



**Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia**

**Departamento de Ciências Exatas- DCE**

**Curso de Ciência da Computação**

**Discente: Marcos dos Santos**

**PROJETO AUTO-LAR:  
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM USO DE ARDUINO ACIONADO VIA WEB A  
UM BAIXO CUSTO DE MERCADO.**

Vitória da Conquista-BA

2021

MARCOS DOS SANTOS

**PROJETO AUTO-LAR:  
AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM USO DE ARDUINO ACIONADO VIA WEB A  
UM BAIXO CUSTO DE MERCADO.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia–UESB – Campus de Vitória da Conquista, como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Ciência da computação.

**Orientador:** Profa. Dra. Alzira Ferreira da Silva

Vitória da Conquista-BA

2021

MARCOS DOS SANTOS

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM USO DE ARDUINO ACIONADO VIA WEB A  
UM BAIXO CUSTO DE MERCADO.**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Campus de Vitória da Conquista, aprovada em 24 de Novembro de 2021.

**Banca examinadora**

---

ALZIRA FERREIRA DA SILVA

Doutora em Engenharia Elétrica

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

---

ROQUE MENDES PRADO TRINDADE

Doutor em Engenharia Elétrica e de Computação

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

---

HÉLIO LOPES DOS SANTOS

Doutor em Ciência da Computação

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo o dom da vida, pela força e sabedoria que me concedeste e por todas as graças alcançadas, sobretudo por ter permitido que eu chegasse até aqui e concluísse mais essa etapa na minha vida.

Ao professor Roque, não apenas por ter assumido o compromisso de me orientar, mesmo em meio a tantas atividades já envolvidas, mas por ter o privilégio de usufruir e de enriquecer-me com os seus conhecimentos. Sobretudo, por ter me conduzido com tanta habilidade neste trabalho. Muito obrigado!

Aos meus professores, do curso Ciência da Computação que contribuíram de forma eficaz na minha caminhada de formação acadêmica.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela a oportunidade de ingressar na instituição.

Em especial a minha esposa por todo carinho, paciência e ajuda ao longo desses anos de curso, apoio fundamental para construção não só da minha vida acadêmica e profissional, mas também pessoal, muitíssimo obrigado.

*“TVP – TI VIRA PEÃO”.*

*Roque.*

## RESUMO

Atualmente, as inovações tecnológicas tornam a vida mais prática, facilitando até mesmo as atividades em uma casa. Seguindo essa ideia, este trabalho apresenta uma forma de automação residencial para acionamento de tomada e de luz por meio de uma página web acessada em um telefone móvel, especificamente smartphone, bem como um sistema de irrigação automático do jardim, buscando utilizar materiais de baixo custo, como Arduino. Para alcançar esse objetivo foi necessário elaborar um sistema com o uso do Arduino que é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única. O intuito foi desenvolver um produto de fácil instalação que não gere construções adicionais no imóvel, fazendo o uso das instalações já existentes. Buscando sustentar e refletir sobre a temática, realizamos revisão bibliográfica com estudiosos que tratam sobre o assunto em questão, para, além disso, foi realizada uma pesquisa de campo com um pequeno grupo de pessoas via web, para melhor compreender a necessidade e interesse das pessoas em automatizar pequenas atividades residenciais. Para alcançar tais objetivos os procedimentos metodológicos, desde trabalho caracterizou-se pela pesquisa design Science Research (DSR), dotando procedimentos de natureza qualitativa. O método utilizado foi questionários semiestruturados. Os caminhos dessa pesquisa nos proporcionaram um vasto conhecimento sobre a automação residencial, bem como avaliar de perto suas dificuldades, seus benefícios e qualidades.

**Palavras chave:** Automação residencial. Conforto. Sustentabilidade. Baixo custo.

## ABSTRAT

Currently, technological innovations make life more practical, even facilitating activities in a home. Following this idea, this work presents a form of home automation to activate the socket and light by voice command and also through an application on a mobile phone, specifically smartphone, as well as an automatic garden irrigation system, seeking to use low cost materials such as Arduino and speech recognition module. To achieve this goal, it was necessary to develop a system using Arduino, which is a free hardware and single board electronic prototyping platform. The aim was to develop an easy-to-install product that does not generate additional construction on the property, making use of existing facilities. Seeking to support and reflect on the theme, we carried out a bibliographic review with a scholar who deal with the subject in question, in addition, a field research was carried out with a small group of people via the web, to better understand the need and interest of people automate small residential activities. To achieve these objectives, the methodological procedures have been characterized by design science research (DSR), providing qualitative procedures. The method used was semi-structured questionnaires. The paths of this research provided us with a vast knowledge about home automation, as well as assessing its difficulties, benefits and qualities.

**Keywords:** Home automation. Comfort. Sustainability. Low cost

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

2.1 Regulador de fluxo de vapor de wat.....	17
2.2 Mecanismo de regulagem do fluxo do vapor.....	17
2.3 Propriedades da domótica.....	20
2.4 Início da automação residencial.....	21
2.5 Aplicações da domótica.....	23
2.6 Desempenho dos sistemas acoplado.....	25
2.7 Ambiente inteligente básico.....	28
2.8 Módulo Ethernet Shield.....	35
2.9 modelos de placas de Arduino.....	35
2.10 tipos de sensores.....	36
2.11 Tipos de atuadores.....	37
4.1 Relé, internet Shield e Arduino.....	55
4.2 Sensores de movimento PIR.....	55
4.3 Atuação da lente Fresnel.....	56
4.4 Reguladores do sensor.....	56
4.5 Sensor de umidade do solo.....	57
4.6 Protoboard.....	58
4.7 Materiais utilizados.....	59
4.8 Simulador Tinkercad.....	60
4.9 IDE do Arduino.....	60
4.10 Tela do aplicativo no navegador.....	61
4.11 Circuito para acionamento de lâmpada no Tinkercad.....	62
4.12 Sistema detector de movimento no Tinkercad.....	62
4.13 Funcionamento do LDR.....	63
4.14 Ligação em parêlho de interruptores.....	63
4.15 Instalação do relé e interruptor.....	64
4.16 Instalação do relé.....	64
4.17 Instalação do relé e interruptor na caixa de passagem.....	65
4.18 Sistema de sensor de umidade.....	66
4.19 Sensor de umidade e válvula solenoide.....	66
4.20 Ciclo regulador de Wieringa.....	69

4.21 Montagem do sistema para realização dos testes.....	70
--	----

## LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Infraestrutura do ambiente não automatizado.....	26
Tabela 2: Infraestrutura do ambiente automatizado.....	26
Tabela 3: Diretrizes do DSR.....	40
Tabela 4: Custos do projeto.....	68
Gráfico 1.1 Faixa etária .....	43
Gráfico 1.2 Escolaridade.....	44
Gráfico 1.3 Renda por pessoa.....	44
Gráfico 1.4 Limitação motora.....	45
Gráfico 1.5 Acesso a internet por roteador.....	45
Gráfico 1.6 Aparelhos com acesso à internet.....	46
Gráfico 1.7 Uso de aplicativo.....	46
Gráfico 1.8 Conhecimento sobre automação residencial.....	47
Gráfico 1.9. Pesquisa sobre a demótica.....	47
Gráfico 1.10. Dificuldade de uso no sistema.....	48
Gráfico 1.11 Escolha do comando.....	49
Gráfico 1.12 Frequência de uso.....	49
Gráfico 1.13 Mais opções de automação.....	50

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANA	<i>Agencia Nacional de Águas</i>
AR	<i>Automação Residencial</i>
CLP	<i>Controlador Lógico Programável</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment / Ambiente de Desenvolvimento Integrado</i>
SD	<i>Secure Digital Card</i>
PIR	<i>Passive Infrared Sensor</i>
ADC	<i>Conversor Analógico Digital</i>
GND	<i>graduated neutral density filter</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
PHP	<i>Personal Home Page</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
LDR	<i>Light Dependent Resisto</i>
VCC	<i>Tensão em corrente contínua</i>

## SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	14
2 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS SOBRE OS AVANÇOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E SUAS POSSÍVEIS APLICAÇÕES.....	18
2.1 Automação industrial - breve história .....	18
2.2 Conceito e benefícios da domótica.....	21
2.3 Automação Residencial.....	22
2.4 Benefícios da aplicação da domótica .....	26
2.4.1 I sistema de iluminação .....	26
2.4.2 II conforto.....	26
2.4.3 III sistema de segurança .....	26
2.4.4. IV Acesso a internet .....	26
2.4.5 V Climatização do ambiente .....	26
Considerações gerais .....	27
2.5 Infraestrutura de uma casa equipada pelo sistema domótico .....	27
2.6 Planejamento de uma residência automatizada .....	29
2.7 Domótica assistiva no espaço residencial .....	30
2.8 Sustentabilidade e tecnologia .....	32
2.9 Sistema de irrigação automatizado e sustentabilidade .....	34
2.9.1 Equipamentos utilizados para automatizar a residência .....	35
2.9.2controlador (Arduino) .....	35
2.9.3 Sensor .....	38
2.9.4 Atuador.....	39
2.9.5 Interface.....	39
3 METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA PESQUISA.....	41
3.1 Explanação dos dados .....	49
3.1 Sujeitos da pesquisa e interesse para com o sistema de automação .....	57
3.2 Descrição dos requisitos.....	57
3.2.1 Requisitos funcionais .....	58
3.2.2 Requisitos não-funcionais .....	58
3.2.3 Requisitos de usabilidade.....	58
4 FERRAMENTAS E MATERIAIS DOTADOS NO PROJETO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL .....	59
4.1 Construção do Projeto.....	59

4.1.1 Arduino .....	59
4.1.2 Relé .....	60
4.1.3 Ethernet Shield w5100 .....	60
4.1.4 Módulo de sensor de Movimento PIR.....	61
4.1.5 O sensor de umidade do solo higrômetro.....	62
4.1.6 Válvula Solenoide .....	64
4.1.7 Protoboard .....	64
4.2 Ferramentas de desenvolvimento .....	65
4.2.1 Tinkercad.....	65
4.2.2 A ide do Arduino.....	66
4.3 O aplicativo .....	67
4.4 Controle de iluminação .....	67
4.5 INSTALAÇÃO DO CIRCUITO DOMÓTICO NA RESIDÊNCIA.....	69
4.5.1 Controle da iluminação .....	69
4.5.2 Controle da tomada .....	71
4.5.3 Controle da irrigação.....	72
4. 5.4 Dificuldades Encontradas.....	73
4.5.5 Custo benefício.....	74
5 CONSIDERAÇÃO FINAL .....	79
6 REFERÊNCIAS .....	81

## 1.INTRODUÇÃO

Compreende-se que o ser humano é um ser dotado de inteligências e necessidades, que são desenvolvidas ao longo da sua incessante inquietação em busca de inovações que proporcione comodidade e facilidade em suas atividades cotidianas.

É sabido que desde os primórdios o homem vem permeando por caminhos de descobertas e revelações inovadoras, com o intuito de facilitar sua vida e tornar o trabalho mais prático e eficaz, contudo o que antes era uma necessidade transformou-se em prazer por criar, recriar e manter o mercado sempre recheado de novidades e avanços tecnológicos, onde algumas delas são consideradas como elementos fundamentais no nosso dia a dia.

Os avanços tecnológicos vêm se desenvolvendo e aprimorando de forma muito rápida e surpreendente. Por conta disso, a todo instante somos convidados a desfrutar e saciar das mesmas, produzindo assim melhorias significativas para todos nós. Nesta perspectiva, diversos setores buscaram agregar esta nova tendência, com o intuito não apenas de acompanhar as evoluções, mas potencializar e facilitar os seus serviços.

Logo, com o aumento e facilidade do uso dos aparatos tecnológicos a sua propagação foi atingindo cada vez mais ambientes tornando-os mais modernos e equipados com novas tendências, hospitais, fábricas, salas de aulas e até mesmo casas, nesta, por exemplo, os equipamentos domésticos foram ganhando cada vez mais sofisticações, como televisão digital, ar condicionado, cafeteiras, fogão elétrico, lâmpadas com sensor de presença, portas automáticas, etc. proporcionando maior comodidade para o morador.

Dentre tais avanços, destaque-se, a automação residencial também conhecida como domótica uma tecnologia que promove e tornam automatizadas determinadas tarefas habituais em uma casa convencional, são equipamentos que dispõem de capacidades para seguir instruções de um programa previamente estabelecido pelo usuário, onde o mesmo pode alterar ou modificar de acordo as suas necessidades, isto é, oferece uma vasta flexibilidade na qual o habitante designa como será beneficiado. (PITON, 2017).

Automatizar o ambiente tem sido uma grande vantagem, não apenas para as indústrias, mas para aqueles que usufruem dos serviços prestados pelos os equipamentos, já que o tempo e custo econômico têm sido reduzidos. Como salienta Alonso (2011), em pouco tempo será comum ter diversos mecanismos em uma residência que realizem tarefas rotineiras a este ambiente, contudo ao promover a automação dentro deste contexto é preciso proporcionar interação entre o usuário e o sistema.

As pessoas atualmente procuram praticidade, segurança, e bem estar, e anseiam cada vez mais aperfeiçoar e adaptar suas atividades, principalmente as tarefas domésticas que demandar menor tempo e uma maior sensação de conforto com sistema de controle, como; sistema de segurança, de multimídia, comunicação, dentre outros.

Um das múltiplas vantagens da automação residencial têm sido compactuar com as pessoas que possuem limitações motoras permitindo autonomia e independência aos mesmos, já que um paraplégico ou idoso pode comandar abertura e fechamento de cortinas, controlar a iluminação, abrir e fechar portas com apenas um click no controle remoto, smartphone.

Embora a automação residencial cresce de forma lenta, devido, principalmente, à sua acessibilidade, ainda assim, a procura por esses serviços cresce de forma quantitativa e qualitativa ano após ano. O que era visto como um item de luxo está a se tornar uma ferramenta diária no auxílio das atividades domésticas.

Faz se necessário acentuar que o interesse pelo tema se dá pela curiosidade em aprender algo que não estivesse vinculado ao meu dia-a-dia, mas, que tenha alguma utilidade para o ambiente em que estou inserido. Além disso, a automação da residência proporcionada pelo sistema facilitará o cotidiano das pessoas que poderão ter o controle da sua residência sem sair do sofá ou de um cômodo para o outro.

Sem contar que com o uso da automação residencial e a criação de residências inteligentes torna o imóvel mais valorizado no mercado, sendo um diferencial na hora da compra ou venda. (NOGUEIRA *et al.*, 2013).

Perante isso a hipótese em questão é a possibilidade de desenvolver um sistema de automação residencial de baixo custo com dispositivos eletrônicos, como Arduino juntamente com atuador e sensores, automatizando tarefas diárias residências realizadas de maneira tradicional e mecânica, tal como acender e apagar a luz por uma página web no smartphone, irrigação de uma planta de forma autônoma, onde diversas pessoas poderão se beneficiar de tal recurso, já que um dos elementos necessários seriam a internet e o smartphone, elementos que cada vez mais vem se popularizando, para, além disso, o uso desse recurso irá favorecer pessoas que possuem limitações motoras.

Assim, tomando como base alguns textos e pensamentos de alguns estudiosos e pesquisadores sobre o assunto até então explicito, me propus a fazer um estudo mediando teorias e práticas sobre automação residencial, especificamente com o projeto de implementação de apagar e acender a luz do ambiente doméstico de forma automatizada, bem como realizar o processo de identificação de umidade do solo com sensores.

Para tanto o trabalho desenvolveu com a seguinte problemática: Como desenvolver um sistema de automação residencial buscando otimizar tarefas do dia-a-dia, tendo em vista uma instalação simples e de baixo custo?

Posto esta interrogativa como questão central, este estudo teve como objetivo principal desenvolver um sistema para acionamento de tomada e de luz por meio de uma página web, bem como desenvolver um sistema de irrigação automático do jardim, buscando utilizar materiais de baixo custo, como Arduino.

Mediante isto os objetivos específicos foram:

- a) Analisar a viabilidade do uso da placa de circuito integrado Arduino para realizar o desenvolvimento do sistema de automação de baixo custo.
- b) Automatizar o acionamento de luzes e tomada da residência com a plataforma de programação e uso do microcontrolador Arduino e seus módulos de baixo custo.
- c) Aplicar o sistema em uma residência realizando testes e melhorias no sistema, proporcionando comodidade e mais facilidade para os moradores.

Para alcançar tais objetivos os procedimentos metodológicos, desde trabalho caracterizou-se pela pesquisa design Science Research (DSR), ciência que tem por missão desenvolver conhecimento para concepção de artefatos entre o ambiente interno e externo de um determinado preceito, nesta perspectiva foi elaborado um sistema com o uso de software livre com auxílio do Arduino que é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única de baixo custo. Buscando desenvolver um produto de fácil instalação que não gere construções adicionais no imóvel, fazendo o uso das instalações já existentes. Sendo utilizada também pesquisa de campo com um pequeno grupo de pessoas via web, para melhor compreender a necessidade e interesse das pessoas em automatizar pequenas atividades residenciais.

O desenvolvimento do trabalho proposto está dividido nas seguintes etapas:

**No capítulo I-** Revisão teórica: Neste capítulo é realizado uma breve explanação sobre o conceito e a história da automação industrial e residencial, seu surgimento e evoluções. Posto as qualidades de um ambiente automatizado, bem como o seu amplo acesso no ambiente doméstico. Esta parte do trabalho trás abordagens bastante relevantes sobre a domótica como um todo, fundamentado em grandes estudiosos da área, permitindo assim o aprofundar com melhor riqueza no tema em questão.

**Capítulo II-** Explanação do questionário e entrevistas sobre o assunto e usabilidade do sistema.

**Capítulo III-** Desenvolvimento do sistema de automação e codificação do Arduino estabelecendo comunicação de rede.

**Capítulo IV-** Instalação testes e ajustes necessários na residência para validar o sistema proposto.

**Capítulo V- considerações finais**

## **2 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS SOBRE OS AVANÇOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E SUAS POSSÍVEIS APLICAÇÕES.**

### **2.1 Automação industrial - breve história**

Desde os primeiros tempos o homem vem buscando aprimorar o trabalho manual com a criação de ferramentas que facilitassem as atividades habituais, buscando fazer com que tais utensílios substituíssem suas funções braçais, que exigiam esforços físicos e repetitivos. Mas somente na idade média com os avanços das ciências e com grandes progressos nas áreas da mecânica, física e química que se deu o pensamento da máquina ocupar o trabalho humano. (ROSÁRIO, 2009).

Conforme Silva e Gambarato (2016), em meados do século X o uso do moinho hidráulico para produção de farinha foi uma das primeiras invenções do homem com o intuito de melhorar a sua produção na moagem de grãos de trigo, ainda de maneira arcaica. Este processo de mecanização motivou o surgimento da automação.

Segundo Rosário (2009), a globalização compactuou com grandes transformações no meio industrial, uma vez que esta teve que modificar a sua forma de fabricação para garantir destaques e lucros, perante isso foi necessário modernizar seus parques industriais e a qualificação dos seus produtos garantindo assim as exigências e competitividade do mercado, originando um conjunto de técnicas e procedimentos definido como automação.

De acordo Rosário (2009):

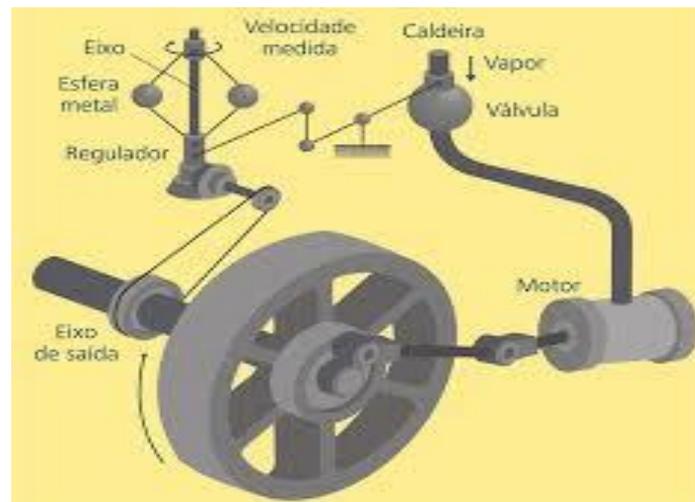
A integração da automação nasceu, na prática, durante os anos 20, quando Henry Ford criou a linha de montagem do modelo T, afim de aumentar a produtividade, de reduzir os custos de produção e de garantir a segurança dos operadores na realização de tarefas perigosas [...] (ROSÁRIO, 2009, p.29).

Faz-se necessário salientar que, apesar do grande pensador Henry Ford idealizar o que ele chamou de linha de montagem, início da pré existência do termo automação industrial, recurso concebido com a perspectiva de alavancar o desempenho nas produção, foi James Watt em 1774 que colocou no mercado o primeiro controlador automático para um processo industrial, esta provocou uma grande revolução no mercado, por conta das suas funções exercidas, onde a mesma tinha a capacidade de monitorar o movimento de um motor a vapor em duas esferas aumento e diminuição da velocidade ( MEDEIROS, 2003).

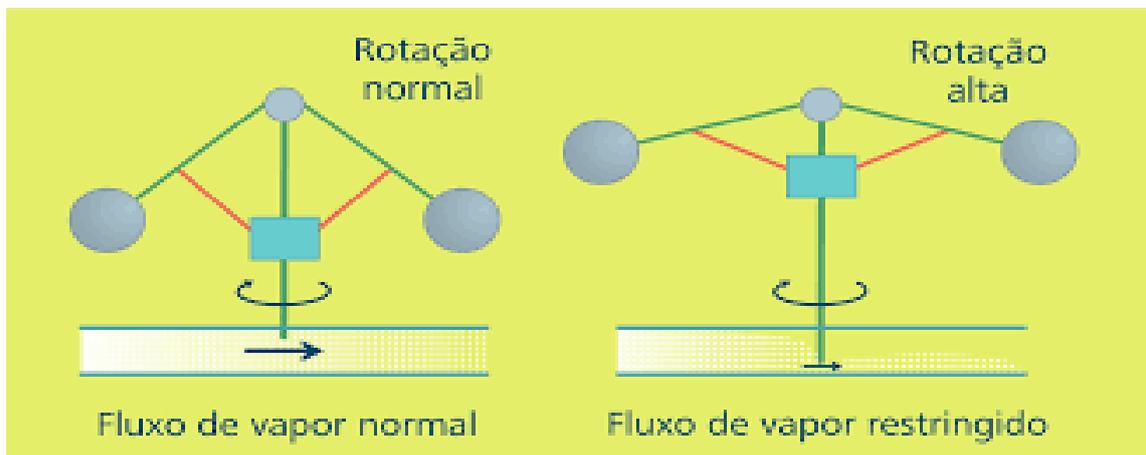
Na figura 1.1 temos um demonstrativo de como isso sucedia, na qual a mesma demonstra a velocidade do eixo de saída e emprega o movimento dos campos para inspecionar a porção de vapor que entra no motor por meio de uma válvula, o eixo de saída do vapor é ligado em

inspeções mecânicas e engrenagens cônicas do eixo do regulador, à medida que aumenta a velocidade da saída do motor o peso esférico cresce, por meio das ligações mecânicas, a válvula a vapor se fecha e o motor diminui, como pode-se notar na figura 1.2, a ação contrária acontece quando o eixo de saída do motor desacelera. (ROGGIA e FUENTES 2016).

**Figura 2.1** Regulador de fluxo de vapor de Wat



**Figura 2.2:** Mecanismo de regulação do fluxo de vapor



**Fonte:** ROGGIA; FUENTES, 2016, p. 17

De acordo Roggia e Fuentes (2016), em meados do século XIX, novos processos de produções foram adotados, a energia elétrica começou a ser usada e despertar incentivos nas indústrias como a do aço e a química, isso fez com que aumentasse a sua resistência e produção em alta escala.

Percebe-se que o grande desenvolvimento das indústrias trouxe pra si o elevado emprego da automação, aumentado à qualidade e a produção, deixando processos menos complexos e menos custosos, puxando preços para baixo e otimizando o trabalho operário. É notório que o homem e seu vasto conhecimento não estacionaram, continuamente foi modelando as vantagens mecânicas ao seu favor, fazendo com que os sistemas elaborados por ele avançasse progressivamente. (SORES e CAMARGO,2010).

A interação do homem com instrumentos tecnológicos foi ficando ainda mais visível e estimável, as atividades e os esforços físicos foram sendo amenizados, assim sendo a praticidade, velocidade e avidez tornaram-se fatores apreciáveis pela humanidade, “[...] saindo do setor industrial para ocupar lugar em praticamente todos os ramos de atuação, desde o agronegócio até a medicina, passando pela automação comercial, predial e pela administração de serviços.” (ROSÁRIO,2009, p. 29).

Faz-se necessário salientar que “[...] o grande papel da automação industrial, não é eliminar o homem do processo industrial e sim, integrar diferentes processos, seguindo um projeto e um gerenciamento administrativo e financeiro [...]”. (LIMA, 2003, p. 02). Neste contexto percebe-se que a automação é um processor mediador, onde o homem busca-o como um recurso que comporta conforto e praticidade, substituindo o esforço muscular e mental por elementos eletromecânicos computáveis.

Compreende-se que automação não se assemelha a mecanização, uma vez que “a automação industrial permite realizarmos algum trabalho através de máquinas controladas automaticamente” já a mecanização “...limita ao emprego de máquina para executar alguma tarefa, substituindo o esforço físico”. (SANTOS, 2017, p,01.)

De forma mais abrangente o termo automação pode ser definido por processos operacionais que são controlados e executados por mecanismo eletrônicos e software que realizam atividades de forma autônoma ou auxiliares, em síntese é a integração de conhecimentos substituindo esforços e observações humanas com amparo de encargos funcionais e tecnológico. (ROSÁRIO,2009).

Segundo Santos (2017) estamos rodeados desde sistema que fazem parte do nosso dia-á-dia, o despertador um grande marco que fortifica esse entrelaço, uma vez que o mesmo é programado para ser ativado em um determinado horário. O metrô, por exemplo, possui seu sistema próprio de função programado com tempo pré-determinado para abrir, fechar, anunciar estação, aumentar a velocidade à medida que se afasta ou para, repetindo assim o seu ciclo.

## 2.2 Conceito e benefícios da domótica

Automação residencial conhecida também como domótica, ou casas inteligentes foi uma grande invenção humana que cada vez mais vem ganhando espaço e credibilidade no mercado por conta da sua alta funcionalidade e competência, já que a mesma integra sistemas tecnológicos capazes de fornecer serviços simples e ao mesmo tempo complexos dentro de um ambiente doméstico, proporcionando uma residência automatizada repleta de conforto, segurança e praticidade. (GOMES et al. 2016).

Balzani (2004 apud JÚNIOR, 2013) considera que “ [...] *Domótica é um neologismo da palavra em latim “domus”, que significa casa ou residência, com robótica*” (Junior, 2013, p.16). Domótica também pode ser compreendida como “ todo o aparelho eletrônico técnico, a construção física, automação, informática e telecomunicações utilizadas em edifícios, mais ou menos "interoperáveis" e centralizar o controle de sistemas diferentes [...]” (BUNEMER, 2014. p 26)

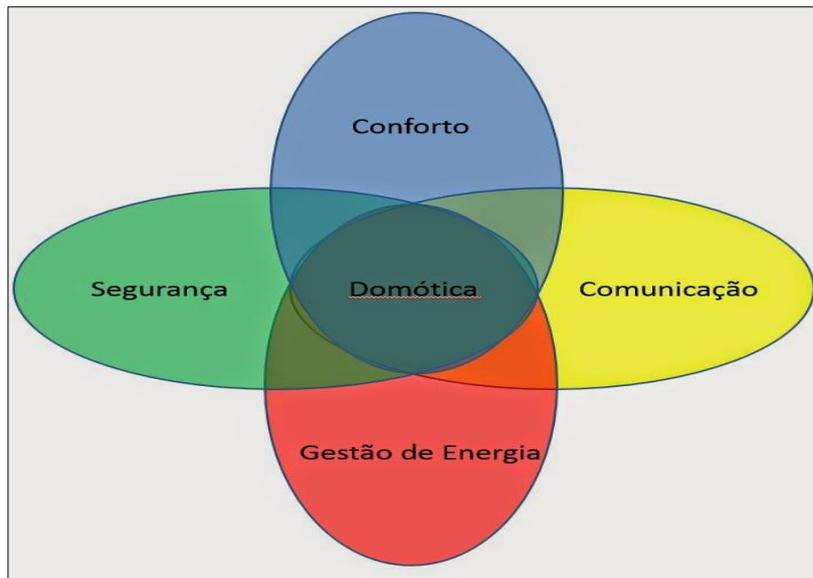
Outra maneira de classificar esta nova tecnologia é chamando-a de “ambiente inteligente” ou “Smart homes”, como é conhecida em países com língua inglesa. (HAN et al., 2008, apud DOMINGUES, 2013). Para Balzani (2004 apud BUNEMER, 2014) cada inovação tecnológica trás em si uma nova linguagem, segundo este autor faz-se necessário que os sistemas inteligentes possuam tais características: memória, sistemas acoplados, facilidade de programação e entretenimento com o usuário, noção temporal e atuação variada.

Como salienta Bunemer (2014);

O objetivo maior da Domótica é simplificar a vida do habitante, facilitando a sua interação com o ambiente interno e externo. Ela permite a realização desde tarefas simples a impraticáveis ou de realização difícil, como realizar alguma atividade ou função fora de alcance ou que tenha que ser desempenhada de forma simultânea com outra (ALDRICH, 2003 apud BUNEMER, 2014. p.13 ).

Neste sentido, compreende-se que a principal expectativa dessa nova tecnologia é de da assistência desde tarefas simples a complexas, atendendo assim as necessidades do usuário, priorizando comodidade, praticidade, economia e conforto. A figura 2.3 permite visualizar os atributos que a domótica favorece.

**Figura 2.3:** Propriedades da domótica



Fonte: <http://innov-tech.blogspot.com/2015/01/principios-da-domotica-termo-domotica-e.html>

### 2.3 Automação Residencial

Conforme Vianna (2018), o grande marco da automação residencial, aconteceu no ano de 1970 quando apareceram os primeiros módulos inteligentes X-10, o seu funcionamento dava-se de maneira bem simples, onde os comandos eram emitidos pela rede elétrica da residência, no conceito de CLP Power Line Carrier, em geral não eram integradas e envolviam fatos como ligar algum aparelho ou luzes remotamente.

Segundo Bunemer (2014), um dos grandes sistemas de automação baseado em aparelhos mecânicos e eletromecânicos no século passado foi o dispositivo de chamadas à distância, operando em residências permitindo comodidade. Assim com a passar dos tempos novas tecnologias foram surgindo e aos poucos foi implantado na automação residencial.

**Figura 2.4:** Início da automação residencial



**Fonte:** BUNEMER, 2014, p.12.

Na década dos anos 80 os conceitos *Smart House*, *Intelligent House* ou domótica surgiram tencionando a economia da energia, propiciando os sistemas de automação de iluminação, intrusão e de segurança, permitindo conexão entre os artefatos do mesmo sistema. Foi assim que a televisão a cabo, antenas satélites e outros serviços de comunicações foram ganhando espaços nos ambientes residenciais tornando-a “*Casa comunicação*”. (BUNEMER, 2014).

Segundo Gomes et al. (2016), foi apenas no início do século XX que a domótica chegou aos lares brasileiros. Contudo poucas pessoas tinham acesso às novas tecnologias, ou seja, era algo restrito, e sua *implementação* passou por diversos empecilhos, já que, não se tinha mão de obra qualificada e era de alto custo. Ainda conforme este autor com o passar dos anos o que era restrito para algumas pessoas, isto é para as classes baixas, hoje se tornou algo mais comum e acessível, com automação mais simples tais como portões elétricos, acendimento automático de lâmpadas com sensores de presença ou pelos smartphones.

Para Teza (2002), numa visão realista e restrita automatizar um ambiente é considerado algo inovador, por conta do seu grande nível tecnológico, ao mesmo tempo é classificado como um símbolo de status e modernidade. Para este autor, considera-se automatização todo ou qualquer processo que ajude o ser humano no cotidiano, seja no âmbito industrial, comercial ou residencial. A mesma utiliza sistemas inteligentes com a finalidade de agilizar um processo em questão como, por exemplo, criar um sistema que faça envios de e-mails diariamente para determinadas pessoas, poupando o trabalho manual desta tarefa.

Celulares que hoje são comparados a computadores ajudam ainda mais no desenvolvimento do setor de automação, uma vez que “automação residencial é uma coleção

de equipamentos, sistemas e subsistemas, que mantêm habilidade para interagir entre si, permitindo o estabelecimento de funções independentes.” (MURATORI, 2004 apud VIANNA, 2018.p 17)

Faz-se necessário salientar que algumas vezes a palavra automação residencial neste trabalho será substituída pela sigla (AR), com o intuito de tornar o trabalho mais atrativo e pouco repetitivo.

Em uma definição mais precisa e atual da palavra AR ou domótica, Mariotone e Andrade (2007 apud GOMES et al, 2016) afirma que;

[...] esta é a utilização simultânea da eletricidade, da eletrônica e das tecnologias da informação no ambiente residencial, permitindo realizar a sua gestão, local ou remota, e oferecer uma vasta gama de aplicações nas áreas da segurança, conforto, comunicações e gestão de energia. (MARIOTONE; ANDRADE (2007 apud GOMES et al. 2016, p.17).

Dentre as grandes vantagens da AR é facilitar tarefas que antes dependiam somente do morador, transformando residências simples em inteligentes, capazes de favorecer conforto, segurança e economia de custo. “Existe também a questão da valorização do imóvel, uma residência com domótica vale mais do que a mesma residência que utilize tecnologias tradicionais” (ALVES; MOTA, 2003 apud GOMES et al. 2016, p.18).

A funcionalidade do sistema da AR é constituído por meio de controladores de dispositivos, um servidor principal e conexão de controle, onde os mesmos são “[...] responsáveis pela manipulação dos eletroeletrônicos da residência. Os servidores são o meio de interação entre a interface de controle e o controlador... as interfaces de controle podem ser qualquer meio que realize a comunicação com o servidor [...] (EUZÉBIO e MELLO, 2011 apud Reis et al, 2014. p. 04).

Para Pinheiro (2004) existem três graus de integração de sistemas para AR, sendo eles:

- a) Sistemas Autônomos: os quais operam de forma independente, não havendo a interligação entre os dispositivos;
- b) Sistemas Integrados: São unificados a um controlador principal designado de uma central de automação;
- c) Sistemas Complexos: Atuam de forma personalizada, de acordo com o perfil do usuário, também denominados “Casas Inteligentes”.

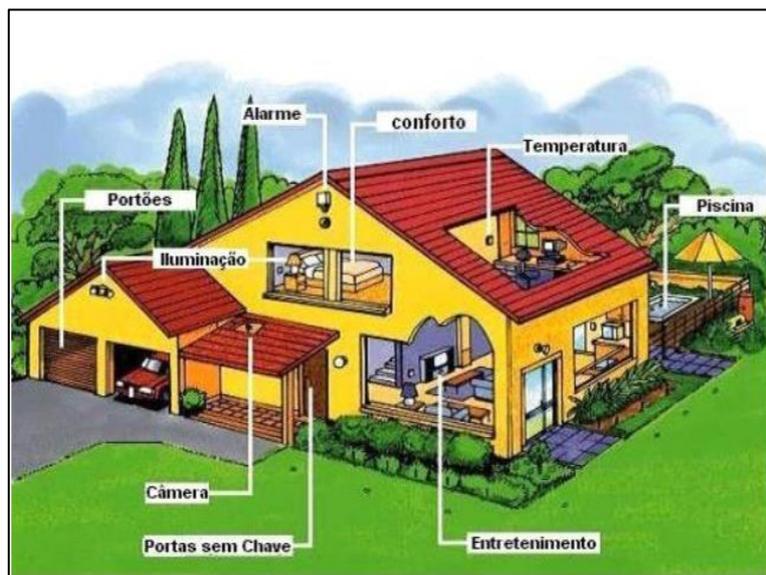
Segundo Balzani (2004), a automação permite controlar a residência remotamente sem interação física com o ambiente, poupando tempo com tarefas, economizando energia e água.

Conforme Vianna (2018), a automação residencial abrange diversos setores do ambiente interno e externo de uma casa tais como:

- Instalação elétrica: iluminação, cortinas, gestão de energia entre outros.
- Sistemas de segurança: alarmes técnicos contra incêndios ou vazamentos e alarmes contra intrusão.
- Sistemas de multimídia: áudio e vídeo, jogos eletrônicos, som ambiente, entre outros.
- Sistemas de comunicação: telefonia, redes, TV por assinatura.
- Utilidades em geral: controle de temperatura, aquecimento da água, irrigação, controle de portas ou portões, entre outros.

É notório que automação residencial (AR) está cada vez mais em evidencia e “[...] em franca expansão, e ainda é motivo de estudo com adição incessante de melhorias, novas ideias ou novas técnicas de apreçamento dos produtos já existentes [...]” (TEZA, 2002, p. 35). Um ambiente automatizado pode ser controlado de diferentes maneiras, como por exemplo, com o auxílio da internet utilizando um aplicativo para dispositivos móveis, por comandos de e por controles universais. A automação também pode ser controlada por envio de mensagens SMS ou por redes sociais. Uma opção para realizar a automatização de residências e edifícios é o Arduino. Na *figura 2.5* há uma descrição dos locais, onde pode ser aplicado o sistema inteligente em uma residência.

**Figura 2.5:** Aplicações da domótica



Fonte: [https://www.gta.ufrj.br/grad/10\\_1/domotica/aplicacoes.html](https://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/domotica/aplicacoes.html)

## **2.4 Benefícios da aplicação da domótica**

### **2.4.1 I sistema de iluminação**

Proporciona uma grande economia de energia, além disso, é possível controlar a intensidade da luminosidade permitindo o usuário monitorar a vivacidade dos diferentes cômodos do ambiente, tais como mesa de jantar, sala, quarto, etc.... tornando-a mais intensa ou branda, conforme o momento ou o desejo.

### **2.4.2 II conforto**

O próprio nome já classifica um dos pontos altos desse sistema, com a domótica é possível fazer inúmeras tarefas sem sair do lugar, com apenas pequenos comandos, o aparelho programado para tal, poderá executar a atividade solicitada sem que o usuário precise fazer muito esforço. Exemplo apagar e acender a luz, que por sinal é o foco dessa pesquisa. Essa tecnologia também se estende para pessoas com movimentos reduzidos.

### **2.4.3 III sistema de segurança**

Este tipo de recurso permite ao usuário maior controle de segurança de sua residência mesmo não estando em casa, uma vez que é possível através de aplicativos de câmeras integradas ao sistema de AR, está por dentro do que está acontecendo dentro ou fora dela. Com a atuação de sensores de movimentos para detectar intrusos. Outras possibilidades poderão estar ligado ao sistema de alerta de incêndios, vazamento de gás.

### **2.4.4. IV Acesso a internet**

O sistema de automação residencial possibilita o acesso aos aparelhos que estão integrados de forma rápida e cômoda, podendo acionar, debilitar e programá-los por meio qualquer smartphone ou computadores desde que estejam interligados a uma rede. Sendo possível também a monitoração das câmeras.

### **2.4.5 V Climatização do ambiente**

Com este recurso o usuário monitora ou pré-programa a refrigeração ou aquecimento do ambiente, permitindo assim o controle do consumo elétrico.

## Considerações gerais

A adoção do sistema da AR propicia, não apenas tais recursos citados acima, seus benefícios e utilidades dentro de uma residência são extensos. Contudo neste trabalho daremos enfoque apenas ao sistema de iluminação, adotando tanto o aplicativo web acessado por smartphone para acionar e apagar as luzes, dentro dessa perspectiva o morador (a), poderá desfrutar de um maior conforto sem precisar sair do seu lugar para executar tais tarefas.

## 2.5 Infraestrutura de uma casa equipada pelo sistema domótico

Pode-se dizer que todo ambiente que recebe adoção da automação residencial ganha uma nova estrutura, seja ela simples ou mais complexa isto porque esta modalidade propõe uma modificação na infraestrutura do espaço para organizar os serviços e dispositivos que irão realizar funções em um único aparelho adaptado, garantindo assim que todos os sistemas e aparatos trabalhem em conjunto (BOLZANI,2004 apud VIANNA, 2018).

**Figura 2.6:** Desempenho dos sistemas acoplado



A seguir observaremos dois quadros que irão distinguir as vantagens em relação automação residenciais, neles serão expostos duas realidades, isto é na *tabela 1* teremos uma casa que não é automatizada e na *tabela 2* a que recebeu automatização. Vejamos:

**Tabela 1:** Infraestrutura do ambiente não automatizado

<b>INFRAESTRUTURA ATUAL</b>	<b>CONSEQUENCIAS</b>
Instalações independentes	Multiplicidades de cabos.
Redes não compatíveis	Manutenção cara e complexa, dependência de fornecedor.
Falta de uniformidade	Impossibilidade de automatização global.
Equipamentos limitados	Dificuldade para integrar diversos dispositivos, serviços e interligar redes.

**Fonte:** (BOLZANI, 2004 apud VIANNA, 2018.p.18)

**Tabela 2:** Infraestrutura do ambiente automatizado

<b>INFRAESTRUTURA PROPOSTA</b>	<b>CONSEQUENCIAS</b>
Automação de residências	Maior conforto e automatização de serviços
Integração de dispositivos	Barateamento de equipamentos e processos
Centralização de sistemas	Simplificação da rede
Conexão com redes externas	Comando remoto
Monitoramento de pessoas e equipamentos remotamente	Facilidade de integração de novos equipamentos e serviços, rapidez no envio de alarmes
Eletrodomésticos inteligentes	Acesso a informação de qualquer ponto da casa, diminuição do tempo de procura de avarias, economia de energia
Controle de gastos	Melhoria no funcionamento de sistemas, administração da residência, constante supervisão do conjunto.

**Fonte:** (BOLZANI, 2004 apud VIANNA, 2018. p. 19)

Como se pode observar nas tabelas acima, a adoção do sistema domótico em um espaço domiciliar promove mais do que sofisticação e inovações tecnológicas, propicia um ambiente mais harmônico, organizado e confortável, otimizando as atividades cotidianas e com segurança. Para, além disso, “as modificações integradas e interativas na habitação elevam a mesma para o patamar de uma habitação considerada “inteligente”, onde a automação residencial é inserida de forma adequada e funcional, com o objetivo de simplificar a vida dos habitantes”. (DOMINGUES, 2013.p. 08).

## **2.6 Planejamento de uma residência automatizada**

Os projetos de automação precisam ser pensados, estudados e criados desde o início da aprovação das propostas arquitetônicas. Antes de tudo é preciso pensar quais tipos de automação, dispositivos e quanto o beneficiário deseja investir, isto porque existem vários tipos de automações desde recursos mais simples aos mais luxuosos, contudo é possível investir em sistema bem elaborado, aderindo a automatização por etapas ou por ambientes, assim o custo ficará mais acessível e garantirá a satisfação do morador.

Pensar na preparação do ambiente antes da aplicação da domótica é interessante, pois é uma forma do projeto compatibilizar com outros futuros, ou até mesmo indispensáveis tais como o da rede elétrica, uma vez que junto com o cabeamento elétrico, já se passa o cabeamento da automação. Todavia é imprescindível salientar que, a automação não cabe apenas para casas que estão em construção, ele também pode ser aderido em espaços que estão passando por reformas ou não. Por exemplo, é possível trocar o interruptor convencional pelo interruptor sem fio, onde o mesmo será ligado na rede w-fi da casa, assim sendo o morador conseguirá controlar tudo sem o cabeamento. Em outras palavras em fase de reforma ou não é possível torna a casa inteligente.

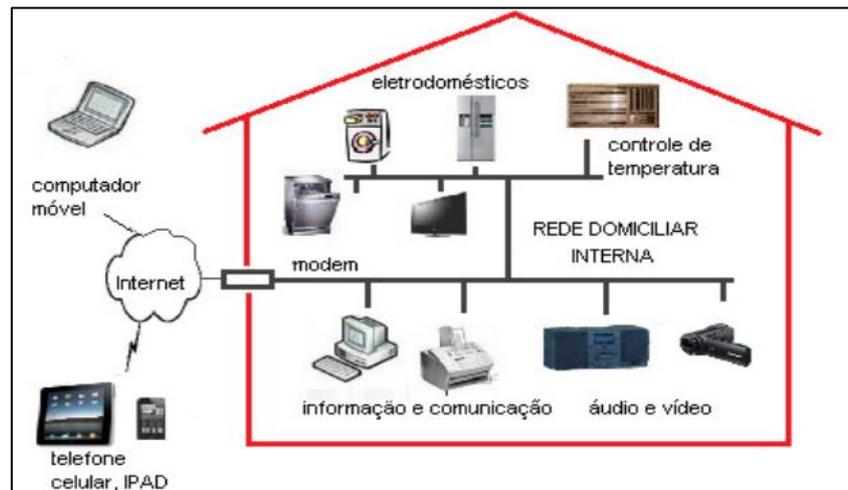
Faz-se necessário salientar que conforme argumenta Vianna (2018. P.30) “[...] É de extrema importância também verificar qual a situação que a residência se encontra [...]”, ou seja, é preciso realizar um diagnóstico verificando o estado da fiação, como foi elaborado o projeto, o quadro de distribuição, enfim requisitos que muitas vezes valem apenas avaliar para obter a melhor solução, já que a troca de fiação não é algo simples a se fazer.

Em outras palavras “O sucesso na implementação do sistema automatizado na residência depende de um projeto que envolva infraestrutura, integração da rede de dados, ,

imagem e multimídia, dispositivos e software de controle [...]” (VIANNA, 2018. p.31). Para, além disso, como alega o autor é indispensável que o produto seja bem explicitado ao usuário para que assim o mesmo se sinta confortável e tenha uma ótima experiência e compreensão desta nova tecnologia.

Na figura 2.7 é possível visualizar uma residência inteligente com uma arquitetura simples.

**Figura 2.7:** Ambiente inteligente básico



Fonte: DOMINGUES, 2013. P.23

É essencial enfatizar que, casa inteligente não significa a quão bem planejada ela foi, seja em seu projeto arquitetônico ou sustentável, de fato ela pode vim incluir tais predicados, todavia o que a torna inteligente são as tecnologias interativas que foram aderidas nela. (DOMINGUES, 2013. p.23).

## 2.7 Domótica assistiva no espaço residencial

Pensar em um ambiente acessível, seguro e acolhedor, seja ele residencial, comercial, ou qualquer outro que atende as peculiaridades de um vasto grupo de pessoas dentro das suas realidades e limitações, era algo impensável, uma vez que, boa parte dos recursos e espaços eram idealizados para um público maioritário, em outras palavras, as pessoas com limitações motoras ou com algum tipo de déficit não eram assistidas na sociedade, isto porque ela era excludente e conservadora, não havendo assim lugar para a inclusão social. (MAZZOTTA; D'ANTINO, 2011).

Com o passar dos tempos, este cenário foi adquirindo novos contextos, assim os que antes eram segregados passaram a ganhar visibilidade, embora ainda seja pouca e em passos

lentos diversos âmbitos começaram a investir e olhar para esta população de maneira ampla. A indústria e a ciência são um dos setores que vem buscando agregar este grupo “minoritário” da sociedade, fazendo investimentos que os beneficie adequando os serviços à realidade deles, visando um mercado benéfico.

O ramo tecnológico vem propiciando ferramentas e utensílios auxiliares no seu dia a dia, o que foi classificado como tecnologia assistiva, a mesma conforme Bersh (2017), tem por função ampliar a mobilidade, comunicação e habilidades funcionais de pessoas com deficiência proporcionando uma vida mais cômoda e com qualidade. Em síntese “Para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis” (RADABAUGH, 1993 apud Bersh, 2017.p 02).

Conforme Mailto (2012), “Uma sociedade pode ser menos excludente quando reconhece a diversidade humana e as necessidades específicas dos vários segmentos sociais, assegurando-lhes oportunidades de acesso aos bens e serviços dos quais necessita [...]” (MAILTO, 2012, p. 04) A intervenção social por meio da domótica na melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência motora, é um grande marco e vem se aprimorando cada vez mais, dentro da habitação há uma melhora no bem-estar e no desempenho de tarefas cotidianas.

Contudo, como salienta Domingues (2013);

No caso de ambientes inteligentes, ainda existem alguns problemas críticos e difíceis de resolver com relação à assistência, pois é complicado definir o comportamento e atitudes do usuário, tomando como exemplo a dificuldade de perceber e definir se um usuário caiu no banheiro ou se ele está no local apenas lendo um livro, se está fazendo alguma atividade indevida de propósito ou não. Por esse aspecto, a tecnologia de assistência ainda está pouco desenvolvida. (DOMINGUES, 2013. P. 96)

Isto se dá porque envolvem muito estudo e capacitação para desenvolver produtos que atendam todas as realidades desse público, o que não é uma tarefa nada fácil, já que elas são extensas. Entretanto apesar de ainda não terem atingirem o patamar desejado desse grupo, pode-se dizer que a ciência avançou e continua avançando nos requisitos que se refere à assistência tecnologia para as pessoas com mobilidade reduzida.

Faz-se necessário salientar que antes de implementar a domótica neste tipo de ambiente é indispensável pensar na estrutura arquitetônico do espaço físico, de modo que a acessibilidade seja alcançada plenamente, já que a utilidade de tais serviços depende de um boa execução e planejamento para que dessa forma seja atendida os seus reais desejos e anseios. É

imprescindível avaliar a possível interação do sistema tecnológico com o usuário e todas as partes envolvidas da habitação. Em síntese as novas tecnologias são capazes de oferecer oportunidades e propiciar benefícios para esse grupo, para a família e para a sociedade. (DOMINGUES, 2013. P. 96).

## **2.8 Sustentabilidade e tecnologia**

Quando se fala de automação residencial automaticamente vêm na mente inúmeras ideias e planejamentos, tudo pensando na perspectiva de se garantir inovações e comodidade, contudo dentro dessa realidade não se deve descartar a economia que por ventura de maneira direta ou indireta acaba compactuando com o meio ambiente.

Sabe-se que a ideia da economia sustentável, permite o uso inteligente dos recursos naturais focando no bem estar do ser humano e nas futuras gerações, porque então não agregar as novas tendências tecnológicas ao este estilo de vida? Pensando nisso, o mercado tecnológico vem cada vez mais contribuindo com crescimento de uma vida mais sustentável, propiciando aos usuários benefícios que vão muito além, da economia e do conforto. De acordo Bunemer (2014), para abraçar a sustentabilidade de forma eficaz é necessário que ela esteja baseada em três primícias indispensáveis que são elas; o vícios econômico, social e o ambiental.

Conforme (SECOVI, 2012 apud Bunemer, 2014), no setor imobiliário residencial, ainda há uma falha na funcionalidade do sistema sustentável, isto deriva por conta da sua interpretação equivocada e mal compreendida, já que, existem empresas e profissionais que aderem unicamente torneiras e lâmpadas econômicas, já em outros âmbitos apenas reciclar o lixo é o suficiente. Dentro dessa realidade, faz se necessário ampliar os olhares para a real importância, funcionamento e entendimento deste recurso, uma vez que, sua compreensão vai, além disso.

Segundo o professor Marcelo Knörich Zuffo da escola politécnica da USP (apud TRACZ, et al, 2019) o acesso dos eletrônicos de maneira remota pode reduzir até 30% do gasto de energia, já que é possível programar através de sensores de ambiente os aparelhos com a presença ou ausência do individuo acionando ou desligando os mesmos, realizando assim o monitoramento e prevenção dos gastos e desperdícios.

De acordo Domingues (2013) quando compactuamos com a sustentabilidade disponibilizamos o melhor para o meio ambiente e a sociedade por intermédio de procedimentos contemporâneos.

Ainda conforme Domingues (2013);

[...] O desenvolvimento sustentável ligado à habitação tem como objetivo uma estratégia eficaz de integração de soluções pra resolver vários problemas de ordem econômica, ambiental e social, como inclusão social, saúde pública, consumo e produção sustentáveis, e conservação e gestão dos produtos naturais. (DOMINGUES, 2013, p.10).

Pode-se perceber que a domótica possibilita um viés extenso dentro do sistema sustentável, gerando assim formas e maneiras que garantem economia e praticidade. Adotar inovações e recorrer a estratégias que explore o uso de sistemas naturais está sendo cada vez mais comum, dentro desta perspectiva um dos recursos que têm sido recorridos é sistema solar e arquitetura bioclimática, pois ambos garantem um melhor aproveitamento de energia, diminuí a poluição para, além disso, garantem melhor aproveitamento dos recursos naturais. Se a energia alternativa for adotada o uso do gerador como estratégia dentro do sistema solar e eólico, por exemplo, poderá produzir energia e armazenar em algum banco de baterias, aonde a mesma venha ser utilizada em outros projetos ou situações futuras. (Domingues, 2013).

As investidas do mercado tecnológico têm sido cada vez mais altas, bem como o intuito de contribuir com a prevenção ambiental. O lançamento dos carros elétricos e híbridos, tem permitido que proprietários de residências e prédios organizem a infraestrutura dos seus espaços com equipamentos para realizem a recarga desses veículos. Outra alternativa que está em possíveis estudos é de promover conexões inteligentes, havendo trocas de informações entre o veículo e a habitação, onde ele possa vim a fornecer energia suscitada pela a casa ou vice e versa. (Domingues, 2013).

Para, além disso, também podemos contar com os sistemas de controle que são capazes de realizar o tratamento da água potável e o seu aproveitamento para outros afazeres domésticos seja ela de água já utilizada ou da chuva, destinadas a descarga do vaso sanitário, lavagem de carros, irrigação do plantio, limpeza interna e externas da casa, dentre outros.

É sabido que o investimento inicial de tais projetos poderá ser alto e fora do orçamento de muitas pessoas, pois se trata de uma alta tecnologia, contudo é possível adotar um sistema que custeie menos promovendo os mesmos benefícios, tudo vai depender da idealização e do custo pretendente.

Dentro dessa perspectiva, faz se necessário enfatizar que;

O conforto quando é confundido com luxo pode provocar desperdícios, devendo estes ser evitados. Os ambientes inteligentes podem, de forma imperceptível, monitorar o usuário em sua residência, interagindo e conduzindo o mesmo para boas práticas de gestão energética sem perda da qualidade de vida, diminuindo o impacto ambiental que uma residência possa trazer. (DOMINGUES, 2013.p 31).

## **2.9 Sistema de irrigação automatizado e sustentabilidade**

A sustentabilidade aplicada de forma eficaz pode contribuir com a qualidade de vida e com o monitoramento das ações humanas, isto porque ela inibe que o desperdício aconteça de forma exacerbada e o reaproveitamento seja uma nova estratégia para se garantir economia “inteligente”. No nosso dia a dia muitas vezes o uso da água acontece de forma inadequada, o lavar roupa, louças ou até mesmo regar plantas, acabam gerando um gasto muito alto.

A questão de desperdícios de água no planeta é um fator muito preocupante, gerador de muitos problemas ambientais que enfrentamos nas últimas décadas, isso porque o mal uso desse recurso nos comércios, indústrias, residências e nas agriculturas vem sendo cada vez maior. Sabe-se que água é um dos elementos essenciais para o nosso planeta, para a sociedade e principalmente para a nossa sobrevivência, então porque não cuidamos bem dela se ela produz vida? Pensando nisso, o ramo tecnológico tem desempenhado muitos recursos como intuito de amenizar o desperdício demasiado. “[...] pode-se destacar principalmente os dispositivos economizadores de água, os quais podem ser usados nas bacias sanitárias, mictórios, chuveiros e torneiras [...]”. (MORAIS, 2002).

Segundo Magalhães (2018) os setores de agricultura são os que mais consomem água, se tornando assim um grande vilão, já que para produzir uma grande quantidade de alimentos exige-se uma grande demanda de água para irrigação, consumindo em torno de 72 % de acordo a Agencia Nacional de Águas (ANA).

Pensando em aprimorar o trabalho do campo e poupar desperdícios, já se ouve falar de fazendas inteligentes, na qual contarão com sensores agregado no processo de cultivo e nos equipamentos, o mesmo será capaz de coletar dados informando ao agricultor sobre as possibilidades e condições para um novo plantio ou até mesmo eficácia dos que já foram cultivados e seus possíveis cuidados, os sensores poderá detectar o nível de luz, situação do solo, qualidade do ar e do clima, irrigação, tais dados ficaram disponível tanto para que o agricultor quanto para o sistema robótico do campo. Os robôs trabalharam na lavoura de forma autônoma, realizando tarefas de capinagem, colheita, poda e regagem, neste caso os sensores,

o sistema de navegação e os dados irão indicar as reais necessidades do campo. (SUENARI, 2019).

De fato, sabe-se que esse é um projeto que irá contribuir de forma eficaz com o processo de cultivo das plantações, contudo não deixa de ser de alto custo já que envolve um sistema robótico de alto padrão, porém é preciso analisar qual a melhor forma de colaborar com a sustentabilidade, traçando saídas com a tentativa de driblar os desperdício desnecessário, dotando estratégias mais simples e baratas que poderão trazer a mesma eficácia. Uma ótima alternativa para quem tem plantio mais simples isto é um pequeno jardim em casa é acoplar sensores de umidade do solo, isto irá ajudar aos usuários que se esquecem de regar as plantas ou até mesmo com a correria do dia-a-dia passar por despercebido à necessidade que a plantação tem de água, outras vezes pode-se acontecer irrigação de forma incorreta, nutrindo o solo com muita ou pouca água.

Para os pequenos agricultores, esta também é uma ótima opção, principalmente para aqueles que são de baixa renda que não tendo condições de investir em equipamentos apropriados para o cultivo. Com o sensor de umidade o produtor poderá garantir que suas produções sejam regadas de forma correta e no tempo certo, uma vez que a quantidade de água liberada é, de fato, a que a planta precisa, isto irá garantir uma boa economia na hora da irrigação. (GLOBO RURAL, 2017).

Para, além disso, o usuário pode recorrer à opção de elaboração de um circuito inteligente, fazendo com que receba uma mensagem no celular quando o solo está seco, contudo faz-se necessário pensar na elaboração do programa, pois a espécie da planta irá influenciar na quantidade de água.

Enfim, com a tecnologia cada vez mais em alta as possibilidades de qualificar o trabalho agrônomo não param de crescer, além do mais as investidas desse ramo tem se tornado um grande aliado na hora de economizar água no processo de irrigação, seja no campo ou na cidade.

### **2.9.1 Equipamentos utilizados para automatizar a residência**

Conforme Júnior (2013) existe uma diversidade de aparelhos em um sistema de AR, desde as centrais de comando para sistemas centralizados a um simples controle de uma lâmpada automática. Os sistemas doméstico podem ser aplicados e controlados e a partir das necessidades do morador e da sua finalidade, esses diferentes aparelhos podem ser agrupados da seguinte forma: controlador, sensor, atuador e interface.

### **2.9.2 controlador (Arduino)**

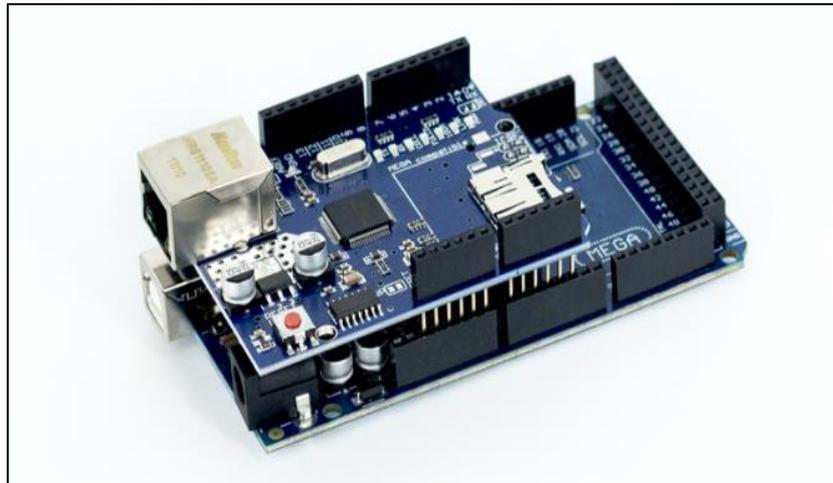
O Arduino é uma placa de circuito integrado composto por um micro controlador que junto com sensores e atuadores é capaz de desenvolver protótipos de eletrônica baseada no conceito de software e hardware livres, contendo estrutura de entrada e saída adaptado e uma linguagem de programação única. A mesma é um material de baixo custo e execução simplificada, pelo fato de obter um programa padrão o que facilita a criação de projetos para programadores iniciantes para obter resultados rápidos e positivos. Com este tipo de recurso pode-se criar e desenvolver diversos artefatos, ampliando as possibilidades de automatizar muitas ações no nosso dia-a-dia. (JUNIOR, 2013).

O Arduino foi concebido no ano de 2005 por um grupo de 5 pesquisadores: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. O intuito destes era criar um dispositivo que fosse barato, funcional e fácil de programar, para além disso, ser um equipamento acessível a estudantes e projetistas amadores. Dentro dessa perspectiva foi adotado o conceito de hardware livre, que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico. (THOMSEN, 2014).

A partir dessa ideia surgiu uma placa composta por um micro controlador Atmel e circuitos de entrada e saída, placa que é conectada ao computador e programada com uma linguagem baseada em C/C++ via IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) sem a necessidade de usar equipamentos extras além do cabo USB que tem a função de alimentar e passar o programa para a placa. Após ser programada é possível alimentar a placa com uma fonte ou bateria de 9V.

Existem também os chamados Shields, que são placas que são conectadas no Arduino para expandir suas funcionalidades. A imagem abaixo mostra um Arduino Ethernet Shield encaixado no Arduino Mega 2560. Ao mesmo tempo em que permite o acesso a uma rede ou até mesmo à internet, mantém os demais pinos disponíveis para utilização, assim é possível, por exemplo, utilizar os pinos para receber dados de temperatura e umidade de um ambiente, e consultar esses dados de qualquer lugar do planeta.

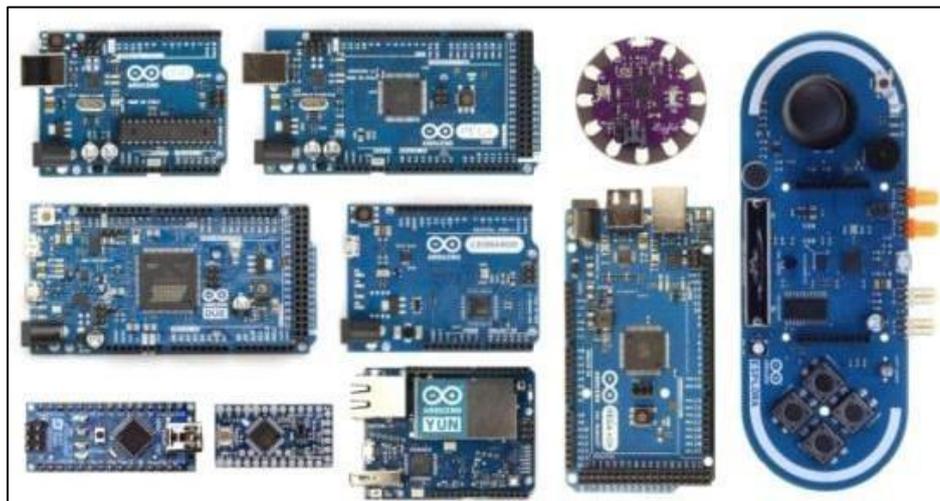
**Figura 2.8:** Módulo Ethernet Shield



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/shields-para-Arduino/ethernet-shield-r3-w5100-para-Arduino-2753.html>

É imprescindível salientar que existem diversos tipos de placas de Arduino, cada um possuindo suas especificidades e finalidades, com diferentes formatos e configurações hardware, assim sendo cada placa varia da complexidade do projeto. Como se pode visualizar na figura 7:

**Figura 2.9 :** modelos de placas de Arduino



Fonte: ARDUINO, 2014 apud VIANA, 2018. P.33.

Diferentemente dos processadores remotos, o Arduino surgiu como um instrumento facilitador, isto porque antigamente para realizar a construção de um circuito era necessário criar a placa desde o zero, marcar as trilhas, fazer os furos, soldar os fios e separar as centenas de componentes, como resistores, capacitores, diodos, transistores, o chip programável o que

demandava muito tempo e um custo alto. Cada circuito tinha uma função específica e para alterar sua lógica quando possível era necessário cortar fios, mudar componentes ou criar uma placa nova. Contudo de acordo Fernandes e Lopes (2008);

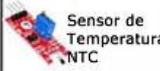
Com o surgimento das tecnologias digitais e microprocessadores, estas funções, uma vez que foram realizadas com fios, foram substituídos por programas de software. Com o software é fácil modificar o hardware. Com poucas teclas pressionadas, você pode mudar radicalmente a lógica de um dispositivo e tente duas ou três versões na mesma quantidade de tempo que você levaria para soldar um par de resistores. (FERNANDES E LOPES 2008, p. 17).

Enfim, com os avanços tecnológicos as montagens complexas do Arduino foram sendo dispensadas, ganhando assim no mercado uma placa pronta e aberta a inúmeras viabilidades, com uma estrutura que já vem com possibilidades de incluir componentes, com comunicação serial podendo inserir o programa dentro dele de modo a facilitar a concepção de projetos dos mais simples aos mais complexos. Como por exemplo, indicar o nível de água na caixa, a presença de um indivíduo em um determinado espaço.

### 2.9.3 Sensor

Dispositivo capaz de captar informações do ambiente, identificando as possíveis variações no local, luz, temperatura, gases, fluxo de águas, umidade, velocidade, etc. Ao capturar os dados ele os transmite para o controlador que por sua vez detecta e responde com eficácia os estímulos, podendo interpretar se estiver claro ou escuro, molhado ou seco, fechado ou aberto. O sensor funciona toda vez que se tem uma relação entre uma grandeza elétrica e uma grandeza física (JUNIOR, 2013). Na figura abaixo demonstra alguns tipos de sensores.

**Figura 2.10:** tipos de sensores.

 Módulo Joystick	 Sensor de Chama	 Módulo Led RGB 5mm	 Sensor de Pulso IR	 Light Cup 2 Peças	 Sensor de Efeito Hall
 Módulo Relé	 Sensor de Efeito Hall	 Módulo Led RGB SMD	 LED Pisca 7 Cores	 Sensor Tilt	 Sensor de Temperatura DS18B20
 Sensor de Som	 Sensor de Toque	 Led Duas Cores 5mm	 Diodo Laser	 Sensor de Inclinação	 Sensor Analógico Temperatura
 Sensor de Som	 Sensor de Temperatura NTC	 Led Duas Cores 3mm	 Push Button	 Sensor de Luminosidade	 Emissor IR
 Sensor Reflexivo	 Buzzer Ativo	 Sensor Magnético	 Sensor de Vibração	 Sensor de Umidade e Temperatura	 Receptor IR
 Sensor de Obstáculo	 Buzzer Passivo	 Sensor Magnético Mini	 Módulo Encoder	 Sensor Hall Analógico	 Sensor de Vibração Sensor de Contagem

Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/kit-Arduino/kit-Arduino-sensores-37-em-1-5516.html>

Como se pode perceber na figura 2.10, existe uma variedade muito grande de sensores e suas aplicações, contudo é necessário compreender que os sensores não realizam por si só os comandos, ele é apenas envia sinais para outros componentes que desempenha as funções, tais como acender e apagar, fechar ou abre, etc. Seu funcionamento se dá por uma entrada e saídas de informações.

#### 2.9.4 Atuador

O atuador tem a função de executar as tarefas resultantes dos processamentos dos dados, ele é um dispositivo capaz de receber o comando de placas controladoras e converter tal comando em ação física, como; aumentar, diminuir, ligar, deligar, fechar ou abrir (CASTILLO, 2009 apud CEZAR, 2020). Isto é a sua principal função é receber o comando de saída do sistema. Na figura 2.11 temos alguns exemplos onde os atuadores podem desempenhar sua função.

**Figura 2.11:** tipos de atuadores



**Fonte:** CASTILLO, 2009 apud júnior, 2013. P. 31

O uso do atuador no processo de implementação dos equipamentos que desejam serem controlados é indispensável, já que é ele o executor dos comandos que o usuário deseja, dessa forma em cada ambiente deverá conter um atuador para que sistema funcione de maneira correta.

#### 2.9.5 Interface

A interface é o sistema que permitirá a organização de interação com o usuário, através dela será possível ter o controle do funcionamento do projeto é através desse recurso que se

estrutura os ícones, janelas ou portas de acesso do sistema automatizado, assim comandar, os equipamentos são variantes e refere-se a dispositivos, tal como computadores, smartphone, displays, smart tvs e sistemas binários, onde são mostrados as informações do sistema doméstico. (COLLONI, 2011 apud CEZAR, 2020).

### 3 METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS UTILIZADOS NA PESQUISA

Este estudo foi fundamentado na metodologia design Science Research, que conforme Dresch; Lacerda (2013) é uma ciência que tem por objetivo desenvolver conhecimentos para a produção de projetos, consolidando soluções com o intuito de aperfeiçoar sistemas existentes pra atingir melhores resultados, bem como criar novos artefatos. O DSR procura potencializar o desempenho do resultado da pesquisa dos sistemas de informação, originando contribuições para comunidade científica, esse método procura minimizar o distanciamento entre prática e teoria, contudo mantém a junção de três ciclos: reguladores de atividades relacionadas, ciclo de relevância, do design e do rigor para garantir confiabilidade dos resultados obtidos na pesquisa.

Vaishnavi e Kuechler (2009 apud LACERDA, 2013), afirma que;

[...] Design Science Research é um novo olhar ou um conjunto de técnicas analíticas que permitem o desenvolvimento de pesquisas nas diversas áreas, em particular na engenharia. A Design Science Research tem como objetivo estudar, pesquisar e investigar o artificial e seu comportamento, tanto do ponto de vista acadêmico quanto da organização. (VAISHNAVI E KUECHLER, 2009 apud LACERDA, 2013. P. 04).

Assim sendo, conforme ÇAĞDAŞ; STUBKJÆR (2011 apud LACERDA, 2013) esta metodologia se configura em procedimento rigoroso de projetar artefatos para resolver problemas, já que é imprescindível avaliar o que foi projetado ou que está em funcionamento, verificando sempre soluções satisfatórias.

Nas palavras de Mentzer e Flint (1997 apud LACERDA, 2013), é importante esclarecer que;

Quando se trata de rigor é importante deixar claro que não está se referindo ao uso de métodos sofisticados. De fato, rigor implica cuidados para se evitar que algo seja afirmado, ou que se conclua algo que a pesquisa em si não tem condições de suportar. Migrando esse conceito para a Design Science Research, trata-se de demonstrar e justificar os procedimentos adotados para aumentar a confiabilidade do artefato e de seus resultados quando em uso. (MENTZER E FLINT ,1997 apud LACERDA, 2013. P.16).

Dentro desse contexto, o artefato deve passar por avaliações que venham validar suas qualificações. Dentro dessa perspectiva a escolha do método de avaliação vai depender do artefato realizado e das exigências do desempenho de tal artefato. Vale ressaltar que, “[...] A Design Science não se preocupa com ação em si mesma, mas com o conhecimento que pode

ser utilizado para projetar as soluções [...]” (VAN AKEN, 2004, p. 228 apud LACERDA, 2013, p. 05). Isto é os produtos dessa pesquisa provém de teorias e artefatos que promove feedback.

Por conta disso, o pesquisador cria o ambiente interno do artefato, já que os objetivos e o ambiente externo foram designados na percepção, assim sendo essa construção pode acontecer de diferentes formas como; protótipo, representações gráficas, maquetes, dentre outros, sabendo que dentro do desenvolvimento o resultado mais importante para a DSR é artefato em estado funcional. (LACERDA et al, 2013).

De acordo Dresch; Lacerda (2013) artefato é “Algo que é construído pelo homem: interface entre o ambiente interno e o ambiente externo de um determinado sistema” (Dresch; Lacerda, 2013. P.30).Simon (1996) considera que artefatos são; [...] objetos artificiais que podem ser caracterizados em termos de objetivos, funções e adaptações. São normalmente discutidos, particularmente durante a concepção, tanto em termos imperativos como descritivos [...] (SIMON, 1996, p. 28)

Os artefatos podem ser definidos tais como: modelos que podem representar como as coisas são, os métodos que são um conjunto de passos podendo ser representado graficamente, constructos ou conceitos responsáveis por escrever e pensar em tarefas, ou seja mencionar as possíveis soluções e instanciações se referi em como implementar ou fazer uso de um determinado artefato e seus possíveis resultados e eficácia. (LACERDA et al, 2013).

Por consequência do feedback que a pesquisa exige, foi elaborado um framework conceitual, possibilitando o seu refinamento. No quadro I está explicito um conjunto de normas do DSR pra esta pesquisa.

**Tabela 3.** Diretrizes do DSR, adaptado de Dresch, Lacerda e Júnior (2015 apud Costa et al, 2018)

Normas	Aplicações das normas na pesquisa DSR
	Automatizar o ambiente tem sido uma grande vantagem, não apenas para as indústrias, mas para aqueles que usufruem dos serviços prestados pelos equipamentos, já que o tempo e custo econômico têm sido reduzidos. (ALONSO 2011). O objetivo maior da Domótica é simplificar a vida do habitante, facilitando a sua interação com o ambiente interno e externo. Ela permite a realização desde tarefas simples a impraticáveis ou de realização difícil, como realizar alguma

<b>Relevância do problema</b>	<p>atividade ou função fora de alcance ou que tenha que ser desempenhada de forma simultânea com outra (ALDRICH, 2003 apud BUNEMER, 2014. p.13 ).</p> <p>“existe também a questão da valorização do imóvel, uma residência com domótica vale mais do que a mesma residência que utilize tecnologias tradicionais” (ALVES; MOTA, 2003 apud GOMES et al. 2016, p.18).</p> <p>“[...] em franca expansão, e ainda é motivo de estudo com adição incessante de melhorias, novas ideias ou novas técnicas de apreçamento dos produtos já existentes [...]” ( TEZA, 2002, p. 35).</p>
<b>Artefatos</b>	<p>Três artefatos produzidos. Um sistema para acionamento de tomada. Um circuito para ativação de luz por meio de uma página web em um telefone móvel, especificamente smartphone ou computador. Um sistema de irrigação automático o jardim, como o sensor de umidade de solo. Utilizando materiais de baixo custo, como Arduino.</p>
<b>Processo de busca da solução</b>	<p>Pautado pelo método de pesquisa design Science Research (DSR); pesquisa de campo com um pequeno grupo de pessoas via web.</p>
<b>Rigor da pesquisa</b>	<p>Para cada período da pesquisa um ou dois conceitos foram utilizados para garantir o rigor da pesquisa. Uso e avaliação dos componentes utilizados e instalações.</p>
<b>Avaliação</b>	<p>Avaliação em Contexto real, sendo com envolvimento de usuários</p>

<b>Contribuição da pesquisa</b>	Fortalecimento do uso do Design Science Research na área de desenvolvimento de artefatos para solução de problemas e obtenção de conhecimento;
<b>Comunicação da pesquisa</b>	Visa a comunidade científica interessada no desenvolvimento de Sistemas de Automação, bem como usuários que tenham um conhecimento a respeito do uso do Arduino.

### **Relevância do problema**

Os processos de automação desenvolvidos nas indústrias trouxeram muitos avanços e benefícios a todos, aumento na produção e diminuição dos custos tanto de fabricação como do valor final do produto foram algumas mudanças significativas. Com a expansão das tecnologias outros setores da sociedade também puderam automatizar seus processos melhorando a forma como desempenhar suas atividades.

Hoje os nossos lares também já contam com diversos equipamentos e eletrodomésticos que facilitam nossa vida trazendo comodidade e segurança, como, por exemplo, batedeira, máquina de lavar, câmeras de segurança, alarmes, etc.

Automação residencial é aplicar as tecnologias existentes dentro de casa para facilitar tarefas que antes dependiam tanto de esforço físico, como da interação direta ou não do morador para executar algo. A domótica é uma tendência dos dias atuais e futuros, de inserção de tecnologias em processos diário de uma casa.

Desempenhar algumas funções simples ou complexas como acender e apagar as luzes, irrigar um jardim, ativar ou desativar uma tomada, monitorar a residência a distância, alimentar seu animal de estimação serão tarefas mais comuns no dia a dia, que serão comandadas por um smartphone onde o usuário poderá estar em qualquer cômodo da casa ou até mesmo fora dela.

Um outro ponto importante a se destacar com os processos sendo realizados de forma automática é a valorização do imóvel, uma smart home acaba tendo uma maior, visibilidade e destaque no mercado por oferecer novos recursos e uma nova visão de moradia, os projetos de automação podem ser pensados durante a construção com todo um planejamento do investimento a ser realizado, bem como, com a inserção de tecnologias plug play onde o morador pode ir fazendo as mudanças aos poucos sem necessidade de grandes reformas.

Neste contexto este trabalho visa apresentar um princípio de automação dando enfoque a alguns processos de baixo custo, que podem mudar uma realidade em uma residência. Assim,

foi criado um sistema para o acionamento de luzes e tomada onde o morador que tenha alguma dificuldade motora ou simplesmente que não queira levantar de sua cama ou sofá pode realizar a tarefa pelo smartphone, e um sistema irrigação que não necessita da intervenção do morador para ocorrer, sensores e atuadores fazem o trabalho necessário para manter o solo molhado para a planta.

Portanto a automação residencial fará com que cada vez mais casas inteligentes como a dos filmes sejam uma realidade em nossa vida, proporcionando conforto e agregando valor ao imóvel.

### **Artefatos**

Para possibilitar a automação das tarefas no cotidiano do morador, o presente trabalho tem foco na construção de artefatos de software sendo uma página web e utilização de hardware atuando em conjunto com os equipamentos tradicionais melhorando suas funcionalidades. O sistema de acionamento da iluminação e tomada dará ao usuário a possibilidade de comandar o seu funcionamento de qualquer local do imóvel com o uso do smartphone, para enviar comandos para acionar ou desligar as luzes e tomada do imóvel. Já o sistema de irrigação atuara sem a necessidade da atuação do morador o software que controla o hardware de forma programada proporciona o controle da umidade do solo com verificação predeterminada, e garante a quantidade de agua necessária para o desenvolvimento da planta, sendo necessário só um cuidado com a limpeza e adubação da terra.

### **Processo de busca da solução**

Para a construção do projeto foi utilizado como princípio de solução as metodologias da Design Science que busca desenvolver conhecimento para a concepção e desenvolvimentos de artefatos. Essa técnica busca um grande foco na produção de conhecimento e na relação entre a teoria e pratica alicerçadas em pesquisas efetivamente direcionadas ao projeto de artefatos que sustentem melhores soluções para os problemas existentes.

Com esse direcionamento foi possível buscar o entendimento do problema e quais meios possíveis para a solução, um estudo bibliográfico possibilitou identificar como as tecnologias são empregadas na área, as perspectivas de mercados e os investimentos necessários para uma automação. Partindo desse ponto foi possível perceber as vantagens do uso do Arduino como base para o desenvolvimento de um artefato que atenda às necessidades atuais e futuras do processo de automação dentro de um orçamento satisfatório.

Com o conhecimento e estratégias definidas foi possível iniciar o processo de desenvolvimento e testes de protótipos com a validação do usuário onde observando sua utilização alterações necessárias puderam ser realizadas a cada ciclo de testes.

### **Rigor da pesquisa**

Para garantir a qualidade do projeto cuidados foram tomados desde o início das pesquisas, em cada ciclo de conhecimento ouve uma preocupação não somente com a relevância do projeto mas um rigor de critério na busca das informações que deve estar presente desde a sua condução até a apresentação dos resultados.

O primeiro passo foi realizar pesquisas sobre as tecnologias utilizadas na automação, quais empresas atuam no ramo e seus equipamentos utilizados, onde foi possível notar o grande crescimento e ganho de mercado que essa área vem ganhando a cada dia. Por ser um setor em que a procura ainda tem como foco a parte de segurança com a venda de alarmes e câmeras, outros setores são pouco conhecidos e tem os produtos com um preço muito elevado ainda, partindo desse ponto e com uma noção das capacidades do Arduino para realizar diversas tarefas, passamos para uma pesquisa de trabalhos realizados com esse circuito já que é uma das tecnologias mais baratas disponíveis e com grandes capacidades.

Um questionário também foi elaborado para sabermos se as pessoas conheciam e tinha interesse em um sistema de automação para sua residência, obtivemos um retorno animador com relação ao interesse demonstrado pela maioria, que afirmaram que utilizaria sim e gostaria de ter até mais recursos além dos citados no questionário.

O segundo passo foi o desenvolvimento de protótipos para realização de testes para percebermos as capacidades do Arduino para o projeto, dessa forma foi possível realizar algumas correções e descobertas para melhorias futuras, também foi possível apresentar a alguns usuário para observarmos as dificuldades e satisfação de utilização.

### **Avaliação**

Os artefatos resultantes das pesquisas e desenvolvimentos foram o sistema de irrigação, o sistema de acionamento da iluminação e da tomada e uma página web para o controle do funcionamento da iluminação e tomada. A avaliação do sistema de irrigação constituiu de testes de funcionamento do mesmo, para isso foi utilizado uma pequena área com terra já adubada onde esse local permaneceu sem receber água para que estivesse plenamente

seco, quando o sensor estava enterrado ele media a umidade do solo e por meio de uma conexão do Arduino com um computador foi possível ver esse valor, conforme o solo era irrigado o sensor detectava essa variação e assim foi possível determinar a faixa de valores para determinar quando o solo estava seco ou úmido e calibrar o sistema para liberar a água.

Se detectava seco era acionado o sistema para liberar a água após um período determinado e em seguida era fechado, se o solo estivesse úmido a água não era liberada.

O projeto de iluminação e acionamento da tomada também pode ser avaliado por experimentação para comprovar seu funcionamento o usuário final teve participação na avaliação final validando o seu funcionamento.

Para a validação do protótipo da tela do site o sistema foi apresentado ao usuário final para sua utilização e avaliação

### **Contribuição da Pesquisa**

O uso da Design Science Research na área de desenvolvimento de artefatos para solução de problemas mostrou-se uma metodologia focada na importância da definição das classes de problemas e dos artefatos criados no desenvolvimento da pesquisa, essas classes de problemas se organizam em uma trajetória para o desenvolvimento de conhecimento em um design Science.

Na atividade de criação de conhecimento teórico durante o procedimento de concepção dos artefatos é possível a obtenção de processos que podem ser significativos para a comunidade científica apresentando assim novos conhecimentos adquiridos.

Com a experimentação de componentes diversos para o desenvolvimento dos artefatos foi possível perceber quais os que tinham melhor funcionamento a exemplos dos fios para a ligação dos módulos reles ao Arduino, os fios de internet se mostraram mais confiáveis do que os fios de interfone.

Um outro ponto é quanto a qualidade dos equipamentos utilizados como alguns módulos de internet Shield produzido na China que apresentam um erro na construção da placa, produzidos com resistores na saída da conexão do cabo de rede com um valor abaixo do

recomendado do projeto italiano original, sendo comum apresentarem oscilação na conexão com a internet.

Portanto o uso do Design Science Research revelou que se pode resolver de forma metodológica e científica que a pesquisa com foco na concepção de artefatos pode gerar conhecimento teórico e com uma estrutura aninhado do problema nos mostra possíveis etapas que devem ser realizadas para a solução de cada um dos subproblemas que foram levantados.

### **Comunicação da Pesquisa**

A comunicação desta pesquisa visa a comunidade científica e a usuários que tenham alguma prática com Arduino ou interesse sobre o assunto. Foi escrito um relatório que apresenta o desenvolvimento do design de um sistema de automação residencial por meio de ferramentas da Interação Humano-Computador que foi apresentado na disciplina Interface Homem Máquina em 2019.

O presente trabalho é a extensão do relatório apresentado onde uma nova metodologia foi utilizada e novos resultados, contribuições e conclusões puderam ser apresentadas. Nesta extensão que é o trabalho de conclusão de curso foi concretizado a construção do sistema e posto em funcionamento levando em consideração os dados colhidos com os usuário do questionário feito no relatórios e todos os conhecimentos adquiridos com o mesmo.

Outro procedimento realizado foi o levantamento bibliográfico, uma vez que este foi um dos requisitos que sustentou esta pesquisa, já que ela proporciona uma riqueza em detalhes teóricos fundamentada em grandes estudiosos da área, assim sendo ela proporciona uma melhor compreensão dos fatos. Dessa forma foram concretizados intensos estudos com uma ampla variação em referências sobre a temática em questão, com a intenção de gerar uma rica contribuição teórica, uma vez que como argumenta Fonseca (2002 apud GERHARDT; SILVEIRA 2009) este tipo de estudo enriquece o desenvolvimento da pesquisa. Ainda conforme este autor;

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto [...] procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta. Fonseca (2002, p. 32, apud GERHARDT; SILVEIRA 2009, p. 37).

Os procedimentos metodológicos desse estudo foram de cunho qualitativo, afinal ela proporciona um melhor entendimento dos fatos, afinal como afirma Bogdan; Biklen (1994, p. 83 apud NUNES 2007, p. 22):

[...] em investigação qualitativa, uma das estratégias utilizadas baseia-se no pressuposto de que muito pouco se sabe acerca das pessoas e ambientes que irão constituir o objeto de estudo. Os investigadores esforçam-se, intelectualmente, por eliminar os seus preconceitos. Seria ambicioso, da sua parte, preestabelecer, rigorosamente, o método para executar o trabalho. Os planos evoluem à medida que se familiarizam com o ambiente, pessoas e outras fontes de dados, os quais são adquiridos através da observação direta. Bogdan; Biklen (1994, p. 83 apud NUNES 2007, p. 22).

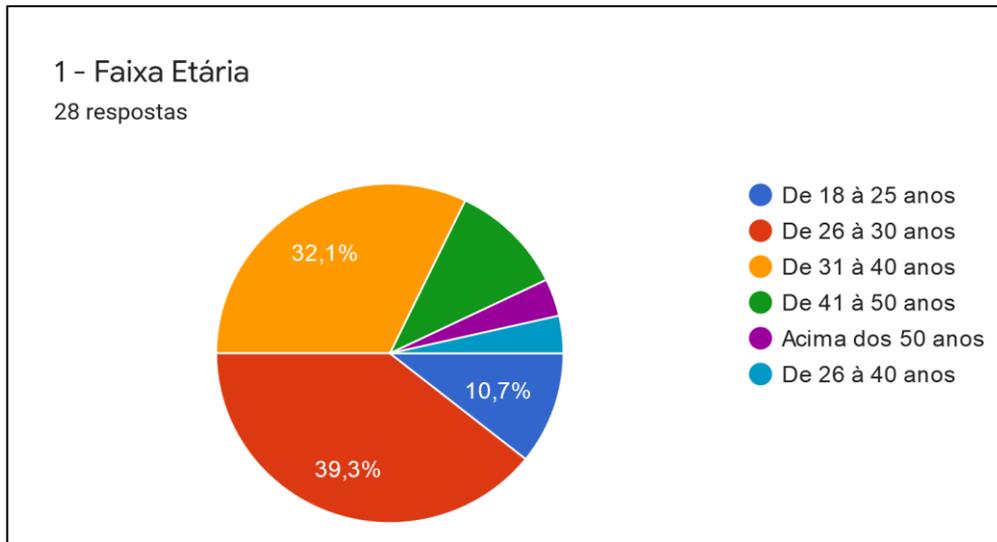
Foi desenvolvida também pesquisa de campo com um pequeno grupo de pessoas via web, para melhor compreender a necessidade e interesse das pessoas em automatizar pequenas atividades residenciais. Neste contexto com o intuito de querer descobrir as características dos possíveis usuários sua aceitação e interesse do uso do sistema.

Para a coleta de dados foi elaborado um questionário, onde a mesmo tinha perguntas claras de fácil compreensão para todos os públicos desde os letrados quanto pra o não letrado em questões tecnológicas. O mesmo foi semiestruturado com perguntas abertas e fechadas referentes ao assunto estudado. O arquivo foi enviado para os participantes por meio da caixa de e-mail bem como pelo smartphone, não sendo necessária a identificação.

Tais instrumentos foram escolhidos com intuito de coletar uma quantidade significativa de informações e de aquisição dos dados, afinal foi por meio dos informes coletados que beneficiamos o nosso trabalho. Após reunir os dados interpretamos e analisamos os mesmos, por meio de gráficos para melhor compreender, buscando assim como potencializar os resultados.

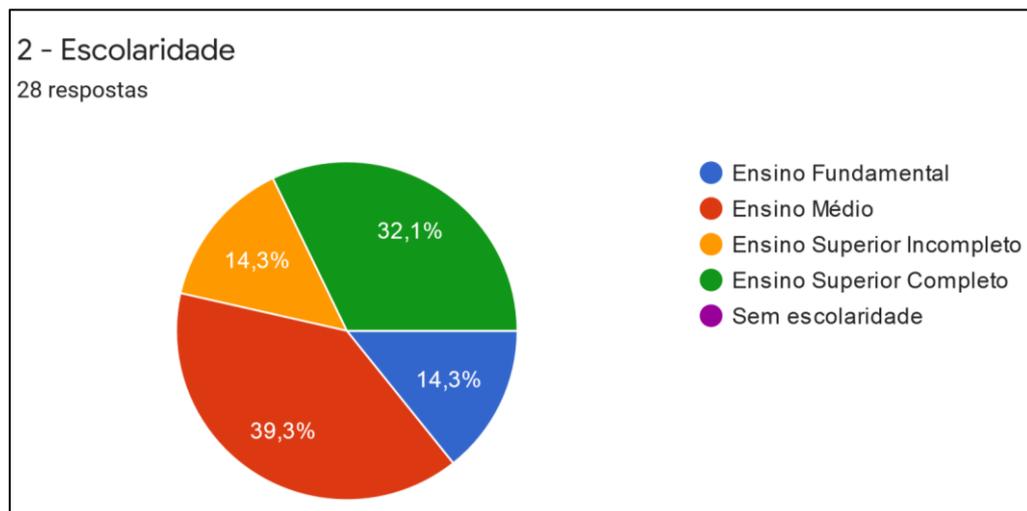
### **3.1 Explanação dos dados**

Transformar as informações em dados gráficos possibilitou uma maior compreensão e validação dos dados disponibilizados, para, além disso, facilitou ao pesquisador afunilar os reais interesses dos entrevistados pelo sistema doméstico, suas facilidades e dificuldades com aparelhos tecnológicos, realizando assim uma avaliação de forma mais rigorosa bem como o desempenho do produto. A seguir temos um demonstrativo dos dados obtidos nessa pesquisa.

**Gráfico: 1.1 Faixa Etária**

Fonte: Autor

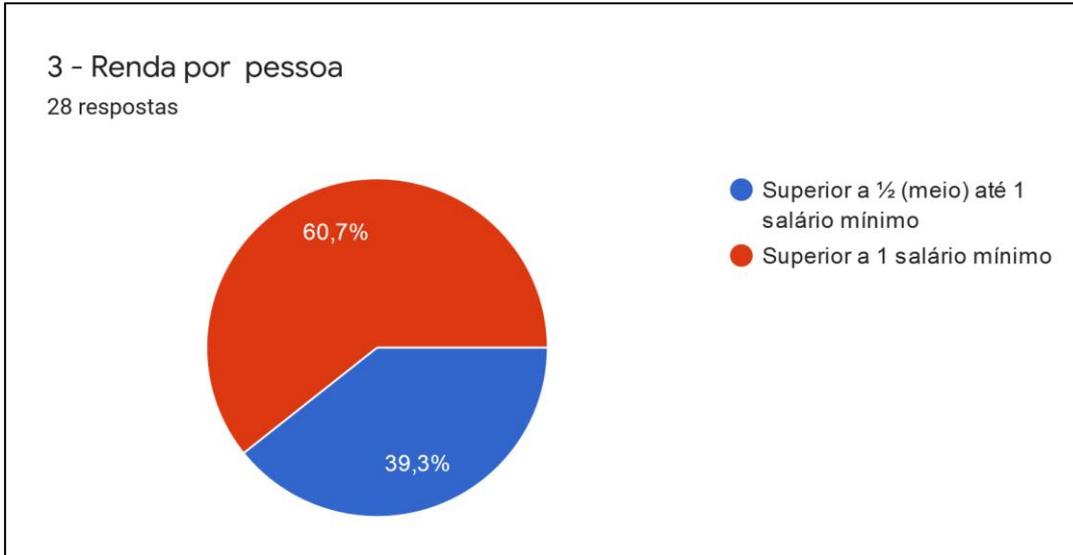
A maior parte dos participantes estava na faixa etária dos 26 aos 30 anos com 39,3% e a segunda maior parte está entre os 31 aos 40 anos com 32,1%

**Gráfico: 1.2 Escolaridade**

Fonte: Autor

Com relação à escolaridade a maioria tinha o ensino médio completo e em segundo lugar os que já têm curso superior completo.

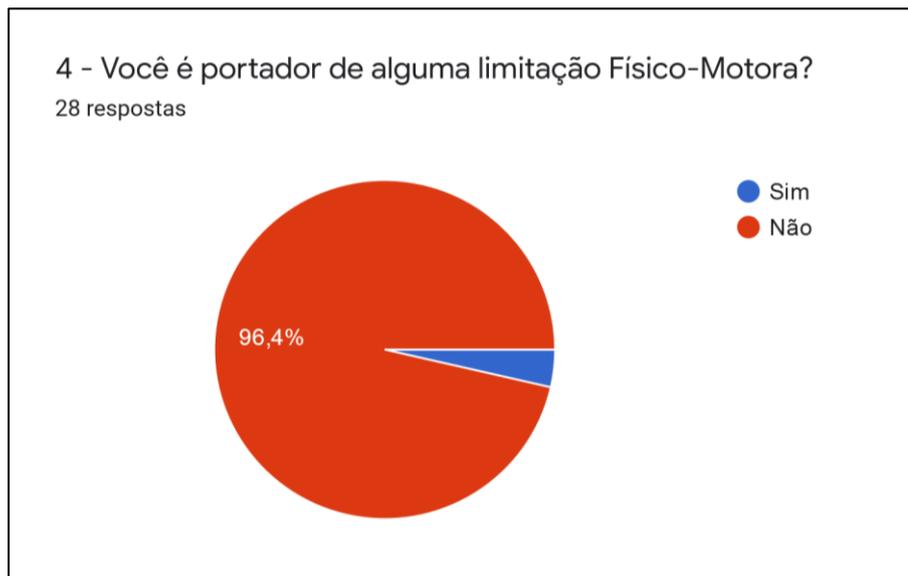
**Gráfico: 1.3 Renda por Pessoa**



Fonte: Autor

Boa parte dos participantes ganham mais que um salário mínimo.

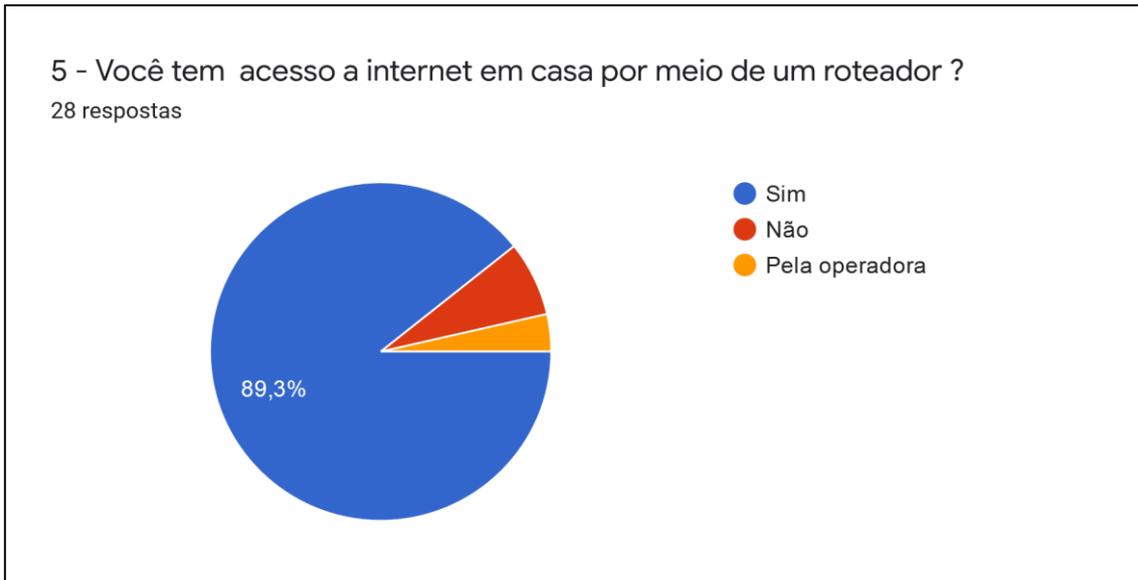
**Gráfico: 1.4 Limitação Motora**



Fonte: Autor

Apenas uma pessoa afirma ter alguma limitação física- motora.

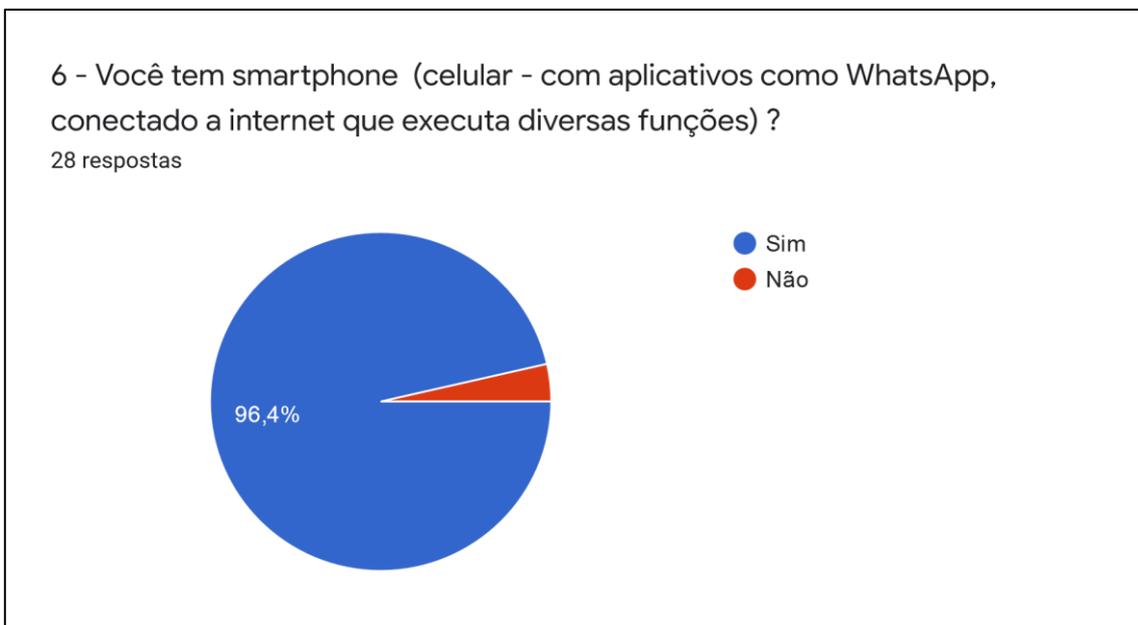
**Gráfico: 1.5 Acesso a internet por roteador**



Fonte: Autor

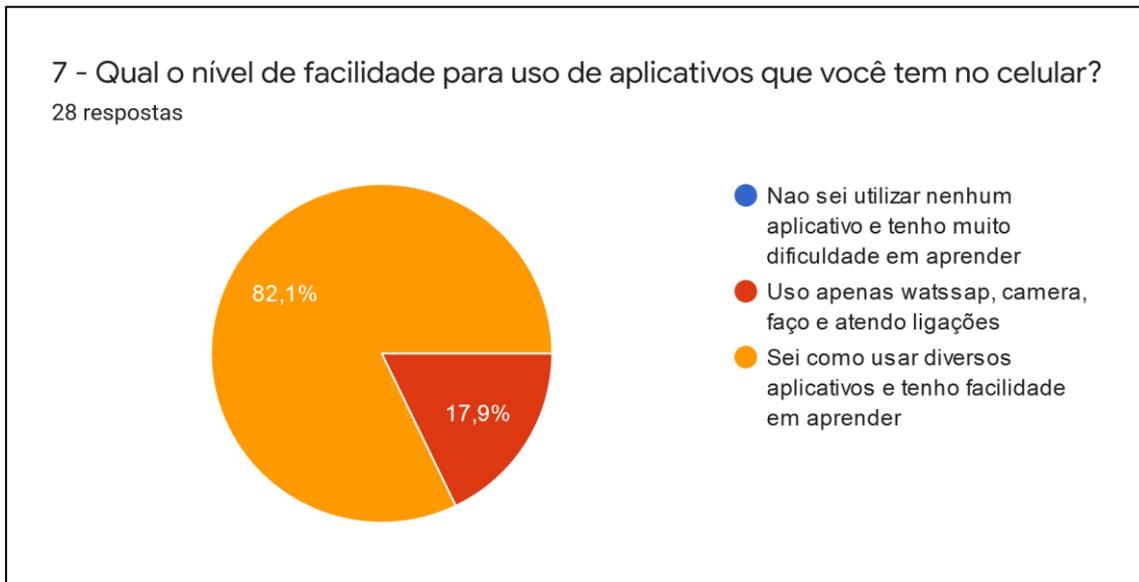
89,3% dos participantes tem acesso à internet por meio de um roteador o que facilita a implementação do sistema em suas residências, duas pessoas não têm nenhuma conexão com a internet e apenas uma usa somente dados moveis.

**Gráfico:** 1.6 Aparelho com acesso á internet



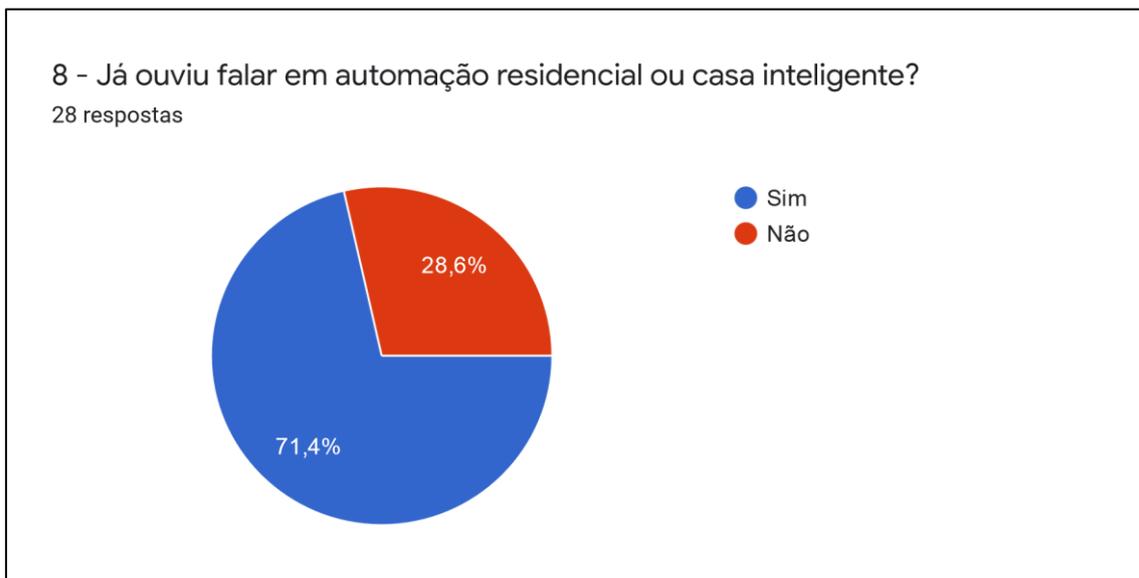
Fonte: Autor

96,4% dizem que tem um smartphone e que fazem o uso de aplicativos como WhatsApp o que mostra que a grande maioria não teria dificuldades em saber usar um aplicativo de celular, desde que não tenha muita complexidade como será a proposta do projeto, uma pessoa afirma não ter um aparelho smartphone.

**Gráfico: 1.7** Uso de aplicativo

Fonte: Autor

Cinco dos participantes, usam aplicativos básicos e comuns no aparelho como a câmera o que já é o suficiente para perceber que a aprendizagem para usar o aplicativo AUTO-LAR não será um empecilho e a grande maioria diz saber usar diversos aplicativos e não ter dificuldade em aprender.

**Gráfico: 1.8** Conhecimento sobre automação residencial

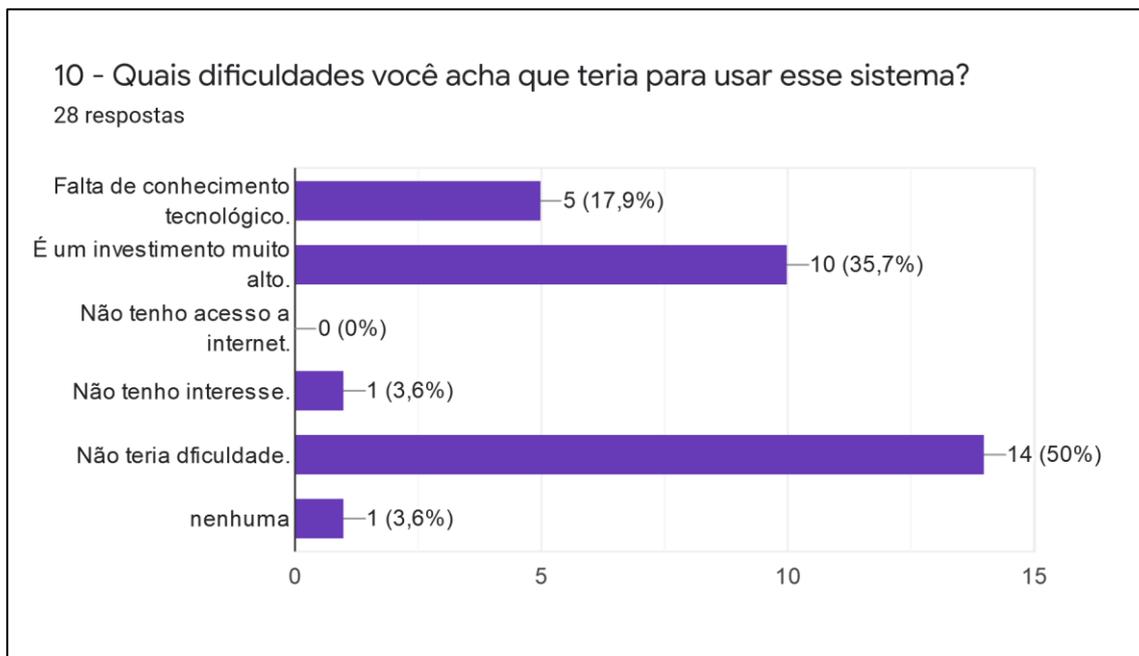
Fonte: Autor

Boa parte já ouviu falar em automação residencial, porém oito pessoas não tem nenhuma informação a respeito do assunto.

**Gráfico: 1.9** Pesquisa sobre domótica

Fonte: Autor

Apenas uma pessoa não usaria o sistema de iluminação proposto, sua justificativa é “Enquanto eu ter saúde e conseguir usar um interruptor não vejo necessidade disso.” o restante dos participantes demonstra interesse e usariam o sistema.

**Gráfico: 1.10** Dificuldade de uso do sistema

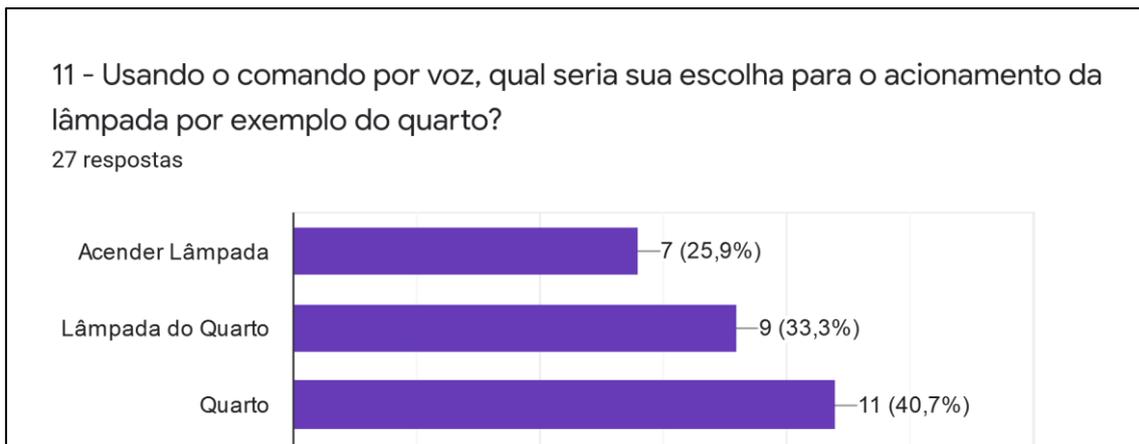
Fonte: autor

Dos pesquisados 50% apontaram não ter dificuldade nenhum, 35% afirmaram que o investimento seria alto, o que torna o projeto interessante por ter um baixo custo e 17% acreditam que teria dificuldade em utilizar o sistema por falta de conhecimento tecnológico,

dessa forma a aplicação deve ter características de usabilidade semelhantes aos aplicativos mais comuns e mais utilizados pelos usuários.

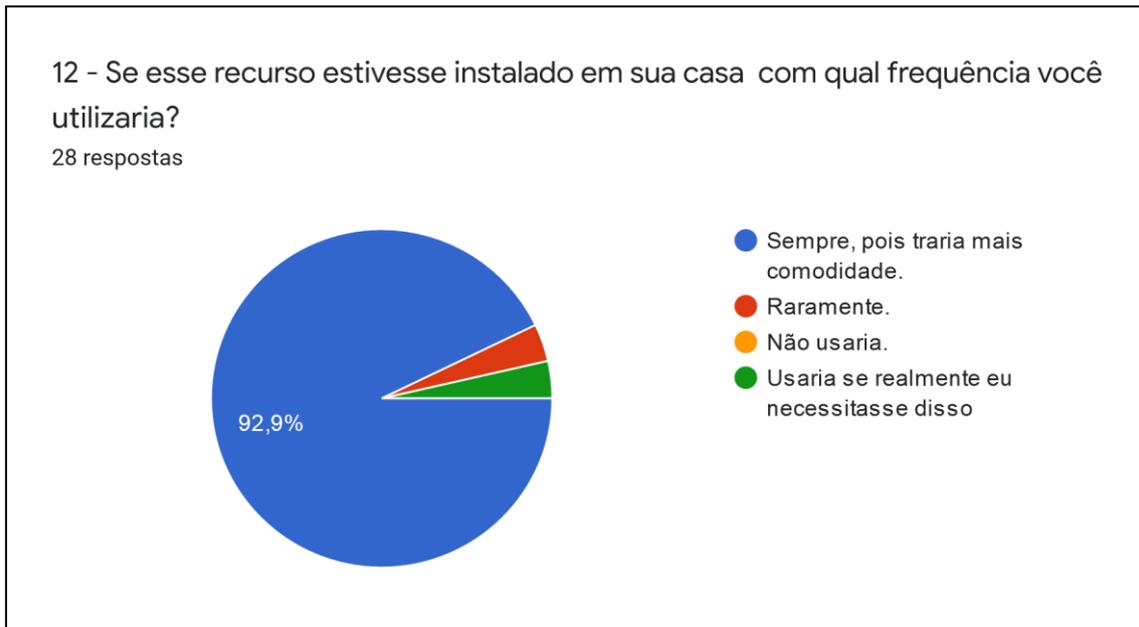
As tarefas mais habituais no dia a dia dos participantes é o uso do smartphone com as aplicações mais comuns do mercado como as redes sociais, câmeras etc. A falta de internet não é apontada como dificuldade para os usuários.

**Gráfico:1.11** Escolha do comando



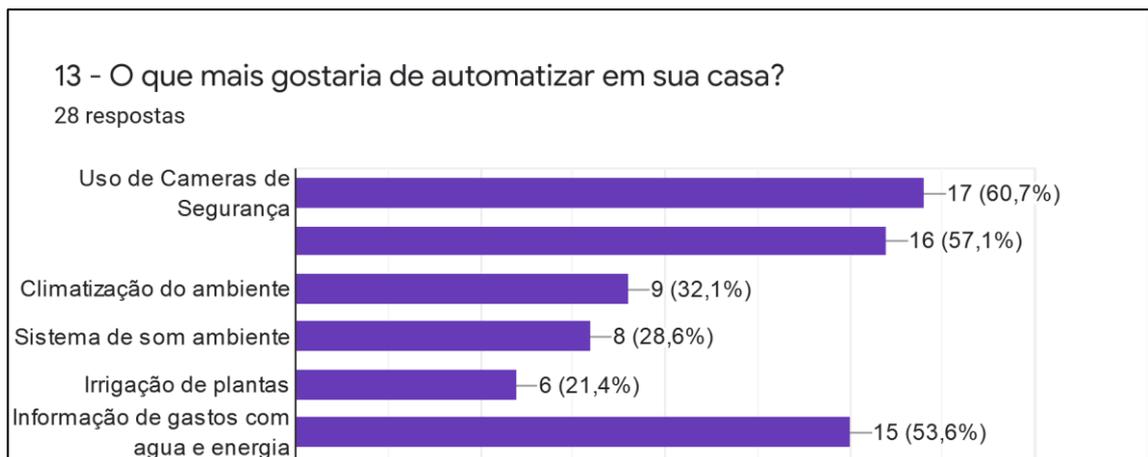
Fonte: Autor

O comando por voz é uma funcionalidade e a palavra a ser reconhecida é uma característica para ser implementada no sistema, diante das respostas apenas uma palavra facilita para o usuário e também para o desenvolvimento do sistema.

**Gráfico: 1.12** Frequência de uso

Fonte: Autor

92,9% sempre usaria esse sistema, o que demonstra que há um público significativo interessado.

**Gráfico:1.13** Mais opções de automação

Fonte: Autor

É perceptível que os entrevistados têm interesse em sistemas de automação residencial, além do de iluminação, para, além disso, os mesmos demonstraram curiosidade por outros

sistemas como, câmeras de segurança, acesso de informações sobre o consumo de luz e água de forma mais simples por meio do celular.

### **3.1 Sujeitos da pesquisa e interesse para com o sistema de automação**

Esta pesquisa contou com a participação de 28 pessoas, com faixa etária de idade entre 26 a 40 com escolaridade variante do ensino médio ao superior. Os participantes eram oriundos de classe média, com acesso não tão amplo de instrumentos tecnológicos, apenas o básico, os mesmos em nenhum momento recusaram participar da pesquisa, o que facilitou um número ideal para a coleta de dados.

Baseado nas respostas a grande maioria tem um domínio e conhecimento necessário para utilizar o sistema e lidar com a aplicação proposta, pois já tem conhecimento e prática no uso diário de aplicativos para smartphones, como câmera ou WhatsApp.

A grande maioria demonstrou interesse e aceitação com a possibilidade de ter o sistema em sua residência, apesar de alguns dos entrevistados demonstraram ter facilidade em utilizar recursos tecnológicos, outra parte jogaram ter conhecimento superficial, contudo manifestaram interesse devido às possibilidades que o sistema pode lhes proporcionar como mais comodidade no seu lar.

A obtenção das informações foram realizadas por meio de um questionário virtual, com perguntas semiestruturadas.

### **3.2 Descrição dos requisitos**

Requisitos são objetivos ou restrições estabelecidas por clientes e usuários que definem as suas diversas propriedades do sistema. Os requisitos de software são, obviamente, aqueles dentre os requisitos de sistema que dizem respeito a propriedades do software.

Um conjunto de requisitos pode ser definido como uma condição ou capacidade necessária que o software deve possuir para que o usuário possa resolver um problema ou atingir um objetivo ou para atender as necessidades ou restrições da organização ou dos outros componentes do sistema.

Tradicionalmente, os requisitos de software são separados em requisitos funcionais e não funcionais. Os requisitos funcionais são a descrição das diversas funções que clientes e usuários querem ou precisam que o software ofereça. Eles definem a funcionalidade desejada do software. O termo função é usado no sentido genérico de operação que pode ser realizada

pelo sistema, seja através de comandos dos usuários, ou seja, pela ocorrência de eventos internos ou externos ao sistema.

### **3.2.1 Requisitos funcionais**

O sistema deve permitir escolher ambiente da casa para acionar a iluminação ( sala, cozinha, etc)

O sistema devera acender lampada

O sistema devera apagar lampada

O sistema devera acionar a tomada

O sistema devera desativar a tomada

### **3.2.2 Requisitos não-funcionais**

O sistema deve ser utilizado por um smartphone ou outro dispositivo que acesse páginas da web;

O desenvolvimento deve ser em linguagem C++, php, css;

O sistema deve respeitar o tempo máximo de 3 segundos para acionar a lâmpada;

O sistema deve ter uma conexão com uma rede local;

O sistema deve ter um baixo custo de desenvolvimento comparado com valor de mercado;

O sistema proporcionara acessibilidade aos moradores com deficiência física;

### **3.2.3 Requisitos de usabilidade**

Facilidade de aprendizagem

Facilidade de uso

Satisfação subjetiva

Produtividade

Relevância da aplicação

## **4 FERRAMENTAS E MATERIAIS DOTADOS NO PROJETO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

### **4.1 Construção do Projeto**

Este projeto foi responsável pela automatização do acionamento da iluminação dos cômodos da casa, controle da irrigação de uma pequena horta e também do controle de uma tomada da residência.

A parte da iluminação foi um dos pontos de maior interesse desse projeto com o intuito de trazer uma maior comodidade para o morador proporcionando um controle a distância das lâmpadas da residência, onde o mesmo estando da sala por exemplo, que é um ponto central da casa na qual o projeto foi implementado, tem a facilidade de ver os demais cômodos e assim realizar o controle da iluminação sem sair do sofá, sendo acionada por um aplicativo web.

Derivando do projeto de iluminação percebeu-se também que é possível o controle de tomadas da residência, deste modo uma foi escolhida para ter o seu acionamento controlado pelo sistema, assim os moradores podem escolher quando a tomada permanecera ativa ou não permitindo controle sobre os eletrodomésticos como tvs, computadores, vedo-games, ventiladores, e demais equipamentos a ela conectados.

Um outro projeto desenvolvido com o intuito de ampliar as possibilidades da domótica foi o sistema de irrigação de uma horta e do jardim da residência, este tipo de artefato irá possibilitar que a rega automática aconteça quando os moradores se esquecerem de molhar a plantação ou até mesmo quando estiverem fora de casa durante todo o dia, neste sentido, o sistema fara a verificação do estado do solo por meio de um sensor e acionará a sua irrigação por um período mantendo a umidade para as plantas de forma que não necessite da interação do usuário para molhar o mesmo.

#### **4.1.1 Arduino**

O foco principal do projeto é o baixo custo e um dos equipamentos de mercado que atendem a esse critério foi o Arduino, onde ele apresenta diversas utilidades e uma das quais pode ser empregado na automação de processos na residência. Podemos citar outras vantagens:

- Ele tem um baixo custo de prototipagem;

- Existem softwares de simulação gratuitos disponíveis;
- Fácil de programar para projetos mais simples;
- Grande número de tutoriais, artigos e projetos disponíveis na internet;
- Extensa comunidade de desenvolvedores;

Existem vários disponíveis e as principais diferenças entre eles são tamanho, quantidade de memória e a quantidade de portas, que variam de acordo com o modelo do microcontrolador.

O modelo adotado nesse projeto foi o Arduino uno pois oferece um baixo custo comparado com outros dispositivos vendidos, ele é fácil de encontrar no comércio, possui um bom número de portas disponíveis, grande compatibilidade com os Shields presentes no mercado, conector para alimentação com uso de fonte externa como a de um roteador o que é bom pro projeto para manter ele sempre em funcionamento, e um outro ponto de interesse é a conexão com o Shield de rede onde é possível adicionar um cartão de memória para salvar códigos maiores, como uma página de internet mais complexa.

#### **4.1.2 Relé**

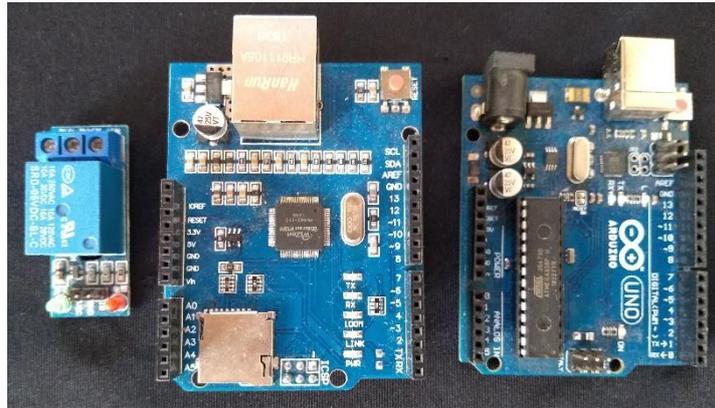
Um dispositivo essencial no projeto foi o relé ele é um componente eletromecânico que atua como um interruptor no acionamento das lâmpadas, da tomada e da válvula para liberar água. O relé é conectado diretamente ao Arduino que envia os comandos para seu acionamento ou desligamento dessa forma só o uso do relé já bastaria para o controle da iluminação, porém por medidas de segurança os interruptores da residência não serão substituídos mas irão trabalhar juntamente com o relé.

Por apresentar um tamanho pequeno ele ficara dentro da caixa de passagem juntamente com o interruptor conectados por uma ligação em paralelo, assim a lâmpada poderá ser ligada pelo interruptor e desligada pelo relé ou vice e versa, uma vez que o relé recebendo os comandos pelo Arduino o sistema se tornara automatizado.

#### **4.1.3 Ethernet Shield w5100**

O Ethernet Shield é um modulo complementar que sendo conectado ao Arduino permite estabelecer uma conexão com a rede local e com a internet, também contém uma conexão para cartão micro SD sendo possível criar um servidor web dentro do Arduino.

**Figura: 4.1** Relé, Internet Shield e Arduino



Fonte: Autor

#### 4.1.4 Módulo de sensor de Movimento PIR

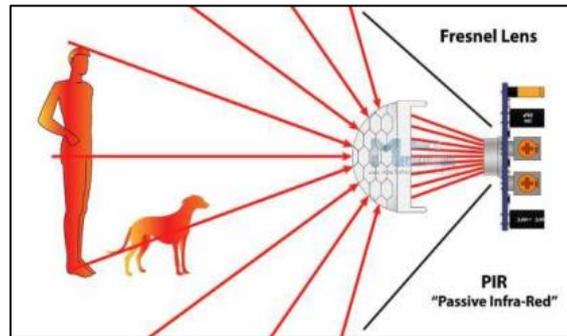
Os sensores de presença mais comuns usam o componente PIR (Passive Infrared Sensor, ou Infravermelho Passivo) como detector de movimentos. No Arduino, temos o módulo PIR DYP-ME003, que une numa mesma estrutura o artefato PIR e também os circuitos necessários para ajuste e controle do sinal de saída.

**Figura 4.2:** sensor de movimento PIR



Fonte: <https://www.marinostore.com/sensores/sensor-de-movimento-e-presenca-pir>

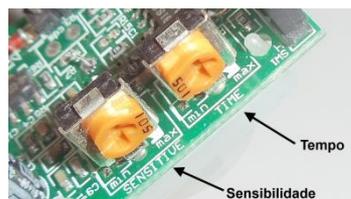
O módulo é composto internamente por duas faixas com material sensível ao infravermelho. Na parte externa, uma espécie de capa/tampa que na verdade é uma lente Fresnel.

**Figura 4.3:** atuação da lente Fresnel

Fonte: <http://circuitoseletricosifg.blogspot.com>

Quando há variação na detecção do sinal infravermelho entre essas duas faixas de material sensível, a saída é acionada por um determinado tempo. A lente Fresnel tem por objetivo dispersar os raios para detectar possíveis ocupações físicas, ampliando o campo de visão do sensor, condensando a luz em um único ponto.

Na figura abaixo é possível observar que o sensor de movimento PIR tem dois reguladores de sensibilidades, onde é possível ajustar a que distância um objeto será identificado variando de um espaço até 7 metros, para, além disso, também é permitido regular o tempo de detecção do objeto variando entre 5 a 200 segundos. Estes procedimentos são realizados nos 2 potenciômetros soldados na placa. (THOMSEN, 2013).

**Figura 4.4:** Reguladores do sensor

Fonte: <http://circuitoseletricosifg.blogspot.com>

O sensor aceita alimentação de 4,5 à 20V, e a conexão com o Arduino utiliza apenas um pino, que apresenta o estado HIGH (alto), ao detectar um movimento, e LOW (baixo) quando não há movimentação perto do sensor.

#### 4.1.5 O sensor de umidade do solo higrômetro

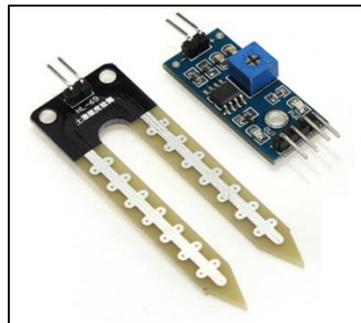
O sensor de umidade do solo mede basicamente o volume de água presente na terra. Se a mesma estiver molhada, menor será a resistência, mas se estiver seca, a resistividade será

maior. Quando a terra está molhada é possível detectar a passagem de corrente do solo que desenvolverá uma diferença de potencial (tensão), que será medida pelo conversor ADC do Arduino (portas analógicas).

Quanto maior a tensão medida pelo Arduino, menor será a umidade do solo. No caso do solo úmido, a tensão deverá ser mais baixa.

A figura abaixo mostra o sensor que consiste em duas partes: uma sonda que entra em contato com o solo, e um pequeno módulo contendo um chip comparador LM393, que vai ler os dados que vêm do sensor e enviá-los para o microcontrolador. (THOMSEN, 2016).

**Figura 4.5:** Sensor de umidade do solo



Fonte: <http://circuitoseletricosifg.blogspot.com>

Além disso o módulo comparador tem um potenciômetro que serve para ajuste da sensibilidade do sensor. Apresenta uma saída analógica (A0) e uma saída digital (D0). A saída analógica será usada para a medição da tensão no sensor de umidade. Existe um resistor de 10K ohms que conecta um dos pinos do sensor ao 5V. O outro pino do sensor está conectado ao terra (GND). (THOMSEN, 2016).

Já a saída digital corresponde à uma comparação de um determinado valor de tensão, feita por um amplificador operacional e ajustada pelo potenciômetro. Através de testes, é possível determinar um valor limite de umidade. Se variar para um valor menor do que o determinado, a saída digital (D0) mudará de estado de HIGH para LOW e o led D0 verde acenderá. Assim um atuador conectado ao circuito como a válvula solenoide liberará água para molhar a superfície.

Para o sistema de irrigação poderia ser possível determinar um tempo no Arduino para o acionamento da válvula de água, porém em um dia de chuva haveria um desperdício de água,

pois mesmo com o solo molhado a água seria liberada, a utilização de um sensor de umidade foi importante e trouxe uma maior precisão para o sistema.

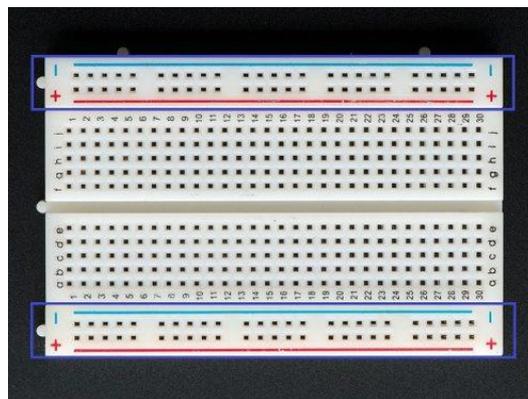
#### 4.1.6 Válvula Solenoide

Um outro equipamento importante para o processo de irrigação foi o uso de uma válvula solenoide, ela funciona como um registro de água abrindo ou fechando a passagem de água do reservatório ou diretamente da rede de água, a válvula é acionada pela passagem de corrente e quando há a ausência de corrente ela permanece fechada.

#### 4.1.7 Protoboard

É uma placa de com furos de conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais a sua grande vantagem é a facilidade de inserção de componentes, uma vez que não necessita de soldagem assim foi possível realizar testes nos circuitos e experimentos antes da montagem final.

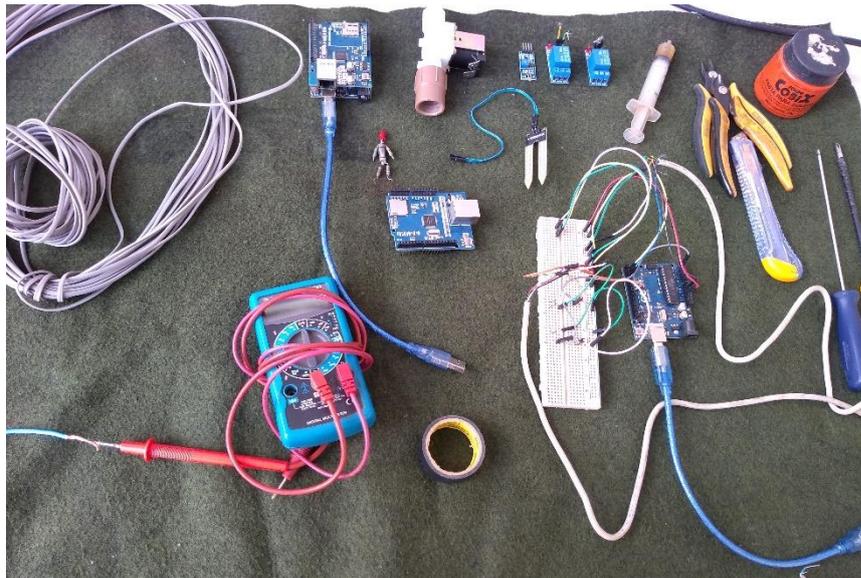
**Figura 4.6:** Protoboard



Fonte: <https://portal.vidadesilicio.com.br/protoboard/>

Os outros materiais e ferramentas utilizados foram fios, solda, ferro de solda, alicate, chave de fenda, fita isolante, conduíte, mangueira, roteador, e passa fio.

**Figura 4.7:** Materiais utilizados.



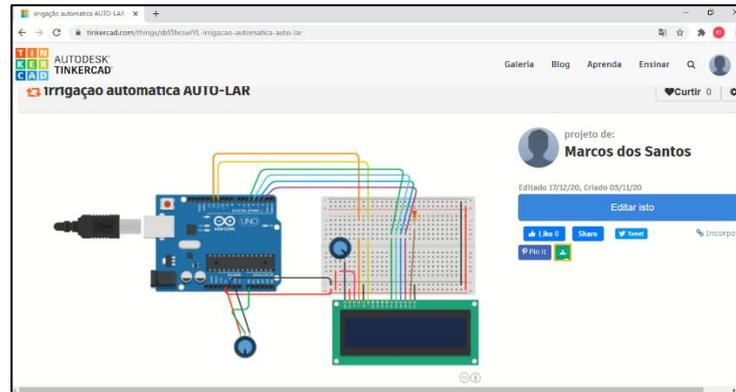
**Fonte:** Autor

## **4.2 Ferramentas de desenvolvimento**

### **4.2.1 Tinkercad**

Uma ferramenta bem interessante que usamos no decorrer do desenvolvimento para testes foi o Tinkercad que é um sistema online de design de modelos 3D em CAD e também de simulação de circuitos elétricos analógicos e digitais, desenvolvida pela Autodesk. Um software gratuito e fácil de usar, encontramos nele uma oportunidade de aprendizagem de programação e testes para o Arduino, além de possuir alguns modelos de placas também contém uma gama de componentes eletrônicos para a montagem de circuitos, visto que a primeira barreira encontrada é a de não possuir os componentes e o microcontrolador em mãos para realizar testes antes da construção.

**Figura 4.8:** Simulador Tinkercad



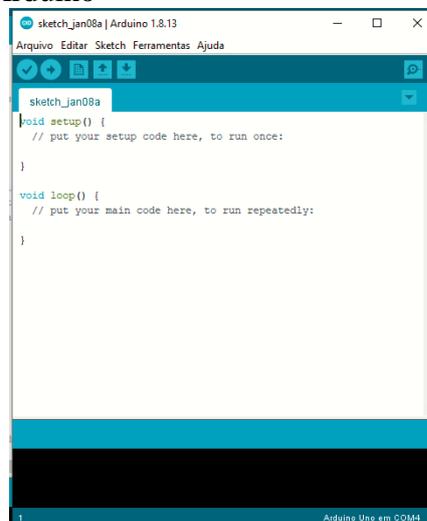
Fonte: <https://www.tinkercad.com/things/2EKE03Cakmr-sensor-de-umidade-lcd-e-leds-umity-sensor-with-leds-and-lcd>

#### 4.2.2 A ide do Arduino

Para desenvolver o programa com os comandos para o Arduino foi utilizado a IDE do Arduino que é um ambiente de desenvolvimento integrado, um espaço onde é encontrado tudo que é preciso para programar a placa baseada nessa plataforma. O Arduino IDE é o software gratuito que facilita o desenvolvimento e a gravação de códigos diretamente no microcontrolador fazendo o upload dos códigos para a placa.

O software em questão conta com um layout bastante completo e de fácil navegação, todas as opções são separadas de acordo com suas funções e possibilitam os mais diversificados procedimentos de forma direta e simples.

**Figura 4.9:** IDE do Arduino



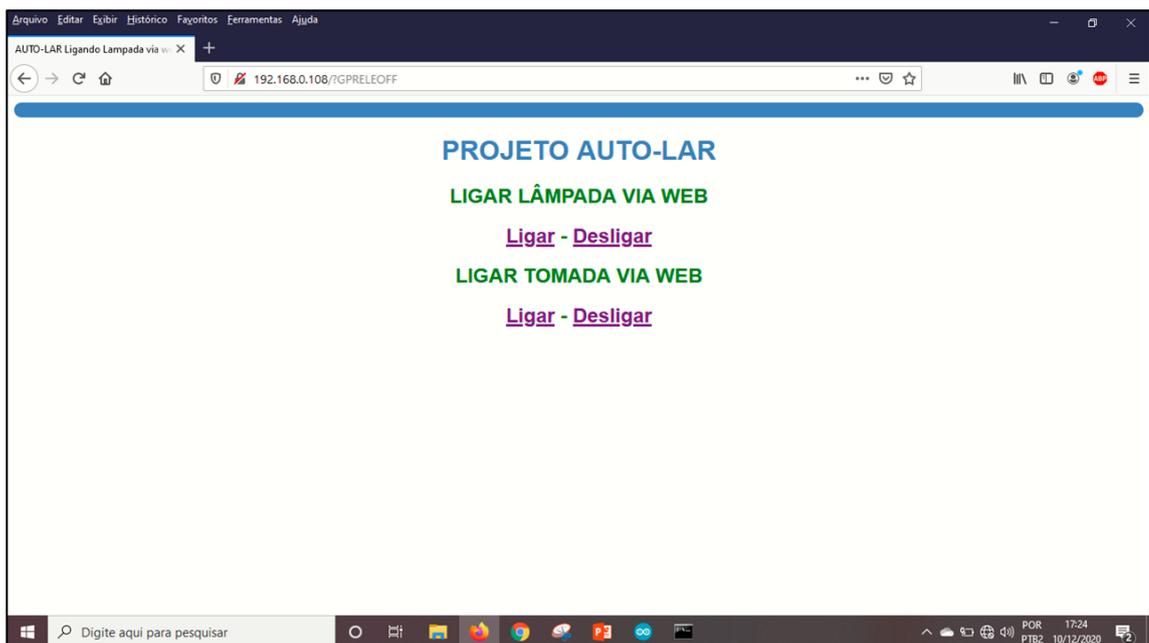
Fonte: Autor

### 4.3 O aplicativo

O sistema é executado na internet ou intranet fazendo o uso dos navegadores web proporcionando maior comodidade e facilidade para o usuário, as ações são executadas de forma remota com integração com o Arduino a qualquer instante, permitindo efetuar alguma mudança de controle, como ligar e desligar as luzes. Inicialmente foi implementado uma interface básica para verificar se todos os itens estão conexos com o Arduino retornando um valor booleano Verdadeiro ou Falso.

Para garantir essa usabilidade em navegadores fizemos a integração entre a programação do Arduino e a programação PHP, Como o Arduino é o processador central os dados serão executados nesse servidor por isso é uma linguagem Server-side, e assim a aplicação não poderá ser copiada por terceiros, todos os processos, rotinas e funções serão feitas no Arduino e o usuário só recebe o resultado no browser em HTML.

**Figura 4.10:** Tela do aplicativo no navegador

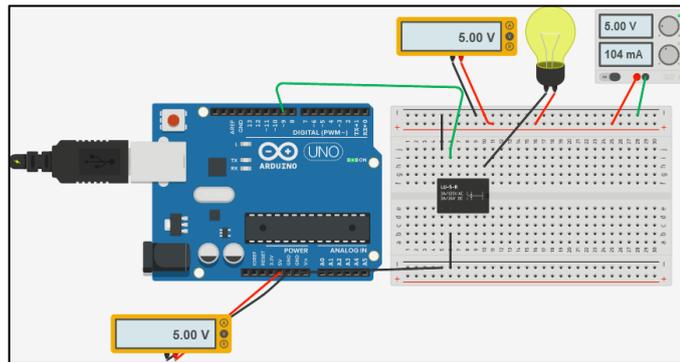


Fonte: Autor

### 4.4 Controle de iluminação

Para acionamento da lâmpada, realizamos os primeiros testes no simulador Tinkercad, nele foi executada a montagem para acionamento de uma lâmpada com uso de um relé permitindo ser ligada e desligada por um determinado tempo repetindo assim o ciclo.

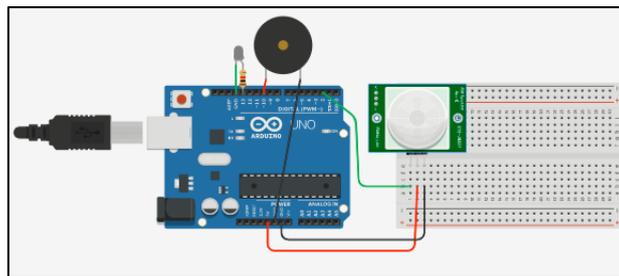
**Figura 4.11:** Circuito para acionamento de lâmpada no Tinkercad



Fonte: Autor

Um outro circuito foi um detector de presença com a função de disparar um alarme, para isso, utilizamos um sensor PIR, um piezo, um led e um resistor, quando um movimento é detectado na área do sensor o led é aceso e o alarme disparado. Para entender seu funcionamento foi elaborado a montagem no simulador para realizar os testes e melhorias.

**Figura 4.12:** Sistema detector de movimento no Tinkercad



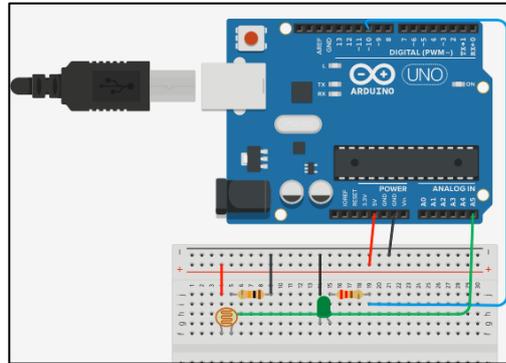
Fonte: Autor

Ao modificar o circuito substituindo o alarme por um relé foi possível acender e apagar uma lâmpada com o sensor de movimento quando uma pessoa estivesse no local, no entanto para que a lâmpada não fosse acionada durante o dia sem necessidade, foi adicionado no circuito um LDR (Light Dependent Resistor), resistor dependente da luz, que detecta a variação de luminosidade em um ambiente.

O LDR, como o próprio nome diz, é um componente cuja resistência varia em função da luminosidade que incide sobre ele, devido ao material fotossensível que cobre o componente. Com a presença de luz a resistência diminui, caso contrário ocorre o aumento com a falta de claridade no local.

A função do programa é realizar a leitura do valor da porta analógica (que deve estar na faixa de 0 a 1024), se existe uma pessoa no cômodo e o valor captado pelo LDR é maior do que 700 (LDR encoberto) a lâmpada acendera.

**Figura 4.13:** Funcionamento do LDR



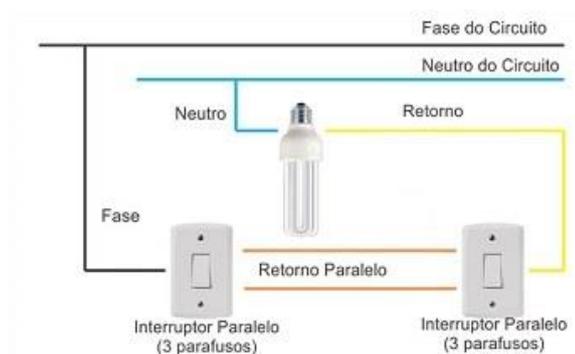
Fonte: Autor

## 4.5 INSTALAÇÃO DO CIRCUITO DOMÓTICO NA RESIDÊNCIA

### 4.5.1 Controle da iluminação

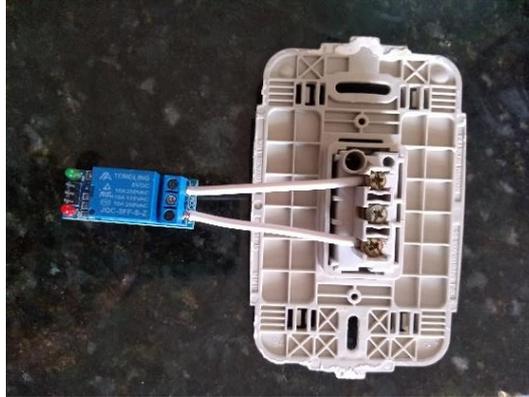
Para o controle da iluminação da casa o sistema se mostrou muito útil e de simples instalação não houve necessidade de nenhuma mudança da fiação elétrica já existente, para o funcionamento do projeto foi necessário utilizar um relé que fez o papel do interruptor, contudo o mesmo não foi substituído, para garantir a usabilidade desse dispositivo foi estabelecido uma ligação do relé com o interruptor em paralelo como mostra o esquema abaixo.

**Figura 4.14:** Ligação em paralelo de interruptores.



Fonte: Autor

**Figura 4.15:** Instalação do relé e interruptor

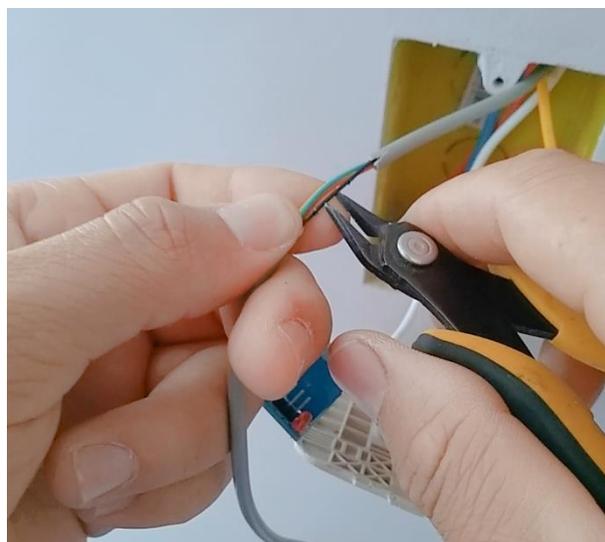


Fonte: Autor

Essa ligação garante que a lâmpada será acionada de forma automática ou convencional, caso o sistema apresente algum problema, como mal funcionamento, ou perda de conexão com a rede o morador pode usar o interruptor até que o problema seja solucionado.

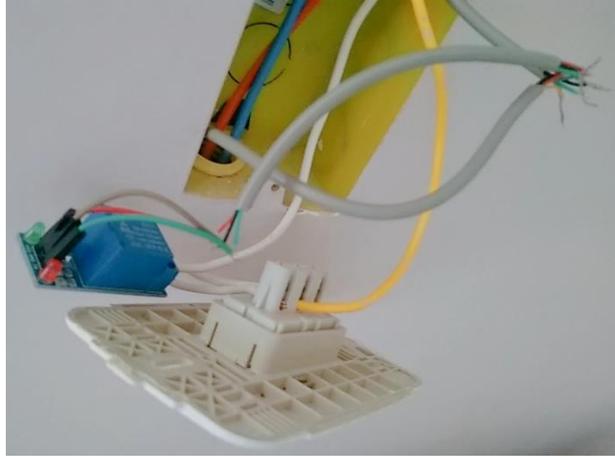
Para a alimentação do relé foi utilizado uma fonte de 5V externa para não sobrecarregar o Arduino, o mesmo contém três pinos, o VCC de alimentação que recebe 5v da fonte o pino de GND que é o terra que foi ligado ao GND do Arduino e o pino de sinal, por onde recebe o comando do controlador para ser ativado ou desativado, como o modelo dotado não funciona via wifi, neste sentido foi ligado por fios de interfone como pode ser observado no esquema abaixo.

**Figura 4.16:** Instalação do relé



Fonte: Autor

**Figura 4.17:** Instalação do relé e interruptor na caixa de passagem.



Fonte: Autor

Na outra extremidade do relé existe três conexões, a central que recebe a fase da rede elétrica e as outras estabelece a ligação paralela com o interruptor, quando o Arduino envia o sinal para o relé ele fecha a interligação entre o comum e o normalmente fechado. Dentro desse contexto o Arduino é o processador central do sistema ele recebera os comandos do usuário e enviara para os atuadores executarem as tarefas, nesse caso o relé irá acender ou apagar a luz.

#### **4.5.2 Controle da tomada**

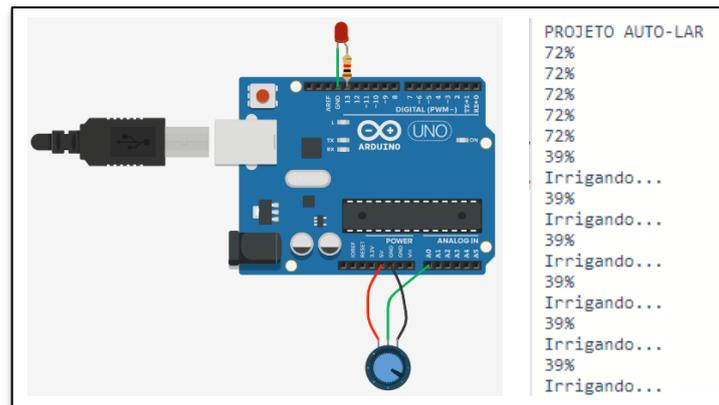
A segunda etapa foi a implementação da tomada com o objetivo de poder ser acionada e desativada pelo celular com a possibilidade de controlar a hora em que a tomada começa e para de funcionar. Para os pais, essa é uma função muito boa, pois podem controlar o período em que as crianças ficam na televisão, por exemplo. Essas tomadas inteligentes são exemplos claros da capacidade e de alguns dos vários benefícios que a automação residencial pode fazer em uma rotina.

A instalação segue o mesmo funcionamento do acionamento das luzes, no nosso sistema a tomada é ligado e desligado pelo usuário quando um comando for enviado ao controlador através da página web, assim o relé libera a passagem de energia para a tomada.

### 4.5.3 Controle da irrigação

Para a montagem do circuito da irrigação automática utilizamos o Tinkercad para validar o esquema elétrico, como o programa não possui um sensor de umidade substituímos por um potenciômetro para simular a variação de água no solo.

**Figura 4.18:** Sistema de sensor de umidade



Fonte: Autor

**Figura 4.19:** Sensor de umidade e valvula solenoide



Fonte: Autor

Para implantação, o solo do local teve que ser nivelado com mais aterro, já que havia irregularidades no terreno que aconteceria o plantio, com o intuito de garantir a fertilidade do solo utilizou-se terra preta de agricultura, já que a mesma contém nutrientes eficazes para a planta. Após realizar este processo, deu-se início a plantação das sementes, em seguida inserido

o sensor de umidade protegido por um conduíte a 7 cm de profundidade regulado para detectar determinado valor de umidade. Como a área de plantio é pequena, foi utilizado um reservatório que armazenava 20 litros de água e estabelecido o encanamento com um registro, e no final uma válvula solenoide que é responsável para liberar a água, o sistema também permite que o regulador de fluxo automático seja ligado diretamente na rede de água sem que haja a necessidade de um reservatório.

Na parte do código é possível determinar em que período do dia deverá ser feita a leitura do solo para acionar a irrigação, se ela será feita de forma constante ou quando ele estiver com umidade baixa, quando isso acontecer a água será liberada. Faz-se necessário enfatizar que tais ajustes dependem do tipo de planta que será irrigada, já que temos variedades das mesmas, onde umas necessitam serem regadas com frequência enquanto outras não.

Por exemplo a alface para germinar precisa de pouca água, uma vez pela manhã e uma a tarde e já germinado com a mudas com 15 centímetros de altura necessita de duas irrigações de 15 minutos pela manhã e 1 no final da tarde sempre mantenedor o solo úmido e não encharcado com um canteiro de 20 centímetros de terra fofa já adubada. (RODRIGUES et al, 2014)

#### **4. 5.4 Dificuldades Encontradas**

As principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do projeto foram:

- Executar a implantação em uma casa real e não em maquetes, visto que a falta de experiência em instalações elétricas residenciais e a falta de praticidade no desempenho das atividades de execução implicaram na execução, contudo pode-se dizer que não foi algo impossível de realizar mesmo com pouco conhecimento.
- Fragilidade dos fios, onde alguns partiram na passagem pelos conduites, o cabo de internet mostrou-se mais resistente.
- Dificuldade de identificar a qualidade e condições dos sensores e placas antes da compra dos mesmos.
- Dificuldade na calibração e ajuste de sensibilidade dos sensores.
- Soldagem dos fios de interfone, pois o material apresentou dificuldade para aderir a solda.

#### 4.5.5 Custo benefício

Notou-se que é possível implementar o sistema domótico em uma residência com o custo baixo, embora o circuito tenha sido simples. Foi notório que o mesmo trouxe comodidade, praticidade e economia. O custo total desse projeto saiu em torno de R\$ 290,00.

**Tabela 4:** Custo do projeto

CUSTOS DO PROJETO		
Arduino Uno e Ethernet Shield	R\$ 120,00	TOTAL
6 Relés	R\$ 48,00	R\$ 290,00
1 Válvula Solenoide 12v	R\$ 60,00	
1 Sensor Pir	R\$ 12,00	
2 Fontes 9 e 12 v	R\$ 20,00	
30 metros fios de rede	R\$ 30,00	

**Fonte:** autor

#### 4.5.6 Avaliação da validade dos artefatos

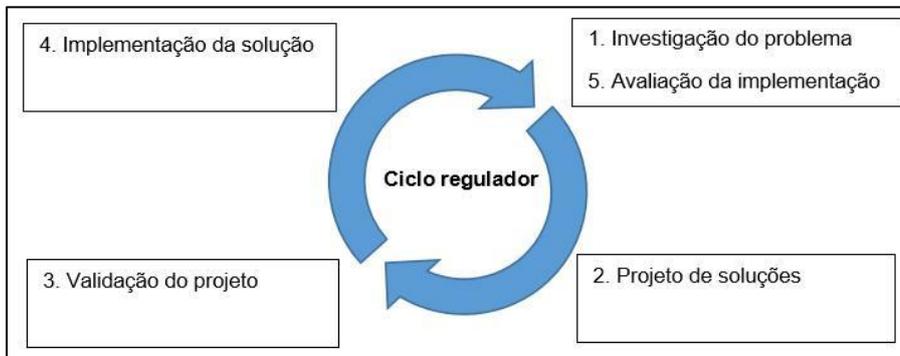
Um ponto importante para desenvolvimento dos artefatos que eles buscam uma solução de um problema do mundo, ou seja, necessariamente o mundo deverá ser mudado e o conhecimento será adquirido a partir dessa mudança.

Soluções desses problemas envolvem a investigação dos objetivos, o alcance de metas estipuladas e a avaliação das soluções pelos interessados sendo os usuários ou profissionais. Já questões relacionadas ao conhecimento, são problemas que não demandam uma mudança no mundo, mas a mudança no conhecimento sobre o mundo que serão aplicadas para validar o conhecimento adquirido. São proposições enunciadas e verificadas como verdadeiras ou falsas para a geração de conhecimento. (WIERINGA, 2009, 2014).

Para resolver estas duas questões, Wieringa (2009) propõe o ciclo regulador, conforme pode ser visto na figura abaixo, que consiste em uma estrutura lógica para a resolução de problemas. Cada uma das cinco etapas do ciclo é útil para conduzir a parte prática das pesquisas,

através de um problema prático, ou que gera novos conhecimentos através de respostas a questões de conhecimento.

**Figura4.20:** Ciclo regulador de Wieringa



Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Ciclo-regulador-de-Wieringa\\_fig1\\_305799894](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Ciclo-regulador-de-Wieringa_fig1_305799894)

### **Investigação do problema**

Esta etapa constitui do processo de investigação e compreensão do problema, para isso foi realizado uma revisão da literatura com foco na utilização do Arduino analisando os estudos já feitos com as soluções encontradas que abordavam possibilidades para sua utilização na resolução do problema, e de modo mais superficial os desenvolvimentos feitos na área de automação com os equipamentos já vendidos pela indústria, para uma comparação do seu valor em relação ao sistema proposto nesse projeto.

Após essa pesquisa foi possível adquirir mais conhecimento e ter uma nova visão das possibilidades do uso do Arduino. Assim cenários foram criados para investigar como ocorre a atuação do usuário em um ambiente sem a automação da iluminação e esse mesmo lugar com a atuação do sistema de automação na residência.

### **Projeto de soluções**

Com base nos conhecimentos adquiridos na etapa anterior demos início a etapa de solução do problema, o primeiro ponto foi decidir o que o sistema deveria fazer, que é acionar a iluminação da casa através de uma aplicação web, podendo ser utilizada de um smartphone, computador ou tablete conectado a rede da residência.

E o sistema de irrigação que deverá cuidar de forma automática sem intervenção do morador do processo de irrigação do local em um intervalo de tempo, se o solo estiver seco, caso tenha chovido ou a umidade ainda estiver dentro da margem aceitável o sistema não será acionado.

Ciente de que somente o Arduino não seria capaz de realizar todo o processo alguns módulos e equipamentos necessários foram usados para auxiliá-lo, como o módulo rele que funciona como um interruptor, o módulo de internet para conexão com a rede e o sensor de umidade para fazer a leitura do solo.

Um outro ponto foi determinar por onde os fios iriam passar e a melhor forma de fazer essa acoplamento, onde optamos por uma conexão em estrela com o Arduino em um ponto central da residência para facilitar as ramificações e distribuição dos cabos, os reles de acionamento das lâmpadas e tomada ficaram dentro das caixinhas dos interruptores para economizar fio para a ligação em paralelo com o interruptor convencional.

Na parte de irrigação pela área ser pequena um reservatório de 25 litros foi usado para armazenar a água, canos, mangueira também foram necessários para sua montagem.

### **Validação do Projeto**

Em seguida é feita a validação do projeto, que consiste em verificar se o projeto realmente atende aos objetivos propostos para resolver o problema e as necessidades dos usuários.

Para confirmar a eficiência e sua usabilidade foram executados alguns testes:

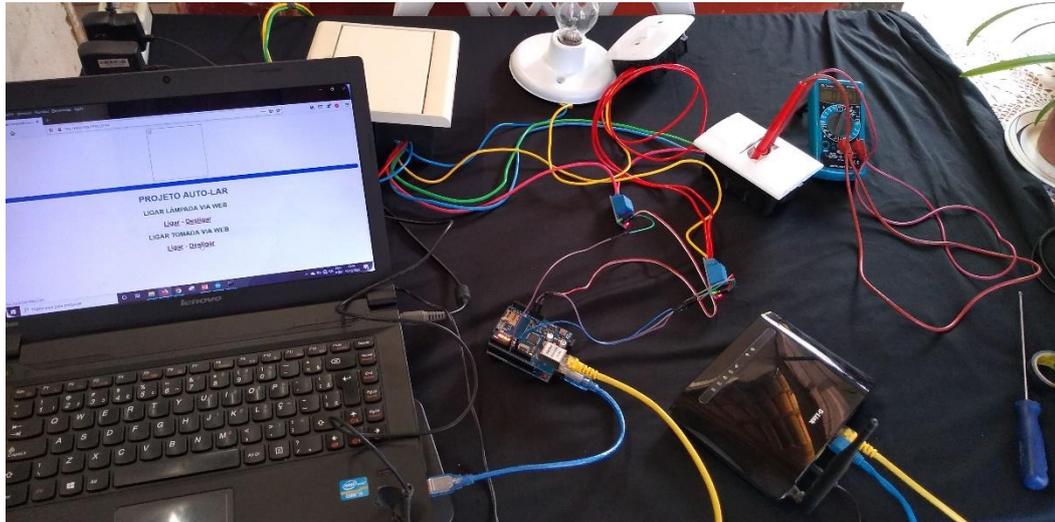
**Simulação:** Testes com dados artificiais no simulador online Tinkercad para verificar a funcionalidade do código e do circuito com dados artificiais, onde foi possível realizar experimentos, descobrir novas possibilidades e realizar mudanças para melhorar o funcionamento do mesmo.

**Teste estrutural:** Foram os testes de cobertura de algumas métricas para a implementação do sistema, como o alcance e tempo de resposta dos comandos dentro da residência, a medição para determinar a faixa de valores para classificar que o solo está úmido ou seco.

**Experimento controlado:** Teste no ambiente interno do sistema, as características de usabilidade com relação a facilidade de uso da ferramenta.

**Teste funcional:** Foi executado as interfaces do artefato no ambiente externo para descobrir possíveis falhas e defeitos, como mostra a figura a seguir foi feita uma montagem do sistema na Protoboard para alguns testes.

**Figura 4.21:** Montagem do sistema para realização de testes



Fonte: Autor

Nessa fase nos deparamos com alguns problemas que não apareceram nas fases de testes anteriores, onde foi necessário um retorno as fases iniciais do ciclo pra análise do problema, busca da solução e testes. Notamos e comprovamos que o Arduino, alguns módulos e sensores não apresentam um bom funcionamento a depender do fabricante do mesmo, após pesquisas descobrimos que alguns modelos do modulo de internet o Ethernet Shield W5100 fabricado na china tiveram falha na construção da placa, apresentando oscilação e queda no sinal da internet bem como folga na conexão do cabo de rede interferindo no funcionamento do sistema.

Em alguns momentos o sistema apresenta grande dificuldade de estabelecer comunicação com o roteador não apresentando a página web, outro ponto é quanto à qualidade de alguns sensores que apresentaram mau funcionamento na medição dos sinais e outros que não funcionaram e tiveram de ser substituídos. Sanados esses problemas podemos passar para a fase de implementação.

### **Implementação da solução**

A próxima etapa é a implementação, execução do que foi planejado nas etapas anteriores, nesse ponto passamos a fiação na residência e instalamos todos os equipamentos colocando o sistema para funcionar, devido à falta de pratica com instalações elétricas tivemos um pouco de dificuldade no início mas o sistema de automação em si não foi difícil de ser instalado.

### **Avaliação da implementação**

A utilização do sistema apresenta um bom funcionamento e simplicidade na execução dos comandos e resposta das tarefas, o usuário tem uma boa resposta no controle sobre o

acionamento das lâmpadas e tomada da residência, e o sistema automático de irrigação tem uma ótima verificação para o controle da umidade do solo.

Para ter acesso as funções do sistema de AR o usuário deve ter um smartphone conectado à rede da casa, algo comum na maioria dos lares, com esse equipamento em mãos ele irá abrir a página web e selecionar qual cômodo da casa terá a lâmpada acesa, basta pressionar o botão e ela será ligada ou desligada. O mesmo processo deve ser realizado para ativar e desativar a tomada, como no sistema existe apenas uma tomada fica fácil sua identificação e uso.

Já o sistema de irrigação é todo automatizado não necessitando de uma interação com o usuário, bastando um reservatório com água e o sensor de umidade enterrado no solo que faz a verificação da variação de resistência no solo através da quantidade de água presente no local onde está o sensor, se o valor estiver dentro de uma faixa determinada como sendo seco ele envia o comando para o Arduino acionar a válvula que libera a água por determinado tempo para a irrigação, após esse tempo a válvula é fechada e a leitura será feita após 12 horas. A regulação dos valores de umidade e tempo de leitura e irrigação vai depender do tipo de plantação do local para que sejam inseridos no código do programa.

#### **4.6 Trabalhos Futuros**

Melhorar a interface da página web.

Fazer um estudo e implementação de medidas de segurança para o acesso a página.

Adicionar dimmer para mudar a intensidade da iluminação nos ambientes.

Adicionar a informação no aplicativo do estado da iluminação no ambiente, se está ligado ou desligado.

Adaptar o projeto para o ESP8266 controlador wifi com preço mais baixo que o Arduino.

Fazer a validação do sistema de irrigação com um modelo tradicional de irrigação para uma determinada plantação.

## 5 CONSIDERAÇÃO FINAL

Ao longo desse trabalho demonstramos o quanto a automação residencial pode ser eficaz no nosso cotidiano e que a adoção deste sistema propicia inúmeras vantagens inclusive ser acoplado em diversos ambientes, podendo compactuar não somente com pessoas ditas “normais”, mas também com aquelas que têm limitações motoras. Com a automação residencial o morador realiza um investimento de custo variado, além de garantir economia, segurança, comodidade e aplicações que variam dos mais simples aos mais luxuosos.

Por meio das contribuições teóricas que por sinal foi uma das metodologias debruçada para enriquecer a pesquisa, notou-se que a AR é um recurso que compactua de forma benéfica a vida dos moradores que aderem os sistemas e suas inovações, para além disso, ela é algo de valoriza e promove um ambiente acolhedor, sofisticado e moderno.

Uma das grandes vantagens de adotar o sistema domótico é a economia que ela proporciona, além de compactuar com a sustentabilidade, pois sabemos que os recursos naturais tendem a ficar limitados com o passar do tempo e procurar diminuir ao máximo os gastos desnecessários no nosso dia a dia é algo primordial tanto para garantir uma vida mais balanceada quanto um futuro melhor para a nossa próxima geração, para isso é fundamental recorrer a situações que busque aprimorar nossos hábitos e os recursos tecnológicos cada vez mais tem sido um ótimo aliado.

Pode-se perceber neste estudo que automatizar pequenas atividades comuns em nosso dia a dia tais como; lâmpadas, tomadas e irrigações automáticas, não é algo complexo ou longe do alcance de pessoas que possuem baixa renda, uma vez que os instrumentos utilizados demonstraram serem de baixo custo e fáceis de se encontrar, além disso, são simples descartando toda ou quaisquer dificuldades no uso dos sistemas. O que fortifica e valida à hipótese em questão que era desenvolver um sistema domótico de custo acessível e prático.

Diante de tais evidencias, também foi possível observar e concluir que os produtos utilizados no desenvolvimento desse projeto foram bem mais simples comparados a outros encontrados no mercado, que possuem equipamentos mais sofisticados, porém com preços mais elevados, entretanto são dispositivos que promove os mesmos resultados dos que foram dotados nas instalações da residência do usuário.

Outro ponto percebível é que as interações entre o usuário e artefato foram de extrema importância isso possibilitou um estreitamento entre ambos, evitando estresse ou aborrecimento com o uso do sistema, proporcionando assim uma experiência agradável e interessante.

Algo bastante gratificante, foi entender as possibilidades que o Arduino tem de executar e desenvolver soluções, uma vez que com ele é possível conectar o mundo físico ao mundo digital, além do mais, o mesmo possui uma quantidade enorme de sensores e componente que pode ser utilizado em vários projetos podendo de criar, construir ou até mesmo melhorar o funcionamento de equipamentos, sem contar que é um recurso fácil de trabalhar contém uma linguagem e estrutura simples de programação possibilitando mesmo a programadores iniciantes desenvolver sistemas dos mais simples aos mais complexo.

Desenvolver os artefatos e implementá-los em uma residência foi um tanto desafiador, já que a falta de experiência na área elétrica era restrita, sem contar que foi algo inovador para mim, contudo foi uma experiência bastante gratificante, uma vez que ela proporcionou e despertou ainda mais anseio por automação e seus benefícios, perante isso, fomentou interesse por desenvolver outros artefatos domésticos e até mesmo aprimorar os que foram implementados no ambiente residencial, visando compactuar com afazeres do cotidiano e ampliar o conhecimento sobre as possibilidades que o ramo tecnológico propicia.

## 6 REFERÊNCIAS

- BERSCH, Rita. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre- RS, 2017. Disponível em [https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf) acesso 25 de outubro de 2020.
- BUNEMER, Ricardo. Domótica Assistiva Utilizando Sistema Integrados de Supervisão e Controle. 2014. 163 f. dissertação (mestrado em engenharia mecânica) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2014.
- CEZAR, Edvandro Roberto da Silva. **A domótica criando conforto e segurança**. Revista Ubiquidade, ISSN 2236-9031 – v.3, n.2 – jul. a dez. de 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/Paula/AppData/Local/Temp/1674-Texto%20do%20artigo-3107-1-10-20201221-1.pdf>. Acesso em 21 de novembro de 2020.
- Ciência & Saúde Coletiva. vol.17 no.7 Rio de Janeiro July 2012. Acessibilidade de pessoas com deficiência ou restrição permanente de mobilidade ao SUS. RJ, 2012. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-8123201200070002](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-8123201200070002) 2 acesso em 25 de novembro, 2020.
- DOMINGUES, Ricardo Gil. **A domótica como tendência na habitação: aplicação habitações de interesse social com suporte aos idosos e incapacitados**. Rio de Janeiro, 2013. 147 f. Dissertação (mestrado em engenharia urbana) - Universidade Federal do Rio de Janeiro . Rio de Janeiro, 2013.
- DRESCH, M.Sc. Aline ; LACERDA, Daniel Pacheco. **Design science e de design science research: Método de pesquisa para o avanço da ciência e da tecnologia**. São Carlos, 2013.
- DRUZIAN, Ana. Agricultura: combate ao desperdício. Edição 234. Agosto, 2015. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/combate-ao-desperdicio> Acesso em 26 de novembro, 2020.
- FERNANDES, C.C; LOPES, G.T. **Introdução ao Arduino**. 2008. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/35379935/Introducao-ao-Arduino-Get-Starter-com-Arduino>. Acesso em: 10 de novembro de 2021.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Método de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf> acesso 08 de dezembro de 2020.
- GLOBO RURAL. **Equipamento ajuda pequenos agricultores a economizar na irrigação**. Edição do dia 26/03/2017. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2017/03/equipamento-ajuda-pequenos-agricultores-economizar-na-irrigacao.html> acesso em 25 de novembro, 2020.
- JÚNIOR, Pedro Vicente Prata Fazano. Projeto domótico para ambientes inteligentes baseado nas tecnologias Arduino e google android. Assis, 2013. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/argTccs/1011330638.pdf>. Acesso 07 de outubro de 2020.

LACERDA, Daniel Pacheco. Et al. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção.** *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761. 2013.

LIMA, Fábio soares de. **A automação e sua evolução.** - Lagoa nova, Natal, RN, Brasil, 2003.

MAZZOTTA, Marcos J. da Silveira; D'ANTINO, Maria Eloísa Famá. **Inclusão social de pessoas com deficiências e necessidades especiais: culturas, educação e lazer.** Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-12902011000200010](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902011000200010). Acesso 25 de outubro de 2020

MORAIS, Danielle Costa. **Inovação e gerenciamento para redução de perdas em sistemas de abastecimento de água.** Curitiba – PR. 2002. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002\\_tr81\\_0277.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr81_0277.pdf) acesso: 04/11/20.

NUNES, Anderson vieira veloso. **Os desafios da implementação da informática como disciplina no ensino médio.** Rio de Janeiro, 2007.

REIS, Rayllon Rodrigues Sousa, et al. **Integração da plataforma Arduino na automação residencial utilizando componentes de baixo custo.** 2014. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/5jice/paper/viewFile/6392/3199>. Acesso 16 de junho de 2020.

ROGGIA, Leandro; FUENTES, Rodrigo Cardozo. **Automação Industrial.** Santa Maria – RS, 2016. Disponível em: [http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/arte\\_auto\\_macao\\_industrial.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18451/material/arte_auto_macao_industrial.pdf) acesso, 04/06/2020.

ROSÁRIO, João Maurício. **Automação industrial.** – São Paulo: Baraúna, 2009.

SANTOS, Guilherme. **O que é automação industrial?.** 2017.

SILVA, Mauricio cessar; GAMBARATO, Vivian. T.S. **Domótica e tecnologias utilizadas na automação residencial.** Tekhnee Logos, Botucatu,SP,V.7,n.2, Abril,2016.

SIMON, H. A. *The Sciences of the Artificial.* 3rd ed.Cambridge: MIT Press, 1996 .

SOARES, F.S.; CAMARGO,N.O. **História e pirâmide da automação industrial.** –Teixeira de Freitas, 2010.

SUENARI, Marlon. *Agricultura moderna: conheça o conceito de fazendas inteligentes.* 2019. Disponível em: <https://blog.img.com.br/transformacao-digital/conheca-fazendas-inteligentes/> acesso em 26 de novembro, 2020.

THOMSEN, Adilson. **Acendendo uma lâmpada com sensor de presença .**2013. disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/acendendo-uma-lampada-com-sensor-de-presenca/> . Acesso em: 05 de julho. de 2020.

\_\_\_\_\_. **Automação Residencial com Arduino.** 2014. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-Arduino/>. Acesso em: 05 de julho. de 2020.

\_\_\_\_\_. **Monitore sua planta usando Arduino.** 2016. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/monitore-sua-planta-usando-Arduino/> Acesso em: 10 Agosto. De 2020

TRACZ, Diego, et al. Blumen -Automação Residencial. 2019. Disponível em: <http://pr1.sinapsedainovacao.com.br/pr1/ideia/blumen-automacao-residencial>

VIANNA, Gabriel Pereira. Domótica: Automação residencial com baixo custo utilizando o Arduino. Lages, 2018. 63 f. monografia (Bacharel em Engenharia Elétrica) - centro universitário- Unifacvest. Lages, 2018.