

APLICAÇÃO DO ARDUINO UNO EM SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Gabriel Alexandre dos Santos¹
Prado Campos, Thiago²
Gorski Da Silva, Fernando Henrique³
Borsato, Carlos Roberto⁴
Silva, Graziella dos Santos Portes⁵

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma abordagem sobre a possibilidade e análise da concepção de casas ou residências inteligentes, a partir do uso de microcontroladores Arduino UNO. Este artigo possui como objetivo avaliar o emprego deste dispositivo microcontrolado para a ativação/desativação de diversos dispositivos em casas. O uso do Arduino pode ser explicado por ser uma escolha barata, fácil de manipular e que possui muitos recursos. Realizou-se uma pesquisa bibliográfica a partir de outros trabalhos científicos, buscando enfatizar a importância de se ter uma ferramenta prática, de bom custo-benefício e que permita que estudantes e projetistas consigam realizar diversas montagens, inclusive com relação à automação residencial, proporcionando maior conforto e acessibilidade aos usuários. Concluiu-se que o uso do Arduino UNO para a utilização em casas inteligentes é viável, inteligente, ao alcance dos profissionais dessa área.

Palavras-chave: Casa inteligente. Arduino UNO. Automação.

1 ABSTRACT

The present work presents an approach on the possibility of designing smart homes or residences, using Arduino UNO. This article aims to evaluate the use of this microcontrolled device for the activation / deactivation of various devices in homes. The use of Arduino can be explained because it is a cheap choice, easy to handle and has many features. A bibliographic search was carried out based on the contributions of others academic works, seeking to emphasize the importance of having a practical, cost-effective tool that allows students and designers to carry out various assemblies, including with regard to home automation , providing greater comfort and accessibility

¹ Estudante de Engenharia Elétrica - Centro Universitário Campo Real

² Graduado em Engenharia Elétrica. Mestrado/Especialização em Educação Profissional e Tecnológica. Professor no Centro Universitário do Campo Real.

³ Graduado em Engenharia Elétrica. Professor no Centro Universitário do Campo Real.

⁴ Graduado em Engenharia Elétrica. Professor no Centro Universitário do Campo Real.

⁵ Doutora em Química, professora dos cursos de engenharia civil, elétrica, mecânica, produção, agronomia e administração do Centro Universitário Campo Real.

to users. It was concluded that the use of Arduino UNO for use in smart homes is feasible, smart, within the reach of professionals in this area.

Keywords: *Smart home. Arduino UNO. Automation.*

2 INTRODUÇÃO

O ser humano procura constantemente simplificar e organizar suas tarefas em busca de mais tempo livre, maior produtividade, conforto e bem-estar. Nesse sentido, diversos dispositivos que facilitam nossa vida são desenvolvidos todos os anos (COSTA, 2018).

O surgimento da automação possibilitou que atividades repetitivas fossem feitas por máquinas. Seu desenvolvimento foi impulsionado pelas indústrias, pois ao utilizar a automação, as indústrias diminuem os custos de produção, aumentam a qualidade dos seus produtos e os robôs podem ser levados a ambientes de trabalho que seriam inadequados para pessoas, como em lugares com ruído excessivo, altas temperaturas e que envolvem risco a vida dos trabalhadores (COSTA, 2018).

Pelo fato de a tecnologia estar, aos poucos, cada vez mais acessível, nos últimos anos, a automação esteve e está ficando mais presente dentro das casas. Além disso, surgiram os dispositivos *open source* (que possuem seu código livre) possibilitando a elaboração de sistemas de automação personalizáveis (COSTA, 2018).

A automação residencial é vista, muitas vezes, como um investimento alto, entretanto, os principais objetivos da automação é a economia de dinheiro, proporcionar mais tempo livre, maior segurança e uma qualidade de vida melhor para as pessoas, ou seja, a automação nem sempre está alinhada a uma casa de luxo, mas sim a proporcionar maior conforto às pessoas conforme suas necessidades (Simplício et al, 2018).

A automação é uma tecnologia ligada ao aproveitamento de sistemas eletrônicos, mecânicos e computacionais. Automação residencial tem tido como premissa fundamental a busca pela melhoria da qualidade de vida das pessoas, ampliar a segurança e tornar fácil algumas rotinas caseiras, procurando integrar todos os cômodos possíveis em um domicílio (TEIXEIRA; ZIPPIN, 2013).

A palavra domótica tem sua origem na união dos termos *domus*, do latim, casa e robótica, que significa uma tecnologia de controle de locais em um domicílio a partir de um equipamento, para atender diversas necessidades (PILOTI, 2014).

É uma tecnologia recente responsável pelo gerenciamento dos recursos do domicílio e resume o que tem sido chamado de *smart home*, residência inteligente e casa inteligente. A domótica é considerada interdisciplinar, por fazer a integração de diversas tecnologias nas casas, contemplando uma variedade de conhecimentos, disciplinas e profissionais das mais diversas áreas (OLIVEIRA, 2016).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de automação residencial de baixo custo controlado pela voz e por dispositivos móveis. Sendo assim, esse trabalho é focado no uso do Arduino UNO, pois este apresenta muitas funções, e tem um valor razoavelmente baixo.

Como objetivos auxiliares tem-se: conhecer a história da automação residencial, compreender os princípios que devem ser levados em conta em um projeto de automação, o funcionamento e detalhamento do Arduino UNO,

Na região não é encontrado empresas que desenvolvam automação residencial. Além disso, existem poucos materiais na internet sobre automação de baixo custo controlada por voz. Visto isso, despertou o interesse por elaborar o presente trabalho.

Ainda, o sistema traz segurança e comodidade para as pessoas, em especial para as com deficiência e idosas, por meio de tarefas que podem ser realizadas pela voz ou pelo smartphone.

3 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação despontou com a intenção de proporcionar a melhoria da qualidade dos produtos, visando a diminuição do número de falhas produtivas e minimizar o tempo de produção, a partir da troca do trabalho de colaboradores por certos modelos de máquinas, especialmente, em tarefas repetitivas dentro dos processos fabris. Desse modo, sustenta-se que o uso do moinho hidráulico, em grande proporção, para o abastecimento de farinha no século X, constitui a origem das

iniciativas do ser humano em tornar o trabalho automático, mesmo de maneira primitiva (D' ANGELO, 2014).

No entanto, processos automatizados foram ter relevância realmente, na segunda metade do século XVIII, com a alteração do sistema produtivo, de características artesanais e rurais, para o industrial, com a criação de dispositivos simples e quase automáticos (DINIZ, 2019).

Com o progresso tecnológico adquirido no século XX, os sistemas alcançaram maior automatismo, com o maquinário realizando com mais velocidade e precisão as tarefas, podendo inclusive, executar atividades com maior perigo para os colaboradores, evitando que muitas vidas ficassem em risco (DINIZ, 2019).

Outro acontecimento importante para o setor de automação foi o aparecimento das primeiras máquinas elétricas, no meio do século XIX. Porém, apenas no fim deste século, essas máquinas evoluíram, usando a passagem de corrente elétrica em cabos, interagindo com o campo magnético fabricado por ímãs (D' ANGELO, 2014).

O surgimento dos transistores, um dispositivo semicondutor com condições de realizar o controle da circulação de corrente em certos circuitos, no ano de 1947, contribuiu para a evolução da automação. Com a utilização deste componente e da Eletrônica como um todo, vários dispositivos eletroeletrônicos foram possíveis, inclusive os computadores industriais. Apesar dos equipamentos microprocessadores passarem a ter a sua venda somente na década de 1960, os primeiros robôs mecânicos já utilizavam sistemas com esta tecnologia, incorporando partes elétricas com mecânicas (DINIZ, 2019).

A década de 1970 é tida como um marco relevante na história da domótica, pois foram criados os primeiros equipamentos inteligentes para automação de residências, o X-10. Este protocolo é uma linguagem onde equipamentos que possuem compatibilidade conseguem se comunicar entre si, a partir de um canal de comunicação elétrico, isto é, uma tecnologia que não utilizava cabeamento novo. Ele é recomendado para aplicações autônomas e não agrupadas. Um dos problemas que possui é de funcionar somente com funções que possuem dois níveis lógicos, como se fosse um liga-desliga (BREDA, 2016).

Na década de 1980, com o desenvolvimento da Tecnologia da Informação e Comunicação - TIC e o aparecimento de interfaces compatíveis e com funcionamento simples, outras possibilidades para a automação começaram a entrar no mercado. No entanto, é no final da década de 1990, que aparecem um grande número de dispositivos para esse mercado. Surgiram o celular e a internet, trazendo o gosto pelas novas tecnologias e por sua forma de facilitar as coisas para as pessoas (BREDA, 2016).

Nos dias de hoje alguns sistemas de automação residencial estão disponíveis para a compra no país e, em todos eles, o sistema de iluminação merece destaque.

A empresa iHouse é considerada a precursora no território nacional em tecnologia embarcada nesse segmento. Já no ano de 2006, em São Paulo, surgiu o primeiro conjunto de apartamentos do futuro, em um projeto chamado Brazilian Art. Outras construções luxuosas também foram lançadas em diversas cidades brasileiras, por grandes corporações que possuíam parceria com a iHouse. A partir do ano de 2020, não só os empreendimentos de luxo que estavam contando com essa tecnologia, mas sim, o médio padrão, com o lançamento dessa mesma empresa, para esse nicho de mercado. Em 2012, ela investiu em uma linha de produtos premium, que tinham tecnologia Wi-Fi, que possibilitava a automatização de casas e escritórios, sem precisar de construir alguma infraestrutura para isso (WANZELER, 2015).

GDS Automação é uma empresa que provê soluções de domótica para todos os tipos de locais, que podem ser domicílios, prédios, escritórios, fazendas, hotéis, entre outros. A ideia é proporcionar valor para o cliente, para o seu ativo, além de comodidade, segurança e satisfação. A empresa oferta um sistema domótico que realiza controle de áudio, iluminação, ar condicionado e irrigação, por meio de smartphones ou tablets. Os projetos são personalizados e procuram atender o que o cliente deseja (WANZELER, 2015).

QualiHouse surgiu com as aspirações de dois engenheiros que desejam trabalhar com tecnologia de ponta para a automação, pensando no melhoramento de vida dos indivíduos. Tem desenvolvido projetos com cabeamento estruturado, automação residencial e segurança, além de oferecer produtos interessantes no ramo da domótica, com o Simplifies. Trata-se de recurso apropriado para domicílios,

escritórios e condomínios, que querem melhorar a economia energética, o bem-estar e a segurança. Ele é constituído por módulos que fazem a automação, pelo servidor chamado SimpleHome, por sensores, atuadores, câmeras, roteadores, entre outros. desse modo, a partir de um computador pessoal, SmartTV, smartphones ou tablets, pela rede interna ou internet, consegue-se fazer o monitoramento e o controle de vários elementos ligados ao sistema, como cortinas, lâmpadas, motores, sirenes, dentre outros. O Simplifies é um sistema modular simples, onde os espaços são automatizados por meio de um interfaceamento de rede elementar e intuitivo que possibilita o ingresso a partir de um navegador de internet (WANZELER, 2015).

Utilizar um sistema de automação infere diversas vantagens, entre elas, o conforto merece ênfase, pois, as tecnologias possibilitam controlar certos requisitos que transformam a qualidade de vida dos clientes. A segurança é primordial, podendo-se alertar sobre algum episódio de furto ou começo de incêndio. O gerenciamento dos dispositivos pelo sistema possibilita economizar na energia elétrica, a partir de uma programação que aciona ou não certo equipamento (GOMES; SILVA; GELACKI, 2016).

As vantagens que podem ser inferidas pelas pessoas de uma residência automatizada:

Quadro 1: Vantagens da Automação

Vantagens	Descrição
Comodidade	Adequação de várias variáveis a partir de um único interfaceamento, como por exemplo, adequação de temperatura das piscinas, ar condicionado, por meio de um único interfaceamento.
Economia energética	A energia pode ser usada quando for preciso, pois, é possível controlar a iluminação, sensores, a temperatura do local, dirimindo dispêndios supérfluos.
Acessibilidade	Sistemas automáticos com tecnologia touchpad e reconhecimento por voz, permitem aos indivíduos com necessidades especiais, o controle do local em que está sendo, ligando uma lâmpada, uma televisão, controlando dispositivos, o que possibilita a ele, ter maior autonomia.

Conforto	Itens como temperatura do cômodo, acionamento ou não de luminárias e portões, podem ser controlados previamente, fornecendo um ambiente mais aconchegante, quando estiverem de volta ao domicílio.
Segurança	Opção de fazer com que a casa do cliente pareça estar ocupada, a partir do acionamento de vários dispositivos).

Fonte: Adaptado de Wanzeler (2015)

As desvantagens básicas relativas ao uso da automação são: precisa-se de mão de obra especializada, tem investimento alto e a dificuldade de integração entre soluções distintas de domótica, graças à utilização de sistemas proprietários (D' ANGELO, 2014).

Essas desvantagens podem ser minimizadas utilizando programas e dispositivos *open source*, dos quais o presente trabalho aborda.

As premissas esperadas em uma solução de automação residencial são escalabilidade, que significa facilidade de reprodução do sistema, flexibilidade, que é a oportunidade de se modificar o local e a topologia de sensores sem dificuldade e também ser atualizável, ou seja, modificar e adicionar outras funções em um sistema, de maneira que ele não caia em obsolescência, isto é, o seu desenvolvimento continua de acordo com o surgimento de novas tecnologias (WANZELER, 2015).

É importante frisar que o sistema de automação residencial precisa atender às quatro premissas fundamentais de uma construção, que são: energia, comodidade, segurança e comunicação (WANZELER, 2015).

É necessário que haja uma plena integração entre os subsistemas, com todos os sistemas usando o mesmo padrão de comunicação. No entanto, isso pode não ocorrer, sendo que cada organização no ramo da Domótica, tem o seu padrão específico de comunicação. A falta de um padrão definido resulta em várias combinações de redes, que tem ou não compatibilidade entre elas, o que pode atrapalhar a implementação do sistema ou aumentar a sua dificuldade e os gastos, sendo um obstáculo para esse tipo de tecnologia (D' ANGELO, 2014).

2.1 ARDUINO

O Arduino surgiu a partir de um projeto do educador Massimo Banzi, realizado no Instituto de Design de Interação, na Itália, em 2005. Junto com os colaboradores que trabalhavam com ele, pensou em criar uma placa eletrônica que ajudasse em tarefas escolares e tivesse um custo menor que os sistemas parecidos daquela época. Desse modo, conceberam uma plataforma de criação de projetos eletrônicos simples com base microcontroladores de baixo custo (AMARAL; SILVA, 2017).

O professor tinha a missão de lecionar eletrônica e programação de microcomputadores para os discentes do curso de Design, no entanto, era muito complicado, pois, os discentes não eram nem do ramo da eletrônica nem da programação, além da falta de placas robustas e baratas no mercado (WANZELER, 2015).

Então, tanto Banzi quanto o engenheiro D. Cuartielles, resolveram fazer a própria placa, contando com o auxílio de um estudante, D. Mellis, que ficou por conta de desenvolver a linguagem de programação que seria utilizada no Arduino (AMARAL; SILVA, 2017).

Gianluca Martino foi a pessoa que se responsabilizou por produzir o protótipo que seria comercializado em grande escala. No início, foram produzidas apenas 200 placas, comercializadas com instituições escolares, obtendo uma lucratividade de, aproximadamente, um euro para cada. Tempos depois, a organização americana chamada Sparkfun, resolveu vender as placas, iniciando com vinte. No ano de 2010, estima-se que foram vendidas 40 mil. Dessa forma, começou a história da plataforma que é usada em todo o planeta, nos vários modelos de projetos que possam existir (WANZELER, 2015).

Arduino pode ser compreendido como uma plataforma *open source* para prototipagem eletrônica, com condições de conhecer o local a partir de seus dispositivos conectados em suas portas de entrada e atuar em ambientes através de dispositivos inclusos e atuadores (SILVEIRA; GONÇALVES, 2016).

A confecção das placas pode ser realizada manualmente ou adquiridas previamente construídas, os chamados shields, que possibilitam acrescentar funcionalidades ao microcontrolador. Assim, o seu propósito é a implementação de ferramentas disponíveis, com valores reduzidos, fáceis e dotadas de flexibilidade,

podendo ser usadas em residências ou instituições comerciais. Sua utilização, ainda, pode ocorrer de maneira independente ou ligado a um computador pessoal, disponibilizando informações e serviços (SILVEIRA; GONÇALVES, 2016).

De acordo com Tófoli (2014), o Arduino constitui uma placa que possui software livre para programação, podendo ligar demais circuitos externos, tais como, sensores, motores de pequeno porte, relés, chaves, displays, gps e diodos emissores de luz – *Light Emitting Diode* (LED).

Em uma outra definição, segundo McRoberts (2011, p.22, apud COSTA, 2018, p.4), "Arduino é um pequeno computador que você pode programar para *processar entradas e saídas* [grifo nosso] entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele."

De acordo com Portes (2014), essa plataforma tem a possibilidade de receber dados a partir de sensores, tais como: umidade, vibração, fumaça, infravermelho, presença, temperatura e, após o devido processamento feito pela unidade processada, considerada a parte inteligente do mecanismo, tem a possibilidade de ativar ou não saídas, que podem ser motores pequenos, relés, lâmpadas e LEDs. Como se sabe, tem um oscilador que trabalha em frequência fixa de 16 MHz, um regulador de diferença de potencial de 5 V, pinos de ligação e uma porta USB.

Sua composição passa por dois componentes fundamentais: a placa do Arduino propriamente dita, onde são conectados os dispositivos fisicamente, e a chamada IDE *Integrated Development Environment*, que constitui o programa feito no computador, onde são escritos os códigos que resultarão em comandos que serão enviados a placa do dispositivo (DINIZ, 2019).

O Arduino se comporta como se fosse um pequeno computador onde o indivíduo pode programar suas entradas e saídas, acionar dispositivos externos para executar alguma operação e até transmitir uma informação. Dentro da domótica, ele é tido como uma plataforma embarcada, que trabalha programas e componentes eletrônicos. Pode ser usado para a concepção de elementos autônomos interativos ou ligado a uma máquina, uma rede local ou na internet, sendo capaz de mandar uma série de dados lidos em um sensor para certo site. Ele pode, também, ser conectado

a vários dispositivos, como displays, motores, receptores por satélite, módulos Wi-Fi, componentes eletrônicos, entre outros (DINIZ, 2019).

Ele tem contato com o ambiente exterior por meio de sensores e atuadores que podem ser de vários modelos; os sensores recebem informações relevantes relativas com certa ocorrência e mandam para a plataforma, que fará o processamento e irá ligar os atuadores para fazer as atividades previamente programadas ou solicitadas por uma pessoa a partir de um celular que esteja na rede onde o servidor se encontra instalado (CAMPOS, 2014).

Segundo Tófoli (2014), o Arduino UNO tem 14 pinos que podem ser utilizados como entrada ou saída digital. Eles trabalham com 5V, no qual cada pino recebe ou oferece uma corrente que pode ser de, no máximo, 40 miliamperes (mA). Para todo pino, há, internamente, um resistor de pull-up, que pode ser acionado por programa. Alguns pinos são destinados a funcionalidades específicas, conforme o Quadro 1 exemplifica.

Quadro 2: Funcionalidade de pinos específicos

Funcionalidade	Pinos	Descrição
Comunicação serial	0 e 1	Podem ser usados, visando a comunicação com o computador. Desse modo, ligar algo nestes pinos, pode levar a perturbações na comunicação, inclusive causando erros na gravação na placa
<i>Pulse Width Modulation</i>	3, 5, 6, 9, 10 e 11	Tem capacidade para serem utilizados como saídas do tipo modulação por largura de pulso, a partir da funcionalidade <i>analogWrite()</i> .
Interrupção externa	2 e 3	Podem ser ajustados para realizar uma interrupção externa, por meio da funcionalidade <i>attachInterrupt()</i> .

Fonte: Adaptado de Tófoli (2014)

Assim, os pinos que estão entre o 0 e o 13, são classificados como pinos digitais de entrada e saída. Este montante de 14 pinos podem ser usados, de acordo com a programação realizada anteriormente. Do lado contrário, no UNO, há 6 pinos

analógicos, que podem ser usados apenas como entradas, recebendo amplitudes de tensão advindas de um sensor, por exemplo, e convertendo em um valor no intervalo entre 0 e 1023. Dentre todos os pinos digitais, que são 14, os pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11 podem ser utilizados como saídas analógicas (CAMPOS, 2014).

As entradas analógicas da placa Arduino UNO possuem uma resolução de 10 bits. O valor de referência do conversor analógico para digital está conectado internamente em 5V, portanto, quando o Arduino ler o valor de uma entrada analógica e o valor for de 5V, a medida do conversor mostrará 1023. Este valor de referência pode ser trocado a partir do pino AREF (WANZELER, 2015).

Quando é trabalhado com a placa Arduino e com circuitos que serão acoplados aos seus pinos de entrada e saída, é preciso ter muita atenção, pois entre os pinos do microcontrolador e a barra de pinagem, não existe um sistema de proteção que restrinja valores de corrente podendo queimar a placa. Outro cuidado necessário é em relação ao lugar onde está sendo feito a prototipagem, pois pode ocorrer um curto-circuito nos pinos, visto que a placa não possui isolamento em sua parte inferior (CAMPOS, 2014).

A placa não possui botão para ligar ou desligar. Assim, caso queira retirar a alimentação, é preciso desconectar o cabo que faz este fornecimento de energia. O cabo USB utilizado no Arduino UNO é o modelo B, esse cabo não é facilmente encontrado quanto o USB utilizado em smartphones, assim, perder ou danificar o cabo pode ser um problema (WANZELER, 2015).

Uma característica importante que diferencia o UNO de modelos predecessores é que ele usa um controlador USB distinto, chegando a ter uma comunicação mais veloz com o computador e a instalação do drive é mais fácil (CAMPOS, 2014).

O Arduino UNO possui um conjunto de recursos que possibilitam a comunicação com um computador, com outro Arduino, ou ainda, demais microcontroladores. O Atmega328 provê comunicação serial a partir de uma porta USB e se apresenta como se fosse um COM virtual para o programa no computador. Não é necessário a instalação de drivers externos, pois o firmware do Arduino utiliza os drivers da COM USB padrão, isso facilita muito a conexão (WANZELER, 2015).

Figura 1 - Arduino UNO



Fonte: CAMPOS (2014)

A IDE do Arduino é utilizada para programá-lo e serve, também, como um monitor serial, possibilitando a transmissão de dados simples, contendo texto, entre o computador e a placa. Os LEDs Tx – transmissão e Rx – recepção ficam piscando no instante em que os dados são transferidos a partir da porta USB para o computador (CAMPOS, 2014).

Para conexão do Arduino com a internet é necessário utilizar o ESP8266. Para medir a temperatura é utilizado o sensor DHT11. O sensor de presença PIR serve para identificar movimentação. O sensor de gás pode identificar fumaça. E os relés servem para acionar dispositivos como lâmpadas.

Figura 2: Dispositivos auxiliares



Fonte: Adaptado de Google Imagens (2021)

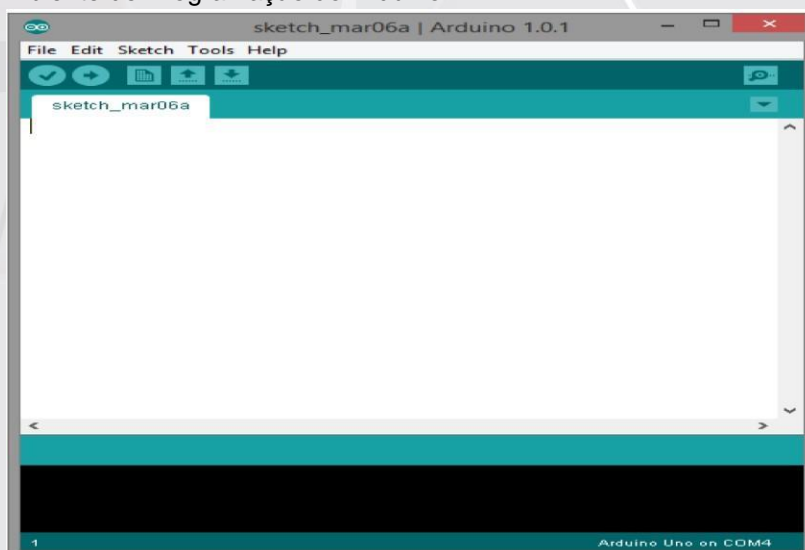
A IDE ou ambiente de programação pode ser descrito como um programa gratuito, no qual é possível escrever uma série de instruções que serão entendidas pela placa. Há a conexão com o hardware para estabelecer a comunicação e realizar

o carregamento do código feito. Os códigos desenvolvidos nesta plataforma de desenvolvimento possuem a denominação de *sketches* e são salvos a partir da extensão *.ino*. No instante em que a IDE é inicializada, observa-se o local para escrever o programa, a barra de ferramentas, o console de texto – que mostra uma listagem completa de falhas no código e o resultado das instruções transmitidas para a placa (WANZELER, 2015).

A IDE do Arduino, consiste, portanto, em uma aplicação multiplataforma implementada em Java, com base em um local de programação, que utiliza código aberto.

Sua linguagem está fundamentada em C e C++ (TÓFOLI, 2014).

Figura 3: IDE - Ambiente de Programação do Arduino



Fonte: TÓFOLI (2014)

Fica evidenciado que o IDE é o local onde a programação do Arduino é feita, ou seja, onde são criados os códigos que serão lidos, depois que o compilador traduzir e transmitir os comandos para o microcontrolador. Depois a programação é enviada para o Arduino pela USB, pode-se tirar o cabo que está conectado ao computador e a placa já contará com a programação inserida, tendo que se preocupar com a alimentação necessária (DINIZ, 2019).

O ambiente de programação possui a segmentação em três partes: a *Toolbar* – na parte superior, a *Sketch Window* – centralizado e a Janela de Mensagens da Base. A primeira mostra o nome da *sketch* e, mais abaixo, possui outras guias,

encontrando a barra de menus, com a seguinte listagem de itens: *File – Edit – Sketch – Tools e Help* (TÓFOLI, 2014).

A linguagem de programação é denominada *Wiring*, considerada simples, sendo uma versão da linguagem Processing. A simplicidade da linguagem é verificada quando o botão de *upload* é acionado e o código construído já é traduzido para a linguagem C (CAMPOS, 2014).

O programa incluso no Arduino tem diversas funcionalidades e constantes que ajudam na programação, que são:

Quadro 3: Funções de programação do Arduino

Função	Descrição
Setup()	É uma função que é executada apenas quando o programa é iniciado, geralmente nessa parte é configurado os pinos, inicializado as variáveis e estabelecido a comunicação serial.
Loop()	Função executada repetidamente.
<i>Bibliotecas ()</i>	Servem para simplificar o uso de determinadas aplicações, como servos, porta serial e displays

Fonte: Adaptado de Tófoli (2014)

2.2 CONTROLE COM A ASSISTENTE VIRTUAL ALEXA E SMARTPHONE

De acordo com Lyra (2018), os primeiros sistemas de reconhecimento de voz datam de 1952, em que o primeiro sistema era capaz de reconhecer números. Logo após, a IBM (*International Business Machines*) conseguiu desenvolver um sistema que reconhecia algumas palavras e conseguia calcular contas de adição.

O grande salto ocorreu somente em 2011, com a Apple lançando sua assistente virtual inteligente chamada Siri, com várias funcionalidades como: contar piadas, falar a previsão do tempo ou notícias do dia, tocar músicas, entre outras coisas. Em seguida surgiu a Cortana, desenvolvida pela Microsoft, o Google Assistant e a Alexa da Amazon (LYRA, 2018).

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhida a assistente virtual Alexa. Essa escolha se justifica em virtude de ser mais compatível com dispositivos de terceiros e pela quantidade de material disponível na internet.

A Alexa faz parte dos dispositivos de som Echo Dot da Amazon. Neste trabalho é utilizado a Echo Dot de terceira geração, pois é a mais barata disponível no mercado.

Figura 4: Echo Dot terceira geração



Fonte: Amazon (2021)

Para conexão do sistema com a Alexa e com o smartphone precisamos utilizar o software Sinric PRO que é um software de código aberto que serve para integrar dispositivos como Arduino com a Amazon Alexa, Google Home e com smartphones gratuitamente. Para fazer uso do serviço, o usuário deve criar uma conta gratuita. Os serviços do Sinric podem ser acessados através das chaves API que são disponibilizadas durante a configuração da conta (VIJAYALAKSHMI et al., 2020).

O Sinric é muito utilizado em projetos de internet das coisas, ou seja, projetos que conectam objetos à internet. Ele permite obter dados do sistema remotamente, exibindo e podendo controlar a automação diretamente pelo aplicativo instalado no smartphone ou por dispositivos como o Echo Dot (VIJAYALAKSHMI et al., 2020).

4 METODOLOGIA

Na pesquisa bibliográfica foram consultadas diversas fontes que se baseiam em monografias, dissertações e outras formas que conferem robustez ao desenvolvimento da temática adotada, dentro das bibliotecas virtuais da Universidade Vale do Paraíba,

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Universidade de Caxias do Sul, Revista Especialize On-Line IPOG, Universidade Federal do Pará, entre outras.

A pesquisa bibliográfica é a observação de outros trabalhos já publicados. Sua função é realizar o contato do pesquisador com o material já escrito sobre o tema, o auxiliando em sua análise (MARCONI e LAKATOS,1992).

A pesquisa se fundamenta nos trabalhos publicados nos últimos sete anos, entre o período de 2013 a 2020, compreendendo os trabalhos de final de curso de diversas universidades, sob o formato de revistas científicas, monografias, artigos e dissertações. As buscas foram realizadas em páginas na internet, buscando trabalhos de universidades renomadas e trabalhos com credibilidade acadêmica e dentro da temática adotada. As palavras-chaves utilizadas para a procura foram: casa inteligente, Arduino UNO, automação residencial, domótica, assistente virtual.

Espera-se que, com o uso da inteligência em residências, a partir de equipamentos de boa aceitação no mercado e com custos reduzidos, a pessoa possa usufruir de todos os benefícios que a tecnologia pode prover. Pode-se pensar em três principais premissas utilizadas para desenvolver o trabalho, que são:

Economia de energia: a utilização eficiente de recursos, em momentos adequados, faz com que menos eletricidade seja usada, que significa menor uso da água (principal gerador de eletricidade no Brasil é a usina hidrelétrica), menores chances de desabastecimento, tanto de água, quanto de energia, menor sobrecarga do sistema elétrico, entre outros (WANZELER (2015).

Equidade de condições de qualidade de vida para pessoas com dificuldades de locomoção e necessidades especiais: as pessoas, que necessitam de cuidados especiais e específicos, colhem os bons resultados do uso da tecnologia, que traz mais segurança, conforto e acesso aos mais diversos recursos presentes em sua

casa, além da possibilidade de socorro, atendimento médico e aviso de incêndios (WANZELER, 2015).

Melhoria da comodidade e da satisfação das pessoas: ganhos de qualidade de vida, maiores possibilidades de entretenimento, maior tempo para outras atividades (WANZELER (2015).

Para elaborar as figuras utilizadas no trabalho foi utilizado o site “www.canva.com.br” por ser gratuito, fácil e ter muitos recursos. Pelos mesmos motivos foi utilizado o site “www.diagrams.net” para criar os fluxogramas que auxiliam na programação.

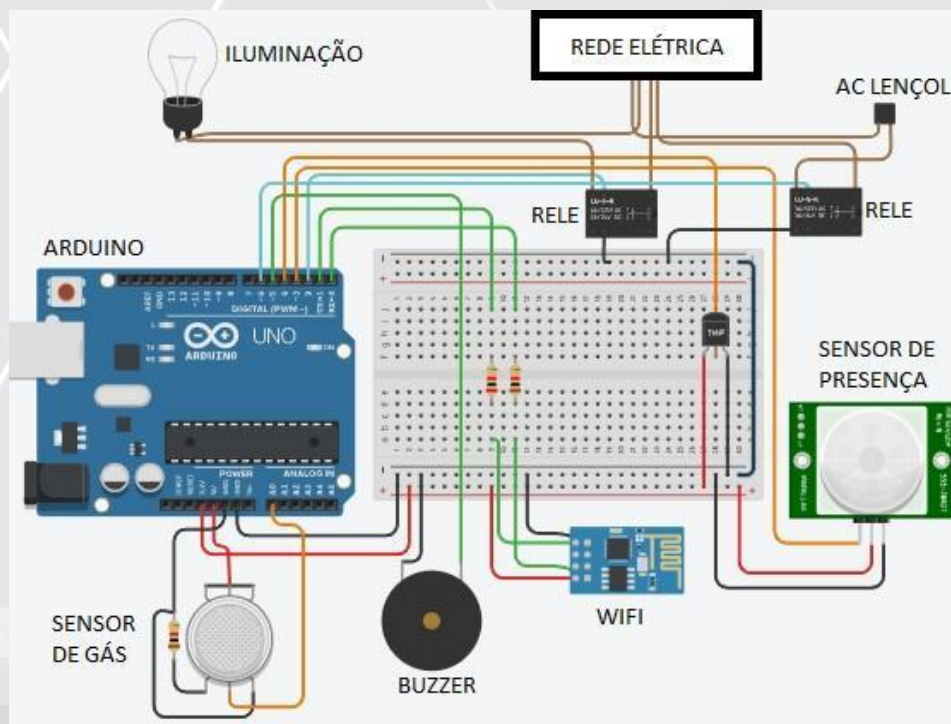
O sistema de automação foi implantado na residência do autor do presente trabalho, atendendo às suas necessidades. Foi criado um modelo que pode ser adaptado a qualquer residência como pode ser visto no capítulo seguinte.

5 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Inspirado nos sistemas de automação existentes e nos princípios elucidados em outros capítulos, foi elaborada uma automação de baixo custo utilizando como base o Arduino UNO, a assistente virtual Alexa e o ESP8266, e componentes secundários como relés, buzzer, entre outros.

As funções do sistema são o controle de iluminação, controle de temperatura da cama e o sistema de segurança. A imagem abaixo demonstra o esquema geral do sistema.

Figura 5: Esquema geral



Fonte: O autor (2021)

O primeiro passo para executar o projeto é a instalação da Alexa no smartphone, e também criar uma conta gratuita na Amazon e outra no site Sinric PRO.

No site Sinric PRO é criado um novo dispositivo do tipo switch, isso serve para comandar o relé que controla a iluminação. Quando o dispositivo é criado, é fornecido uma chave que utilizamos para fazer a conexão com o Arduino.

Figura 6: Site Sinric PRO



Fonte: O autor (2021)

Na IDE do Arduino é desenvolvida a programação de todos os sistemas , utilizando a linguagem Wiring, essa programação é gravada no microcontrolador. Na figura abaixo temos um trecho do código, o qual estabelece a comunicação serial, conecta o microcontrolador a rede wifi e ao Sinric PRO e define o relé de iluminação como uma saída, ou seja, uma porta controlável.

Figura 7: Programação do Arduino

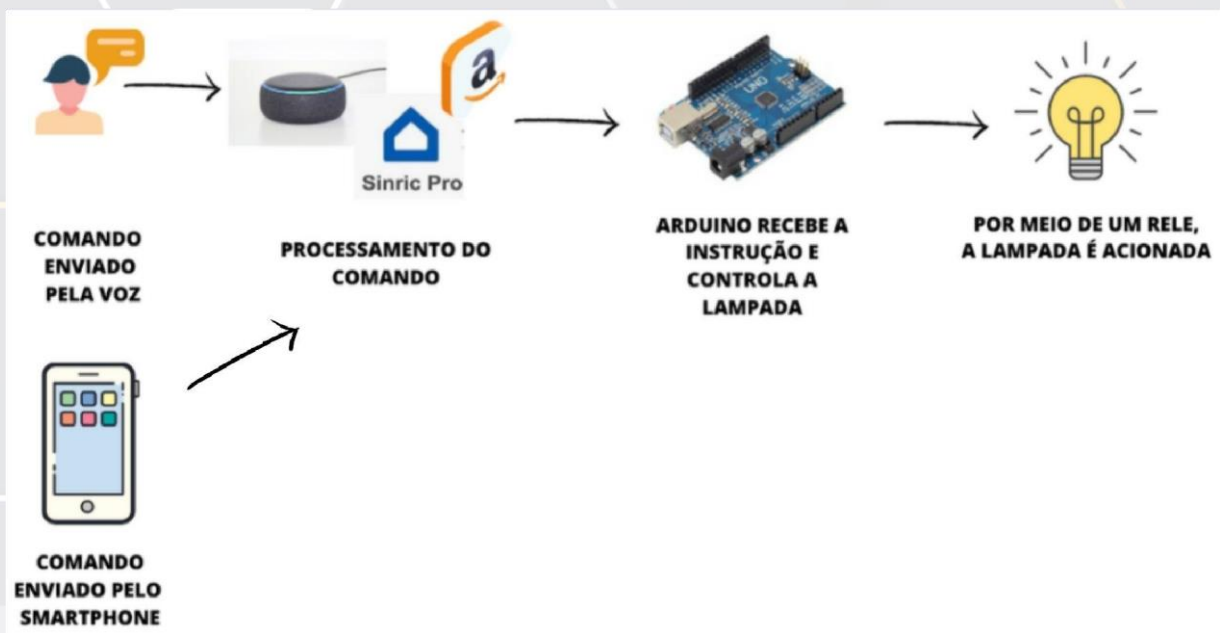
```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);  
  setupWiFi();  
  setupSinricPro();  
  pinMode(lampada_Pin, OUTPUT);  
}
```

Fonte: O autor (2021)

O sistema de controle de iluminação pode ser acessado por um smartphone. A pessoa pode realizar o acionamento da iluminação utilizando o app Sinric PRO que faz a comunicação com o Arduino, e este aciona a lâmpada através de um relé.

Outra maneira de acionar a lâmpada, é através da voz. Para isso, a pessoa manda um comando para a Alexa, o sistema processa a voz e encaminha o comando para o Arduino. Exemplo: "Alexa, acenda a luz".

Figura 8: Sistema de controle de iluminação



Fonte: O autor (2021)

O sistema de controle de temperatura possibilita realizar o monitoramento da temperatura de certo local da residência. Para isso, é utilizado o sensor de DHT11 para realizar a medição desses valores.

O sensor de temperatura faz a leitura da temperatura do local. De posse da aferição desta temperatura, o Arduino reconhece esses valores e compara valores estipulados, caso a temperatura seja considerada baixa pelo Arduino, ele aciona um relé que controla a temperatura de um lençol térmico que fica na cama. Isso gera muita comodidade para o usuário, pois ao se deitar, sua cama está com a temperatura ideal para dormir. Esse controle acontece somente durante a noite.

Figura 9: Funcionamento do sistema de controle de temperatura da cama



Fonte: Adaptado de Google Imagens (2021)

Para desenvolver a programação do controle de temperatura foi utilizado o seguinte fluxograma:

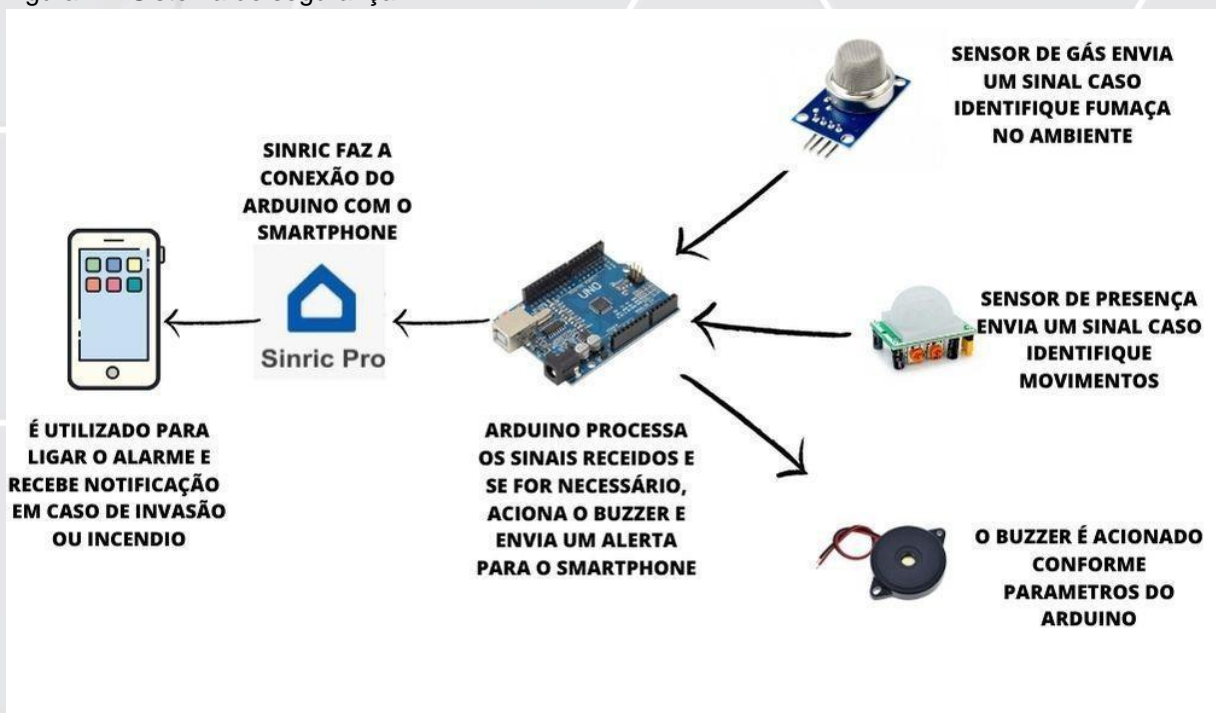
Figura 10: Fluxograma controle de temperatura



Fonte: O autor (2021)

Já o sistema de segurança, é equipado com um sensor de fumaça, emitindo um alerta quando ocorre algum sinal de fogo. Também tem sensores de movimento que disparam um alarme caso este esteja acionado.

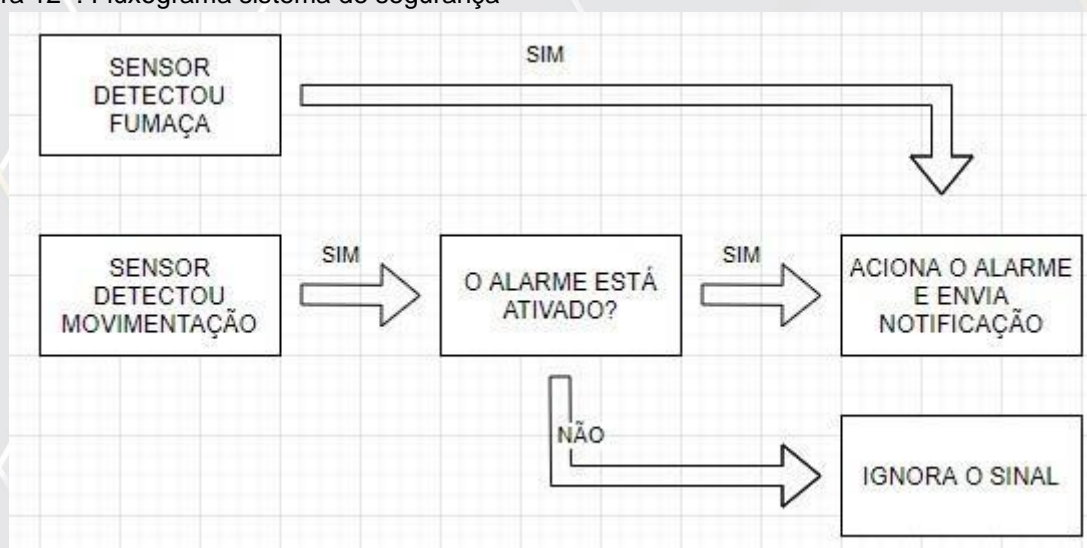
Figura 11: Sistema de segurança



Fonte: Adaptado de Google Imagens (2021)

A programação desse sistema tem as seguintes premissas:

Figura 12 : Fluxograma sistema de segurança



Fonte: O autor (2021)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A área de automação residencial, domótica ou relativa às casas inteligentes, ainda possui pouca exploração, diante do potencial que esse nicho oferece. Mesmo assim, essa tecnologia provê diversas oportunidades de inovação e evolução, contemplando as disciplinas de Eletrônica, Automação e Instalações Elétricas. Dentro desse contexto, o Arduino se traduz como uma excelente opção para se realizar projetos e/ou estudos para soluções de automatização de casas. O exemplo dado neste trabalho buscou mostrar o controle de residência a partir do Arduino UNO.

Dentro da perspectiva do gerenciamento de dispositivos e equipamentos em um domicílio, por meio de um sistema embarcado, usando microcontrolador como uma central automática, o Arduino UNO se revelou como um instrumento de implantação simples, de ótima relação custo-benefício para a gestão de certos processos residenciais.

A interface do Arduino constitui um mecanismo muito fácil e versátil para aplicação em casas inteligentes, inclusive pelas suas características modulares, facilitando que o sistema tenha adequações desejadas para as pretensões do morador. A questão da modularização permite o acréscimo de periféricos que possibilitam o controle do domicílio, mesmo não estando na casa, a partir de uma

conexão de internet. Ele também pode interagir com outros equipamentos como alarmes, condicionadores de ar, televisores e câmeras.

Outro aspecto positivo é que a tecnologia tem excelente relação custo-benefício, pois, o próprio Arduino não é caro e as vantagens que a domótica proporciona, são inúmeras. Além disso, a automação residencial tem se expandido e, com isso, as opções vão aumentando e os preços caindo, além da premissa que sistemas com maior robustez e capacidade de armazenamento e processamento de dados, serão viáveis, interligando uma grande quantidade de aplicações e ampliando ainda mais a relação supracitada.

Comparando o mesmo sistema de automação desenvolvido no trabalho com a compra desses equipamentos no Google em dezembro de 2021, temos uma economia de aproximadamente 37%. Portanto a utilização dos equipamentos *open source* é mais vantajosa.

Quadro 4: Custos equipamentos de automação do mercado

Sensor de gás Hi by Geonav	R\$ 193,50
Tomada inteligente I2go	R\$ 86,48
Lâmpada inteligente Hi by Geonav	R\$ 59,00
Sensor de presença inteligente Agl	R\$ 87,20
Amazon Echo Dot 3G	R\$ 189,05
Sirene inteligente Tuya	R\$ 168,65
Lençol térmico	R\$ 276,49
Total:	R\$ 1.060,37

Fonte: Adaptado de Google (2021)

Quadro 5: Custos equipamentos *open source*

Arduino UNO	R\$ 94,90
-------------	-----------

ESP8266	R\$ 25,90
Sensor de gás	R\$ 18,90
Relé 2 canais	R\$ 17,90
DHT11	R\$ 19,90
Jumpers 40 UN	R\$ 9,90
Buzzer alta potência	R\$ 14,99
Lençol térmico	R\$ 276,49
Amazon Echo Dot 3G	R\$ 189,05
Total:	R\$ 667,93

Fonte: Adaptado de Google (2021)

Para trabalhos futuros, pode-se indicar: Substituir o Arduino UNO pelo modelo MEGA, considerando que o segundo tem maior quantidade de portas e maior capacidade para processar os dados que o UNO, sendo uma alternativa para aplicações que necessitam de mais portas e que queiram usar o Arduino; Utilizar módulos que possuem comunicação sem fio com a central de comando microcontrolada, o que aumentaria mais a relação custo-benefício, diminuindo muito o uso de cabos que interligam o cérebro da aplicação aos cômodos da residência; Utilizar o App Inventor para desenvolvimento de uma aplicação personalizada open source para controle da automação através de smartphones; Fazer uso do Raspberry Pi em conjunto com o Arduino para tornar o sistema multiplataforma, e adicionar processamentos computacionais complexos como reconhecimento de imagens e inteligência artificial.

7 REFERÊNCIAS

AMARAL, Guilherme da Silva; SILVA, Victor Emanuel Ribeiro. **Automação residencial utilizando a plataforma Arduino e dispositivos móveis**. 2017. 101 f.

Trabalho de conclusão de curso (Técnico em Eletrônica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

BREDA, DANILO COSTA. **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS ARTIFICIAIS PARA CONTROLE DE CLIMATIZAÇÃO.** 2016. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação) - Centro Universitário Eurípides de Marília, [S. l.], 2016. Disponível em: <https://aberto.univem.edu.br/handle/11077/1591>. Acesso em: 8 nov. 2021.

CAMARGO, E. A.; PEREIRA, M. F. **Casas inteligentes.** Universidade Vale do Paraíba – UNIVAP. São José dos Campos, SP. 2015.

CAMPOS, Roberto Augusto Freitas. **Automação residencial utilizando Arduino e aplicações web.** 2014. 85 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia da Computação) – Centro Universitário de Brasília (UniCEUB), Brasília, 2014.

COSTA, John Lennon Sousa. Dispositivo de Automação Residencial Usando Princípios de Sistemas Distribuídos. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação**, [s. l.], v. 16, n. 6, 2018.

D' ANGELO, Thiago. **Sistema domótico de baixo custo via Android e Arduino em uma maquete automatizada.** 2014. 82 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.

DINIZ, Lucas Magno da Silva. **Automação residencial inteligente via Arduino.** 2019. 89 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro, 2019.

GOMES, Andrew Bueno; SILVA, Guilherme de Almeida Cardoso; GELACKI, Raphael. **Automação residencial utilizando uma plataforma de baixo custo.** 2016. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Automação Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

LYRA, GUSTAVO CORREA DE. **CONTROLE DE DISPOSITIVOS INFRAVERMELHOS USANDO AMAZON ECHO.** 2018. 32 p. MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO (Especialização em Internet das Coisas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná –, Curitiba, 2018. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19666/1/CT_CEIOT_I_2018_04.p df. Acesso em: 20 out. 2021.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico.** São Paulo: Editora Atlas, 1992. 4a ed. p.43 e 44.

MARTINS, Flávio de Oliveira Coelho. Projetos de casas inteligentes e *Design Thinking*: geração e seleção de concepções baseadas em soluções tecnológicas inovadoras. 2017. 158 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia para Qualidade e Inovação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

OLIVEIRA, Michelle Umbelino Miranda. **Domótica: a casa do futuro já presente.** Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - 12ª Edição nº 012 Vol.01/2016 ISSN 2179-5568 - Dezembro/2016.

PILOTI, J. S. **Sistema de automação residencial:** acessibilidade no controle doméstico. Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do Grau de Bacharel em Tecnologias Digitais da Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, RS. 2014.

PORTES, Wagner Alexandre de Oliveira. **Utilização de Arduino e Eletrônica na automação residencial com acessibilidade a pessoa portadora de deficiência.** 2014. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2014.

SILVEIRA, Sandro Moura da; GONÇALVES, Thadeu Santos Silva. **Automação residencial utilizando Arduino e SO Android.** 2016. 63 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SIMPLÍCIO, P. V. G.; LIMA, B. R.; SILVA, G. S. Automação Residencial: Uma solução social e econômica. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS**, v. 4, n. 3, p. 17, 22 maio 2018.

TEIXEIRA, S. M.; ZIPPIN, R. **Casa inteligente:** automação residencial a partir do Arduino. Faculdade Anhanguera de Rio Claro. Rio Claro, SP. 2013.

TÓFOLI, Ricardo José. **Casa inteligente – sistema de automação residencial.** 2014. 74 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA), Assis, 2014.

VIJAYALAKSHMI, A et al. SMART HOME SECURITY SYSTEM USING ALEXA. **Journal of Critical Reviews**, [S. l.], v. 7, p. 1485-1489, 10 jun. 2020. Disponível em: <http://www.jcreview.com/fulltext/197-1593058989.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021

WANZELER, Tiago Machado. **Automação residencial de baixo custo utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino.** 2015. 122 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2015.