmitir o sinal. Sua função é apenas receber a informação e accionar a carga desejada.

Os aparelhos da rede *ZigBee* baseiam-se na especificação de camada física IEEE 802.15.4. Este padrão é muito eficiente energeticamente, porém possui baixas taxas de transmissão de dados (250 kbps). Ele opera na frequência de 2,4 GHz na maioria dos países. (Sanchez et al, 2016)

3- Capítulo III: Análise e Discussão de resultados de Problema de Estudo

3.1- Descrição Sumária do Projecto

A domótica, ou automação residencial, refere-se à integração de sistemas tecnológicos em uma residência para proporcionar maior controle, eficiência e conforto aos moradores.

Este projeto visa aplicar a domótica em uma casa tipo 3, ou seja, uma residência de médio porte com três quartos, duas salas (salas de estar e de jantar), cozinha e banheiros. O foco deste estudo é o sistema de iluminação, demonstrando os benefícios e melhorias obtidos com a automação em comparação ao sistema tradicional.

3.1.1- Cenário 1: Sem Domótica

O cenário das infraestruturas sem o uso de sistemas inteligentes caracteriza-se por ter:

- Sistema de iluminação tradicional;
- Controle manual através de interruptores convencionais;
- Ausência de programação ou automação das luzes e;
- Iluminação fixa, sem ajuste automático de intensidade.

3.1.2- Cenário 2: Com Domótica

As infraestruturas que têm sistemas inteligentes instalados gozam das seguintes características:

- Sistema de iluminação automatizado,
- Controle inteligente via dispositivos conectados (tablets, assistentes virtuais);
- Programação e automação de luzes conforme horários, presença de pessoas e condições ambientais e;
- Ajuste automático de intensidade e cor das luzes para otimização de energia e conforto.

Igualmente será apresentado o cálculo luminotécnico, que é essencial para garantir uma iluminação adequada em cada ambiente da casa. Este processo envolve determinar a quantidade de luz necessária (em lumens) e a distribuição ideal das luminárias para proporcionar uma iluminação uniforme e confortável. No contexto deste projeto, o cálculo será realizado para ambos os cenários, destacando as diferenças em eficiência e eficácia entre o sistema tradicional e o automatizado.

Em um projeto de automação residencial, a segurança elétrica é um pilar fundamental, garantindo o bem-estar dos moradores e a integridade da instalação. Nesse sentido, o dimensionamento correcto dos dispositivos de protecção, como disjuntores e fusíveis, torna-se crucial para prevenir falhas e proteger contra diversos perigos eléctricos.

3.2- Normas e Regulamentos

As normas a seguir na elaboração deste projecto seguiram as frequentemente utilizadas em Moçambique ou seja:

- Regulamento de segurança para uso de electricidade (R.S.I.U.E.E.);
- Decreto-Lei Nº 740/74, de 26 de Novembro;
- Regras Técnicas de Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (R.T.I.E.B.T)

3.3- Constituição do Empreendimento

- Três (3) Quartos, sendo um Suíte;
- Uma (1) Cozinha;
- Uma (1) Sala de Estar
- Uma (1) sala de Jantar
- Uma (1) Dispensa;
- Uma (1) Varanda;
- Um (1) Corredor;
- Uma (1) Garagem;
- Uma (1) casa de banho geral designada por WC₁

3.4- Classificação dos locais quanto ao ambiente e utilização

De acordo com o Quadro X do Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica, os ambientes da infraestrutura podem ser classificados como mostra a **Error! Reference source not found.**

Tabela 1- Classificações dos locais quanto ao ambiente. (Fonte: Autor)

Utilização	Classificação de Ambiente	Área (m ²)	Tipo de Divisão
Cozinha	THU	13,10	Não Principal
Dispensa	SRE	3,35	Não Principal
Corredor	SRE	9,30	Não Principal
Quarto 1 (Suite)	SRE	20,75	Principal
WC2	HUM	5,16	Não Principal
Quarto 2	SRE	16,48	Principal
Quarto 3	SRE	10,23	Principal
WC1	HUM	5,96	Não Principal
Garagem	SRE	27,57	Não Principal
Varanda 1	SRE	11,25	Não Principal
Sala de Estar	SRE	23,51	Principal
Sala de Jantar	SRE	15,22	Principal

3.5- Previsão de Carga

O levantamento de potência será feito mediante uma previsão das potências (cargas) mínimas de iluminação e tomadas, usando o critério que tem como base o rácio de potência por unidade de área, tal como sugere a RSIUEE no seu Art. 435. A previsão tem como objectivo a determinação de todos os pontos de utilização de energia eléctrica no que se refere as cargas e ao consumo para os diferentes pontos que farão parte da instalação. Não só é importante porque nos dita a potência que devera ser contratada pela entidade responsável pelo fornecimento de energia.

De acordo com **Art. 435.º** do Regulamento de Segurança das Instalações de Utilização de Energia Eléctrica, As potências mínimas a considerar no dimensionamento das instalações de utilização são:

- Climatização – 80 VA/m²
- Máquina de lavar – 3,3 KVA
- Iluminação e tomadas – 25 VA/m²
- Cozinha (considerando 5 divisões principais) – 5 KVA
- WC (aquecimento considerando 5 divisões principais) – 2 KVA

3.5.1- Previsão da carga a instalar

Tabela 2- Previsão de Carga. (Fonte: Autor)

Utilização	Área (m ²)	Potência em VA	
		IL e TUG	TUE
Cozinha	13,10	327,50	5000,00
Dispensa	3,35	83,75	
Corredor	9,30	232,50	
Quarto 1 (Suite)	20,75	518,75	1660,00
WC2	5,16	129,00	
Quarto 2	16,48	412,00	1318,40
Quarto 3	20,23	505,75	1618,40
WC1	5,96	149,00	2000,00
Garagem	27,57	689,25	520,00
Varanda 1	11,25	281,25	3300,00
Sala de Estar	23,51	587,75	1880,80
Sala de Jantar	15,22	380,50	1217,60
Total	171,88	22812,20	

1. Capacidade de condução de corrente:

$$1^{\circ} \text{ Corrente de projeto: } I_s = \frac{S}{\sqrt{3}U} \quad (3.1)$$

$$U = 400V \quad I_s = \frac{22812,20}{\sqrt{3} \cdot 400} = 34,65 A$$

2^o Método de instalação: Referência A1

3^o Corrente de projeto corrigida:

- Fator de correção para temperatura, $k_1=0,94$, para temperatura de operav de 35°C.
- Fator de correção para resistividade térmica do solo, $k_2=1$ (não é cabo subterrâneo)

Fator de correção para agrupamento de circuitos, $k_3=0,7$ para agrupamento em feixe ao ar livre ou superfície; embutidos em conduto fechado de 3 cabos multipolares.

$$I'_s = \frac{I_s}{k_1 * k_2 * k_3} \quad (3.2)$$

$$I'_s = \frac{34,65}{0,94 * 1 * 0,7} = 52,67 \text{ A}$$

4º Identificar a seção do condutor:

Da Tabela 3: Ref. A1, 3 condutores carregados, deve ser encontrada um condutor com capacidade de condução maior que I'_s . $I_s = 34,65 \text{ A}$

Estimativa da corrente máxima admissível em função da corrente convencional de funcionamento

Usando a 1ª Condição: $I_s \leq I_N \leq I_z$ e consultando o QUADRO IV das características dos disjuntores de RSUIEE pode se concluir o seguinte:

$$I_s = 34,65 \text{ A} \qquad I_N = 50 \text{ A} \qquad I_z = 65 \text{ A}$$

Recorrendo à 2ª condição: $I_2 \leq 1,45 \times I_z$ e considerando o caso extremo da igualdade, ou seja, $I_2 = 1,45 \times I_z$ pode determinar-se o I_z

$$I_z = \frac{I_2}{1,45} \quad (3.3)$$

$$I_z = 44,83 \text{ A}$$

A primeira e segunda condição estão cumpridas, com isso pode se constatar que é necessário um disjuntor de 50A de calibre e o condutor a ser utilizado é VAV 4x6 0.8/1.2 KV e a alimentação será subterrânea.

Corrente de curto-circuito

$$I_{CC} = \frac{U}{R_T} \quad (3.4)$$

$$R_T = R_M + R_J \quad (3.5)$$

$$R_T = \frac{\rho \times l_1}{A_1} + \frac{\rho \times l_2}{A_2} \quad (3.6)$$

$$\rho = \rho_{20} [1 + \alpha(T - 20^\circ)] \quad (3.7)$$

Para uma temperatura de 30°C que corresponde a temperatura ambiente teremos:

$$\rho = 0,0225.$$

$$R_T = \frac{0,0225 \times 10}{6} + \frac{0,0225 \times 10}{2,5}$$

$$R_T = 0,1275 \Omega$$

$$I_{CC} = \frac{U}{R_T} = \frac{230}{0,1275} = 1,803 \text{ kA}$$

$$\sqrt{t} = K \cdot \frac{s}{I_{CC}} \qquad t = \left(K \cdot \frac{s}{I_{CC}}\right)^2$$

$$t = \left(115 \times \frac{2,5}{1,803 \times 1000}\right)^2$$

$$t = 0,0254 \text{ s}$$

O tempo obedece a condição $t < 5 \text{ s}$, logo o dispositivo vai proteger a instalação contra o curto-circuito.

3.6- Ligação a rede e alimentação de energia

A Residência será alimentada a partir da rede pública de distribuição de energia eléctrica, neste caso a EDM, do sistema trifásico de baixa tensão a frequência alternada de 50 Hz e a tensão de $400/230 \text{ V}$. Esta será fornecida a partir do poste da rede de distribuição pública mais próximo da residência no sistema trifásico através cabo torçada de 6 mm^2 até ao postelete da residência. Do postelete seguir-se-á até a portinhola e daí até ao quadro geral que permitira a distribuição para todos os circuitos que fazem parte da habitação sendo que este deverá ser de construção metálica provido de uma parte de espelho.

O quadro eléctrico será afixado sobre a parede, devendo ser colocado por forma a manterem-se na posição adequada e por meio de dispositivos de robustez suficiente para suportar as solicitações normais resultantes da manobra dos aparelhos neles instalados. Para este projecto será colocado num dos cantos da sala como ilustrados nos circuitos em anexo, sendo que este será de construção metálica, com 200 mm de largura, 250 mm de altura e 90 mm profundidade, sendo que este será do tipo GA.

A saída do quadro eléctrico do projecto será constituída pelos seguintes circuitos:

- > Circuitos de iluminação;
- > Circuitos de tomadas de uso geral;
- > Circuitos de tomadas de uso específico
- > Circuitos de ligação de equipamentos para aquecimento;
- > Circuito para ligação de forno eléctrico;
- > Circuito para máquina de lavar

3.7- Instalação de Utilização

3.7.1- Iluminação

Esta parte do projecto terá fundamentalmente de estabelecer as condições de luz sob a quantidade e qualidade. Para os cálculos relacionados a luz é antes necessário conhecer a quantidade e qualidade da iluminação de uma determinada área, seja ela de lazer, trabalho ou de circulação.

A iluminação dos compartimentos está calculada para garantir um nível de iluminação adequado (vide a Tabela 3)

Tabela 3- Nível de Iluminância. (Fonte: Autor)

Utilização	Área (m²)	Lux
Cozinha	13,10	300
Dispensa	3,35	150
Corredor	9,30	200
Quarto 1 (Suite)	20,75	300
Closet Q1	5,27	300
WC2	5,16	300
Closet Q2	4,34	300
Quarto 2	16,48	300
Quarto 3	20,23	300
WC1	5,96	300
Garagem	27,57	150
Varanda 1	11,25	150
Sala de Estar	23,51	300
Sala de Jantar	15,22	300

A iluminação será do tipo directa, assegurada por armaduras equipadas de lâmpadas inteligentes de diversos modelos e potências, as mesmas encontram-se descritas no ponto 3.8.2-

A instalação de iluminação nos compartimentos será executada em condutor H07V-R de secção $1.5mm^2$, protegido por tubo termoplástico do tipo Gris de diâmetro 20mm apropriado. Todos os circuitos deverão ter condutor de protecção da instalação (terra).

O comando poderá ser remoto por meio de *smartphones*, *tablets* ou computadores ou local por meio de interruptores simples e comutadores de lustre e de escada, colocados de acordo com o sentido de abertura das portas a 120 cm do piso acabado.

- **Circuito 1:** Varanda, quarto 3 e cozinha;
- **Circuito 2:** Arrumos, corredor e wc geral;
- **Circuito 3:** Escritório, sala comum e quarto 2;
- **Circuito 4:** Wc, garagem, varanda frontal e quarto 3 (suíte).

Os comutadores e interruptores deverão ser colocados a uma altura de 1,20m relativamente ao pavimento, enfiado em tubo VD de 16mm de diâmetro e com condutores do tipo H07V – R de $1,5mm^2$. Sendo que estes serão protegidos por disjuntores de 10 A de calibre para cada circuito no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT).

Quando os aparelhos de iluminação fixos forem instalados posteriormente, os condutores de alimentação devem terminar em caixas de extremidade sendo deixado, no interior destas, um comprimento mínimo de 0,10 m. As caixas devem ser equipadas com ligadores apropriados. Nas cozinhas, casas de banho e outros locais com humidade recomenda-se que os suportes dos aparelhos de iluminação sejam de material isolante

3.7.2- Tomadas de Uso Geral

Em locais previamente estabelecidos, estão previstas tomadas monofásicas e com perno de terra ao qual será ligado o condutor geral de protecção da instalação - que parte dos barramentos de terra em cada quadro eléctrico, para uso geral e específico em quantidades determinadas em conformidade com as necessidades locais. Existirão dois tipos de circuitos para alimentação das tomadas nomeadamente:

- Circuitos de tomadas com energia normal – destinadas à ligação de equipamentos de limpeza e qualquer outro serviço de apoio – **tomadas de uso geral**;
- Circuitos de tomadas com energia de emergência – destinadas à ligação de equipamentos essenciais – **tomadas de uso específico**

Os circuitos acima mencionados foram dimensionados de modo a suportar cargas não superiores de 1,6 kW cada e serão estabelecidos em condutor do tipo de $2,5 \text{ mm}^2$, ou acima deste valor quando a carga assim o justifique.

- **Circuito 1:** Sala de Estar e algumas da sala de jantar;
- **Circuito 2:** Sala de Estar, garagem, Quarto 2 e corredor
- **Circuito 3:** Quarto1, Quarto 3 e WC2
- **Circuito 4:** WC 1 e Cozinha.

As tomadas de uso geral deverão ser colocadas a uma altura de 40 *cm* com exceção das tomadas da cozinha que deverão estar a mesma altura dos interruptores relativamente ao pavimento, enfiado em tudo Gris de 20 *mm* ou 25 *mm* de diâmetro com condutores do tipo *H07V* de $2,5 \text{ mm}^2$ e estarão providos de condutor de protecção com a mesma secção. Sendo que estes serão protegidos por disjuntores de 16 *A* de calibre no quadro geral para cada circuito correspondente.

As tomadas de uso geral serão distribuídas pelos compartimentos da seguinte maneira: 5 tomadas na cozinha, 2 no corredor, cinco no quarto 1, uma para casa de banho, 3 e 2 para quartos 3 e 3 para quartos 2 e 3 respectivamente, 2 na garagem, 1 na varanda, 7 nas duas salas.

3.7.3- Tomadas de Uso Específico

As tomadas de uso específico serão destinadas aos aparelhos fixos e estacionários que possuem elevada potência, sendo eles a máquina de lavar, aparelhos de ar condicionado utilizado para climatização, fogão eléctrico, micro-ondas. Esta residência será constituída por 11 circuitos de tomadas de uso específico sendo que estas deverão pertencer cada um dos aparelhos a um só circuito separado dos outros e provido de protecção individual.

NB: Cada tomada de uso específico representa um circuito.

Todos os circuitos de TUE's serão realizados em condutores do tipo *H07V-R* de $2,5 \text{ mm}^2$ protegido de tubo Gris de 20*mm* ou 25 *mm* de diâmetro, com exceção do fogão que será feito em condutor do tipo *H07V-R* de 4 mm^2 de secção, protegido por um tubo Gris de 25*mm* de diâmetro.

As TUE's serão protegidas com disjuntor de 16 *A* de calibre excepto para o fogão que será protegido por um disjuntor de 20 *A* de calibre, estas serão instaladas a uma altura de 2 *m* com exceção as da cozinha que serão instaladas a 1,20 *m*.

3.7.4- Canalizações Eléctricas

Uma canalização é um conjunto constituído por um ou mais condutores eléctricos e pelos elementos que asseguram o seu isolamento eléctrico, as suas protecções mecânicas, químicas e eléctricas e a sua fixação devidamente agrupada e com equipamentos de ligação comum. Para esta residência a canalização terá as seguintes características:

As canalizações para esta residência serão de uma forma geral embebidas. Em todos os circuitos de distribuição o condutor de protecção deve fazer parte do mesmo circuito e possuir uma secção que esteja de acordo com o prescrito no **R.S.I.U.E.E.**

Para o caso das canalizações ocultas, embebidas nas paredes e tecto serão constituídas por condutores isolados do tipo H07V-U/R, protegidos por tubo do tipo VD. As caixas de aparelhagem destinadas a receber tomadas serão colocadas a 0,40m do pavimento com excepção das cozinhas e que serão colocadas a 1,20m, para o caso das caixas de aparelhagem destinadas a receber os órgãos de comando de iluminação serão colocados de acordo com o sentido de abertura das portas a uma altura de 1,20m relativamente ao pavimento.

As canalizações do circuito de iluminação serão constituídas por condutores de 1,5mm² de secção, utilizando-se as cores normalizadas para os condutores de fase, neutro e terra protegidos por tubo VD de 16mm de diâmetro.

As canalizações do circuito de tomadas de uso geral e específico serão constituídas por condutores de 2,5mm² de secção, com excepção do fogão e ar condicionado do quarto suite que teram uma secção de 4mm² utilizando para estas também as cores normalizadas para os condutores de fase, neutro e terra, sendo que estes serão protegidos por tubo VD de 20mm de diâmetro.

As tomadas deverão ser monofásicas com perno de terra, para permitir a ligação do condutor de protecção que será ligada ao barramento de terra no quadro eléctrico. Os traçados das canalizações deverão ser na vertical ou na horizontal.

Geral

Todos os condutores e cabos eléctricos devem ser identificados nos respectivos inícios, fins e nas caixas de derivação inclusive nas passagens destes condutores, estes serão embebidos nas paredes, betão para caso da iluminação das lajes, deixando-se somente a vista as tampas de acesso. As caixas e tubos deverão ser protegidos contra humidade.

Tubos

Os traçados dos percursos deverão estar na vertical ou horizontal entre as caixas de derivação, os tubos embebidos devem ser sempre inteiros.

Cabos

Sendo que os traçados deverão ser sempre verticais ou horizontais entre as caixas de derivação, as junções e derivações entre cabos devem ser feitas com recurso a acessórios adequados para tal, devendo estas ser sempre executadas nas caixas de derivação.

Caixa de derivação, passagem e aparelhagem

Na entrada das caixas de derivação, será sempre feita por meio de entrada dos tubos nas caixas de derivação, passagem e de aparelhagem será sempre feita por meio de batentes ou boquilhas, enquanto a entrada de cabos será por meio de buçins. Só será permitida abertura de furos nas caixas somente para entrada e saída de cabos ou tubos, sendo estes devidamente selados logo que cesse a sua utilização.

As junções de condutores dentro de caixas serão efectuadas por meio de ligados fixados no fundo das mesmas e adequadas ao tipo, secção nominal, intensidade de corrente máxima admissível e número dos condutores.

3.7.5- Sistemas de protecção contra pessoas

De modo a assegurar uma protecção segura contra choques eléctricos, foram tomadas algumas protecções contra contactos directos e indirectos:

- > Protecção contra contactos directos;
- > Protecção contra contactos indirectos.

Protecção contra contactos directos

A protecção de pessoas contra contactos directos será assegurada pelo isolamento das partes activas sob tensão e pela utilização de equipamentos eléctricos que tenham sido construídos segundo o que se encontra prescrito no R.S.U.I.E.E.

Protecção Contra Contactos Indirectos

A protecção de pessoas contra contactos indirectos será assegurada pela instalação dos seguintes sistemas de protecção:

- o Terra de protecção estabelecida no quadro eléctrico e para todos elementos metálicos que estiverem sujeitos a tensão;

- Interruptores diferenciais para todos os circuitos de iluminação e tomadas.

Todas as tomadas deverão dispor de contacto de terra, serão também ligados a terra todas as armaduras assim como todos os elementos condutores da instalação que apresentarem partes metálicas que estejam sujeitas a propagação de tensão.

3.8- Especificações Técnicas dos Materiais

3.8.1- Tomadas

Uma tomada elétrica consiste no ponto de conexão entre os aparelhos elétricos com a rede de energia. No caso desse projecto, utiliza-se tomadas comuns e para torná-las integradas à residência de forma inteligente usaremos tomadas inteligentes que irão funcionar como adaptadores.

As tomadas inteligentes são dispositivos eletrônicos *smarts* conectados à rede *Wi-Fi* da residência onde são instalados e possibilitam o controle da energia através de aplicativos que podem ser instalados nos *smartphones* e *tablets*. A seguir são apresentadas as características técnicas:

- Marca: **SMARTIFY**
- Conectividade: **Wi-Fi 2.4GHz IEEE 802.11b/g/n**
- Input: AC 110V - 250V
- Output: AC 110V - 250V
- Dimensões: 5,5 x 5,5 x 6 cm
- Temperatura de operação: -10°C ~ 60°C
- Humidade de operação: 20% ~ 85%

A **Error! Reference source not found.** apresenta uma ilustração de uma tomada inteligente.



Figura 6- Tomada Inteligente. (Fonte: Smartify)

3.8.2-Luminárias

Existem três tipos de lâmpada: as incandescentes, as fluorescentes e as de LED.

No caso desse projeto, utiliza-se lâmpadas inteligentes de LED. As lâmpadas inteligentes são dispositivos que podem ser conectados no Wi-Fi da residência e são controlados através de aplicativos instalados em *smartphones* e *tablets*.

Sala de Estar

Este painel de luz de teto todo branco é visualmente discreto, mas ainda elegante devido ao seu teto baixo. Seu *design* limpo e formato plano tornam as luzes de teto LED um difusor de luz adequado para muitos estilos de vida. a luz tem uma luz de fundo de cor RGB brilhante que cria uma opção adicional para iluminar efectivamente a sala (a luz de fundo não pode ser ligada ao mesmo tempo que a luz principal).

Características

- Potência: 24W
- Grau de proteção: IP44
- Temperatura de cor: RGB, variável
- Formato: Redondo
- Lúmens: 2040lm
- Vida útil: 30.000 horas
- Aplicação: Quartos, Escritório, casa de banhos, sala de jantar, garagem/depósito de ferramentas
- Estilo: Moderno
- Controle: Controle de voz/ Bluetooth/WIFI de 2,4 GHz

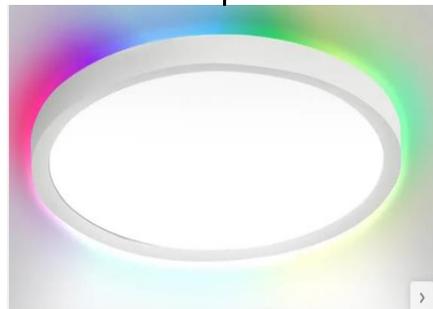


Figura 7- Lâmpada de teto regulável para sala de estar. (Fonte Ali Express)

Varanda e Corredor

Lâmpada moderna de teto LED Extrema com um consumo máximo de 21 watts. A lâmpada é feita de plástico branco com um belo efeito de estrelas. Além do controle remoto, também é possível operar esta lâmpada com seu smartphone.

Tabela 4- Características da lâmpada aplicada no corredor e varanda. (Fonte: Autor)

Forma	Redondo
Cor	Branco
Número de Luzes	1
Material	Poliéster com Aço
Dimensões gerais	Diâmetro 38 cm - altura 6,5 cm
Dimensão da placa de montagem	Diâmetro 35 cm - altura 1,7 cm
Potência	21 W
CRI	80
Tensão	220/230 V
Fluxo luminoso	1500 lm
Vida útil	50 000 horas
Temperatura de operação	3000 – 6500K



Figura 8- Lâmpada aplicada no corredor e varanda. (Fonte: Ali Express)

Quartos e Casas de Banho

Lâmpadas de teto LED modernas nórdicas *Dimmer* simples, atmosférica, luzes inteligentes

- Potência 24W
- Tensão 220V
- Fluxo luminoso 1600 lm
- Dimensões: Comprimento:20 cm; Largura: 20 e Altura: 5 cm

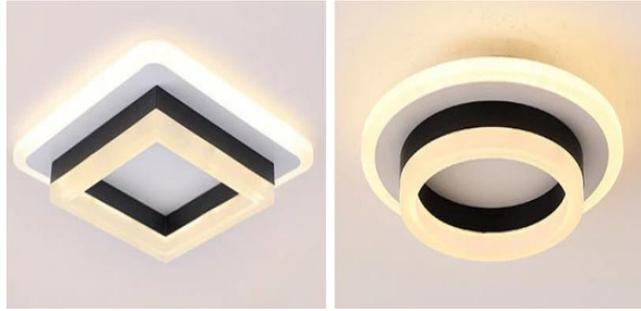


Figura 9- Lâmpada aplicada nos quartos e casas de banho. (Fonte: Ali Express)

3.8.3- Protecções

Disjuntores e Interruptores Diferencias Residuais

Neste projecto serão usados disjuntores e interruptores diferencias residuais da Legrand, cujas suas especificações encontram-se no

ANEXO

S

Fusíveis

Neste projecto serão usados fusíveis gL/gG retardados tipo NH contato faca, que são montados em corpo cerâmico de alta qualidade, possuindo um preenchimento com areia de quartzo, elemento fusível em cobre eletrolítico e conexões tipo faca em latão revestido com prata. Esta construção proporciona ótima isolação eléctrica, rigidez mecânica e resistência contra choques térmicos durante a atuação do fusível.

3.9- Escolha da tecnologia a aplicar

Das diversas tecnologias abordadas o sistema de transmissão sem fio, em concreto o Wi-Fi é a que mais e adequada, pois possui uma cobertura de rede que atinge distâncias que variam entre 60 e 120m, dependendo dos obstáculos que os sinais encontram no ambiente, para além de ser simples.

3.10- Integração dos Produtos de automação

Para a integração dos ambientes da residência, utiliza-se eletrodomésticos padrões de qualquer residência e adapta-se a entrada de energia ou, no caso das lâmpadas, substitui-se as lâmpadas comuns por lâmpadas inteligentes

- Descrição dos componentes que constituem um sistema inteligente para automação

4-Capítulo IV: Conclusões e Recomendações

4.1- Conclusões

- > Automação residencial – Oferece um lar mais confortável e personalizado através do controle remoto e programável de luzes, temperatura e eletrodomésticos.
- > Segurança – Sistemas integrados com câmaras garantem monitoramento constante e alertas instantâneos para maior tranquilidade.
- > Sustentabilidade e economia – Dispositivos inteligentes reduzem desperdício de energia e custos, tornando o lar mais sustentável.
- > Acessibilidade – Comandos de voz e dispositivos interconectados facilitam a vida de pessoas com mobilidade reduzida, promovendo autonomia.

4.2- Recomendações

- > Luminárias inteligentes – utilizam sensores para ajustar automaticamente a intensidade da luz interna com base na radiação solar externa, reduzindo o consumo de energia e otimizando o uso da iluminação artificial.
- > Filtros de radiação – analisar o uso de quebra-sois para controlar a entrada de luz solar, garantindo um ambiente interno confortável e protegido da luminosidade excessiva.
- > Dispositivos de medição de luz – investigar ferramentas que medem a quantidade de luz solar e a iluminação interna, permitindo ajustar a iluminação artificial para manter o equilíbrio adequado no ambiente.

5- Capítulo V: Material Bibliográfico

- [1] - Alves, J. A., Mota, J. 2003 – Casas Inteligentes- Lisboa, Centro Atlântico
- [2] - SEVERINO, A. J. (2014). Metodologia do trabalho científico 23^a. ed. (rev. e ampl.). São Paulo: Brasil
- [3] - Da Silva Cezar, E. R. 2020 - A Domótica Criando Conforto e Segurança, *Revista Ubiquidade*, v.3, n.2 – jul. a dez. de 2020, p. 20
- [4] - Ferreira, J. A. 2008 - Interface homem-máquina para domótica baseada em tecnologias Web. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- [5] - Augusto, Ricardo de Sousa 2013 - Simulação de comunicações baseadas em *Power Line Communication (PLC)* para Smart Grids, Dissertação de Mestrado no Instituto Superior Técnico, Lisboa. Portugal
- [6] - Viero, L. Cardoso. 2016 – Sistema de Automação Residencial Utilizando Rede WI-FI com Arduíno e Website. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Clara, Portugal.
- [7] - Gama, Adriano M. J. 2014 - Domótica - Sistema Inteligente de Controlo e Monitorização. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Aveiro. Portugal
- [8] - Gonçalves, João P.A. 2017 - Protocolos de Automação Doméstica - Solução de Automação Residencial e Vigilância Baseada em Protocolo Z-Wave. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto. Portugal
- [9] - Bernardes, João P. S. 2020 - Automação Residencial: *Design* Universal e Qualidade de Vida – Estado da Arte, Trabalho de Conclusão de Curso na Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia
- [10] - Dias, César L. de A.; Pizzolato, Nélio D. 2004 - Domótica: Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial *VÉRTICES*, v. 6, n. 3, set./dez.
- [11] - Ferreira, Miguel J. M., Lopes, E. J 2009 - Sistemas Domóticos, Universidade Federal de Porto, Porto. Portugal
- [12] - Sanchez, L., et al 2016 - Implementação de um Sistema de Automação Sem Fio em uma Sala de Aula, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná. Brasil

- [13] - Teza, Vanderlei Rabelo 2002 - Alguns Aspectos Sobre a Automação Residencial – Domótica, Dissertação de Mestrado na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- [14] - Andrade, João Pedro B. 2016 – Uma Abordagem com Sistemas Multiagentes para Controle Autónomo de Casas Inteligentes, Trabalho de Fim de Curso na Universidade Federal de Ceará, Quixadá, Ceará.

ANEXOS

ANEXO 1- QUADRO 52-C1 (Fonte: RTIEBT)

Tabela A13-1: QUADRO 52-C1 (Fonte: RTIEBT)

[E] QUADRO 52-C1

Correntes admissíveis, em amperes, para os métodos de referência A, B e C
(de acordo com o quadro 52H)

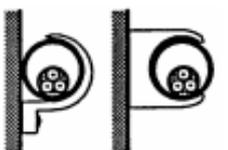
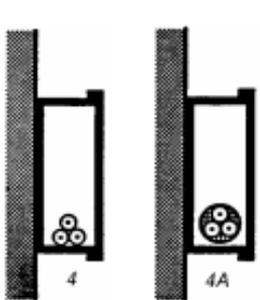
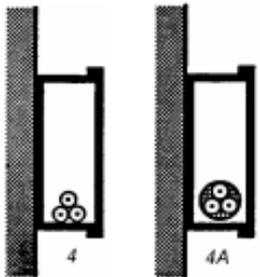
Condutores isolados a policloreto de vinilo (PVC), para:

- *dois condutores carregados*
- *cobre ou alumínio*
- *temperatura da alma condutora: 70°C*
- *temperatura ambiente: 30°C*

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Método de referência		
	A	B	C(*)
<i>Condutores de cobre</i>			
1,5	14,5	17,5	19,5
2,5	19,5	24	27
4	26	32	36
6	34	41	46
10	46	57	63
16	61	76	85
25	80	101	112
35	99	125	138
50	119	151	168
70	151	192	213
95	182	232	258
120	210	269	299
150	240	-	344
185	273	-	392
240	320	-	461
300	367	-	530
<i>Condutores de alumínio</i>			
2,5	15,0	18,5	21
4	20	25	26
6	26	32	36
10	36	44	49
16	48	60	66
25	63	79	83
35	77	97	103
50	93	118	125
70	118	150	160
95	142	181	195
120	164	210	226
150	189	-	261
185	215	-	298
240	252	-	352
300	289	-	406

ANEXO 2- Quadro 52H: Exemplos de modos de instalação (Fonte: RTIEBT)

Tabela A14-2: Quadro 52H: Exemplos de modos de instalação (Fonte: RTIEBT)

Exemplo	Designação	Ref ^a	Método de ref ⁽¹⁾
1	2	3	4
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	1	A
	Cabos multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas em elementos da construção, termicamente isolantes	2	A2
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3	B
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) montadas à vista	3A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas não circulares montadas à vista	4	B2
	Cabos mono ou multicondutores em condutas não circulares montadas à vista	4A	(em estudo)
	Condutores isolados em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5	B
	Cabos mono ou multicondutores em condutas circulares (tubos) embebidas nos elementos da construção, em alvenaria	5A	(em estudo)

ANEXO 3- Coordenação entre os condutores e os dispositivos de protecção
(Fonte: RTIEBT)

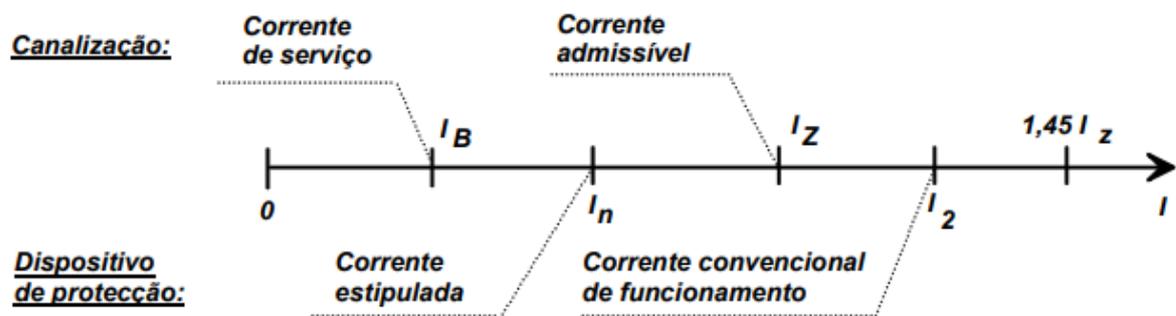


Figura A15-3: Coordenação entre os condutores e os dispositivos de protecção (Fonte: RTIEBT)

ANEXO 4- Quadro IX: Características dos disjuntores (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)

Tabela A16-4: Quadro IX: Características dos disjuntores (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)

(Artigo 134.º - Comentário 3)

Intensidade de regulação (A)	Intensidade convencional de não funcionamento (A)	Intensidade convencional de funcionamento (A)
6	7	8
10	11	13
15	16,5	19,5
20	22	26
25	27,5	32,5
30	33	39
40	44	52
50	55	65
60	66	78
80	88	104
100	110	130
125	137	162
150	165	195
200	220	260

ANEXO 5- Quadro VII: Características dos corta-circuitos fusíveis (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)

Tabela A17-5: Quadro VII: Características dos corta-circuitos fusíveis (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)

(Artigo 134.º - Comentário 2)

Intensidade nominal (A)	Intensidade convencional de não fusão (A)	Intensidade convencional de fusão (A)
2	3	4
4	6	8
6	9	13
8	12	16
10	15	19
12	17	21
15	21	26
16	22	28
20	28	35
25	35	44
30	39	48
32	41	51
40	52	64
50	65	80
60	78	96
63	82	101
80	104	128
100	130	160
125	162	200
160	208	256
200	260	320
250	325	400
315	410	504
400	520	640
500	650	800
530	820	1008

ANEXO 6- Quadro X: Classificação dos locais (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)

Tabela A18-6: Quadro X: Classificação dos locais (Fonte: DECRETO-LEI N.º 740/74, DE 26 DE DEZEMBRO)

(Artigo 359.º - Comentário)

Local	Tipo de local Quanto ao ambiente
1 - Locais residenciais ou de uso profissional	
Adegas: Com boa ventilação natural ou forçada Sem ventilação	THU HUM
Alpendres	THU ou HUM
Casas de banho: Com boa ventilação natural ou forçada Sem ventilação	THU HUM
Caves: Com boa ventilação natural ou forçada Sem ventilação	THU HUM
Copas	SRE
Corredores	SRE
Cozinhas: Com boa ventilação natural ou forçada Sem ventilação	THU HUM
Despensas ou arrecadações	SRE
Garrafeiras	THU ou HUM
Jardins	EPT
Lavabos	THU
Casas de lavagem ou estendais de roupa: Com boa ventilação natural ou forçada Sem ventilação	THU HUM
Lavandarias	HUM
Pátios	EPT
Quartos	SRE
Recipientes para lixo (depósitos de)	MOL
Retretes ou urinóis: Com boa ventilação natural ou forçada Sem ventilação	THU HUM+ACO
Salas	SRE
Sótãos	POE
Terraços cobertos	THU ou HUM
Terraços descobertos	EPT
Varandas cobertas	THU
Varandas descobertas	EPT

ANEXO 7- Características do CABO XV 2X1,5mm CREME 0,6/1KV

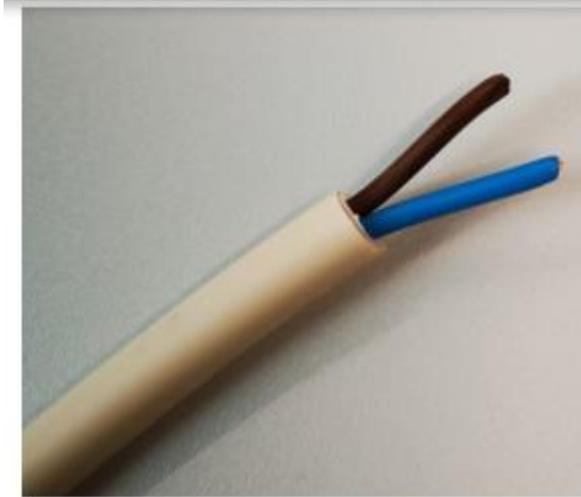


Figura A19-7: Características do CABO XV 2X1,5mm CREME 0,6/1KV

Características do Cabo

- Referência: CABO0071
- Cabo VV/XV 2G1,5mm creme. Com 2 linhas, Preto (L), Azul (N)
- CONDUTOR: Cobre rígido classe 1 até 1.5 mm²
- ISOLAMENTO: Polietileno reticulado. Identificação de condutores por cores.
- BAINHA: Policloreto de vinilo.
- INTERNACIONAL: IEC 60332.1
- NACIONAL/EUROPEIA: EN 50265
- Normas Construtivas: UNE 21123-2

ANEXO 8- Características do Cabo 450/750 V H07V-U

Descrição

Estes cabos são indicados para a realização de instalações fixas em casas de habitação, locais e escritórios, quadros elétricos de controlo e iluminação doméstica e industrial. São de fácil instalação graças ao seu isolamento superdeslizante.

Normas de referência:

UNE-EN 50525-2-31, EN 50525-2-31 e IEC 60227-3

Aplicações

- Apropriados para as seguintes instalações:
- Instalações de iluminação exterior. Ligação à terra
- Instalações interiores ou recetoras
- Instalações interiores em casas de habitação
- Instalações interiores em casas de habitação. Locais que tenham uma banheira ou um duche
- Instalações em locais com risco de incêndio ou explosão
- Instalações em locais de características especiais
- Instalações elétricas em caravanas e em parques de caravanas

Características técnicas

Tabela A21.2-8: Características Técnicas do Cabo 450/750 V H07V-U

Condutor	Cobre eletrolítico rígido (Classe I) de acordo com UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
Isolamento	PVC tipo TI-1 de acordo com UNE 21031-3, HD 21.3S3 e IEC 60227
Tensão nominal	450/750 V
Tensão de ensaio	2.500 V A.C
Temperatura máxima	
Outras características:	
	Cores de acordo com UNE 21031 e HD 21.1S4
	Não propaga as chamas de acordo com UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2
	Isolamento de PVC de reduzida emissão de ácido clorídrico (HCL)
	Classificação CPR de acordo com EN 50575

Tabela A20.1-8: Características do Cabo 450/750 V H07V-U

Secção (mm ²)	Resistência a 20 °C (Ohm/km)	Diâmetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Classe
1x1,5	12,1	2,70	19	Eca
1x2,5	7,41	3,30	30	Eca
1x4	4,61	4,10	45	Eca
1x6	3,08	4,30	66	Eca
1x10	1,83	5,60	105	Eca

ANEXO 9- Características os disjuntores e interruptores diferenciais da marca Legrand



4 196 62

4 196 64



4 020 25

De acordo com a norma IEC/EN 60898-1
Não recebem auxiliares nem blocos diferenciais acopláveis

De acordo com a norma IEC/EN 61008-1
Tipo AC : detetam os defeitos em componente alternada
Entrada por cima, saída por baixo

Poder de corte:

- 4500 - IEC 60898-1 230/400 VA (230 VA para Uni + Neutro)
- 4,5 kA - IEC 60947-2 230/400 VA

Emb.	Ref.	Unipolares 230/400 V~	N.º de módulos
		Intensidade nominal In (A)	
12	4 196 61	6	1
12	4 196 62	10	1
12	4 196 64	16	1
12	4 196 65	20	1
12	4 196 66	25	1
12	4 196 67	32	1
12	4 196 68	40	1
12	4 196 69	50	1
12	4 196 70	63	1

Emb.	Ref.	Tripolares 400 V~	N.º de módulos
		Intensidade nominal In (A)	
4	4 197 05	6	3
4	4 197 06	10	3
4	4 197 08	16	3
4	4 197 09	20	3
4	4 197 10	25	3
4	4 197 11	32	3
4	4 197 12	40	3
4	4 197 13	50	3
4	4 197 14	63	3

Emb.	Ref.	Tetrapolares 400 V~	N.º de módulos
		Intensidade nominal In (A)	
3	4 197 38	6	4
3	4 197 39	10	4
3	4 197 41	16	4
3	4 197 42	20	4
3	4 197 43	25	4
3	4 197 44	32	4
3	4 197 45	40	4
3	4 197 46	50	4
3	4 197 47	63	4

Emb.	Ref.	Bipolares 230 V~	N.º de módulos
		30 mA	
		Intensidade nominal In (A)	
1	4 020 24	25	2
1	4 020 25	40	2
1	4 020 26	63	2
		300 mA	
1	4 020 32	25	2
1	4 020 33	40	2
1	4 020 34	63	2
		Tetrapolares 400 V~⁽¹⁾	
		30 mA	
		Intensidade nominal In (A)	
1	4 020 62	25	4
1	4 020 63	40	4
1	4 020 64	63	4
		300 mA	
1	4 020 70	25	4
1	4 020 71	40	4
1	4 020 72	63	4

(1) Neutro à direita

Figura A22-9: Características os disjuntores e interruptores diferenciais da marca Legrand

ANEXO 10- Dimensionamento de eletrodutos de PVC rígido

Uma outra forma de dimensionamento utiliza o , onde, em função da quantidade de condutores e a seção nominal do maior condutor no eletroduto determina-se o tamanho nominal do eletroduto.

Tabela A230-10: dimensionamento de canalizações de PVC rígido

seção nominal (mm ²)	número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	50	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	
150	50	60	75	75	85	85			
185	50	75	75	85	85				
240	60	75	85						

ANEXO 11- Determinação da secção mínima dos condutores de neutro e de protecção (Fonte: Tabela 58 da NBR5410/2004)

Para circuitos trifásicos, ligação estrela e equilibrado (Para circuitos monofásicos (220V) a seção do condutor neutro deve ser igual à secção do condutor fase).

Tabela A11-11: Determinação da secção mínima dos condutores de neutro e de protecção (Fonte: Tabela 58 da NBR5410/2004)

Seção dos condutores fase (mm ²)	Seção mínima do condutor neutro (mm ²)
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

**ANEXO 12-Factores de correcção para agrupamentos de condutores ou de cabos
(Fonte: Quadro 52-E1, RTIEBT)**

Factores de correcção para agrupamento de cabos de diversos circuitos ou de vários cabos multicondutores, instalados ao ar, lado a lado, em camada simples, *(a aplicar aos valores dos quadros 52-C1 a 52-C14)*

Tabela A12-12: Factores de correcção para agrupamentos de condutores ou de cabos
(Fonte: Quadro 52-E1, RTIEBT)

Refª	Disposição dos cabos	Factor de correcção												Quadros e métodos de referência
		N.º de circuitos ou de cabos multicondutores												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Encastrados ou embecidos em elementos da construção	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52-C1 a 52-C14 A a F
2	Sobre as paredes ou pisos ou sobre caminhos de cabos não perfurados	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	O factor de correcção não diminui a partir de 9 cabos			52-C1 a 52-C6
3	Nos tectos	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				C
4	Em canalizações sobre caminhos de cabos, horizontais perfurados ou verticais	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				52-C7 a 52-C12
5	Sobre escadas (para cabos), consola, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				E, F

ANEXO 13- Factores de correcção com a temperatura ambiente (Fonte: QUADRO 52-D1, RTIEBT)

Factores de correcção em função das temperaturas ambientes para canalizações instaladas ao ar.

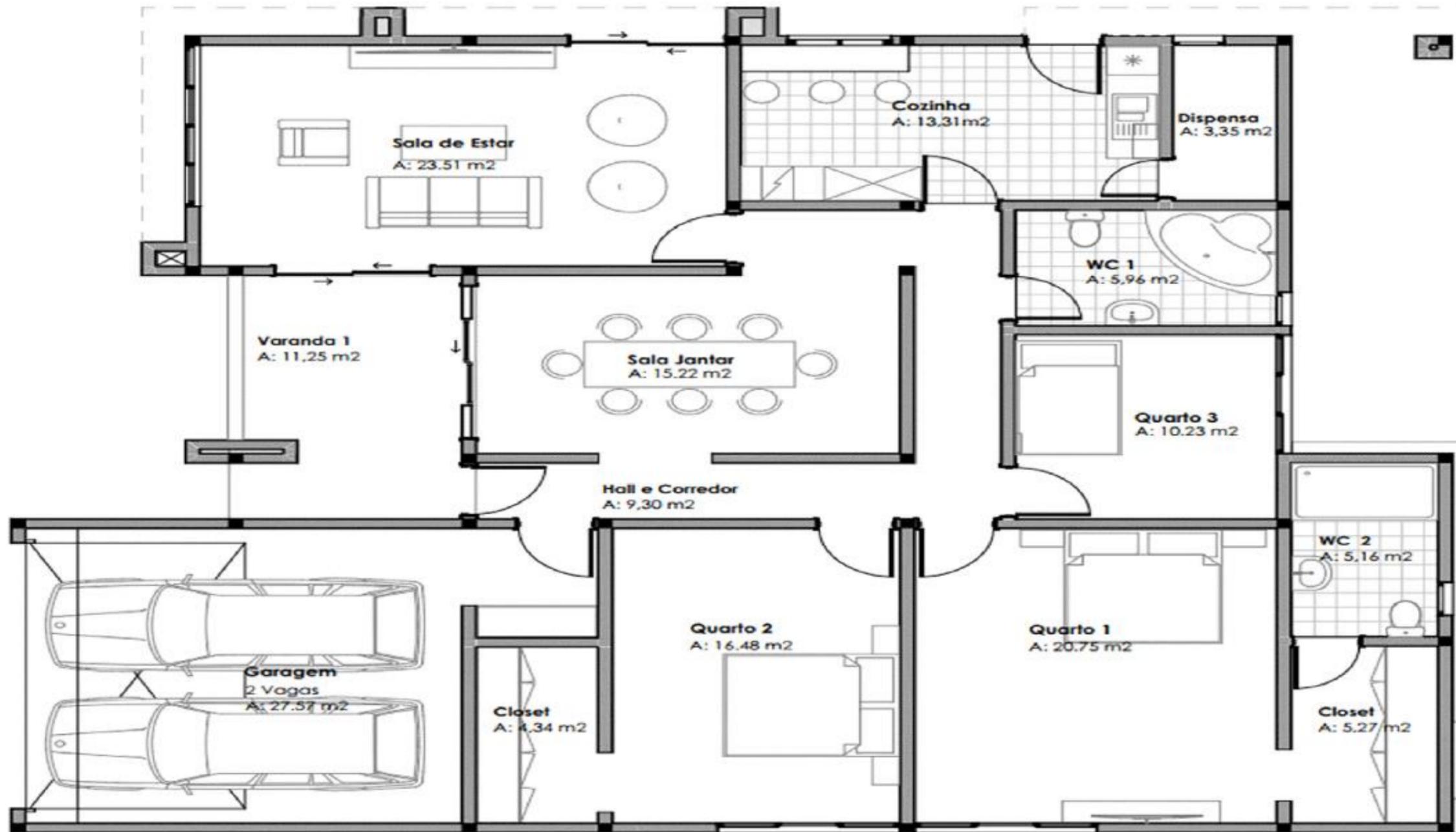
(a aplicar aos valores das correntes indicadas nos Quadros 52-C1 a 52-C14)

Tabela A243-13: Factor de correcção com a temperatura ambiente (Fonte: QUADRO 52-D1, RTIEBT)

Temperatura ambiente (°C)	Isolamento			
	PVC	XLPE/EPR	Mineral(*)	
			(a)	(b)
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,76	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32

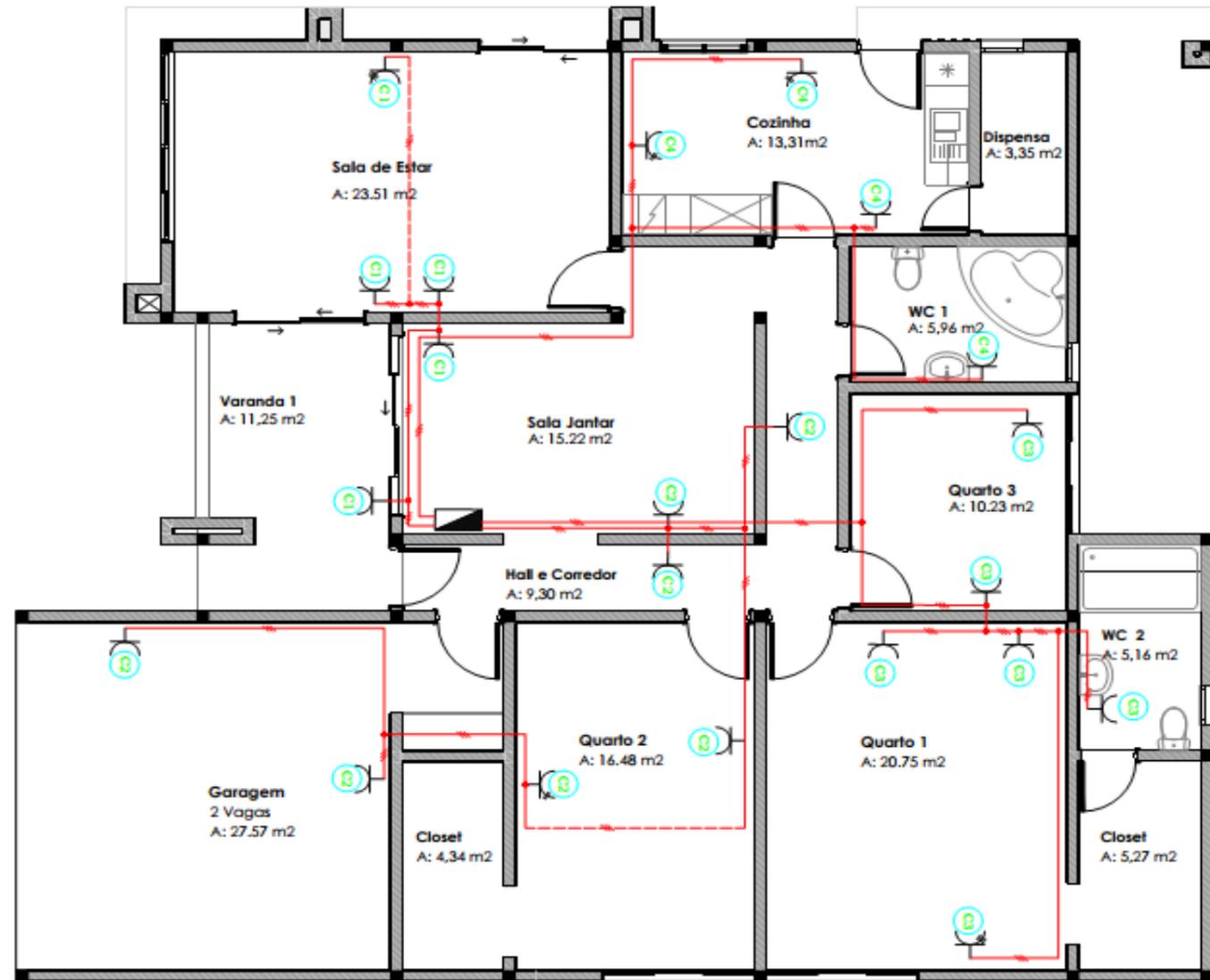
(*) Para temperaturas ambientes superiores, consultar os fabricantes.
(a) - Cabos com bainha em PVC ou cabos nus e acessíveis (70°C).
(b) - Cabos nus e inacessíveis (105°C).

ANEXO 14- PLANTA DO PISO - MOBILADA



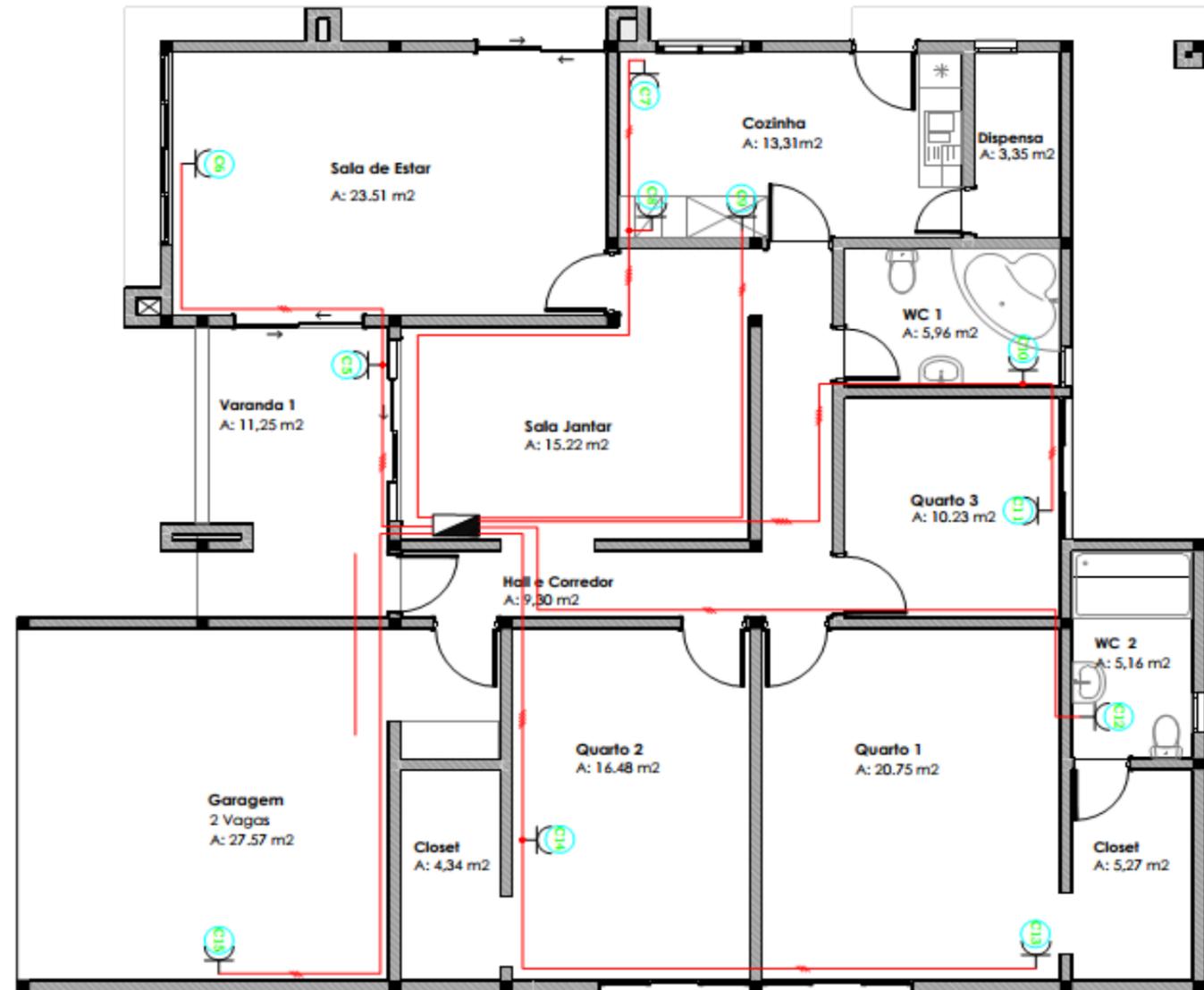
Drawer	Date	Bolbina	Project owner	2024ELEPD02
Gerson	26.04.2024	Gerson		
Verified	Date	Bolbina		
1:75	PLANTA DO PISO - MOBILADA			UEM.FE-LEL

ANEXO 15- Planta de Circuitos de Tomadas de Uso Geral. (Fonte: Autor)



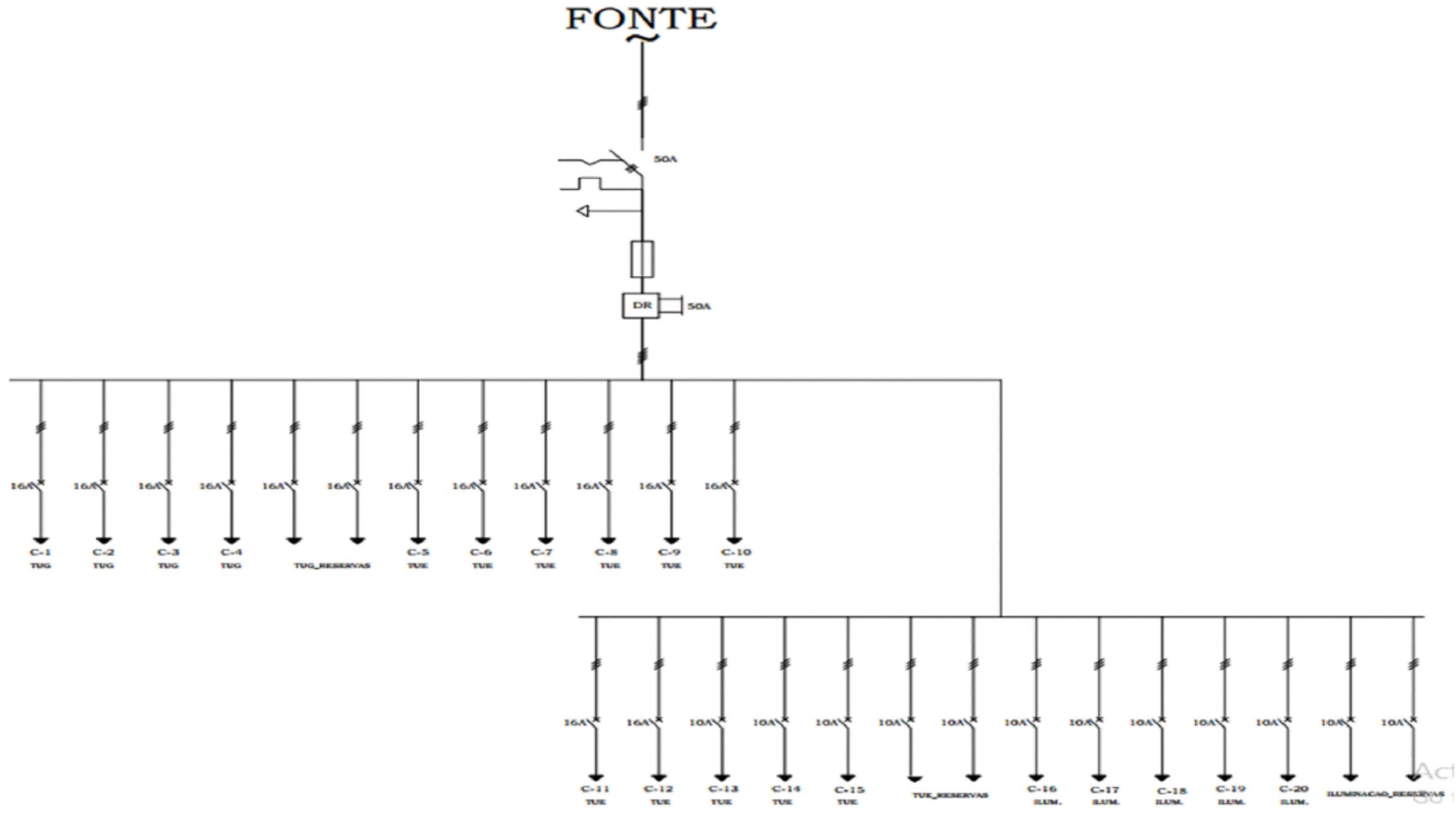
Drawer	Date	Bolbina	Project owner	2024ELEPD02
Gerson	26/04/2024	Gerson		
Verified	Date	Bolbina		
1:75	Planta de Circuitos de Tomadas de Uso Geral			UEM.FE-LEL

Anexo 16- Planta de Circuitos de Tomadas de Uso Específico. (Fonte: Autor)



Drawer	Date	Bolbina	Project owner	2024ELEPD02
Gerson	26/04/2024	Gerson		
Verified	Date	Bolbina		
1:75	Planta de Circuitos de Tomadas de Uso Específico			UEM.FE-LEL

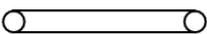
ANEXO 17- Quadro Geral de Baixa Tensão (Fonte: Autor)



Drawer	Date	Balbina	Project owner:	2024ELEPD02
Gerson	26/04/2024	Gerson		
Verified	Date	Balbina		
1:75	Quadro Geral de Baixa Tensão			UEM.FE-LEL

ANEXO 18- Simbologia Geral

Tabela A18 –18 Simbologia eléctrica (Fonte: RTIEBT)

Simbolo	Descricao
	Lampada Incandescente Simples
	Lamp/armadura fluorescente Simples
	Lamp/armadura fluorescente dupla
	Portinhola
	Corta - Circuito fusivel tetrapolar
	Cabo com tres Condutores
	Cabo com dois condutores
	Interruptor simples
	Interruptor duplo
	Comutador de escada
	Tomada monofasica C. ligacao a terra
	Tomada com termoacumulador
	Disjuntor unipolar
	Disjuntor tetrapolar
	Tubo VD
	Caixa de derivacao
	Quadro electrico de distribuicao
	Contador electrico de energia