



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MARLOS MATHEUS GOMES DA SILVA

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUINO: IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE
EM UMA MAQUETE DOMÉSTICA.**

CARAÚBAS

2024

MARLOS MATHEUS GOMES DA SILVA

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUINO: IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE
EM UMA MAQUETE DOMÉSTICA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof.^a Dra. Ana Tereza de Abreu
Lima.

CARAÚBAS

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586a Silva, Marlos.
Automação residencial com arduino: implementação
e análise em uma maquete doméstica. / Marlos
Silva. - 2024.
58 f. : il.

Orientadora: Ana Tereza Lima.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2024.

1. Automação. 2. Arduino. 3. Residencial. 4.
Protótipo. 5. Tecnologia. I. Lima, Ana Tereza ,
orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Dalvanira Brito Rodrigues
CRB: 15/700

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARLOS MATHEUS GOMES DA SILVA

**AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUINO: IMPLEMENTAÇÃO E ANÁLISE
EM UMA MAQUETE DOMÉSTICA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 19 / 04 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ANA TEREZA DE ABREU LIMA**
Data: 25/04/2024 16:10:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra Ana Tereza de Abreu Lima (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **ZENNER SILVA PEREIRA**
Data: 25/04/2024 15:34:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Zenner Silva Pereira (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 **DANIEL CARLOS DE CARVALHO CRISOSTOMO**
Data: 25/04/2024 15:03:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Daniel Carlos de Carvalho Crisóstomo (UFERSA)
Membro Examinador

Gostaria de dedicar esse trabalho em memória de Maria Lucineide de Souza, José Maria de Souza e Clisman Soares Rodrigues. Também dedicar essa conquista a minha filha, Maria Antonella, é por ela que me esforço e tento sempre alcançar cada objetivo nessa trajetória.

AGRADECIMENTOS

Após muitas dificuldades passadas nesse período de graduação consegui finalmente chegar ao fim desse ciclo, período esse de superação, alegrias, frustrações e aprendizado. Hoje me sinto realizado com todo o conhecimento e lições de vida que adquiri durante esse tempo de graduação.

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me permitir a oportunidade de estar aqui. Depois agradecer a minha família, meu pai João Eleogildo da Silva, minha mãe, Maria Ozineide Gomes Mota e meu irmão, Maicko Gomes da Silva. Também agradecer aos meus colegas Arthur Vinicius de Mesquita, Samaerson Lacerda, Pablo Manoel, que sempre que precisei de ajuda durante o período de desenvolvimento do projeto, me auxiliaram de alguma maneira.

Agradecer a confiança e ajuda da professora e orientadora desse projeto, Ana Tereza de Abreu Lima. Agradecer aos professores Daniel Carlos de Carvalho Crisóstomo e Zenner Silva Pereira, por confiarem no projeto e compor a banca examinadora e julgar com maestria os resultados desse trabalho.

Por fim, gostaria de oferecer essa conquista aos meus pais de criação, que não estão vivos para compartilhar desse momento, são ele, Maria Lucineide da Silva Souza e José Maria de Souza, pois sem o auxílio deles hoje não estaria aqui, concluindo esse ciclo. Por fim agradecer a todos os professores que de alguma forma ajudaram em meu desenvolvimento dentro da universidade, OBRIGADO A TODOS!

RESUMO

A automação residencial é um campo de estudo e aplicação que envolve a integração de sistemas eletrônicos e dispositivos em residências para automatizar tarefas e melhorar a qualidade de vida dos moradores. Por meio de tecnologias como sensores, atuadores e redes de comunicação, esses sistemas permitem o controle remoto e automático de funções como iluminação, temperatura, segurança e entretenimento. A automação residencial oferece benefícios significativos, como maior conforto, conveniência e eficiência energética, além de contribuir para a segurança do lar e a acessibilidade para pessoas com necessidades especiais. Com base nesse contexto, foi desenvolvido um protótipo de automação residencial utilizando como controlador um *arduino uno*. O sistema teve sua eficácia comprovada com testes e comparativos. Com base nesse estudo, é possível ampliar o conhecimento na área da automação e desenvolver novos projetos do tipo.

Palavras-chave: automação; arduino; residencial; protótipo; tecnologia.

ABSTRACT

Home automation is a field of study and application that involves the integration of electronic systems and devices in homes to automate tasks and improve residents' quality of life. Through technologies such as sensors, actuators and communication networks, these systems allow remote and automatic control of functions such as lighting, temperature, security and entertainment. Home automation offers significant benefits, such as greater comfort, convenience and energy efficiency, as well as contributing to home security and accessibility for people with special needs. Based on this context, a home automation prototype was developed using an Arduino Uno as a controller. The system's effectiveness has been proven through tests and comparisons. Based on this study, it is possible to expand knowledge in the area of automation and develop new projects of this type.

Keywords: automation; arduino; residential; prototype; technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama representativo do sistema na placa arduino.	18
Figura 2: Interface da IDE do arduino.	20
Figura 3: Diagrama de sistema com sensor integrado.	22
Figura 4: Arduino uno R3	23
Figura 5: Protoboard utilizada para ligação de componentes eletrônicos.	25
Figura 6: Modulo relé 5v.	26
Figura 7: Modulo buzzer ativo.	27
Figura 8: Bomba de água utilizada.	28
Figura 9: Lâmpadas incandescentes.	30
Figura 10: Sensor de presença PIR.	31
Figura 11: Sensor de gás GLP.	32
Figura 12: Sensor de umidade de solo.	33
Figura 13: Fonte 5v.....	34
Figura 14: Circuito eletrônico completo do sistema de automação.....	36
Figura 15: Circuito do sistema de interruptor automático.	37
Figura 16: Circuito eletrônico do sistema de gás.....	38
Figura 17: Circuito do sistema de irrigação.....	39
Figura 18: Imagem da maquete antes de adicionar a parte eletrônica.	40
Figura 19: Local de instalação do controlador relés e protoboard.....	41
Figura 20: Local de instalação do sensor PIR e lâmpadas.....	41
Figura 21: Local de inclusão do sistema de vazamento de gás.	42
Figura 22: Local de aplicação do circuito de irrigação.....	43
Figura 23:Funcionamento das lâmpadas do banheiro	48
Figura 24: Funcionamento do sistema de detecção de gás de cozinha.	49
Figura 25: Funcionamento do sistema de irrigação.	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especificações técnicas do arduino uno R3.....	24
Tabela 2: Especificações técnicas da protoboard.	25
Tabela 3: Ficha técnica modulo relé 5v.	26
Tabela 4: Ficha técnica modulo buzzer ativo.	28
Tabela 5: Ficha técnica da bomba de água.	29
Tabela 6: Ficha técnica do sensor PIR.....	31
Tabela 7: Ficha técnica do sensor de gás.	32
Tabela 8: Ficha técnica do sensor de umidade V2.0.	33
Tabela 9: Ficha técnica da fonte 5v.	34
Tabela 10: Valor total do projeto.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

USB	Universal Serial Bus
LED	Light emitter diode
IDE	Integrated Development Environment
GND	Ground
VCC	Tensão em corrente contínua
DAS	Serial Data
SCL	Serial Clock
AC	Corrente alternada
DC	Corrente contínua
GLP	Gás liquefeito de petróleo.
PIR	Passive infrared
PWM	Pulse Width Modulation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Gerais.....	15
2.2	Específicos.....	15
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	Automação residencial ou romótica.....	16
3.2	Plataforma arduino.....	17
3.3	IDE do Arduino.....	19
3.4	Programação.....	20
3.5	Sensores	21
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1	Circuito eletrônico.....	23
4.1.1	Arduino Uno	23
4.1.2	Protoboard.....	24
4.1.3	Módulo relé.....	25
4.1.4	Resistores.....	26
4.1.5	Leds.....	27
4.1.6	Módulo buzzer	27
4.1.7	Bomba de água	28
4.1.8	Lâmpada Incandescente.....	29
4.1.9	Sensor de presença PIR	30
4.1.10	Sensor de gás	31
4.1.11	Sensor de umidade.....	32
4.1.12	Fonte 5V	33
4.2	Maquete	34
5	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	35
5.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS.....	35
5.2	ARQUITETURA E MONTAGEM DO sistema.....	35
5.3	Código fonte	36
5.4	Sistema de interruptor para lâmpada	37
5.5	Sistema para detecção de gás de cozinha	37

5.6	Sistema de irrigação	38
5.7	Montagem da maquetes.....	39
5.7.1	Inclusão do circuito eletrônico na maquete	40
5.8	Custo do projeto	43
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
6.1	Desempenho dos sensores e atuadores.....	45
6.2	Integração entre componentes.....	45
6.3	Eficiência energética	46
6.4	Dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento.....	46
6.5	Sistema de interruptor de lâmpadas do banheiro	47
6.6	Sistema de vazamento de gás de cozinha.....	48
6.7	Sistema de irrigação	50
7	POSSÍVEL EXPANSÃO DO SISTEMA PARA IMPLEMENTAÇÃO EM TRABALHOS FUTUROS.....	51
8	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	54
	APÊNDICE A - CÓDIGO FONTE.....	56

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico das últimas décadas permitiu que os aparelhos eletrônicos fossem modernizados, tornando-os cada vez mais essenciais para auxiliar em nossas vidas. De maneira geral a tecnologia está presente em, praticamente, tudo em uma sociedade, seja na produção de bens e serviço ou na utilização direta pelo usuário. Segundo Muratori e Dal Bó (2011), com o avanço tecnológico atualmente, a automação passou a se tornar frequente no cotidiano das pessoas. Portanto aproveitando um vasto leque de opções tecnológicas disponíveis nos dias atuais, podemos usar parte desse conhecimento a nosso favor e utilizar aparelhos para automatizar tarefas rotineiras que não podem ser exercidas durante a ausência humana.

É fato que, grande parte da população é incapaz de exercer algumas atividades domésticas na maioria das vezes por conta do trabalho, aula, eventos etc. ou por incapacidade física. Em contrapartida existem tarefas a serem feitas em horários coincidentes onde o sujeito não consegue realizá-las por não estar no devido local ou por ser incapaz fisicamente, como por exemplo: regar plantas, acender ou apagar luzes, ligar ou desligar eletrodomésticos. Assim, é possível que convivamos com essa situação de maneira positiva, criando um projeto onde um mecanismo, que seja viável economicamente, possa substituir o ser humano em afazeres domésticos, para que deste modo o indivíduo obtenha mais tempo livre, bem-estar e segurança na sua residência.

No projeto em questão iremos utilizar como referência uma residência comum de classe média, e implementar um sistema inteligente em diferentes cômodos da casa, onde posteriormente esse equipamento irá automatizar afazeres específicos para cada setor e situação. O equipamento base para a construção de cada mecanismo será a plataforma arduino uno, que nos permite controlar e monitorar diferentes tipos de dispositivos em uma residência de maneira prática e flexível.

Mas o que é um arduino? O arduino é uma placa de prototipagem eletrônica baseada na linguagem de programação C/C++, de fácil manuseio que interage com diversos outros hardwares e permite o usuário utilizá-lo da maneira que desejar, já que ele possui a tecnologia de open source, ou seja, tem o código aberto para programação. Segundo Tom Igoe (2012) o arduino é um instrumento de forte influência para o aprendizado em eletrônica, sua simplicidade e versatilidade o tornam acessível a pessoas de todas as idades e níveis de prática.

Diante o exposto, esse trabalho tem como objetivo apresentar um protótipo de sistema para automatização de tarefas domésticas em uma residência comum. Ele deve possuir um valor acessível para que a população em geral possa adquirir e implementar essa ideia inovadora em suas moradias, para que o morador tenha mais segurança, bem-estar, tempo livre e conforto para exercer outros afazeres.

Os equipamentos que irão compor cada mecanismo que formam esse sistema são: irrigação de jardim, onde vai ser utilizado um sensor de umidade e uma bomba de água. Detector para vazamento de gás de cozinha, que utilizara um sensor de gás GLP e uma sirene. Interruptores automáticos, em que terá na sua composição sensores de presença. Além dos dispositivos listados acima, estão presentes em cada um dos protótipos uma protoboard, uma plataforma arduino UNO, resistores, leds e relés em sua composição. A automação que utiliza a plataforma arduino como acessório base em sua composição permite transformar uma residência comum em um lar inteligente, oferecendo comodidade e eficácia em diversas atividades rotineiras.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAIS

Realizar estudos sobre automação residencial, e posteriormente desenvolver um protótipo demonstrativo que utiliza como base de sua composição a plataforma arduino UNO.

2.2 ESPECÍFICOS

- Contribuir com o desenvolvimento da automação e suas ramificações;
- Compreender o funcionamento de softwares e hardwares do arduino;
- Incentivar o uso da tecnologia com arduino;
- Apresentar a versatilidade e áreas de aplicações da automação;
- Analisar vantagens e desvantagens do sistema;
- Desenvolver um sistema de irrigação;
- Desenvolver um sistema de interruptores;
- Desenvolver um sistema de monitoramento para gás de cozinha;
- Desenvolver uma maquete funcional.

3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

3.1 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL OU DOMÓTICA

A automação em um contexto geral, teve seu ápice de desenvolvimento no decorrer do século XX, quando ocorreu a criação de diversos equipamentos como o termostato, captadores de sinais de rádio, chaves relés, motores, geradores entre outros. Com isso, se fez possível o desenvolvimento de vários equipamentos automatizados utilizando esses materiais como base, exemplo de: refrigeradores, máquina de lavar, aquecedores, interruptores e etc.

Ferreira (2010), enfatiza que o termo domótica expressa de maneira ampla a automação residencial. O vocábulo domótica surgiu na França durante a década de 1980, associando-se a tecnologias aplicadas ao lar por meio da eletricidade, eletrônica, informática e telecomunicações, visando potencializar a qualidade de vida dos moradores em suas casas.

A domótica é de aplicação multidisciplinar, agrega conceitos de outras áreas do conhecimento, como, Engenharia, Computação, Medicina, Sociologia, Arquitetura, Psicologia, com objetivo de analisar todas as necessidades que o usuário tiver em relação ao que o desenvolvimento tecnológico pode oferecer a ele, juntamente com as interações da casa automatizada (BOLZANI, 2006).

O conceito de automação é ligado, diretamente, a algo futurista e tecnológico tendo o propósito de potencializar e simplificar uma determinada ação por meio de equipamentos eletrônicos ou analógicos. Nesse sentido, pode-se compreender que a busca da humanidade por maneiras de facilitar os afazeres domésticos não é uma discussão atual, tendo em vista que, em 1898, Nikola Tesla desenvolvia aquele que seria um aparelho de automação, utilizado nos dias atuais. O protótipo se tratava de barco à controle remoto utilizando tecnologia de sinais de rádio que foi apresentado em um evento no Madison Square Garden, Nova York.

Segundo Bolzani (2004), automatização residencial ou domótica é a área da engenharia que se dedica à automatização de moradias. O conceito de domótica é derivado da palavra latina "domus," que significa casa, e também da palavra "robótica." Pode ser identificada como um conjunto de soluções integradas em um sistema com o propósito de atender às necessidades fundamentais dos moradores daquele local.

De acordo com Dias (2004), com os avanços tecnológicos, o que antes era considerado um luxo se tornou em uma necessidade fundamental. Tendo em vista que o principal objetivo

da automação residencial consiste em reduzir as tarefas domésticas e proporcionar um nível superior de comodidade aos moradores. É crucial destacar que essa inovação automatizada tem como objetivo não apenas economizar recursos financeiros, mas também ampliar a segurança e oferecer uma série de vantagens diversificadas. Atualmente, é viável automatizar diversos setores, como a iluminação de um lar ou edifício, o acionamento programado de aparelhos, a gestão da irrigação de um jardim e até mesmo o controle de portas, janelas e jardins por meio de sensores. Em geral, engloba-se qualquer atividade de rotina.

Muratóri e Dal Bó (2011), conceituam a automação como a utilização de tecnologias unificadas no âmbito residencial, visando atender demandas cotidianas como segurança, comunicação e bem-estar. De acordo com (MURATORI, 2004) o processo de automação é um conjunto de equipamentos que constituem sistemas e subsistemas, no qual possuem habilidade para interagir entre si, permitindo a realização de funções independentes.

Na obra de Teza (2002), é citado que a automação residencial ainda pode ser vista como algo altamente avançado e futurista, ou relacionadas ao status social, porém, na realidade, a domótica tem como objetivo simplificar a rotina diária das pessoas.

3.2 PLATAFORMA ARDUINO

Segundo Evans et al., (2013), o dispositivo Arduino teve sua origem em 2005 no Instituto de Design Interativo de Ivrea, na Itália. Nesse período, Massimo Banzi, um renomado professor e pesquisador da área tecnológica, buscava encontrar uma maneira economicamente viável de proporcionar aos estudantes de design a oportunidade de explorar o campo tecnológico de maneira mais aprofundada e simplificada, foi então que o grupo de 5 pesquisadores formado por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Desenvolveram a placa de prototipagem denominada de "Arduino 1.0" ou "Arduino 0001", na qual seu principal elemento é um micro controlador denominado de ATmega328, capaz de responder a sensores e atuadores ligados a placa.

De acordo com Banzi e Cuartielles (2005), o Arduino surgiu como uma resposta à demanda por uma solução acessível e fácil de usar, permitindo aos estudantes explorarem o potencial da tecnologia em suas criações, aumentando assim o índice de desempenho de cada indivíduo.

O projeto após ser efetivado e confeccionado para o comercio segundo McRoberts (2011) desde a data que foi criado, mais de 150.000 unidades genuínas foram comercializadas pelo mundo, estima-se que o número de aquisição do Arduino supere a casa dos 500.000, tendo em vista que o número de placas-clone vendidas é bem maior em relação ao de placas oficiais, também é importante notar que esse número provavelmente aumentou desde então, pois o Arduino continua sendo uma plataforma popular para projetos de eletrônica e prototipagem em todo o mundo.

Conforme afirma Souza et al., (2011), o Arduino executa funções com base nas instruções programadas no "sketch", uma vez que a linguagem utilizada para desenvolver o código fonte da placa, são os comandos escritos em C e C++. A plataforma é de fácil utilização e oferece inúmeras possibilidades de interação com o ambiente por meio de suas entradas e saídas para equipamentos.

Nesse contexto, Fonseca e Beppu (2010) ressaltam que a placa de prototipagem possui o trabalho de receber dados e compreender variáveis transmitidas por um sensor ligado aos seus dispositivos de entrada. Em seguida ela processa a informação recebida pelos canais de entrada, transforma esses dados em sinais elétricos correspondente a ação que deverá ser tomada, de acordo com os parâmetros do código fonte, por fim, possibilita o controle ou a ativação de um atuador conectado ao terminal de saída da placa. O diagrama retratado na Figura 1 demonstra o funcionamento esquematizada da placa arduino.

Figura 1: diagrama representativo do sistema na placa arduino.



Fonte: Autoria própria, (2023)

De maneira resumida, o Arduino Uno é uma placa que possui pequenas dimensões, de fácil aprendizado e manipulação, amplamente usada na criação de projetos tecnológicos. É bastante utilizada em salas de aula de cursos tecnológicos e superiores devido a sua ampla área de aplicação e baixo custo no mercado. A placa oferece ao usuário um software aberto (open-source), hardware, uma IDE gratuita com linguagem de programação baseada em C/C++, (REIS et al., 2020).

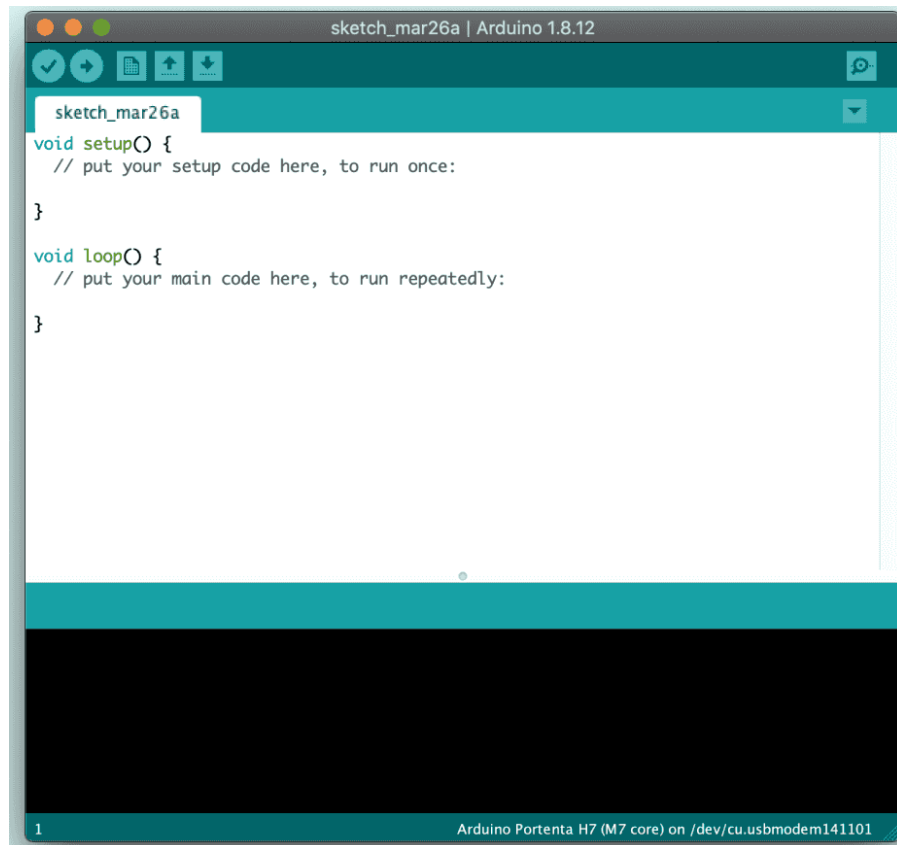
3.3 IDE DO ARDUINO

O ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduino é um software que possibilita ao usuário incorporar funcionalidades por meio de códigos de programação, permitindo que a placa execute funções em de acordo com o código pré-estabelecido pelo usuário.

De acordo com McRoberts (2011) uso do IDE é essencial para programar os comandos na placa, pois é através desse mecanismo que o equipamento recebe a linguagem de programação utilizada no desenvolvimento do código.

Conforme Mota (2021), o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) do Arduino é um dos principais benefícios proporcionados pela plataforma, considerando a facilidade na linguagem de codificação empregada para criação de projetos. A figura 2 representa o layout do software IDE aberto após o download.

Figura 2: Interface da IDE do arduino.



Fonte: arduino, (2023)

3.4 PROGRAMAÇÃO

A linguagem de programação conforme é reconhecida, é formada por um conjunto de comandos que tem como objetivo determinar o funcionamento de um controlador.

Segundo Thomsen (2020), o Arduino foi desenvolvido seguindo o princípio do open-source, ou "código aberto" em tradução direta. Isso significa que tanto o design da placa quanto o firmware podem ser livremente aproveitados por outros programadores e fabricantes. Essa análise na eletrônica e programação trouxe uma ampliação ao movimento maker, reconhecido por sua abordagem de "faça você mesmo". A presença de tecnologia e softwares de código aberto desencadeou um papel crucial na instigação de uma revolução tecnológica, que se reflete na sociedade maker, influenciando o modelo de análise e desenvolvimento de projetos.

A estrutura da linguagem de programação do Arduino é constituída por dois blocos principais de funções, identificados como, `setup ()` e `loop ()`, presentes nessas funções estão

comandos da linguagem e outras funções, ambas escritas em C/C++. Além desses dois blocos citados anteriormente, podem ocorrer casos em que funções são criadas pelo próprio programador, além de variáveis e bibliotecas externas.

Compactando com esse pensamento Monk (2013), afirma que, corriqueiramente os programas desenvolvidos para o Arduino são pequenos, e o uso da linguagem C funciona bem, no entanto, a linguagem de programação do Arduino é C++, que por sua vez é uma extensão da linguagem C, orientada a objetos.

3.5 SENSORES

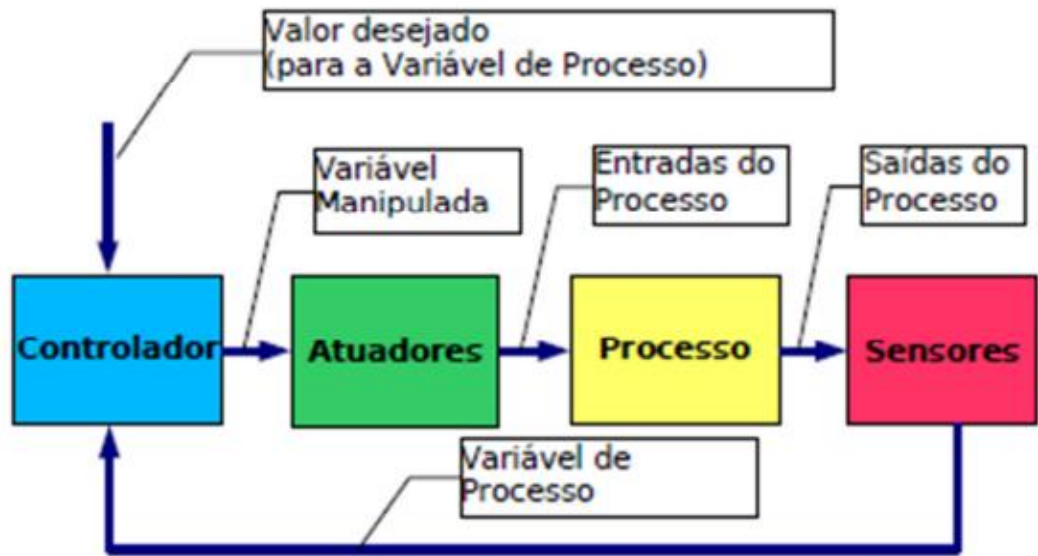
A grande evolução da domótica se deu após o surgimento e aprimoramento de dispositivos como os microprocessadores, relés e sensores, pois todas as áreas em que a automação estava presente sofreram grandes mudanças quanto à qualidade dos equipamentos, principalmente a área da automação residencial, uma vez que as novidades em equipamentos não exigiam grandes espaços reservados, passaram a ser capazes de interagir com outros equipamentos e o meio em que estão inseridos. (BOLZANI, 2004)

Segundo Wendling (2010), o termo sensor é utilizado para descrever dispositivos sensíveis ao entorno em que estão localizados, dessa forma, permitindo-os interagir com base em informações de uma determinada grandeza física. Em complemento (PATSKO, 2006) cita que alguns sensores podem ser categorizados como um tipo de transdutor, ou seja, um equipamento capaz de transformar um tipo de energia em outro, através da troca de informações com o ambiente.

De acordo com O'Sullivan e Igoe (2014), os sensores desempenham um papel fundamental na plataforma Arduino, permitindo a captura e interpretação do ambiente circundante. Eles funcionam como ponte entre o mundo físico e o digital, fornecendo dados essenciais para acionar ações programadas. Ao combinar a versatilidade do Arduino com a variedade de sensores disponíveis, os fabricantes têm a capacidade de criar aplicações inovadoras e interativas.

Os sensores trabalham como um tipo de resistor, realizando a leitura e conversão de grandezas físicas para dados eletrônicos, analogicamente recebidas. A figura 3 mostra o processo de funcionamento do sensor em um sistema.

Figura 3: Diagrama de sistema com sensor integrado.



Fonte: Kilian, 2000.

A ilustração acima representa a interação entre cada componente para garantir o funcionamento adequado do sistema. O controlador (retângulo azul) possui variáveis pré-definidas pelo programador por meio do código-fonte.

Após a montagem do sistema, os sensores (retângulo rosa) enviam sinais em tempo real do ambiente externo para o controlador, que por sua vez envia comandos de ativação para os atuadores (retângulo verde) com base nos dados recebidos dos sensores.

Por fim, ao concluir o processo (retângulo amarelo), todo o ciclo é repetido em forma de loop.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse capítulo será apresentado todos os materiais utilizados para a confecção do sistema de automação residencial e a maquete funcional, juntamente com a metodologia aplicada em cada etapa da construção do protótipo.

4.1 CIRCUITO ELETRÔNICO

4.1.1 Arduino Uno

O micro controlador selecionado para gerenciar o funcionamento integral do sistema foi o ARDUINO UNO R3 (Figura 4). Este dispositivo destaca-se pela sua notável versatilidade e excelente relação custo-benefício, tornando-se uma escolha ideal para aplicação em sistemas diversos. Por meio de uma programação predefinida, este modelo é capaz de controlar atuadores externos conectados à sua placa, de acordo com parâmetros estabelecidos no código fonte. A tabela 1, apresenta as especificações técnicas a placa.

Figura 4: Arduino uno R3



Fonte: Autoria própria, (2024).

Tabela 1: Especificações técnicas do arduino uno R3.

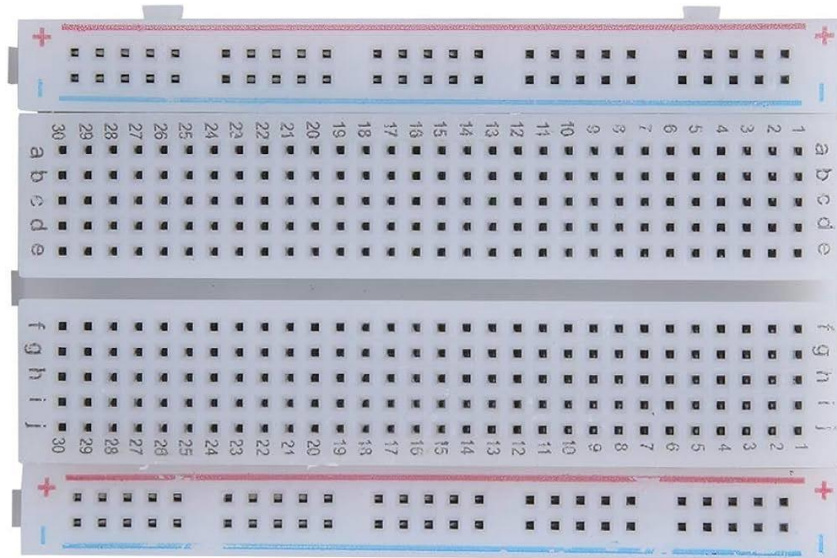
Micro controlador	ATmega328P
Tensão operacional	5V
Tensão de entrada (recomendado)	7-12V
Tensão de entrada (limite)	6-20V
Pinos de E/S digitais	14 (dos quais 6 fornecem saída PWM)
Pinos de E/S digitais PWM	6
Pinos de entrada analógica	6
Corrente CC por pino de E/S	20 mA
Corrente CC para pino de 3,3 V	50 mA
Memória flash	32 KB (ATmega328P) dos quais 0,5 KB usados pelo bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Velocidade do relógio	16 MHz

Fonte: Arduino, (2024).

4.1.2 Protoboard

A protoboard 400 furos (Figura 5) foi usada por ser uma placa de circuito que permite montar e testar equipamentos eletrônicos de forma temporária sem que haja a necessidade de soldagem dos componentes. Ela é composta por linhas e colunas de furos interconectados por trilhas metálicas condutoras, onde é possível inserir componentes eletrônicos. A tabela 2 apresenta as especificações técnicas da protoboard.

Figura 5: Protoboard utilizada para ligação de componentes eletrônicos.



Fonte: Imagem da internet, (2024).

Tabela 2: Especificações técnicas da protoboard.

Furos	400
Faixa de temperatura	-20 a 80°
Resistência de isolamento	100MΩ
Tensão máxima	500v AC por minuto
Dimensões	8,3 x 5,5 x 1,0 (cm)

Fonte: MakerHero, (2024).

4.1.3 Módulo Relé

No projeto foram utilizados dois módulos relé de 5V, um dispositivo que atua como um interruptor controlado eletronicamente. Ele consiste em um relé e uma placa de circuito que permite que o Arduino controle dispositivos de alta potência, como lâmpadas, motores ligados em fontes externas, por meio de sinais digitais de baixa potência. A Figura 6 apresenta o componente utilizado no sistema.

Figura 6: Módulo relé 5v.



Fonte: Maker Hero, (2024).

A tabela 3 apresenta as especificações técnicas do módulo relé 5v.

Tabela 3: Ficha técnica módulo relé 5v.

Modelo	FL-3FF-S-Z
Tensão de operação	5 VDC
Corrente nominal	71,4 mA
Pinagem	Normal aberto, normal fechado e comum
Tensão de saída	(28VDC a 10A) ou (250VAC a 10) ou (125VAC a 15 ^a)
Tempo de resposta	5~10ms
Dimensões	26 mm x 33 mm x 18 mm
Peso	18 g

Fonte: MakerHero, (2024).

4.1.4 Resistores

Foram utilizadas 5 unidades de resistores de 220 Ω , no qual foram ligados em serie com leds de diferentes cores.

4.1.5 Leds

No total, 5 unidades de leds foram utilizados na composição do sistema, 2 verdes, 2 vermelhos e 1 amarelo.

4.1.6 Módulo Buzzer

Um módulo Buzzer Ativo 5V (Figura 7) é um componente eletrônico projetado para produzir sinais sonoros em dispositivos eletrônicos. Este módulo foi utilizado para emitir feedbacks sonoros no ambiente, quando o monitorado apresentar níveis de gás GLP (gás de cozinha) fora dos parâmetros predefinidos no controlador. A tabela 4 representa as especificações técnicas do componente utilizado.

Figura 7: Módulo Buzzer ativo.



Fonte: Maker Hero, (2024).

Tabela 4: Ficha técnica modulo Buzzer ativo.

Modelo	Buzzer tipo ativo
Tensão de operação	5 VDC
Pinagem	VCC, GND e I/O
Dimensões	30 X 13 X 10 (mm)

Fonte: MakerHero, (2024).

4.1.7 Bomba de Água

Foi usada 1 Bomba de aquário de 5V (Figura 8), um dispositivo elétrico projetado especificamente para circulação de água entre o reservatório e o jardim. Este tipo de equipamento é alimentado por uma fonte de energia de baixa voltagem. A tabela 5 apresenta as especificações técnicas do equipamento.

Figura 8: Bomba de água utilizada.



Fonte: Maker Hero, (2024).

Tabela 5: Ficha técnica da bomba de água.

Tensão de entrada	3 V e 6 V
Corrente de carga nominal	180 mA
Altura máxima d'água	50 cm
Vazão nominal	100 Litros/hora
Material	ABS
Temperatura de operação	Até 50° C
Diâmetro interno de saída	4 mm
Diâmetro externo de saída	6 mm
Comprimento do cabo	23 cm
Dimensões	39 mm x 25 mm x 46 mm
Peso	28 g

Fonte: MakerHero, (2024).

4.1.8 Lâmpada Incandescente

Foram utilizadas 2 lâmpadas incandescentes de 3,3 V (Figura 9), que operam com baixa voltagem, ligadas a uma fonte externa. Elas funcionam através do princípio da incandescência, onde um filamento de tungstênio é aquecido pela passagem de corrente elétrica até atingir altas temperaturas, produzindo luz.

Figura 9: Lâmpadas incandescentes.



Fonte: Autoria própria, (2024).

4.1.9 Sensor de Presença PIR

Um sensor de presença PIR (Figura 10) foi utilizado no projeto, o dispositivo que detecta movimento através da variação de calor emitida pelos corpos em seu campo de visão. Ao detectar o movimento, o sensor envia um sinal para o Arduino, permitindo que o micro controlador execute ações pré-programadas.

Figura 10: Sensor de presença PIR.



Fonte: Autoria própria, (2024).

A tabela 6 apresenta as especificações técnicas do sensor PIR.

Tabela 6: Ficha técnica do sensor PIR.

Modelo	DYP-ME003
Tensão de entrada	4,5-20V
Tensão de dados	3,3V (Alto) – 0V (Baixo)
Distancia detectável	3-7m (Ajustável)
Tempo de Delay	5-200seg (Default: 5seg)
Tempo de Bloqueio	2,5seg (Default)
Temperatura de operação	-20 ~ +80°C
Dimensões	3,2 x 2,4 x 1,8 (cm)
Peso	7g

Fonte: MakerHero, (2024).

4.1.10 Sensor de Gás

Um Sensor de Gás MQ-5 GLP (Figura 11) foi utilizado na detecção de gás liquefeito de petróleo (GLP), comumente conhecido por gás de cozinha. O dispositivo oferece sensibilidade e precisão na detecção desse gás. Ao ser conectado a uma placa Arduino, o sensor pode detectar

concentrações de GLP no ambiente e enviar sinais para o micro controlador. As especificações técnicas do sensor estão representadas na tabela 7.

Figura 11: Sensor de gás GLP.



Fonte: Maker Hero, (2024).

Tabela 7: Ficha técnica do sensor de gás.

Modelo	MQ-5
Tensão de entrada	5 VDC
Faixa de detecção	200 à 10000 (ppm)
Saídas	digital e analógica
Potenciômetro para ajuste	Sim
Dimensões	32 x 22 x 20 (mm)

Fonte: Maker Hero, (2024).

4.1.11 Sensor de Umidade

Uma unidade de Sensor Capacitivo de Umidade do Solo V2.0 (Figura 12) foi utilizado no protótipo. Projetado para medir a umidade do solo de forma precisa e confiável, ele detecta variações na capacitância do solo conforme sua umidade varia. Essas informações são então transmitidas para o Arduino, permitindo que o sistema tome medidas de acordo com os parâmetros pré-definidos. As especificações técnicas do equipamento estão representadas na tabela 8.

Figura 12: Sensor de umidade de solo.



Fonte: Autoria própria, (2024).

Tabela 8: Ficha técnica do sensor de umidade V2.0.

Tensão de operação	3,3 V
Saída analógica	0 a 3 V
Dimensões	22 x 102 x 7 (mm)
Comprimento do cabo	20 cm

Fonte: MakerHero, (2024).

4.1.12 Fonte 5V

Uma fonte de 5v (figura 13) foi utilizada como meio de alimentação externa para os atuadores do projeto. O funcionamento do equipamento consiste em transformar a voltagem e corrente que saem da rede residencial para uma voltagem menor, no qual os atuadores possam serem ligados sem que sejam danificados. A tabela 9 apresenta as especificações técnicas da fonte de tensão utilizada no projeto.

Figura 13: Fonte 5v.



Fonte: Autoria própria, (2024).

Tabela 9: Ficha técnica da fonte 5v.

ENTRADA	110 – 220 (V)
SAIDA	5v
CORRENTE DE SAIDA	1 A

Fonte: Fabricante, (2024).

4.2 MAQUETE

- 2 x Placa de isopor de 25 mm;
- 2 x Placa de isopor de 10 mm;
- Mini móveis;
- Tinta guache;
- Espumas de Poliuretano.

5 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

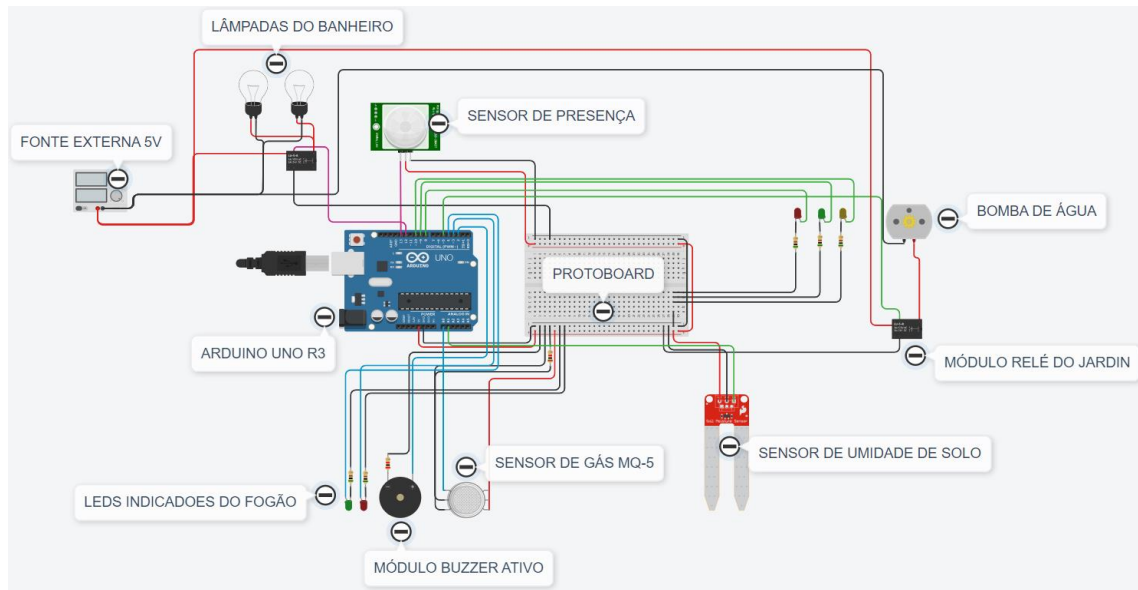
O desenvolvimento do projeto foi dividido em duas etapas principais. Primeiramente, foi realizado um estudo sobre automação residencial, plataforma Arduino e sistemas eletrônicos na Universidade Federal Rural do Semi-árido, campus Caraúbas - RN, durante o segundo semestre do ano de 2023.

Em seguida, foi desenvolvida a lógica de programação juntamente com o sistema de automação residencial. Durante essa etapa, também foi confeccionada uma maquete funcional do projeto, onde todos os equipamentos foram acoplados em seus devidos lugares e testados. Esta fase ocorreu na cidade de Patu – RN, entre os meses de dezembro de 2023 e fevereiro de 2024.

5.2 ARQUITETURA E MONTAGEM DO SISTEMA

A montagem do sistema completo pode ser representada de acordo como mostrado na figura 14.

Figura 14: Circuito eletrônico completo do sistema de automação.



Fonte: Autoria própria (2024).

Após o desenvolvimento da lógica de programação, o circuito foi inicialmente montado no simulador do Tinkercad, disponível gratuitamente na internet através do link: < <https://www.tinkercad.com> >. Posteriormente, ao confirmar que tudo estava funcionando conforme o desejado, deu-se início à montagem do circuito físico. Durante esse processo, foram realizados ajustes no programa fonte do microcontrolador para garantir que os parâmetros de dados enviados pelos sensores fossem interpretados corretamente pelo Arduino.

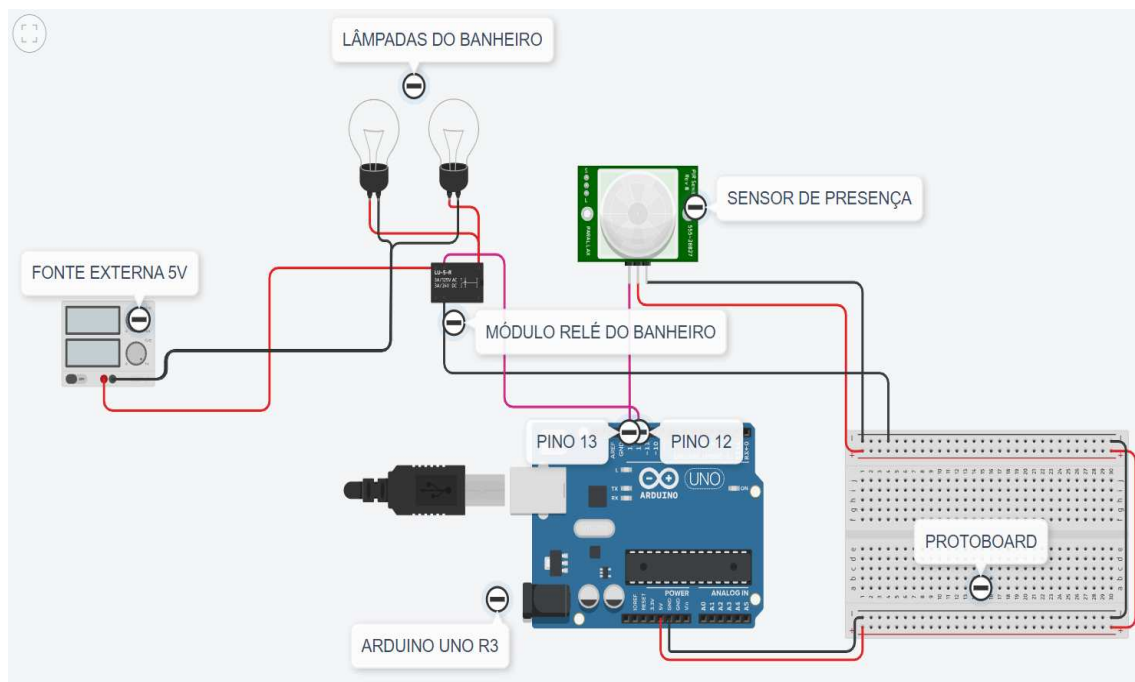
5.3 CÓDIGO FONTE

Para permitir que o Arduino controle todos os dispositivos de forma eficaz e precisa, foi elaborado um programa utilizando a linguagem de programação C++ (em anexo). Este programa contém todos os parâmetros necessários para o acionamento dos atuadores, incluindo os tempos de ativação de cada um. O código opera como um guia para o comportamento do controlador em resposta a cada dado recebido do ambiente externo.

5.4 SISTEMA DE INTERRUPTOR PARA LÂMPADA

O circuito do interruptor foi montado utilizando um sensor de presença PIR, duas mini lâmpadas incandescente, um módulo relé e cabos. Ele foi instalado na área do banheiro da residência. Sua operação é baseada na detecção de movimento pelo sensor de presença, que envia um sinal para o controlador quando o usuário entra no banheiro. O controlador então ativa o módulo relé, que por sua vez aciona as lâmpadas no local, permanecendo acesas por um período de tempo determinado. A Figura 15 apresenta o circuito do sistema de interruptor do projeto.

Figura 15: Circuito do sistema de interruptor automático.



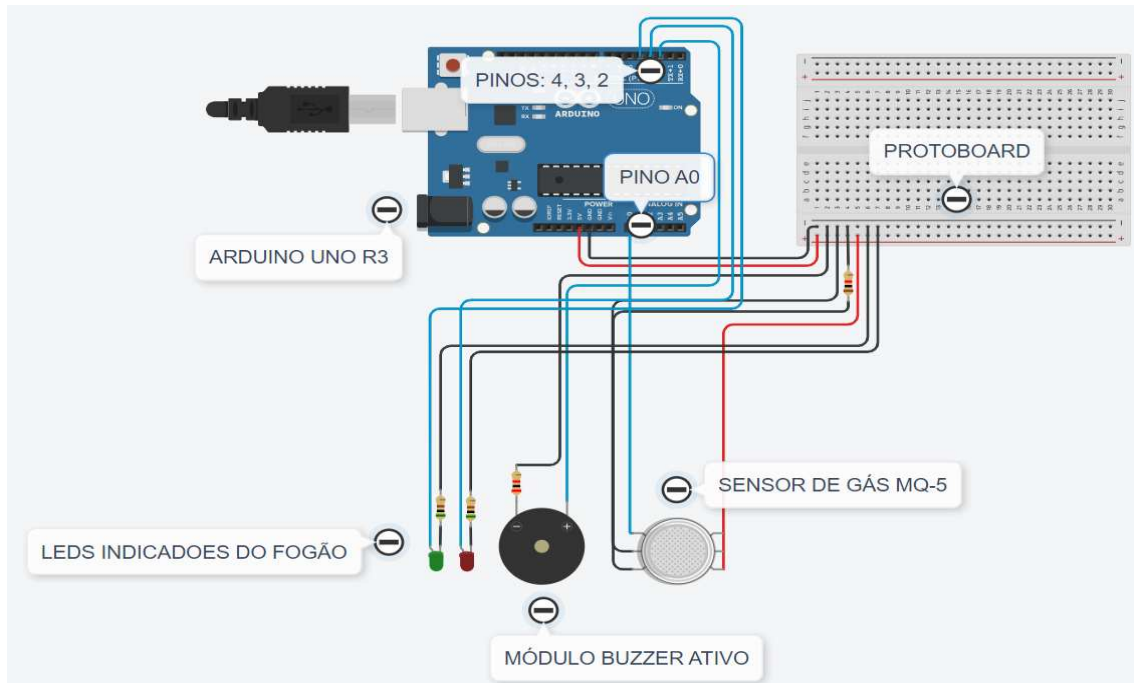
Fonte: Autoria própria (2024).

5.5 SISTEMA PARA DETECÇÃO DE GÁS DE COZINHA

Para a montagem do sistema, foram empregados um sensor de gás MQ-5, um módulo buzzer, dois LEDs indicadores, dois resistores e fios jumper. O propósito do sistema é detectar a presença de gás de cozinha no ambiente e alertar o morador por meio de sinal sonoro e LEDs indicadores. O sensor identifica a presença do gás e transmite a informação para o controlador.

Com base no nível de gás detectado, o controlador ativa ou desativa o buzzer (sirene) e os LEDs indicadores. Os LEDs verde e vermelho sinalizam a presença ou ausência de gás no ambiente. A figura 16 apresenta o circuito do sistema e seus componentes.

Figura 16: Circuito eletrônico do sistema de gás.

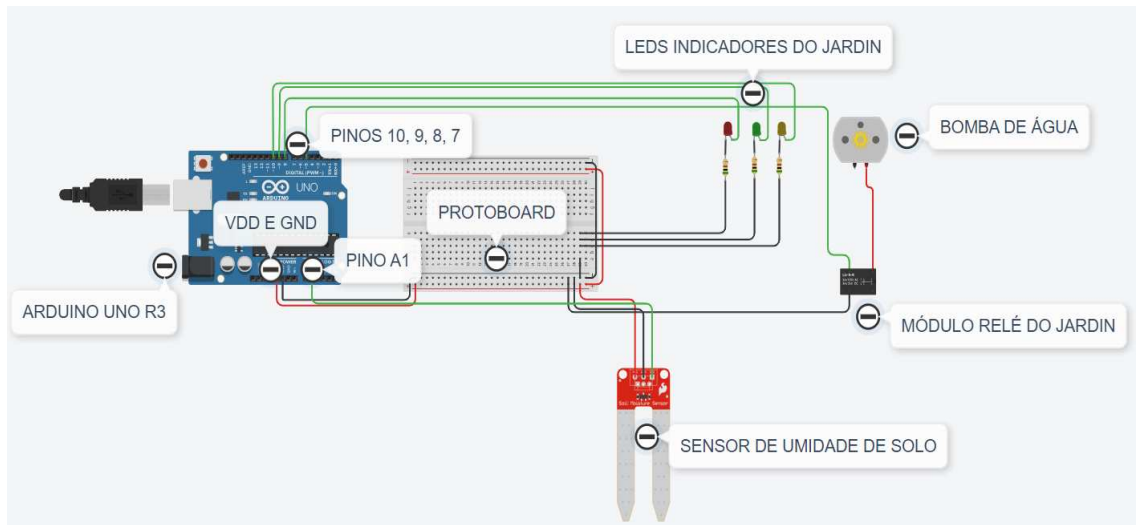


Fonte: Autoria própria (2024).

5.6 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Na montagem desse sistema, foi utilizado um sensor de umidade de solo V.2, um módulo relé, uma bomba d'água, três LEDs indicadores, três resistores e fios jumper. A finalidade do sistema é automatizar a irrigação do jardim da residência. O funcionamento do protótipo segue a seguinte lógica: o sensor coleta os dados de umidade do solo e os transmite para o controlador. Se a umidade estiver dentro dos parâmetros pré-definidos, a bomba d'água é acionada até que o sensor detecte uma umidade ótima para o jardim. Os LEDs têm a função de indicar de maneira visual o estado do sistema, os LEDs vermelho e verde representam o estado do solo, indicando se a umidade está dentro dos parâmetros ou não, enquanto o LED amarelo indica o funcionamento da bomba d'água. Quando a bomba é ativada, o LED amarelo é ligado simultaneamente, e desligado quando a irrigação é encerrada. A figura 17 apresenta o circuito do sistema e seus componentes.

Figura 17: Circuito do sistema de irrigação.



Fonte: Autoria própria (2024).

5.7 MONTAGEM DA MAQUETE

Posteriormente a etapa de montagem e testes do circuito eletrônico, foi dado início à confecção da maquete, que simula uma residência familiar com um quarto, um banheiro, uma cozinha, uma sala de estar e um jardim. Após a montagem, cada sistema de automação foi adicionado em seus respectivos lugares. A figura 18 apresenta a maquete após ser confeccionada.

Figura 18: Imagem da maquete antes de adicionar a parte eletrônica.

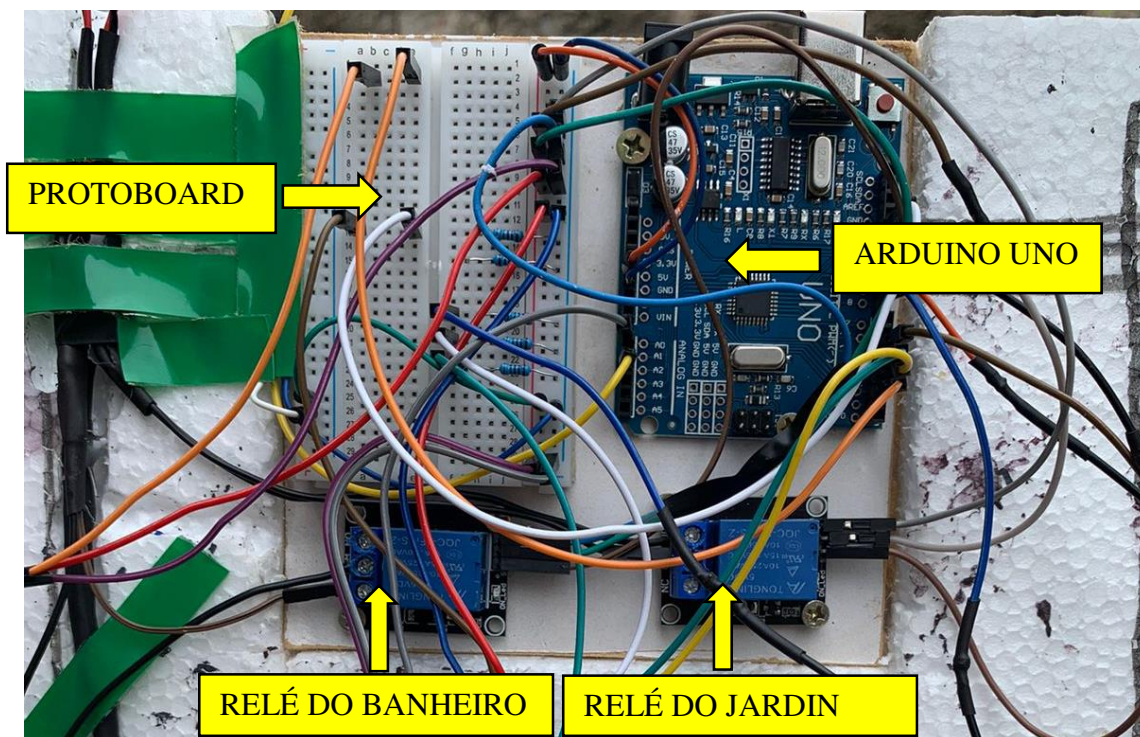


Fonte: Autoria própria (2024).

5.7.1 Inclusão do Circuito Eletrônico na Maquete

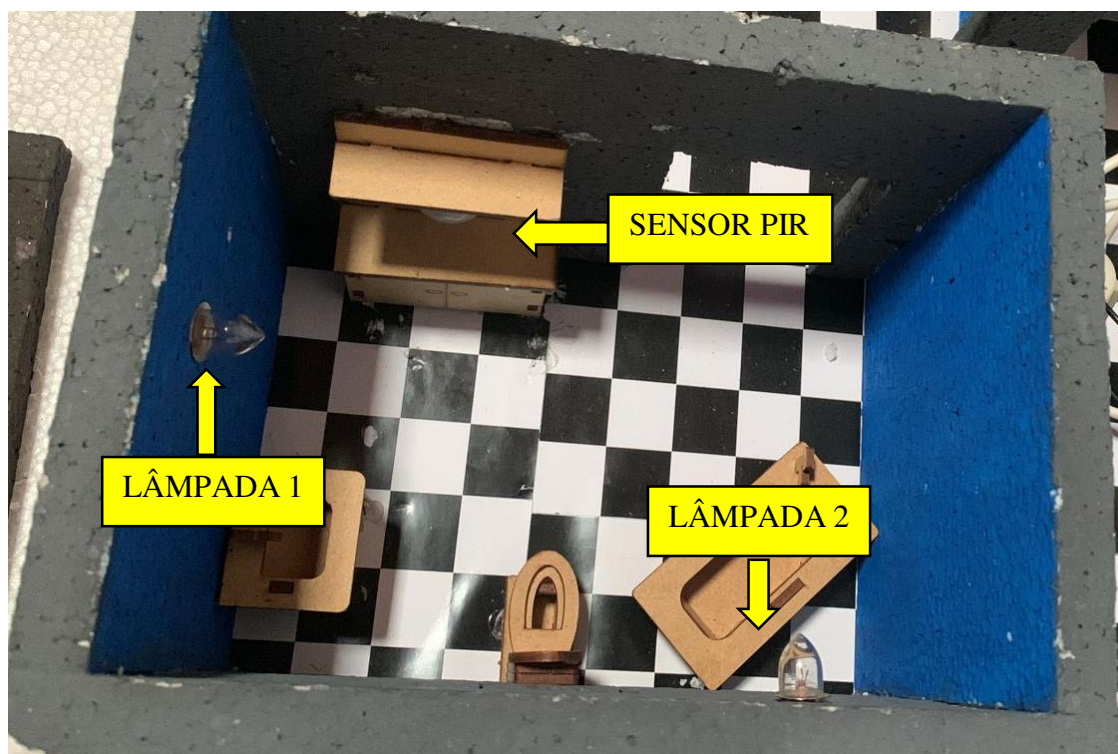
Após a conclusão da maquete e a realização dos testes no circuito eletrônico, deu-se início à integração dos equipamentos eletrônicos ao projeto. Todos os materiais utilizados exceto a bomba de água e o sensor de umidade, foram instalados dentro da maquete, de forma a evitar exposição direta ao observador, mantendo o projeto o mais próximo possível da realidade. Os equipamentos foram implantados aos componentes que simulam os móveis da residência, permitindo sua camuflagem. O controlador, juntamente com a maior parte dos fios, foi posicionado na parte inferior da maquete. A bomba de água juntamente com o sensor de umidade tem aplicação externa e ficaram de fora da integração. As figuras 19, 20, 21 e 22 apresentam os locais de integração do sistema eletrônico na maquete.

Figura 19: Local de instalação do controlador relés e protoboard.



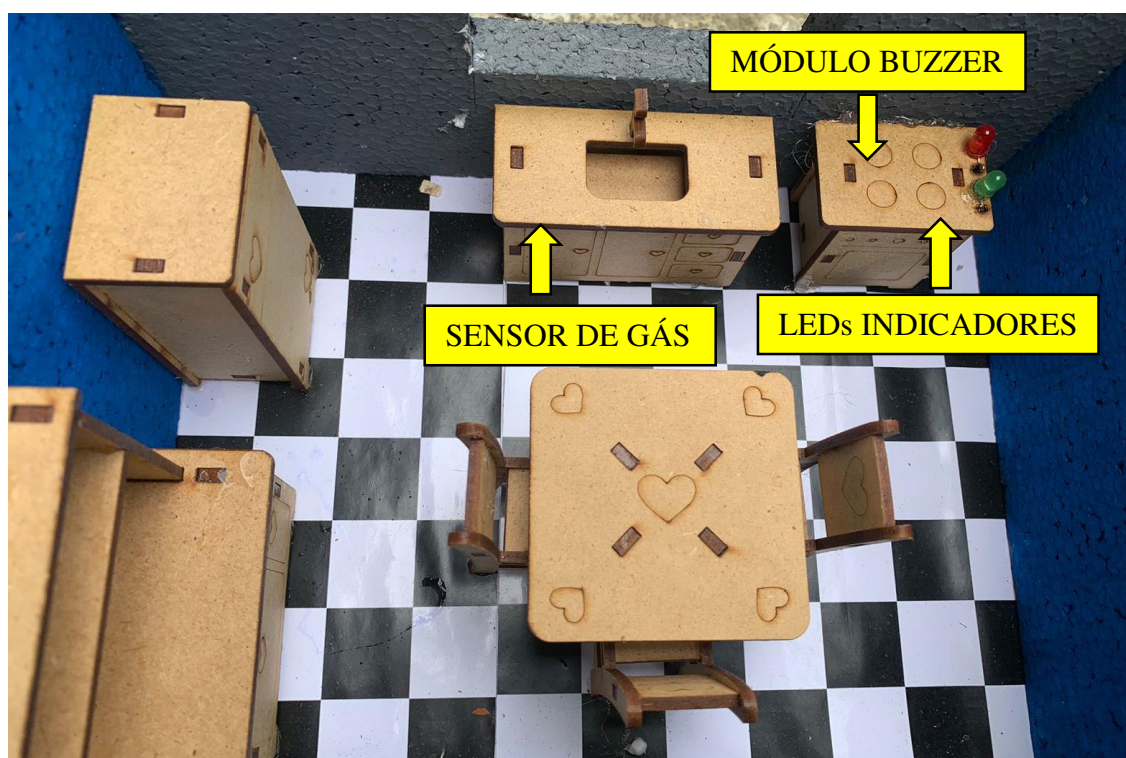
Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 20: Local de instalação do sensor PIR e lâmpadas.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 21: Local de inclusão do sistema de vazamento de gás.



Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 22: Local de aplicação do circuito de irrigação.



Fonte: Autoria própria (2024).

5.8 CUSTO DO PROJETO

Após a conclusão da montagem do projeto, é necessário estimar seu custo total. Uma parte dos equipamentos utilizados foi comparada em lojas online, enquanto outros foram adquiridos no mercado local de Patu, RN. Os valores listados abaixo representam apenas o custo líquido de cada equipamento, excluindo o valor do frete. Portanto, ao realizar um orçamento para a aquisição dos equipamentos, deve-se adicionar o custo do frete, que pode variar de acordo com a região. A tabela 10 apresenta o custo total do projeto.

Tabela 10: Valor total do projeto.

CONFEÇÃO DO SISTEMA ELÉTRÔNICO				
EQUIPAMENTO	LOJA	VALOR UNITÁRIO	QUANT.	VALOR TOTAL
Arduino Uno R3	A2 Robotics	R\$ 37,50	1	R\$ 37,50
Módulo relé 5v	Maker Hero	R\$ 7,50	2	R\$ 15,00
Módulo buzzer	Maker Hero	R\$ 6,90	1	R\$ 6,90
Sensor capacitivo de umidade do solo	Maker Hero	R\$ 8,45	1	R\$ 8,45
Sensor de gás MQ-5	Maker Hero	R\$ 16,05	1	R\$ 16,05
Sensor de presença PIR	Maker Hero	R\$ 10,35	1	R\$ 10,35
Lâmpada incandescente	Mercado local	R\$ 3,00	2	R\$ 6,00
Bomba de aquário	Maker Hero	R\$ 12,00	1	R\$ 12,00
Protoboard 400 furos	Maker Hero	R\$ 9,40	1	R\$ 9,40
		Valor do sistema		R\$ 121,65
CONFEÇÃO DA MAQUETE				
EQUIPAMENTO	LOJA	VALOR UNITÁRIO	QUANT.	VALOR TOTAL
Placa de isopor 10 mm	Mercado local	R\$ 5,90	2	R\$ 11,80
Placa de isopor 25 mm	Mercado local	R\$ 9,90	2	R\$ 19,80
Mini moveis	Mercado livre	R\$ 22,00	1	R\$ 22,00
tinta guache	Mercado local	R\$ 2,60	5	R\$ 13,00
cola para isopor	Mercado local	R\$ 4,00	1	R\$ 4,00
Mangueira de nível	Mercado local	R\$ 2,00	2	R\$ 4,00
Papel auto colante	Mercado local	R\$ 3,00	3	R\$ 9,00
		Valor da maquete		R\$ 83,60
VALOR TOTAL DO PROTÓTIPO				R\$ 205,25

Fonte: Autoria própria (2024).

É importante destacar que os custos do projeto podem variar em relação aos valores apresentados na tabela acima. Os materiais podem ser substituídos por outros semelhantes, desde que atendam às mesmas especificações técnicas dos itens apresentados ao longo deste trabalho.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados detalhados da maquete automatizada desenvolvida com a utilização da plataforma Arduino, além de discussões aprofundadas sobre esses resultados. Serão abordados aspectos como desempenho dos dispositivos, eficácia das funções automatizadas, interação entre os componentes do sistema e possíveis melhorias identificadas durante a fase de testes.

6.1 DESEMPENHO DOS SENSORES E ATUADORES

No decorrer e após o desenvolvimento da maquete, verificou-se um bom desempenho dos sensores e atuadores implantados no projeto. Sensores precisos e sensíveis foram capazes de detectar as condições ambientais relevantes, como movimento, umidade do solo e presença de gás, fornecendo dados confiáveis para o controlador Arduino. Isso permitiu que o sistema respondesse de forma rápida e precisa às mudanças no ambiente, acionando os atuadores conforme necessário. Por sua vez, os atuadores demonstraram serem práticos e confiáveis, garantindo a execução eficaz das ações automatizadas a qual foram submetidos.

Um desempenho consistente desses componentes contribuiu para a eficiência operacional do sistema, proporcionando uma automação confiável e sem interrupções. No entanto, identificou-se a necessidade contínua de calibração e ajustes para garantir a precisão e confiabilidade a longo prazo do sistema, além de considerações sobre a manutenção preventiva para garantir sua operação de maneira segura para o sistema.

6.2 INTEGRAÇÃO ENTRE COMPONENTES

Ao verificar o funcionamento coletivo dos sistemas, foi analisado a integração e comunicação dos componentes. Os resultados revelaram uma interação harmoniosa entre os

diferentes elementos da maquete automatizada. Observou-se uma eficaz integração entre os sensores, atuadores, módulos de comunicação e controlador. Evidenciando a estabilidade do projeto em termos de interconexão. No entanto, é prudente ressaltar uma limitação observada no Arduino ao exercer duas funções simultâneas de forma eficiente. Embora essa deficiência seja reconhecida, para o projeto referido, ela não se mostrou significativa. Já que sensores utilizados no sistema enviam sinais digitais ao controlador permitindo que seja possível usufruir de uma estratégia de programação para contornar o problema. A solução para resolver a problemática consistiu-se em: usar uma função de interrupção externa de código, chamada de *attachInterrupt* para que seja possível obter um funcionamento correto do sistema. Dessa forma, a deficiência do Arduino não afetou negativamente o desempenho ou a eficácia do projeto. Esses resultados destacam a importância da compatibilidade e sincronização entre os componentes na implementação bem-sucedida de sistemas utilizando a plataforma Arduino.

6.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Durante os testes realizados, foi verificado que o consumo energético relacionada ao funcionamento da maquete é mínimo. Isso foi alcançado através da seleção criteriosa dos componentes eletrônicos, priorizando dispositivos de baixo consumo energético. Além disso, estratégias de programação foram aplicadas para garantir que os atuadores fossem acionados apenas quando necessário, minimizando assim o desperdício de energia. Esses resultados indicam a eficiência energética do sistema e uma possível economia de recursos se implementados em um projeto real.

6.4 DIFICULDADES ENFRENTADAS DURANTE O DESENVOLVIMENTO

Durante o processo de desenvolvimento do sistema, diversas dificuldades foram encontradas, abrangendo áreas como programação, conexões eletrônicas e implantação dos sistemas na maquete. Uma das principais dificuldades enfrentadas foi a complexidade da programação necessária para coordenar os diferentes componentes do sistema. A integração de

sensores, atuadores e o controlador Arduino demandou um cuidadoso desenvolvimento de algoritmos para garantir o funcionamento correto e sincronizado do sistema. Além disso, problemas de conexões eletrônicas surgiram, incluindo cabos com defeito interno, soldas defeituosas entre outros, os quais exigiram diagnóstico e correção meticulosa para garantir a estabilidade e confiabilidade das conexões. Por fim, a implantação dos sistemas na maquete apresentou desafios logísticos e de design, com a necessidade de integrar os componentes de forma a otimizar o espaço disponível de maneira que os mesmos ficassem camuflados dentro da maquete.

6.5 SISTEMA DE INTERRUPTOR DE LÂMPADAS DO BANHEIRO

O sistema de interruptor de lâmpada do banheiro da maquete demonstrou um excelente funcionamento durante os testes realizados. A integração do sensor de presença PIR com as lâmpadas incandescentes e o módulo relé proporcionou uma ativação precisa e eficiente das luzes do banheiro. Ao detectar a presença do usuário, o sensor PIR enviou um sinal para o controlador Arduino, que acionou o relé, permitindo que as lâmpadas fossem ligadas por um período de tempo determinado. A resposta rápida do sistema às mudanças de presença no ambiente, juntamente com a sua estabilidade, garantiu uma iluminação adequada e conveniente do banheiro da maquete. Esses resultados destacam a eficácia do sistema de automação implementado e sua capacidade de proporcionar conforto e praticidade aos usuários, evidenciando o potencial da tecnologia Arduino na automação residencial. É importante salientar que o sensor PIR não foi diretamente focado no interior do banheiro devido ao fato de que o infravermelho emitido pelas lâmpadas pode influenciar na leitura precisa do sensor. A figura 23 apresenta o funcionamento das lâmpadas do banheiro da maquete.

Figura 23: Funcionamento das lâmpadas do banheiro .



Fonte: Autoria própria, (2024).

6.6 SISTEMA DE VAZAMENTO DE GÁS DE COZINHA

O sistema de detecção de vazamento de gás na maquete exibiu um desempenho notável durante os testes realizados. Ao identificar a presença de gás, o controlador Arduino acionou o

buzzer para emitir um alerta sonoro e os LEDs indicadores para fornecer uma sinalização visual clara o LED vermelho indica a presença de gás no ambiente e o verde representa um ambiente seguro. A resposta rápida e confiável do sistema diante de um vazamento potencial destacou sua eficácia na prevenção de riscos de acidentes. Estes resultados reforçam a importância da utilidade dos sistemas de detecção de vazamento de gás na automação residencial, oferecendo uma camada adicional de segurança e tranquilidade para os ocupantes da residência. A figura 24 apresenta o sistema em funcionamento, com níveis de gás representados através dos LEDs indicadores.

Figura 24: Funcionamento do sistema de detecção de gás de cozinha.



Fonte: Autoria própria, (2024).

6.7 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação do jardim na maquete apresentou um bom funcionamento durante o funcionamento do protótipo. O sensor apresentou uma leitura precisa da umidade presente no solo e o controlador acionou a bomba d'água juntamente com os LEDs indicadores conforme foi estabelecido na etapa de programação. A resposta rápida do sistema às variações de umidade, garantiu que o jardim recebesse a quantidade ideal de água, no qual foi estabelecido uma umidade ótima entre 30% e 40% promovendo assim o desenvolvimento saudável das plantas irrigadas. Esses resultados evidenciam a eficácia do sistema de irrigação na manutenção do jardim e a possível capacidade do sistema de ser aplicado em uma situação real. A figura 25 apresenta o funcionamento do sistema.

Figura 25: Funcionamento do sistema de irrigação.



Fonte: Autoria própria, (2024).

7 POSSÍVEL EXPANSÃO DO SISTEMA PARA IMPLEMENTAÇÃO EM TRABALHOS FUTUROS

Um possível passo adiante seria a expansão do sistema desenvolvido na maquete, levando-o do ambiente simulado para o mundo real. Isso envolveria adaptações e considerações adicionais para garantir a eficácia e segurança do sistema em um local residencial de tamanho real. Nesse caso seria necessário realizar uma análise detalhada das necessidades específicas do local, como a distribuição de dispositivos e a infraestrutura existente. Além disso, seriam necessários ajustes na programação e configuração do sistema para lidar com as características do ambiente real, como variações climáticas, condições ambientais variáveis e valor de investimento. A integração de sistemas de monitoramento remoto e controles adicionais também poderia ser explorada para oferecer maior flexibilidade e controle aos usuários. Essa expansão para o ambiente real representaria um avanço significativo na aplicação prática da tecnologia de automação residencial, proporcionando benefícios significativos em termos de conforto, segurança, inclusão, conveniência e eficiência energética para os moradores.

8 CONCLUSÃO

O objetivo principal deste trabalho foi desenvolver uma maquete residencial automatizada, utilizando a plataforma Arduino como controlador e principal componente, com o propósito de demonstrar as capacidades da automação residencial. Buscando implementar sistemas que controlassem diferentes funções da residência, como iluminação, detecção de vazamento de gás e irrigação do jardim. A fim alcançar todos os objetivos previamente definidos, as etapas do desenvolvimento do protótipo foram conduzidas com responsabilidade e seriedade.

O desenvolvimento do projeto evidencia que a maquete automatizada representa não apenas um exercício técnico, mas também uma demonstração notável dos avanços na automação residencial. De maneira indireta o arduino juntamente com todos os componentes utilizados na composição do protótipo foram alvos de estudo desse trabalho, uma vez que para o desenvolvimento da maquete foi necessário compreender o funcionamento de cada componente. Os resultados dos testes demonstraram a eficácia e a confiabilidade dos sistemas implementados, desde o controle de iluminação até a detecção de vazamento de gás e a irrigação automatizada do jardim. Além disso, as discussões sobre as possíveis expansões para o mundo real destacam o potencial deste projeto em influenciar e aprimorar as práticas de automação residencial em ambientes reais.

Espera-se que o protótipo possa contribuir com a automação no decorrer do desenvolvimento tecnológico e servir de base para outros projetos, auxiliando estudantes e pesquisadores que queiram desenvolver outros trabalhos na área de automação. Apresentar a flexibilidade no uso do arduino e seus componentes foi um dos principais objetivos desse projeto, uma vez que outros tipos de sistemas podem ser desenvolvidos através dos mesmos equipamentos utilizados nesse protótipo. No geral, este projeto oferece uma visão promissora do futuro da automação residencial, destacando os benefícios de uma abordagem integrada e inteligente para a gestão de recursos e conforto nas residências modernas.

Mediante ao exposto, analisando os resultados obtidos com a realização desse trabalho, outros estudos podem ser realizados com o intuito de ampliar ou aperfeiçoar o projeto desenvolvido. Entre esses estudos, destaca-se a implantação de aplicativos em conjunto com o controlador para ajudar no controle e monitoramento de cada sistema, aplicações de cada sistema em áreas separadas, por exemplo o sistema de irrigação sendo utilizado na agricultura, sistema de gás utilizado em cozinhas e ambientes industriais, entre outros tipos distintos de

aplicações possíveis. Esse leque de aplicações possíveis para cada sistema é o que pode gerar estudos e projetos que envolvam a plataforma arduino como base, contribuindo diretamente com o desenvolvimento da automação na sociedade atual.

REFERÊNCIAS

BOLZANI, Caio Augustus Morais (2006). **Desmistificando a domótica**. Disponível em: < <https://aureside.blogspot.com/2015/08/desmistificando-domotica.html> >

BOLZANI, C. A. M. (2004). **Residências inteligentes**. São Paulo: Livraria da Física.

BANZI, M.; SHILOH, M. **Primeiros passos com o arduino**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2015.

EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. **Arduino em ação**. Novatec Editora, 2013.

FONSECA, Erika Guimarães Pereira da; BEPPU, Mathyan Motta. **Apostila Arduino**. Niterói-RJ: Universidade Federal Fluminense Centro Tecnológico, 2010.

FERREIRA, Victor Zago Gomes. **A domótica como instrumento para a melhoria da qualidade de vida dos portadores de deficiência**. 2010. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Automação Industrial, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnológica da Paraíba, João Pessoa, 2010. Disponível em: < <https://estudante.ifpb.edu.br/cursos/15/> >

GEDDES, Mark. **Manuel de projetos do arduino: 25 projetos práticos para começar**.

IGOE, T., & O'Sullivan, D. (2014). **Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers**.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. Rafael Zanolli. São Paulo – SP: Editora Novatec, 2011.

MOTA, A. **O que é Arduino e como funciona?** Disponível em: < https://portal.vidadesilicio.com.br/o-que-e-arduino-e-como-funciona/#Arduino_Uno_-_A_placa_mais_popular >

MONK, Simon. **Programação com Arduino: começando com Sketches**. Bookman Editora, 2013.

MURATORI, J. R., Dal Bó, P. H. (2011). **Automação residencial: histórico, definições e conceitos**. Disponível em: < https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/04/Ed62_fasc_automacao_capI.pdf >

MURATORI, J.R. **As tendências do mercado de Automação Residencial**. São Paulo, Congresso Habitar - Congresso de Automação Residencial e Tecnologias para Habitação.

PATSKO, L. F. **Tutorial aplicações, funcionamento e utilização de sensores**. Disponível em: < https://www.maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_aplicacoes_e_funcionamento_de_sensores.pdf >

REIS, C. A. dos. et al. **Aplicação da biblioteca OpenGL em um jogo desenvolvido no C# com integração do Arduino Uno e Ionic Framework**. Revista Eletrônica de Iniciação Científica em Computação, v.18, n.2, 2020.

SOUZA, A. R., et al. **A placa arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**. Disponível em: < <https://sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf> >

TEZA, V. R. **Alguns aspectos sobre automação residencial - Domótica**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83015/212312.pdf> >

TOM IGOE (2012). **Guia Arduino Iniciante**. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3252633/mod_resource/content/1/Guia_Arduino_Iniciante_Multilogica_Shop.pdf >

WENDLING, M. **Sensores**. Disponível em: < <https://www.feg.unesp.br/Home/> >

APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE

```
// Código em C++
// código utilizado para automação residencial;
// Autor: Marlos Matheus Gomes da Silva
// Duvidas: Marlos.11@hotmail.com

//-----Variáveis sistema de detecção de gás-----
int pinbuzzer = 8; // pino que o buzzer será ligado.
int pinsensordegas = 2; // pino que o sensor será ligado
int pinledverdegas = 4; // led que indica o bom estado de gás no
ambiente.
int pinledvermelhogas = 6; // led que indica a presença de gás no
ambiente.

//-----Variáveis do sistema de irrigação-----
int pinsensorumidade = A0 ; // pino que o sensor de umidade será
ligado.
int pinledverdeumidade =9; // led que indica o bom estado do solo
para as plantas.
int pinledvermelhoumidade =10; // led que indica que a planta está
correndo risco de morrer.
int pinledamareloumidade = 7; // led que indica que a bomba água
está ligada e irrigando.
int pinmotor = 5; // pino no qual a bomba de água será ligada.

//-----Variáveis sistema de lâmpada-----
int pino sensordepresenca = 13; // pino no qual o sensor de presença
será ligado.
int pinolampada = 12; // pino no qual as lâmpadas do banheiro serão
ligadas.
int lampada; // variável criada para lâmpada

void interrupcaogas(){ // função de interrupção para priorizar
o sistema de vazamento de gás em relação aos demais sistemas.

//----- SISTEMA DE GAS -----
```

```

//variáveis para o sensor de gás
int leituradegas = digitalRead(pinsensordegas); // inserindo dados
na variável criada.

Serial.print("Leitura sensor de gas: "); // indicando o que
aparecerá no monitor serial.

Serial.println(leituradegas); // leitura do sensor n monitor serial
1 = presença de gás, 0 = sem gás no ambiente.

//condições para sistema de gás.
if (leituradegas == LOW){ // leitura baixa recebida enviada pelo
sensor de gás.
digitalWrite(pinbuzzer, HIGH); // sirene ativada!
digitalWrite(pinledvermelhogas, HIGH); // led vermelho ativado!
digitalWrite(pinledverdegas, LOW); // led verde desativado!
}
else {
digitalWrite(pinbuzzer, LOW); // sirene desativada!
digitalWrite(pinledvermelhogas, LOW); // led vermelho desativado!
digitalWrite(pinledverdegas, HIGH); // led verde ativado!
}
}

void setup(){
Serial.begin(9600); // ativando monitor serial.

//definindo entradas e saídas de cada pino do sistema de irrigacao.
pinMode(pinsensorumidade, INPUT); // sensor de umidade entrada de
dados.
pinMode(pinledverdeumidade, OUTPUT); // demais atuadores SAIDA
de corrente e tensão.
pinMode(pinledvermelhoumidade, OUTPUT); // pinos em INPUT estão
recebndo, e pinos em OUTPUT estão enviando dados.
pinMode(pinledamareloumidade, OUTPUT);
pinMode(pinmotor, OUTPUT);
//definindo pinos como ligado/desligado do sistema de irrigação.
digitalWrite(pinledvermelhoumidade , LOW);
digitalWrite(pinledamareloumidade , LOW); // pinos em LOW
inicialmente estão desligados, e pinos em HIGH inicialmente ligados.
digitalWrite(pinledverdeumidade , HIGH);
digitalWrite(pinmotor , LOW);

```

```

//definindo entradas e saídas de cada pino do sistema de gás.
pinMode(pinsensordegas, INPUT);
pinMode(pinbuzzer, OUTPUT);
pinMode(pinledverdegas, OUTPUT);
pinMode(pinledvermelhogas, OUTPUT);

//definindo pinos como ligado/desligado do sistema de gás.
digitalWrite(pinledverdegas, HIGH);
digitalWrite(pinledvermelhogas, LOW);

//definindo entradas e saídas de cada pino do sistema de luz.
pinMode(pinosensordepresenca, INPUT);
pinMode(pinolampada,OUTPUT);

attachInterrupt(digitalPinToInterrupt (pinsensordegas),
interrupcaogas, CHANGE); // Função de interrupção para que o sistema
de gás seja prioridade.
}

void loop(){ // no loop principal do código ficou apenas o sistema
de lâmpadas, devido ao atraso gerado pelo daley no processamento do
programa.

int umidadesensor = analogRead(pinsensorumidade);
int leituraumidade = ((32000/umidadesensor)-30);
Serial.print("Umidade: ");
Serial.println(leituraumidade);

//----- SISTEMA DE IRRIGACAO -----
//condição para que o led verde acenda.
if( leituraumidade > 30 && leituraumidade < 40){ //A UMIDADE ÓTIMA
DO JARDIN FICA ENTRE 400 E 500.
digitalWrite(pinledverdeumidade, HIGH);
}
else{
digitalWrite(pinledvermelhoumidade, HIGH);
}
//condição para que o motor/bomba seja ativado.
if( leituraumidade < 30){
digitalWrite(pinmotor, HIGH);

```

```

digitalWrite(pinledamareloumidade, HIGH);
}
else{
digitalWrite(pinmotor, LOW);
digitalWrite(pinledamareloumidade, LOW);
}
//----- SISTEMA DE PRESENCA E LUZ -----
//variaveis para sensor de presenca e luz

int leiturasensorluz = digitalRead(pinosensordepresenca); //
atribuindo valor para a nova variável local.

//condicoes para sensor de presenca e luz.
if(leiturasensorluz == HIGH){ // dados recebidos do sensor de
presença.
digitalWrite(pinolampada, HIGH);
delay(10000);          // tempo que a lâmpada permanece acesa 10
segundos
}
else{
digitalWrite(pinolampada, LOW);

}
delay (100); // tempo de loop do código.
}

```