CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VICTOR HUGO RODRIGUES PEREIRA

UM MODELO PARAMÉTRICO COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS *DOMÓTICOS*

FORTALEZA
2021

VICTOR HUGO RODRIGUES PEREIRA

UM MODELO PARAMÉTRICO COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS *DOMÓTICOS*

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436m Pereira, Victor Hugo.
Um modelo paramétrico como ferramenta de apoio para analise dos custos de implantação de sistemas domóticos / Victor Hugo Pereira. - 2021.
43 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2021.
Orientação: Prof. Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho.

1. Automação. 2. Domótica. 3. Modelo Paramétrico. I. Título.

CDD 624

VICTOR HUGO RODRIGUES PEREIRA

UM MODELO PARAMÉTRICO COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA ANÁLISE DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS *DOMÓTICOS*

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho

Aprovada em: _____/_____/_____

BANCA EXAMINADORA

_____

Prof. Me. Nelson de Oliveira Quesado Filho (Orientador)

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

_____

Profa. Ma. Tatiana Soares de Oliveira

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

_____

Prof. Esp. Luís Carlos Aguiar Lopes

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ouvir minhas preces e me dar forças para seguir firme na árdua caminhada da vida.

Agradeço aos meus pais, que sempre acreditaram nos meus sonhos e que são responsáveis pelo homem que sou hoje, se hoje consigo alcançar meus objetivos é porque meu pai e minha mãe são minhas principais fontes de coragem, inspiração e vontade de vencer.

Agradeço a todos os colegas que tive o prazer de conhecer e compartilhar conhecimento ao longo de todo o curso, onde muitos irei levar para o resto da minha vida pessoal e profissional. Dentre as várias amizades que fiz ao longo do curso, faço um agradecimento especial para o Bruno Sales e o Pedro Junior, que são dois amigos que conheci no início da minha caminhada no curso de engenharia civil e que irei levar para a vida.

Agradeço ao meu orientador Nelson Quesado Filho, que além de um ótimo professor também foi um grande amigo. Agradeço também a todo o corpo docente do Centro Universitário Christus.

Agradeço a minha namorada Talyne Oliveira, que mesmo nos momentos mais difíceis nunca saiu do meu lado ou me deixou desistir, pelo contrário, sempre me incentivou para conseguir atingir todos os meus objetivos.

Agradeço a todos meus amigos e familiares que não fizeram parte diretamente da minha formação acadêmica, porém, sempre estiveram indiretamente me incentivando.

Por fim, agradeço a todos os professores da escola estadual Bárbara de Alencar, que foram responsáveis por formar minha base estudantil desde o ensino fundamental ao médio, e sempre acreditaram no meu potencial.

RESUMO

A automação é algo presente na história da humanidade e desde os primórdios há relatos que o homem sempre buscou um meio para substituir o trabalho braçal por algo automatizado. A *domótica* é o segmento da automação que é voltada para residências, mas o objetivo da *domótica* não é apenas automatizar os sistemas de uma casa, mas sim, tornar a residência inteligente, com capacidade de funcionar conforme as necessidades de seus usuários. O presente trabalho tem como objetivo principal elaborar uma planilha eletrônica que seja capaz de servir como um modelo paramétrico para os custos de implantação de sistemas *domóticos.* Para alcançar o objetivo do trabalho foram feitas pesquisas bibliográficas, reuniões remotas e pesquisas de mercado com o intuito de levantar os dados necessários para criar o modelo paramétrico através da manipulação dos dados por meio de planilhas eletrônicas. Os resultados obtidos foram satisfatórios e supriram os objetivos previstos no trabalho, portanto foi concluído que a planilha pode ser utilizada como um modelo paramétrico para a implantação de sistemas *domóticos.*

Palavras-chave: Automação. *Domótica.* Modelo Paramétrico.

ABSTRACT

Automation is something present in human history and since the beginning there are reports that man has always sought a way to replace manual labor with something automated. Home automation is the segment of automation that is aimed at homes, but the goal of home automation is not just to automate the systems of a home, but to make the home intelligent, with the ability to work according to the needs of its users. The present work has as main objective to elaborate an electronic spreadsheet that is able to serve as a parametric model for the implementation costs of home automation systems. To reach the objective of the work, bibliographic researches, remote meetings and market researches were carried out in order to gather data based to create the parametric model through data manipulation through electronic spreadsheets. The results obtained were satisfactory and met the objectives of the conclusion of the work, so it was concluded that a spreadsheet can be used as a parametric model for the implementation of home automation systems.

Keywords: Automation. Home Automation. Parametric Model

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Moinho de vento 12
Figura 2 - Regulador de esferas.....13
Figura 3 - Sistema de controle malha aberta.....16
Figura 4 - Sistema de controle malha fechada.....16
Figura 5 - Diagrama do termo domótica.....17
Figura 6 - Classificação da *domótica* 19
Figura 7 - Diagrama simplificado da residência inteligente 22
Figura 8 - Casa domótica 23
Figura 9 - Etapas da pesquisa.....28
Figura 10 - Relação de equipamentos 33
Figura 11 - Modelo paramétrico, parte 01 34
Figura 12 - Modelo paramétrico, parte 02 34
Figura 13 - Preenchimento da planilha, passo 01 36
Figura 14 - Preenchimento da planilha, passo 02 36
Figura 15 - Preenchimento da planilha, passo 03 36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 REFERENCIAL TEÓRICO 11
2.1 Definição e histórico da automação 11
2.3 Edificações inteligentes (*domótica*) 17
3 METODOLOGIA 26
3.1 Classificação do trabalho 26
3.1.1 – Quanto a sua natureza 26
3.1.2 – Quanto aos objetivos 26
3.1.3 – Quanto à abordagem 26
3.1.4 – Quanto aos procedimentos adotados na coleta de dados 27
3.2 Etapas da pesquisa 27
3.2.1 – Planejamento da pesquisa 28
3.2.2 – Execução da pesquisa 29
3.2.3 – Comunicação dos resultados 29
3.3 Objetos de pesquisa 29
3.4 Instrumentos e técnicas de coleta e análise de dados 30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 31
4.1 Vídeo conferência 31
4.2 Ferramenta paramétrica 32
5 CONCLUSÃO 38
REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

O surgimento da automação se deu com o propósito de amenizar a participação do homem nos processos industriais. Historicamente o ser humano sempre buscou meios para facilitar seu dia a dia, principalmente em relação às atividades braçais repetitivas e exaustivas (GOEKING, 2010). O objetivo dos sistemas automatizados é substituir os trabalhos braçais humanizados e otimizar a capacidade de produção das máquinas e equipamentos que englobam o sistema (ROGGIA e FUENTES, 2016).

A principal ideia da automação é que as máquinas ou equipamentos possam realizar tarefas sem a necessidade da interferência humana (SIGNIFICADOS, 2016).

A automação moderna utiliza-se de combinações das mais diversas tecnologias disponíveis, indo desde de robótica e inteligência artificial à algoritmização (SILVA e CUNHA, 2021). O avanço da informática é uma das principais causas para a evolução ao longo dos anos dos sistemas automatizados, através dessa evolução foi possível observar automação nos cenários de gestão de projetos, gestão de produção e controles de estoques por exemplo (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

A área da engenharia que é voltada para a automação das edificações, sendo elas residências, escritórios ou comerciais pode ser definida como *domótica*. A *domótica* tem como principal objetivo causar a integração dos sistemas, gerando uma capacidade de suprir as necessidades dos seus usuários, como por exemplos em suas atividades domiciliares diárias (BOLZANI, 2004).

A *domótica* representa a implantação de tecnologia aos ambientes domésticos com o intuito de propor um maior conforto, praticidade, produtividade, eficiência e economia para a residência, além da valorização (WORTMEYER, FREITAS e CARDOSO, 2005).

Com a aparição e a popularização dos computadores pessoais, internet, celulares, entre outras tecnologias, a automação de residências passou a possuir um forte apelo pela sua aceitação (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

Segundo Gabriel e Amaral (2018) a automação vem sendo utilizada na construção civil do Brasil desde o início do século XXI com diversas aplicações. Através da evolução das tecnologias voltadas para as edificações, espera-se que a maior parte das habitações possuam ferramentas inteligentes daqui a alguns anos,

melhorando assim, o conforto e a segurança dos seus usuários, especialmente para as populações com a idade avançada e/ou que possuem algum tipo de deficiência (SILVA e GAMBARATO, 2016).

Graças aos avanços tecnológicos na automação de moradias, as pessoas conseguem obter um maior conforto, segurança e facilidade nas atividades do seu dia a dia. A automação residencial é um exemplo onde os sistemas elétricos e eletrônicos conseguem ser monitorados e controlados conforme as necessidades de seus usuários (MURATORI e DAL BÓ, 2014). A *domótica* possui uma tendência de crescimento no mercado e como consequência de seu maior uso, o custo para construir e/ou deixar uma casa inteligente tenderá a ficar menor (SILVA e GAMBARATO, 2016).

O grande desafio na implantação da automação residencial além dos custos é mostrar para seus moradores os benefícios que os sistemas inteligentes podem trazer para o dia a dia, além de valorizar a edificação (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

O presente trabalho tem como objetivo geral criar um produto que sirva como ferramenta paramétrica de apoio para análise dos custos de implantação de sistemas *domóticos*.

Para conseguir atingir o objetivo geral o trabalho possui os seguintes objetivos específicos:

- Mapear as ferramentas e os sistemas que constituem as edificações inteligentes;
- Analisar cada sistema e identificar os seus componentes;
- Levantar o valor de mercado para cada componente presente nos sistemas inteligentes;
- Criar uma planilha eletrônica que consiga associar os recursos aos sistemas e gerar um custo base.

O trabalho apresentado possuirá a distribuição feita por capítulos, totalizando cinco: introdução (capitulo 01), referencial teórico (capitulo 02), metodologia (capitulo 03), resultados e discussões (capitulo 04) e conclusão (capitulo 05).

No capítulo 01, será feita a introdução do trabalho, trazendo seu conteúdo uma breve contextualização do tema, problemática, questão de pesquisa e os objetivos (geral e específicos).

O capitulo 02, será dividido em duas partes, sendo elas: definição e histórico da automação e edificações inteligentes (domótica). Essas duas partes terão como objetivo trazer para o leitor um conteúdo bibliográfico abordando conteúdos referentes ao tema do trabalho retirado de livros, revistas, trabalhos acadêmicos e sites.

No capítulo 03, será exposto a classificação do trabalho, as etapas da pesquisa, os objetos da pesquisa e os instrumentos e técnicas de coleta e análise dos dados.

O capitulo 04, irá apresentar os resultados obtidos através das pesquisas realizadas para a elaboração deste trabalho, além dos resultados também terá uma discussão sobre os dados obtidos.

Já no capitulo 05, será a conclusão do trabalho, onde irá expor se foi possível atingir todos os objetivos específicos, assim como o objetivo geral.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico tem como função dar um norte a pesquisa e apresentar o embasamento do trabalho, dentro das literaturas existentes sobre o tema abordado. Além disso, também possui o objetivo de demonstrar que o pesquisador(a) possui conhecimento teórico do tema abordado (MENEZES, 2020).

Neste capitulo, serão abordadas as fundamentações teóricas em que o trabalho se baseia. O capitulo será dividido em duas partes, sendo elas 2.1 – Definição e histórico da automação e 2.2 – Edificações inteligentes (*domótica)*.

2.1 Definição e histórico da automação

De acordo com Ribeiro (2018), desde os primórdios que o homem tenta mecanizar suas atividades, portanto, a busca por automatizar processos não é algo novo. O termo “automação” possui origem do latim *“automatus”*, que significa movimentar-se por conta própria, podendo também ser definido como um sistema automático que age por si mesmo, sem a necessidade da interferência humana. A automação é um tipo de sistema de controle, que implementa processos automáticos em maquinas e equipamentos com o objetivo de otimizar suas funções sem a interferência humana (SIGNIFICADOS, 2016).

A automação e a mecanização são sistemas que comumente se confundem, porém são diferentes. A mecanização se dá pela substituição dos serviços braçais por máquinas, que por sua vez necessitam de homens para sua operação, já a automação também troca os serviços humanizadas por serviços mecanizados, porém, os serviços realizados pelas máquinas são controlados automaticamente. (ROGGIA e FUENTES, 2016).

Automação é qualquer procedimento capaz de substituir os trabalhos braçais dos seres humanos por processos automáticos, sejam eles comerciais, industriais, domésticos ou de campo (SOUSA, *et al.*, 2019). O uso de sistemas automatizados já é realidade em diversas áreas, como por exemplo serviços bancários, telecomunicações, distribuição e transmissão de energia elétrica, mobilidade (automotiva, ferroviária, aeronáutica e aeroespacial), na agricultura e nas indústrias (GABRIEL e AMARAL, 2018).

Em 1946 nos Estados Unidos, o conceito de automação era constituído apenas nas fábricas automotivas. Hoje em dia, o termo abrange toda tecnologia que

substitua o trabalho braçal por algo computadorizado, sempre visando o aumento da velocidade, qualidade e segurança dos processos (GOEKING, 2010).

Os sistemas automatizados historicamente estão presentes desde atividades simples no cotidiano como por exemplo nas atividades domésticas, como também se encontra nas atividades mais complexas, como por exemplo, nas linhas de produções das indústrias. A automação está presente nas mais diversas áreas, podendo ir desde as indústrias automobilísticas, náuticas, aeronáuticas, armamentista à construção civil. (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

Segundo Roggia e Fuentes (2016), a automação é algo que sempre esteve na história da humanidade há séculos, desde a pré-história o homem busca meios de substituir o esforço braçal por algo mais mecanizado e automatizado, como exemplo pode ser citado os moinhos movidos por vento ou força animal, conforme mostrado na Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Moinho de vento

Fonte: Britannica Escola (2021)

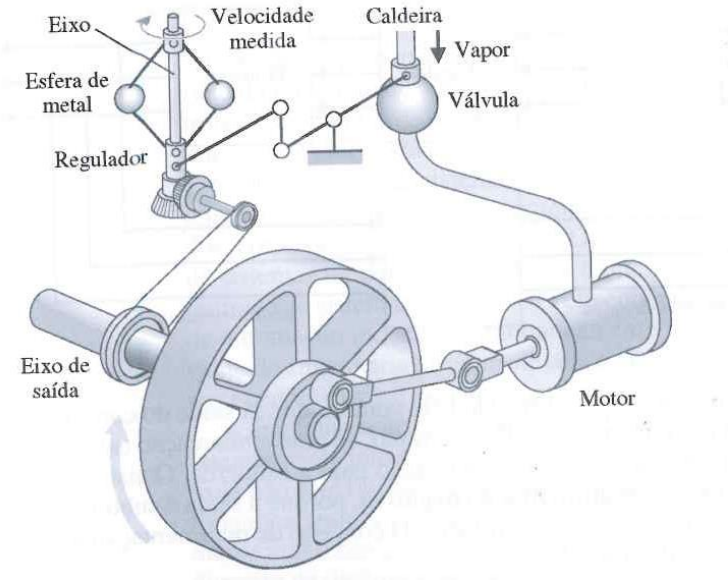
Os sistemas de automação habitualmente são compostos basicamente por sensores, atuadores, controladores e transdutores. Os sensores são os dispositivos que possuem a capacidade de mudar sua programação de acordo com uma grandeza física atuante. O atuador possui o a capacidade de alterar ações de equipamentos através de sinais recebidos dos controladores. Os controladores por sua vez, são dispositivos que capazes de efetivar ações para equipamentos no meio onde operam.

Já os transdutores, são dispositivos capazes de converter um estímulo físico para uma grandeza elétrica (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

A automação começou a ganhar destaque com a sociedade em geral a partir do século XVII, principalmente na Inglaterra, onde ocorreu a primeira Revolução Industrial. Nesse período, os donos de fábricas sentiram a necessidade de aumentar o volume de produção e os serviços humanizados já não estavam atendendo as demandas(ROGGIA e FUENTES, 2016). A revolução industrial no século XVII, pode ser considerado como um marco inicial para a automação industrial pois foi nesse período que os serviços braçais passaram a ser substituídos por máquinas com funções pré-definidas e através dessa mudança era possível gerar um maior volume na produção das fábricas (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

De acordo com Roggia e Fuentes (2016), o primeiro relato de um controlador automático voltado para sistema de automação se deu no ano de 1769. O controlador era o regulador de esferas criado por James Watt, e tinha a capacidade de regulamentar a velocidade dos motores a vapor, conforme mostra esquematizado na Figura 2 abaixo.

Figura 2 - Regulador de esferas



Fonte: Costa (2011)

Durante o século XX, os sistemas automatizados foram bastante aprimorados e com isso cada vez mais era possível substituir os homens por

máquinas e ainda conseguindo aumentar o volume e a qualidade na produção (SILVA e CUNHA, 2021).

No século XX, os sistemas de automação passaram a ter alguns novos componentes, como por exemplo, os controladores programáveis, servomecanismos e computadores. Para se chegar aos níveis de automação que é encontrado nos dias atuais, os sistemas e os equipamentos tiveram que passar por muitas mudanças e avanços (ROGGIA e FUENTES, 2016).

Alguns eventos históricos, possuem grandes influências para os avanços na área de automação como um todo, por exemplo, a segunda guerra teve uma grande contribuição para os avanços dos sistemas automatizados, pois durante a guerra foram utilizados sistemas inteligentes para lançamentos de mísseis (GOEKING, 2010)

Após a segunda guerra mundial, em meados da década de 60 começaram a aparecer os transistores e com isso a substituição de toda a instrumentação analógica por computadores, através dessa mudança vários sistemas automatizados foram implementados nos processos de produção das indústrias (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

Nas décadas seguintes os avanços tecnológicos continuaram e como consequência os sistemas de automação também ganhavam novas tecnologias e abrangia cada vez mais áreas de atuação (SILVA e CUNHA, 2021).

O período entre 1980 à 1990 ficou marcado como uma época com bastante competitividade no mercado mundial, com isso os proprietários de industrias começaram a se preocupar com outras questões durante o processo de produção além dos custos, como por exemplo, o consumo de energia nas atividades exercidas, preocupação que fez basicamente todos os setores operacionais das fabricas trocarem os operários por maquinas comandas através de um computador (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

Na década de 80, os computadores pessoais foram bastante popularizados, e os profissionais da época enxergavam neles a alternativa para serem o centro de controle dos sistemas automatizados, porém, o uso dos computadores possuía diversas desvantagens, como por exemplo, possuir a necessidade de ficar ligado por tempo integral, caso alguma coisa acontecesse ao computador todo o sistema seria prejudicado (VIANNA, 2018).

Para a automação os anos 90, ficaram marcados pelo surgimento de equipamentos e componentes inteligentes que conseguiam criar uma integração simultânea entre os equipamentos e os usuários (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002). Os computadores foram equipamentos fundamentais e compõem até os dias atuais a base de toda a parte tecnológica dos sistemas automatizados, independente da área de sua aplicação (ROGGIA e FUENTES, 2016).

O segmento da automação é bastante abrangente e possui um campo de aplicação bastante vasto. O processo de automação pode ser dividido em automação de processos industriais (exemplo: automobilística) e não industriais (exemplo: sistemas de transportes), instrumentação, onde são aplicadas técnicas de indicação, medição, registro e controle de fabricação objetivando a melhoria e aplicabilidade dos processos e a automação da manufatura, onde possui como destaque comandos numéricos por computador, projetos assistidos por computador e robótica (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

Para que os sistemas automatizados entreguem o melhor do que são capazes é necessário escolher o método de controle mais adequado para a situação. Os métodos de controle da automação em geral podem ser de controle manual ou automático, controle em malha fechada ou controle em malha aberta. (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

De acordo com Silva e Nascimento (2018) o controle manual se dá quando a máquina ou equipamento que irá efetuar determinado trabalho precisa de uma ação hu,mana ou animal para engrenar. Já o controle automático, dispensa a necessidade de ajuda humana ou animal para funcionar e utiliza unidades de controles e atuadores para funcionamento, como por exemplo o regulador de esferas mostrados na Figura 2, criado por James Watt.

Os sistemas de controles, do tipo malha aberta se caracterizam pelo sinal de saída não exercer controle no sistema, portanto, não existe realimentação, desta forma o sinal de saída não deve ser comparado com o sinal de entrada (OGATA, 2010). Segundo Silva, Silva e Nascimento (2018) no sistema de malha aberta a informação de entrada é de baseada de acordo com o uso e na experiência, resultando que o resultado final seja conforme o desejado. Um sistema de malha aberta possui alguns subsistemas sendo eles os elementos controle, correção e processo, conforme explicito na Figura 3 abaixo.

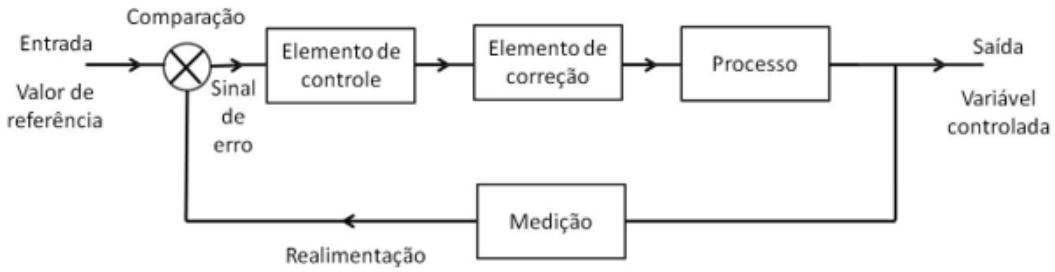
Figura 3 - Sistema de controle malha aberta

Fonte: Bolton (1995)

Cada elemento que compõem a malha aberta possui sua função. O elemento de controle deve determinar a ação que será tomada, o elemento de correção age corrigindo possíveis erros do sinal que vai do controle para a saída, já o elemento de processo serve como uma planta e oferece a variável a ser controlada pelo sistema (SILVA, SILVA e NASCIMENTO, 2018).

No sistema de malha fechada, existe um sinal de erro que realimenta o elemento controlador visando minimizar a diferença entre o valor desejado com o real de saída. O erro é resumidamente a diferença nos valores desejados com os reais (BORGES, 2016). O esquema de malha fechada funciona conforme o esquema mostrado na Figura 4 abaixo.

Figura 4 - Sistema de controle malha fechada



Fonte: Bolton (1995)

O sistema de controle tipo malha fechada, possui como sua principal característica a realimentação do sistema, onde durante o processo o sinal de saída é comparado com o de entrada, desta forma uma informação interfere diretamente na outra. A realimentação é feita com o objetivo de amenizar ao máximo as probabilidades que o resultado final não seja o desejado (SILVA, SILVA e NASCIMENTO, 2018).

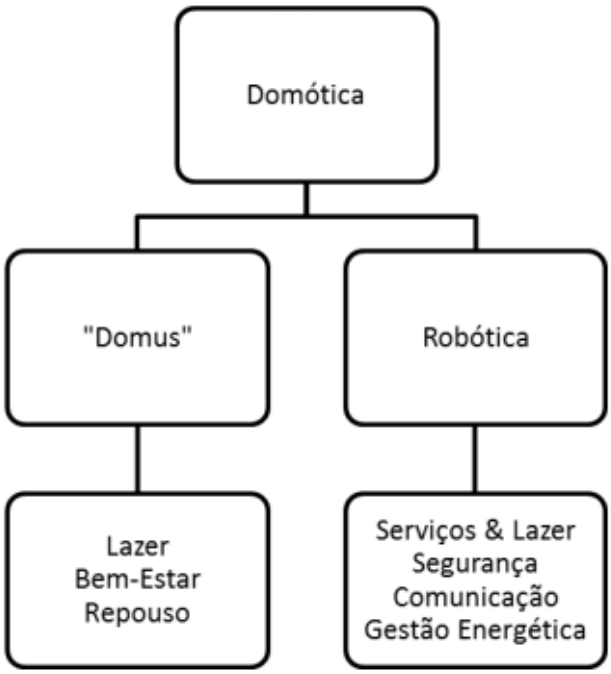
O emprego do termo automação é correto quando se utiliza um sistema de malha fechada, para quando utilizado um sistema de malha aberta, o termo correto é a ser utilizado é automatização, no entanto, popularmente é comum considerar os termos automação e automatização sinônimos, porém, tecnicamente os termos são diferentes (COSTA, LISBOA e SANTOS, 2002).

2.3 Edificações inteligentes (*domótica*)

A automação residencial, também conhecida como *domótica*, casa do futuro ou edificação inteligente, se trata de um conjunto de serviços e tecnologias que possuem a capacidade de automatizar os] sistemas, proporcionando uma melhora em relação ao conforto, praticidade e segurança da edificação (ACCARDI e DODONOV, 2012).

A expressão *domótica* deriva das palavras domus (casa) e robótica (controle automatizado de algo), desta forma, a mesma é definida como controle automatizado das casas, termo comumente usados para “casas inteligentes” (ALVES e MOTA, 2003). A Figura 5, mostra um esquema conforme a definição do termo domótica.

Figura 5 - Diagrama do termo domótica.



Fonte: Monteiro (2015)

Domótica também pode ser definida como a automatização e o controle de uma residência por meio de equipamentos que possuem a capacidade de interagirem entre si, seguindo orientações passadas pelos usuários e se adaptando as suas necessidades (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

Engana-se quem pensa que a automação residencial está ligada somente ao luxo. Os sistemas inteligentes colaboram há algum tempo com a saúde e segurança dos seus usuários (ROMANO, 2013).

O termo *domótica* possui uma grande aplicabilidade tecnológica, tendo como um dos principais objetivos o bem-estar dos seus usuários. A automação dos sistemas domésticos traz também para os moradores da residência uma maior comodidade, segurança e organização (CUNHA, 2018).

O desenvolvimento das tecnologias de automação a partir da década de 70, por exemplo, permitiu ideias sociais para melhorias nas condições de moradia e vivência de pessoas com deficiência e idosos. Com isso, melhorando as condições práticas do dia-a-dia desses grupos (GOMES, SILVA e GELACKI, 2016). Segundo Muratori e Dal Bó (2014) a *domótica* possibilita aos seus usuários usufruir de uma melhor habitação e como consequência uma melhor qualidade de vida.

Atualmente, o dia a dia das pessoas vem se tornando cada vez mais dinâmico e agitado, gerando uma sensação de falta de tempo, por conta disso a população está sempre em busca de maior praticidade e agilidades nos processos, mas também querem cada mais conforto e segurança. (RIBEIRO, 2018).

O uso da *domótica,* permite que os usuários possam ter uma redução no tempo gasto nos trabalhos domésticos e ainda por cima aumentar a segurança. Além de trazer melhorias no consumo de energia (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

Os usuários que usufruem da *domótica,* sentem um grande impacto em relação ao bem-estar do dia a dia, e essa melhoria não é restrita apenas para as pessoas que não possuem nenhum tipo de limitação física ou motora, mas também é vista para idosos ou deficientes físicos. A aplicação de sistemas de automação inteligentes, possuem a capacidade de proporcionar meios, para que esses grupos possam superar suas limitações (FERREIRA, 2010).

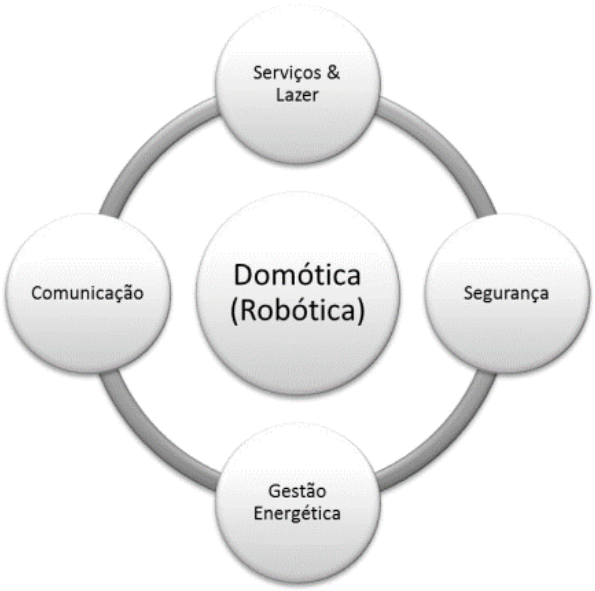
Segundo Vianna (2018), um dos principais objetivos da *domótica* é proporcionar uma residência mais acessível para todos os usuários, seja eles crianças, adultos, idosos e/ou pessoas com deficiência. Em um ambiente inteligente a ideia é que as carências de seus usuários sejam sanadas, proporcionando uma

melhoria na qualidade de vida. A automação residencial, é capaz de oferecer uma maior interação e acessibilidade aos ambientes para pessoas que possuem algum tipo de deficiência física ou idosos, pois proporcionam para esses grupos soluções que facilitam seu dia a dia (PILOTI, 2014).

Segundo Fernandes (2018), quando sistemas inteligentes são aplicados com um público alvo com idade superior ou igual a 65 anos, as funcionalidades da casa inteligente ficam focadas principalmente nas atividades em que esse tipo de grupo possui dificuldades para executar, desta forma os idosos conseguem possuir uma maior autonomia dentro de sua residência.

De acordo com Monteiro (2015) a *domótica* pode ser classificada em quatro grandes áreas, sendo elas: serviços e lazer, segurança, comunicação e gestão energética, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Classificação da *domótica*



Fonte: Monteiro (2015)

A) Serviços e lazer: Área que engloba as ferramentas que possuem o objetivo de oferecer um maior conforto para os seus usuários, como por exemplo iluminação, climatização, aquecimento de água, cortinas e persianas, irrigação e outros.

B) Segurança: Nessa área entram os sistemas responsáveis por garantir a segurança dos moradores das residências, como por exemplo, controle de acesso, detecções (intrusos, incêndios, inundações e gás) e outros.

C) Comunicação: A área de comunicação é dividida em dois grupos, sendo eles, comunicação interna (troca de informações entre o operador e os sistemas automatizados) e a externa (via notebooks ou smartphones).
D) Gestão Energética: Área responsável pelo gerenciamento do consumo energético dos demais sistemas, possui grande influência na questão econômica e ambiental.

Na área da automação residencial, as primeiras ferramentas automatizadas possuíam comandos bastante simples, como por exemplo ligar e desligar remotamente luzes (MURATORI e DAL BÓ, 2014). Com o passar do tempo, diversas novas tecnologias e ferramentas foram surgindo e sendo implementadas nos sistemas de automação residencial, como por exemplo os controles remotos programáveis que usavam as tecnologias de rádio frequência e infravermelho para efetuar acionamentos (VIANNA, 2018).

A automação residencial teve uma série de mudanças ao longo dos tempos. Na primeira geração dessa tecnologia os sistemas eram acionados através de controles remotos, porém, com o avanço tecnológico a automação residencial nos dias de hoje é facilmente acionada através de um smartphone por meio da internet (ROMANO, 2013).

Segundo Monteiro (2015), atualmente o cenário tecnológico vem trazendo uma grande evolução. Esse desenvolvimento abrange diversas áreas, indo desde materiais para a construção civil, a redes de comunicação. Com todas essas mudanças no cenário da tecnologia, a automação residencial também se desenvolveu, e nos dias atuais possui a capacidade de transformar uma residência simples em uma residência inteligente.

Há alguns anos, o mundo passou pela revolução da internet banda larga. Com o auxílio do desenvolvimento dessa tecnologia os usuários de sistemas residenciais automatizados, passaram a poder ter o controle da sua casa, mesmo estando distante, pois os sistemas inteligentes interagem com a rede de internet, permitindo aos usuários terem acesso aos sistemas, inclusive a quilômetros de distância de sua casa. (VIANNA, 2018).

A residência automatizada tem na inteligência artificial seu futuro. Antes os moradores utilizavam controles remotos ou celulares para ativarem os sistemas automatizados de suas habitações. O esperado é que com evolução dos equipamentos, eles se tornem inteligentes ao ponto de tomarem as próprias decisões, visando sempre atender as necessidades dos seus moradores (ROMANO, 2013).

Com os atuais avanços tecnológicos surgiu a internet das coisas, termo com origem americana referente a *“Internet of Things (IoT)”.* Através desse novo avanço da tecnologia, se tornou possível que objetos e ferramentas com sensores e atuadores se conectem as redes de internet, possibilitando a criação de uma rede com diversos objetos inteligentes capazes de interagirem entre si, tudo isso de acordo com a necessidade e tipo de programação de quem o utiliza (RIBEIRO, 2018).

Por trás da automação residencial, existe todo um sistema que envolve diversos elementos, indo desde sensores simples, à complexos centrais de automação. Os elementos e sistemas escolhidos depende das necessidades, desejos e condições físicas e financeiras dos usuários (ACCARDI e DODONOV, 2012).

Segundo Coelho e Cruz (2017) os principais dispositivos que permitem que um sistema se torne inteligente são:

A) Sensores: dispositivos de captação das informações do campo;

B) Atuadores: dispositivos que transmitem as informações coletadas para os equipamentos;

C) Controladores: Dispositivos responsáveis para efetuar o controle das funções dos equipamentos;

D) Dispositivos específicos: equipamentos necessários para o funcionamento dos sistemas inteligentes, como por exemplo, um modem/roteador de internet.

Muratori e Dal Bó (2014), afirmam que para uma residência ser considerada inteligente todos os seus sistemas tecnológicos devem ser abrangidos, como por exemplo, a iluminação, ar-condicionado, controle de acesso entre outros. A casa inteligente deve se adequar aos seus habitantes e não o oposto, sendo assim, a edificação com sistemas inteligentes deve ser flexível e com diversas personalidades (WOOTTON, 2012).

Edificação inteligente é aquela capaz de efetuar ações predefinidas, porém, também deve possuir a capacidade de se adaptar aos diferentes cenários propostos pelos seus utilizadores e suas respectivas preferências (ALVES e MOTA, 2003). A casa inteligente deve se moldar ao perfil pessoal, e proporcionar principalmente a sensação de segurança e conforto. A Figura 7 abaixo, mostra um diagrama simplificado de uma residência inteligente.

Figura 7 - Diagrama simplificado da residência inteligente

Fonte: Monteiro (2015)

No ramo da construção civil, a automação residencial é um diferencial para ser oferecido aos clientes, pois permite que o indivíduo possa possuir conforto e segurança de acordo com suas necessidades. Com a tecnologia da *domótica* o usuário pode programar diversas ações, como acionamento de luzes, aberturas de cortinas, controle de acesso entre outros, proporcionando ambientes mais confortáveis e seguros (PRUDENTE, 2011).

De fato, a comodidade e o conforto são dois fatores chaves para que a população queira uma casa inteligente. Na comodidade, pode ressaltar a possibilidade de não levantar do sofá para trancar a porta e desligar as luzes por exemplo. Já na questão conforto pode se enquadrar o acionamento do ar-condicionado pouco antes do sujeito deitar para dormir (WORTMEYER, FREITAS e CARDOSO, 2005).

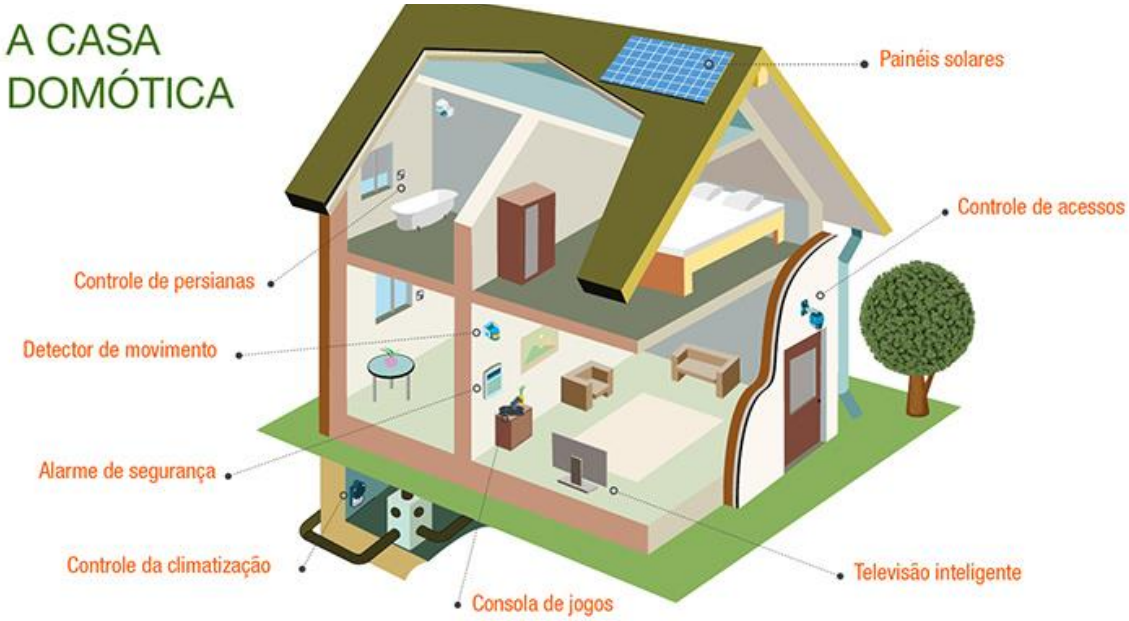
Outro fator bastante relevante para a implantação da *domótica* é o uso inteligente da energia, fator determinante nos desenvolvimentos dos sistemas de automação. Os sistemas inteligentes auxiliam no processo de racionalização no consumo de energia elétrica. (BOLZANI, 2004).

O controle no consumo de energia elétrica é outra grande vantagem dos sistemas *domóticos*, pois nos sistemas inteligentes em sua grande parte a energia só é usada quando se faz necessário. Além disso, é possível temporizar o período de uso dos equipamentos como por exemplo o ar-condicionado, dessa forma gerando uma economia na conta de energia (WORTMEYER, FREITAS e CARDOSO, 2005).

De acordo com Romano (2013), praticamente todos os sistemas compostos por equipamentos elétricos ou eletrônicos de uma edificação podem ser

automatizados, por exemplo: iluminação, ar-condicionado, controle de acesso, cortinas, áudio e vídeo, entre outros, conforme exemplificado na abaixo.

Figura 8 - Casa domótica



Fonte: Iberdrola (2020)

Para a implantação da *domótica,* o cenário ideal é que a infraestrutura necessária para suportar os equipamentos seja previsto no momento da elaboração dos projetos, ou seja, antes dos inícios das obras (WORTMEYER, FREITAS e CARDOSO, 2005).

Para que um projeto de automação possa atender as necessidades de seus usuários, a elaboração do projeto deve ser planejada da forma mais completa e detalhada possível, visando sempre atender aos objetivos específicos de cada sistema e também atender o objetivo geral do projeto como um todo (ROGGIA e FUENTES, 2016).

Romano (2013), afirma que há algumas diferenças entre elaborar um projeto de automação residencial para casas já construídas e para residências que ainda estão em fase de projeto, sendo o principal tipo de infraestrutura usada. Para as casas que já possuem habitantes é recomendado o uso de sistemas inteligentes sem fio, pois não necessita de grandes alterações nas infraestruturas instaladas. A escolha dos sistemas que serão automatizados depende de diferentes fatores, como por exemplo, o estágio atual da obra, necessidades dos moradores e o aporte

financeiro reservado para o serviço. Após essas definições são escolhidos os sistemas mais adequados para seus usuários (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

Os principais sistemas utilizados na automação residencial podem possuir tecnologia distribuída (descentralizada) ou centralizada. Os sistemas descentralizados são aqueles compostos por diversos aparelhos e/ou ferramentas com processamentos próprios, ou seja, cada qual possui sua determinada função sem depender diretamente dos outros. Já o sistema centralizado é o oposto, os aparelhos e/ou ferramentas interagem entre si, e seus funcionamentos dependem uns dos outros, pois possuem uma unidade de controle central, onde todos os sistemas são conectados e trabalham de forma conjunta. (RIBEIRO, 2018).

De acordo com Monteiro (2015), um dos fatores mais importantes no processo de automação residencial é o tipo de comunicação entre os sistemas. Atualmente, existem três tipos de sistemas para comunicação, sendo eles: rede elétrica (powerline), cabo (cable) e sem fio (wireless).

01) Powerline: Os sistemas *domóticos* utilizam as próprias instalações elétricas para seu funcionamento, não possuindo a necessidade de construir uma infraestrutura própria.

02) Cable: As instalações são feitas por uma infraestrutura separada da elétrica e o seu funcionamento é realizado por meios de cabos que conectam os sistemas entre si.

03) Wireless: Os sistemas inteligentes se comunicam por meio de redes sem fio (wi-fi), não possuindo a necessidade de uma infraestrutura especifica.

Dentro da *domótica,* os sistemas voltados para a segurança é um dos mais procurados e mais completos. Nos sistemas de segurança inteligentes é possível efetuar o monitoramento da residência por câmeras equipadas com sensores dos mais diversos, onde possuem a capacidade de se comunicarem com centrais de alarmes na própria casa, mandar notificação para o proprietário ou até mesmo chamar a polícia se necessário (WORTMEYER, FREITAS e CARDOSO, 2005).

No cenário atual, alguns fabricantes de equipamentos *domóticos* já disponibilizam kits completos para sistemas de segurança inteligentes, contendo por exemplo, painel de controle, sensores de presença, sensores de aberturas, câmeras, controles remotos e centrais de alarmes (MACEDO, 2016).

Outro sistema *dómotico,* bastante procurado é o de iluminação. O sistema de iluminação inteligente além de propiciar para o usuário controlar o acendimento

das luzes no dia a dia, também pode trabalhar em conjunto com o sistema de segurança, como por exemplo, quando os moradores viajam o sistema pode simular a presença de pessoas na residência mantendo as luzes acessas ou apagadas conforme o comportamento padrão das pessoas(WORTMEYER, FREITAS e CARDOSO, 2005).

O sistema de iluminação *domótico,* pode conter lâmpadas inteligentes que permitem aos moradores terem o controle total do seu acionamento remotamente, controle de cor e intensidade da emissão de luz. Outro componente bastante comum no sistema de iluminação são os interruptores inteligentes, inclusive permitem que mesmo não possuindo uma lâmpada inteligente o usuário consiga ter autonomia de acender ou desligar as luzes de sua residência remotamente (MACEDO, 2016).

Alguns fabricantes presentes no cenário brasileiro, possuem equipamentos disponíveis capazes de suprir as necessidades dos sistemas citados acima. De acordo com (SOUSA, 2020) dentre as marcas que se destacam nas soluções de automação residencial no Brasil se destacam Xiaomi, Philips Hue, Positivo Casa Inteligente, Intelbras, Multilaser, Pixel TI e-Confort, Steck Smarteck, Geonav Hi, Houseasy entre outras.

Além dos sistemas de iluminação e segurança também é possível destacar outros sistemas e equipamentos, como por exemplo, controle de acesso para portão de garagem, fechadura eletrônica que não necessita do uso de chaves, banheira, geladeira, aspirador de pó entre outros (MACEDO, 2016).

No final das contas, o fator mais importante para a escolhas de qual sistema *domótico* implementar em sua residência seja em construção ou já construída são as preferências de seus futuros usuários. Portanto, não existe melhores soluções para casas inteligentes, a escolha de quais sistemas serão utilizados são pessoais (WORTMEYER, FREITAS e CARDOSO, 2005).

Durante as pesquisas, para a elaboração do capitulo de referencial teórico, foi detectado lacunas na literatura sobre o tema e os objetivos abordados pelo presente trabalho.

3 METODOLOGIA

O termo metodologia quando se trata da área de metodologia científica e da pesquisa é caracterizado como os métodos críticos e analíticos utilizados para a elaboração de um estudo (ZANELLA, 2013).

Neste capitulo será apresentado a classificação do presente trabalho, as etapas da pesquisa, os objetos de pesquisa e os instrumentos e técnicas de coleta e análise de dados.

3.1 Classificação do trabalho

Segundo Zanella (2013), uma pesquisa deve ser classificada quanto à sua natureza, quanto aos objetivos, quanto a abordagem e quanto aos procedimentos adotados na coleta de dados.

3.1.1 – Quanto a sua natureza

De acordo com Gil (2007), uma pesquisa é um procedimento formalizado e sistemático de desenvolvimento cientifico que visa a obtenção de novos conhecimentos. Zanella (2013), classifica a pesquisa quanto a sua natureza em dois grupos, sendo a pesquisa científica pura e a pesquisa científica aplicada.

O presente trabalho, se enquadra como uma pesquisa cientifica aplicada. A pesquisa cientifica aplicada tem como objetivo entender e buscar soluções para determinados problemas humanos (ZANELLA, 2013).

3.1.2 – Quanto aos objetivos

De acordo com Gil (2007), quanto aos objetivos a pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritivas e explicativas.

Quanto aos objetivos, o presente trabalho é classificado como uma pesquisa explicativa. A pesquisa explicativa busca identificar os fatores determinantes ou de contribuição dos fenômenos, e busca explicar como funciona a sua ocorrência. (ZANELLA, 2013).

3.1.3 – Quanto à abordagem

Segundo Richardson e Pfeiffer (2017), quanto a abordagem da problemática a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, quantitativa ou misto.

Quanto a abordagem, o presente trabalho é classificado como uma pesquisa quantitativa, pois irá coletar dados numéricos e trata-los para chegar a um resultado. A pesquisa quantitativa tem em sua principal característica a implementação de elementos numéricos desde da coleta dos dados até o seu tratamento, possuindo um objetivo de criar relações entre as variáveis (ZANELLA, 2013).

3.1.4 – Quanto aos procedimentos adotados na coleta de dados

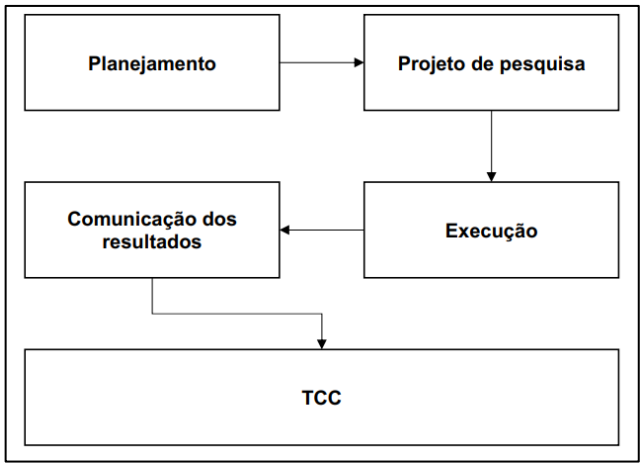
De acordo com Gil (2007), a pesquisa quanto aos procedimentos adotados na coleta de dados pode estar sendo abordada em dois grupos. No primeiro grupo, estão as pesquisas bibliográficas e documentais. No segundo grupo estão as pesquisas experimentais, pesquisas de campo e os estudos de caso.

Quanto aos procedimentos adotados na coleta de dados, o corrente trabalho se encontra em duas classificações, sendo documental e estudo de caso. Segundo Zanella (2013), uma pesquisa documental é aquela que os dados são obtidos através de documentos, podendo ser relatórios de empresas, notas fiscais, manuais e etc.; já o estudo de caso, é uma pesquisa voltada à uma pequena quantidade de objetivos, visando aprofundar os conhecimentos sobre determinado assunto. Os estudos de caso buscam se aprofundar em um determinado tema, não possuindo grandes amplitudes.

3.2 Etapas da pesquisa

De acordo com Zanella (2013), uma pesquisa é dívida em três etapas, sendo elas o planejamento da pesquisa, a execução da pesquisa e a comunicação dos resultados. O exemplo do ciclo da pesquisa pode ser visualizado na Figura 9 abaixo.

Figura 9 - Etapas da pesquisa



Fonte: Adaptado de Zanella (2013)

As etapas apresentadas na figura acima são conhecidas como o ciclo da pesquisa, o início do ciclo se dá com uma dúvida, a dúvida gera um problema, o problema gera perguntas, as perguntas geram repostas que acabam se tornando um produto (MINAYO, 2002).

3.2.1 – Planejamento da pesquisa

A etapa de planejamento de pesquisa é dividida em quatro partes: o que pesquisar, por que pesquisar, para que pesquisar e como pesquisar (ZANELLA, 2013).

A) O que pesquisar?

Durante essa etapa é definido o tema referente a pesquisa, como fazer o levantamento de dados, a problemática e o referencial teórico.

B) Por que pesquisar?

O tema para o trabalho foi escolhido por se tratar de tecnologias crescentes no ramo da construção civil, em especifico o segmento residencial e não possuir muitos embasamentos teóricos de como se aplicar e quanto custa.

C) Para que pesquisar?

Elaborar um trabalho que possa servir como parâmetro para orçamentos e projetos de implantação de sistemas inteligentes em residências.

D) Como pesquisar?

Efetuar pesquisas bibliográficas em artigos científicos, monografias, teses (mestrados e doutorados), sites, revistas e outras fontes literárias, entrevistar usuários

de sistemas *domóticos,* verificar disponibilidades dos recursos e levantar custos no mercado brasileiro.

3.2.2 – Execução da pesquisa

A etapa de execução da pesquisa é a etapa onde o pesquisador se aproxima do tema ou assunto que pretende abordar no trabalho. A etapa de execução da pesquisa pode ser dividida em três etapas, a preparação do campo de pesquisa, a entrada no campo de pesquisa e o processamento e análise dos dados (ZANELLA, 2013).

A) Preparação do campo de pesquisa:

Para efetuar as pesquisas referentes ao trabalho, as principais ferramentas utilizadas serão o “google acadêmico” para downloads de artigos, monografias e teses, sites especializados sobre o tema abordado e entrevistas remotas com usuários de sistemas *domóticos* através de uma plataforma de videoconferência.

B) Entrada no campo de pesquisa:

Os dados para a elaboração do trabalho serão coletados através de pesquisas bibliográficas, entrevistas e pesquisas de mercado.

C) Processamento e análise dos dados:

Os dados obtidos através das pesquisas serão organizados por meio de um software para elaboração de planilhas eletrônicas que permita a análise dos dados e a capacidade de relacionar as informações.

3.2.3 – Comunicação dos resultados

Nesta etapa os dados das etapas anteriores são organizados para transmitir as informações que foram obtidas ao longo do processo de pesquisa (ZANELLA, 2013)

Através de analises e manipulação das informações e dados obtidos será possível chegar a um produto final que atenda o objetivo geral do trabalho.

3.3 Objetos de pesquisa

Para a elaboração da pesquisa, serão utilizados objetos bibliográficos (artigos científicos, monografias, teses e sites), entrevistas com usuários de sistemas *domóticos*, cotação de recursos no mercado e software de planilhas eletrônicas

3.4 Instrumentos e técnicas de coleta e análise de dados

A escolha do método de coleta e análise de dados vai depender da problemática e do objetivo do trabalho (ZANELLA, 2013).

Os dados e informação para a elaboração do trabalho serão coletados através de pesquisas bibliográficas, entrevistas e cotações de mercado.

Para efetuar a análise e manipulação dos dados obtidos serão utilizadas planilhas eletrônicas, comparando as informações coletadas para poder chegar a parâmetros de valores para a implantação de sistemas inteligentes para uma residência.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a obtenção dos resultados do presente trabalho foi seguido o passo-a-passo planejado, conforme apresentado no capitulo 3.

4.1 Vídeo conferência

Com o intuito de aproximar o trabalho ao máximo com a realidade, foi realizada uma conferência remota através da plataforma “*zoom*” com um usuário de sistemas *domóticos*. O entrevistado se tratava de um engenheiro mecatrônico que morava em Goiânia-GO e possuía diversos sistemas inteligentes em sua residência, como por exemplo, iluminação, climatização. segurança, conforto entre outros.

Durante o encontro, foi abordado temas relacionados a parte técnica dos sistemas e também questões relacionadas aos custos.

No que diz respeito à relação a parte técnica abordada durante a conferência, se destaca os trechos em que o usuário explicou o funcionamento de cada sistema que ele utilizava, os equipamentos necessários e como eles interagiam entre si de acordo com suas preferencias e necessidades.

No sistema de iluminação por exemplo, quando o usuário colocava algum filme ou serie na TV ele sugeria um cenário de cinema para o ambiente. A residência além do cenário cinema também possuía cenários voltados para segurança, conforto para os animais domésticos entre outros.

O sistema de climatização da residência informava quando a temperatura não estava ideal e recomendava ligar o ar-condicionado, assim como também informava que não seria viável ligar o ar-condicionado quando uma janela ou porta do ambiente estivesse aberta.

Em relação a segurança, o sistema informava quando uma esquadria era aberta, se teve visita durante um período em que ninguém esteve em casa ou até mesmo quando tinha quedas de energia ou internet.

Além de todas essas funcionalidades citadas, a residência também tinha um sistema voltado para controle de estoque, onde por exemplo o morador era informado quando as capsulas de café estavam acabando, o sistema fazia esse cálculo de acordo com o uso da cafeteira.

Já em relação a questão de custos foi discutido principalmente o valor gasto em equipamentos para possuir uma residência do mesmo modelo que o apresentado

por ele. A residência se tratava de um apartamento com aproximadamente 400m², e foi relatado durante a entrevista, que para deixar o apartamento funcionando com os sistemas apresentados, foi gasto em torno de R$ 10.000,00 em equipamentos, dando em média um valor de R$ 25,00 o m². Quando questionado o valor referente a mão de obra, o mesmo informou que não possuía dados sobre esse custo, pois foi o próprio morador que instalou e configurou todos os equipamentos na sua residência.

Vale ressaltar que durante a conferência, o entrevistado fez questão de deixar claro que o uso dos sistemas depende de cada pessoa, ou seja, cada usuário configura os sistemas conforme suas necessidades e prioridades.

4.2 Ferramenta paramétrica

Usando como base as informações obtidas através da conferência com o usuário de sistemas *domóticos* e as pesquisas bibliográficas em artigos científicos, monografias, teses (mestrados e doutorados), sites e revistas foi feito um levantamento dos equipamentos que integram os sistemas de automação residencial e seus respectivos custos de mercado.

Antes das cotações dos preços dos equipamentos, foi preciso elaborar uma relação entre recursos x sistemas. A partir desse estudo, foi possível identificar os equipamentos necessários para os sistemas *dómoticos* abordados no trabalho.

O processo de cotação dos preços foi realizado dando preferência aos sites oficiais dos fabricantes dos equipamentos, quando não encontrado valores nos sites oficiais, foi aplicado como segunda opção o site da Amazon ou do Mercado Livre.

As informações obtidas durante o processo de pesquisa foram passadas para um software de planilhas eletrônicas, onde receberam os tratamentos devidos. A planilha elaborada para o trabalho possui três abas. A primeira aba da planilha é denominada de “relação de equipamentos”, a segunda aba de “modelo paramétrico” e a terceira “quantidades equipamentos.

A aba de “relação de equipamentos” é composta por seis colunas, onde cada uma possui informações sobre os equipamentos listados. A aba “relação de equipamentos” possui a interface conforme apresentada na Figura 10 abaixo.

Figura 10 - Relação de equipamentos

1	2	3	4	5	6
Imagem	Nome do equipamento	Marca	Valor Base	Valor Usuario	Link para compra (valor base)
	Sensor de Movimento	POSITIVO	R$ 89,10	R$ -	https://www.positivocasainteligente.com.br/sensor-de-movimento/p
	Sirene de Alarme Inteligente Wi-Fi - SE232	MULTILASER	R$ 204,99	R$ -	https://www.multilaser.com.br/sirene-de-alarme-inteligente-wi-fi-multilaser-liv-se232/p
	Echo Dot (3ª Geração): Smart Speaker com Alexa	Amazon	R$ 331,55	R$ -	https://www.amazon.com.br/Echo-Dot-3%C2%AA-Gera%C3%A7%C3%A3o-Cor-Preta/dp/B07PDHSJ1H/ref=sr_1_1?__mk_pt_BR=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=Alexa&qid=1620868142&sr=8-1

Fonte: Própria (2021)

Conforme apresentado na figura 10, a primeira coluna possui as imagens (meramente ilustrativas), a segunda possui os nomes, a terceira apresenta as marcas, a quarta mostra o valor base (valor obtido através da cotação), a quinta mostra o valor do usuário (valor cotado pelo usuário) e a sexta apresenta um link para compra. Nessa aba as únicas células que podem ser alteradas são as que pertencem à coluna “valor usuário”, pois são células destinadas para os valores obtidos através de cotações próprias dos usuários.

A aba de “modelo paramétrico” é destinada para o preenchimento dos usuários e possui a divisão em três grupos, sendo eles “geral”, “iluminação” e “segurança” conforme apresentado na Figura 11 e na Figura 12 abaixo.

Figura 11 - Modelo paramétrico, parte 01

1	Geral	CUSTO GERAL R$ -
1.1	Quantos cômodos tem em sua residencia ?	
1.2	Quantos cômodos possuem equipamentos que necessitam de controle remoto ? Ex.: TV, Ar-Condicionado, Cortina, Ventilador e Etc. OBS: A quantidade de equipamentos por ambiente não é relevante.	
1.3	Quantas tomadas sua residência possui ?	
2	Iluminação	CUSTO ILUMINAÇÃO R$ -
2.1	Quantos pontos de luz possuem o soquete modelo E-27 ? OBS: Modelo tradicional	
2.2	Quantos pontos de luz do modelo E-27 devem ser coloridos ?	
2.3	Quantos pontos de luz do modelo E-27 devem possuir o efeito "retrô" ?	
2.4	Quantos pontos de luz possuem o soquete modelo GU-10 ? OBS: Modelo de spot (dicroica)	
2.5	Quantos pontos de luz do modelo GU-10 devem ser coloridos ?	
2.6	Quantos metros de fita LED sua residência possui ?	
2.7	Quantos metros de fita LED devem coloridas ?	

Fonte: Própria (2021)

Figura 12 - Modelo paramétrico, parte 02

3	Segurança	CUSTO SEGURANÇA R$ -
3.1	Quantas esquadrias sua residencia possui ? OBS: Portas e Janelas	
3.2	Quantos ambientes internos devem ter camêras ?	
3.3	Quantos ambientes externos devem ter camêras ?	
3.4	Quantos ambientes possuem pontos de gás ?	
3.5	Quantas portas de acesso sua residencia possui ?	
3.6	Quantos ambientes devem possuir fechaduras inteligentes ? OBS: Incluir as portas de acesso à residencia	

VALOR TOTAL	R$ -

Fonte: Própria (2021)

Como apresentado nas figuras 11 e 12, cada grupo possuem perguntas a serem respondidas através de números (somente é permitido o preenchimento com números inteiros) e por meio dessas respostas a planilha apresenta os custos individuais por grupo, além também do valor total.

A aba de “quantidades equipamentos” possui uma interface parecida com a da aba “relação de equipamentos”, porém possui apenas quatro colunas e invés de apresentar para o usuário os valores, apresenta as quantidades de cada equipamento a ser comprado de acordo com o preenchimento da aba “modelo paramétrico”, conforme a Figura 13 abaixo.

Figura 13 - Quantidades equipamentos

1	2	3	4
Imagem	Nome do equipamento	Marca	Quantidade
	Sensor de Movimento	POSITIVO	2,00
	Sirene de Alarme Inteligente Wi-Fi - SE232	MULTILASER	2,00

Fonte: Própria (2021)

Os usuários devem preencher a aba “modelo paramétrico” de acordo com suas prioridades, pois a planilha foi desenvolvida para que possa possuir a capacidade de associar as informações de quais equipamentos serão necessários para compor os sistemas desejados e seus respectivos custos. O preenchimento da planilha deve seguir o passo a passo demonstrado abaixo:

Passo 01 (opcional): preenchimento da coluna “valor usuário” na aba “relação de equipamentos”, conforme exemplificado na Figura 14 abaixo.

Figura 14 - Preenchimento da planilha, passo 01

					de-movimento/p
	Sirene de Alarme Inteligente Wi-Fi - SE232	MULTILASER	R$ 204,99	R$ 225,49	https://www.multilaser.com.br/sirene-de-alarme-inteligente-wi-fi-multilaser-liv-se232/p
echo dot					https://www.amazon.com.br/Echo-Dot-3%C2%AA-

Fonte: Própria (2021)

Passo 02: após o preenchimento (ou não) da coluna “valor usuário” na aba “relação de equipamentos” o usuário irá responder as perguntas contidas na aba “modelo paramétrico” apenas utilizando números inteiros, conforme exemplificado na Figura 15 abaixo.

Figura 15 - Preenchimento da planilha, passo 02

1	Geral	CUSTO GERAL R$ 5.158,68
1.1	Quantos cômodos tem em sua residencia ?	2
1.2	Quantos cômodos possuem equipamentos que necessitam de controle remoto ? Ex.: TV, Ar-Condicionado, Cortina, Ventilador e Etc. OBS: A quantidade de equipamentos por ambiente não é relevante.	2
1.3	Quantas tomadas sua residência possui ?	2

Fonte: Própria (2021)

Passo 03: verificar os custos por sistema e o custo total conforme exemplificado na Figura 16 abaixo.

Figura 16 - Preenchimento da planilha, passo 03

3	Segurança	CUSTO SEGURANÇA R$ 13.024,62
3.1	Quantas esquadrias sua residencia possui ? OBS: Portas e Janelas	2
3.2	Quantos ambientes internos devem ter camêras ?	6
3.3	Quantos ambientes externos devem ter camêras ?	8
3.4	Quantos ambientes possuem pontos de gás ?	1
3.5	Quantas portas de acesso sua residencia possui ?	2
3.6	Quantos ambientes devem possuir fechaduras inteligentes ? OBS: Incluir as portas de acesso à residencia	3
	VALOR TOTAL	R$ 18.415,50

Fonte: Própria (2021)

Passo 04: verificar as quantidades dos equipamentos que devem ser comprados conforme apresentado na Figura 17 abaixo.

Figura 17 - Preenchimento da planilha, passo 04

	Sensor de Abertura	POSITIVO	2,00
	Câmera Robô Inteligente Full HD Wi-Fi - SE221	MULTILASER	6,00
	Câmera Externa Inteligente IP65 Full HD Wi-Fi - SE222	MULTILASER	8,00

Fonte: Própia (2021)

Seguindo o passo a passo descrito acima os usuários terão os valores paramétricos para os custos e as quantidades dos equipamentos para os sistemas inteligentes escolhidos por eles durante o preenchimento da planilha.

A planilha elaborada para o trabalho está disponível no link seguinte link: https://github.com/ViHu19/Domoticando.git

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho possui como objetivo geral, elaborar produto que sirva como ferramenta paramétrica de apoio para análise dos custos de implantação de sistemas *domóticos*. Para conseguir atingir o objetivo geral, se fazia necessário atingir os objetivos específicos.

Quanto aos objetivos específicos foram atingidos com êxito, dessa maneira, o objetivo geral também foi alcançado.

O produto elaborado para a pesquisa possui a capacidade de servir como parâmetros para as pessoas que gostariam de possuir uma residência inteligente. O produto elaborado pelo trabalho pode servir como parâmetro tanto para residências que estão em fase de construção, como também para residências já construídas.

Vale ressaltar que o produto elaborado é um modelo paramétrico, ou seja, tem como propósito servir de parâmetro, portanto, o mesmo não possui a capacidade de apresentar valores 100% fiéis a realidade.

Outro fator importante no que diz respeito ao objeto do trabalho, é que os valores referentes a mão de obra não são considerados, pois foi visto nos meios de pesquisa que esse pode vir ou não a ser um custo, pois alguns equipamentos, o próprio usuário possui a capacidade de efetuar a instalação.

No geral, o produto final produzido por meio deste, atende bem os objetivos propostos.

Por fim, fica como sugestão para trabalhos futuros, a otimização e criação de aplicativo do produto elaborada por esse trabalho, acrescentando variedades nas escolhas dos equipamentos, valores de mão de obra, custos de manutenção e a vida útil dos equipamentos/sistemas.

REFERÊNCIAS

ACCARDI, A.; DODONOV, E. Automação Residencial - Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. **Revista T.I.S**, v. 1, n. 2, p. 11, Novembro 2012.

ALVES, J. A.; MOTA, J. **Casas Inteligentes**. Lisboa: Centro Atlantico, 2003.

BOLTON, W. **Engenharia de Controle**. São Paulo - SP: Makoron, 1995.

BOLZANI, C. A. M. **Residencias inteligentes**. 1. ed. São Paulo: Livraria da fisica, 2004.

BORGES, M. M. **Sistema didático para aplicação de técnicas de controle**. Trabalho de conclusão de curso - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET/MG. Araxá - MG, p. 73. 2016.

BRITANNICA ESCOLA. Moinho. **Britannica Escola**, 2021. Disponivel em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/moinho/482866>. Acesso em: 28 Maio 2021.

COELHO, D. F. B.; CRUZ, V. H. D. N. **Edifíciosinteligentes:** uma visão das tecnologias aplicadas. São Paulo - SP: Blucher, 2017.

COSTA, I. M.; LISBOA, S. N. D.; SANTOS, T. P. **Automação Industrial**. Departamento de Engenharia de Computação e Automação - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, p. 4. 2002.

COSTA, L. A. A. **Especificando Sistemas de Automação Industrial**. 1. ed. São Paulo - SP: Biblioteca 24 horas, 2011.

CUNHA, W. S. D. **Estudo da Inteligência Artificial aplicada em Internet das Coisas, voltada na Automação Residencial**. Artigo Científico - Faculdade DeVry. Imperatriz - PA, p. 29. 2018.

FERNANDES, P. D. S. **Autonomia e bem-estar na população idosa - Aplicações para casas inteligentes**. Tese (Mestrado) - Curso de Medicina, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 69. 2018.

FERREIRA, V. Z. G. **A domótica como instrumento para a melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. João Pessoa, p. 41. 2010.

GABRIEL, J. C.; AMARAL, M. A. D. Automação e robotica na construção civil. **Brazilian Technology Symposium**, São Paulo, Setembro 2018. 7.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOEKING, W. Da máquina ao vapor aos softwares de automação. **O Setor elétrico**, São Paulo, v. 52, p. 7, Maio 2010.

GOMES, A. B.; SILVA, G. D. A. C. D.; GELACKI, R. **Automação Residencial Utilizando Uma Plataforma De Baixo Custo**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 44. 2016.

IBERDROLA. Domótica. **Iberdrola**, 2020. Disponivel em: <https://www.iberdrola.com/inovacao/domotica>. Acesso em: 05 Out 2020.

MACEDO, J. Como deixar sua casa mais inteligente. **CanalTech**, 2016. Disponivel em: <https://canaltech.com.br/gadgets/como-deixar-sua-casa-mais-inteligente/>. Acesso em: 29 Maio 2021.

MENEZES, P. Significado de Referencial teórico. **Significados**, 2020. Disponivel em: <https://www.significados.com.br/referencial-teorico/>. Acesso em: 29 Maio 2021.

MINAYO, M. C. D. S. **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. 18. ed. Petropolis: Vozes, 2002.

MONTEIRO, P. J. S. **Aplicação Android para sistema de Domótica**. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Eletrotécnica, Instituto Politécnico de Viseu. Viseu, p. 117. 2015.

MURATORI, J. R.; DAL BÓ, P. H. **Automação Residencial - Conceitos e Aplicações**. 2. ed. Belo Horizonte: Educare, 2014.

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**. 5. ed. São Paulo: Pearson Universidades, 2010.

PILOTI, J. S. **Sistema de automação residencial: acessibilidade no controle doméstico**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado), Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, p. 96. 2014.

PRUDENTE, F. **Automação predial e residencial:** Uma introdução. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

RIBEIRO, C. E. **Domótica - Viabilidade da automação residencial**. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário do Sul de Minas. Varginha, p. 73. 2018.

RICHARDSON, R. J.; PFEIFFER, D. K. **Pesquisa social:** métodos e técnicas. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ROGGIA, L.; FUENTES, R. C. **Automação Industrial**. Santa Maria - RS: E-Tec Brasil, 2016.

ROMANO, R. A. Automação residencial dependerá cada vez menos de interferência humana. **Revista Digital AECweb**, 2013. Disponivel em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/automacao-residencial-dependera-cada-vez-menos-de-interferencia-humana/16870>. Acesso em: 05 Outubro 2020.

SIGNIFICADOS. O que é Automação. **Significados**, 2016. Disponivel em: <https://www.significados.com.br/automacao/>. Acesso em: 28 Maio 2021.

SILVA, D. M. D.; SILVA, W. N. D.; NASCIMENTO, D. J. F. Utilização do CLP para Realização de Controle Automático em Processos Industriais. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo - SP, v. 2, n. 6, p. 27, Junho 2018.

SILVA, D.; CUNHA, L. **Entre o recurso à automação e a experiência de uso de si: O que faz património ?** SIE - Société Internationale d'Ergologie. Porto, Portugal. 2021.

SILVA, M. C.; GAMBARATO, V. T. S. Domótica e tecnologias utilizadas na automação residencial. **Tekhne e Logos**, Botucatu, v. 7, n. 2, p. 12, Abriel 2016.

SOUSA, A. R. M. D. et al. Automação residencial e eficiência energético - Um estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 8, p. 16, Agosto 2019.

SOUSA, F. Smart home: veja marcas com soluções de automação para comprar no Brasil. **TechTudo**, 2020. Disponivel em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2020/11/smart-home-veja-marcas-com-solucoes-de-automacao-para-comprar-no-brasil.ghtml>. Acesso em: 19 Maio 2021.

VIANNA, G. P. **Domótica - Automação residencial com baixo custo**. Trabalho de conclusão de curso, Centro universitário UNIFACVEST. Lages, p. 63. 2018.

WOOTTON, G. Quem mora em uma casa inteligente. **Audio&Video Design e Tecnologia**, n. 166, 2012.

WORTMEYER, C.; FREITAS, F.; CARDOSO, L. Automação Residencial: Busca de Tecnologias visando o Conforto, a Economia, a Praticidade e a Segurança do Usuário. **II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGeT**, 2005.

ZANELLA, L. C. H. **Metodologia da pesquisa.** 2. ed. Florianopolis: UFSC, 2013.