



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS**

**CAMPUS MANAUS DISTRITO INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE AUTOMAÇÃO E PRODUÇÃO
TECNOLOGIA EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

JANDER COUTO DA SILVA

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUINO

MANAUS

2022

JANDER COUTO DA SILVA

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUINO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal do Amazonas como requisito para obtenção de grau tecnológico em mecatrônica industrial.

Orientador: Prof. Dr. Cleonor C. das Neves

**MANAUS
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586a Silva, Jander Couto da.

Automação industrial com arduino. / Jander Couto da Silva. – Manaus, 2022.

50 f.: il. color

TCC (Tecnólogo em Mecatrônica Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Distrito Industrial, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Cleonor C. das Neves.

1. Automação residencial. 2. Arduino. 3. Iluminação. 4. Bluetooth. 5. Irrigação. I. Neves, Cleonor C. das (orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 629.8

Elabora por Fc^a. Amélia Frota, registro n.858 (CRB11)

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 26 dias do mês de setembro de 2022, às 10:00 h, na sala 17 do Campus Manaus Distrito Industrial-CMDI, o discente **JANDER COUTO DA SILVA** apresentou o seu Trabalho de Conclusão de Curso para avaliação da Banca Examinadora constituída pelos seguintes integrantes: **Prof. Dr. Cleonor Crescêncio das Neves** (docente-orientador), **Prof. Dr. Daniel Fonseca Souza** (Membro 1), **Prof. MSc. Pedro Ivan das Graças Palheta** (Membro 2) e **Prof. MSc. Dário Souza Rocha** (Membro 3). A sessão publica de defesa foi aberta pelo presidente da banca, que apresentou a Banca Examinadora e deu continuidade aos trabalhos, fazendo uma breve referência ao TCC, que tem como título **AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM ARDUÍNO**. Na sequencia, o discente teve até 30 minutos para a comunicação oral de seu trabalho. Cada integrante da banca examinadora fez suas arguições após a defesa do mesmo. Ouvidas as explicações do discente, a banca examinadora, reunida em caráter sigiloso, para proceder à avaliação final, deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO com média final 7,25 (SETE E VINTE CINCO CENTESIMOS)

do referido trabalho.

Foi dada ciência ao(à) discente que a versão final do trabalho deverá ser entregue até o dia 26/10/22, com as devidas alterações sugeridas pela banca. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada às 18 h 00 min, sendo lavrada a presente ata, que, uma vez aprovada, foi assinada por todos os membros da Banca Examinadora e pelo(a) discente.

Prof. Dr. Cleonor C. das Neves
SIAPE: 1265040

Prof. Orientador(a)/Presidente: Prof. Dr. Cleonor Crescêncio das Neves

Prof. Avaliador 1: Prof. Dr. Daniel Fonseca Souza

Prof. Avaliador 2: Prof. MSc. Pedro Ivan das Graças Palheta

Prof. Avaliador 3: Prof. MSc. Dário Souza Rocha

Discente: Jander Couto da Silva

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo propor o desenvolvimento de um sistema de automação residencial utilizando a plataforma Arduino aplicado para iluminação e irrigação de dois pontos de um pequeno jardim. Para este trabalho realizou-se pesquisa bibliográfica sobre o tema automação residencial com Arduino e sobre algumas das principais possibilidades de módulos sensores, atuadores e de comunicação para esta utilização, após o aprofundamento de estudo e análise foi proposto os dois agentes. Na próxima etapa, foram definidos os componentes e os módulos de entrada e saída. Para a automatização da iluminação via Bluetooth escolheu-se um aplicativo específico, e então foi desenvolvido o código de programação para cada situação. E para a demonstração do sistema desenvolveu-se um protótipo em escala reduzida e foi definida uma planta baixa de localização dos componentes na residência. Os testes realizados apresentaram o resultado esperado de acordo com o programa. Conclui-se que o Arduino e seus módulos surgem como uma alternativa simples, versátil e de baixo custo para uma automação residencial pontual.

Palavras-chave: Automação residencial. Arduino. Iluminação. Bluetooth. Irrigação.

ABSTRACT

This work aims to propose the development of a home automation system using the Arduino platform applied for lighting and irrigation of two points of a small garden. For this work, a bibliographic research was carried out on the subject of home automation with Arduino and on some of the main possibilities of sensor, actuator and communication modules for this use, after deepening the study and analysis, the two agents were proposed. In the next step, the components and the input and output modules were defined. For the automation of lighting via Bluetooth, a specific application was chosen, and then the programming code was developed for each situation. And for the demonstration of the system, a prototype was developed on a reduced scale and a floor plan for the location of the components in the residence was defined. The tests performed presented the expected result according to the program. It is concluded that the Arduino and its modules emerge as a simple, versatile and low-cost alternative for punctual home automation.

Keywords: Home automation. Arduino. Lighting. Bluetooth. Irrigation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
1.1	Contextualização	7
1.2	Objetivos	8
1.2.1	Objetivo geral	8
1.2.2	Objetivos específicos	8
1.3	Justificativa	8
1.4	Estrutura do trabalho	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1	Automação Residencial	10
2.2	Trabalhos Correlatos	12
3	PROPOSTA DE TRABALHO	16
4	METODOLOGIA	17
4.1	Materiais e Métodos	17
4.2	Montagem e localização do projeto	28
5	RESULTADOS	34
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
7	CONCLUSÃO	43
8	TRABALHOS FUTUROS	44
	REFERÊNCIAS	45
	APÊNDICE	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A automação residencial tem seu início na década de 70 nos EUA, onde os primeiros módulos X10 foram lançados. O protocolo de comunicação X10 utiliza a tecnologia PLC (Power Line Carrier) que permite controlar os dispositivos remotamente pela infraestrutura da rede elétrica da residência. Na década de 80, o computador pessoal passa a ser utilizado como central de automação até ser substituído por dispositivos embarcados e dedicados com a utilização dos microprocessadores e microcontroladores (PAZINI, 2017).

Tem como sinônimo a domótica, termo que surgiu na França nos anos de 1980, junção da palavra latina domus (casa) com robótica. Também é comum se utilizar atualmente o termo casa inteligente.

A automação residencial aplica as tecnologias existentes para facilitar tarefas que são efetuadas de forma estritamente manual e isto representa uma tendência tecnológica adotada em diversos países (SOUSA NETO, 2021).

Com o avanço tecnológico as tarefas automatizadas são concluídas em menor tempo, com maior precisão e confiança. Assim tem aumentado nos últimos anos a busca de praticidade, conforto e segurança por meio da automação do ambiente doméstico (RIBEIRO, 2019). Atualmente são desenvolvidas novas tecnologias para dar conforto, otimizar o tempo e aprimorar a segurança nos lares das pessoas.

Com a automação residencial, cada aparelho elétrico não exerce apenas sua função isolada, pois passa a existir uma conexão entre esses dispositivos por meio de um controlador centralizado ou integrador. Isto gera economia de tempo e simplifica o dia a dia das pessoas, satisfazendo suas necessidades de comunicação, conforto e segurança. Esta infraestrutura centralizada, proporciona maior comodidade e automatização do serviço, reduz custos de equipamentos e processos, simplifica a rede de comunicação, permite controle e acesso remoto de qualquer ponto da casa, economiza energia elétrica, e supervisiona constantemente os equipamentos (BOLZANI, 2004).

Está interligada com a Internet das Coisas (IoT do inglês, Internet of Things), que visa conectar objetos por meio da rede entre eles, criando uma intercomunicação de grande abrangência e versatilidade (MORAIS, 2020). A constante evolução da Internet das Coisas e da automação vem mudando a forma de como se conectar com o mundo

ao redor. Em consequência da expansão do mercado de IoT, a automação residencial ou domótica deixa de ser um artigo de luxo e passa a ser realidade na vida das pessoas com preços mais acessíveis (SANTOS, 2017).

Entretanto, hoje a automação residencial tem dificuldades para se disseminar no Brasil se comparada com outros países, devido à falta de popularidade do serviço, falta de profissionais capacitados, custos elevados de implementação e à dificuldade de se integrar dispositivos ou serviços terceiros ao sistema residencial (SILVA, 2018).

Por fim, os sistemas de automação tornam-se grande aliados na eficiência energética, com o monitoramento e controle de dispositivos elétricos, contribuem para reduzir gastos de energia elétrica nas residências, trazendo comodidade para o usuário e sustentabilidade global (OLIVEIRA, I. F., 2019).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar um projeto de automação residencial com Arduino para controle de lâmpadas via aplicativo incluindo irrigação automática de jardim.

1.2.2 Objetivos específicos

- Pesquisar sobre automação residencial (domótica), Arduino e módulos sensores, atuadores e de comunicação;
- Definir os módulos e o meio de comunicação a serem utilizados;
- Desenvolver a programação e simular a aplicação;
- Montar o sistema em escala reduzida para atestar o seu correto funcionamento.

1.3 Justificativa

A automação residencial pode se dar em vários níveis de extensão desde projetos complexos com alto custo até uma smart home (casa inteligente) de baixo custo por meio da aquisição de equipamentos IoT (internet das coisas) e plug and play disponíveis no mercado (STEVAN JR, 2019).

Outra opção é o próprio usuário montar e programar o seu dispositivo, o que é chamado de cultura maker ou DIY (faça você mesmo), com a vantagem, além do baixo custo, da versatilidade de utilização e programação. Nesse sentido, o Arduino,

juntamente com os módulos para conexão a ele, se torna uma boa alternativa para uma automação residencial pontual.

Diante desses aspectos, este trabalho propõem o desenvolvimento de um sistema de automação residencial, utilizando o Arduino e módulos, para um cômodo, abrangendo o controle via celular de lâmpadas e irrigação automática de jardim.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho é dividido em 8 capítulos da seguinte forma:

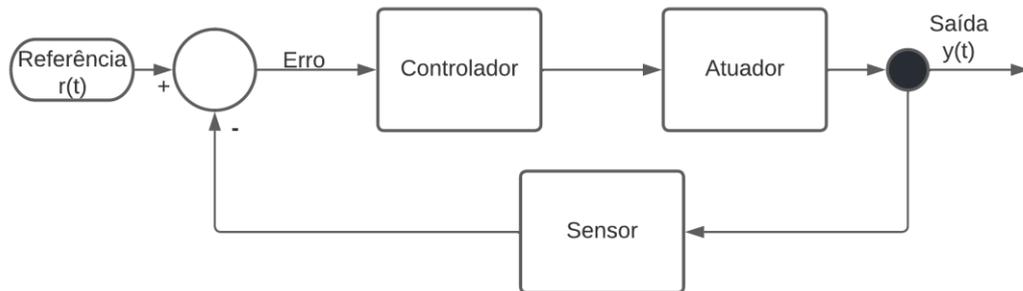
- Capítulo 1 - Introdução: Este capítulo contém a contextualização do projeto, objetivos e justificativa para o desenvolvimento do trabalho;
- Capítulo 2 - Revisão bibliográfica: Este capítulo mostra uma visão geral sobre automação, automação residencial, e apresenta alguns artigos sobre trabalhos similares;
- Capítulo 3 - Proposta de trabalho: Neste capítulo são feitas considerações gerais de como será o projeto.
- Capítulo 4 - Metodologia: Este capítulo descreve as etapas do trabalho, com detalhamento dos componentes do projeto para o acionamento via Bluetooth e o controle automático de irrigação com sensor de umidade do solo, e a localização em planta baixa do sistema;
- Capítulo 5 - Resultados: Este capítulo descreve os materiais e a execução da montagem em escala reduzida, os testes e os resultados que validam o projeto;
- Capítulo 6 - Análise dos resultados: Neste capítulo são feitas as observações a partir dos testes feitos.
- Capítulo 7 - Conclusão: Neste capítulo são feitas as considerações finais sobre o resultado do projeto e sobre a automação residencial com Arduino como um todo;
- Capítulo 8 – Trabalhos futuros: Por fim, o último capítulo mostra sugestões de melhoria para o projeto.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Automação Residencial

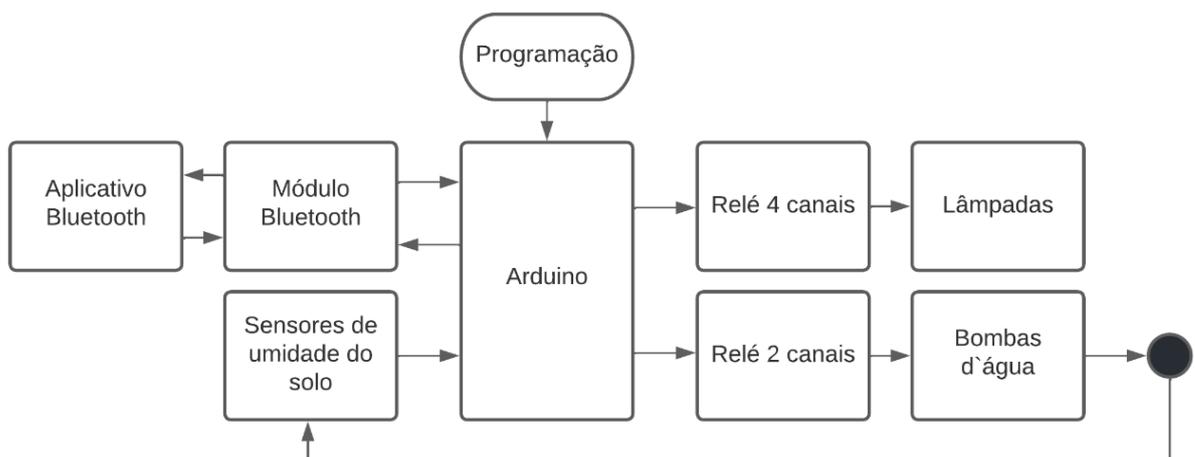
Uma planta de um projeto de automação pode ser descrita como um sistema de controle automático com realimentação, mostrado em diagrama de blocos na figura 1. Este sistema possui um dispositivo de maior potência, chamado de atuador, ou processo, ou planta, que é controlado por componentes de menor potência, que formam o controlador do sistema. A realimentação é constituída por sensor ou transdutor e vai da saída para o detector de erro que compara o sinal de saída com a referência (MAYA, 2014).

Figura 1 – Sistema de controle com realimentação.



Como comparativo, o diagrama de blocos de funcionamento do sistema de automação residencial proposto neste trabalho está representado na figura 2.

Figura 2 – Projeto proposto.



Na automação residencial, a interação entre os equipamentos se utiliza de dispositivos sensores, atuadores e controladores. Os controladores são dispositivos microcontrolados pré-programados que recebem as informações dos sensores e enviam para os atuadores quais ações por eles devem ser realizadas. (STEVAN JR, 2019).

A classificação quanto ao grau de interação com o usuário pode ser dada em três tipos de sistemas: Sistemas autônomos, onde cada dispositivo pode ser ligado ou desligado de forma independente, conforme um ajuste pré-definido, não fornecendo informações do seu status. Sistemas integrados, são vários sistemas integrados a um único controlador, porém com limitações que estes possuem da configuração de fábrica, funcionam tal como um controle remoto universal, com os equipamentos controlados separadamente. Residência inteligente, este é o modelo que se personaliza conforme a necessidade do usuário, passando de um perfil de controlador para de gerenciador, onde o sistema deixa de ser apenas um controle remoto (SILVA, 2018).

Também existe a divisão por arquiteturas disponíveis para a domótica, que são a arquitetura baseada em automação (ABA), ou domótica estática - linear e baseada apenas no configurado - e a arquitetura baseada em comportamento (ABC), chamada de domótica inteligente - baseada em técnicas de inteligência artificial (IA), capaz de se adaptar a uma rotina de utilização (HIPÓLITO, 2018).

Projetos típicos e integrados de automação residencial são dados por: Automação de instalações elétricas, que compreende controladores, atuadores e sensores diversos; Controles remotos universais que inclui controles fixos ou móveis tipo touchscreen e smartphones com aplicativos específicos; Gestão de energia, sistemas medidores e gerenciadores de consumo de energia elétrica, água e gás; Acessórios e complementos como: motorização de persianas, toldos e cortinas; Pisos aquecidos; Aspiração central a vácuo; Desembaçadores de espelhos; Irrigação automatizada; Fechaduras elétricas; Equipamentos de controle de acesso por leituras biométricas ou teclados; Media centers; Ativos de rede como switches e roteadores; Telefonia e interfonia convencional e IP. (PAZINI, 2017).

A interação do usuário com o sistema se dá em uma interface gráfica própria ou por aplicativo para smartphone, por toque em tela ou comando de voz, com a utilização de redes locais cabeadas ou wireless como wi-fi e Bluetooth ou pela Internet.

Portanto, soluções avançadas para uma casa inteligente inteiramente integrada requerem a integração de vários equipamentos e sistemas a uma central controladora com comunicação via cabo ou wi-fi e interface com o usuário, via smartphone e internet, para o controle e gerenciamento dos equipamentos conectados.

2.2 Trabalhos Correlatos

Esta seção abordará alguns artigos científicos com temas relacionados à automação residencial, utilizando-se de microcontroladores como o Arduino ou similares.

Automação Residencial de Baixo Custo com Utilização de Sistema Desenvolvido em Arduino, de Pedro Henrique Medeiros Pazini e Luiz Fernando Braga Lopes, pela Faculdade Cidade Verde (FCV), publicado pela Revista de Pós-Graduação Faculdade Cidade Verde. Este artigo propõe a demonstração e utilização de um sistema de automação residencial alternativo com base em Arduino, demonstrando um exemplo prático de uma funcionalidade. A proposta do projeto é fazer um sistema de abertura de duas fechaduras elétricas, instalado em um quadro de telefonia da residência, com Arduino e ethernet shield, cabo de rede, dois relés e uma mini protoboard. O código conta com a página em HTML para acesso pelo IP à tela com os botões de controle dos dois portões (PAZINI, 2017).

Automação Residencial com Arduino, de José Guilherme Hipólito, Miquéias de Jesus da Silva e Rogério Máximo Rapanello, pelo Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro - SP, publicado pela Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica. O objetivo desta pesquisa é testar e analisar o desempenho de equipamentos a fim de determinar a possibilidade de se realizar a automação residencial com custos reduzidos. Pela programação do projeto é possível controlar todos os componentes que estão dispostos em uma maquete de cinco cômodos e fazer a inserção dos comandos com controle pela internet, por meio de uma página HTML. Foram instalados LEDs em todos os cômodos e na área externa, para controle de iluminação; na cozinha foi instalado o sensor de gás MQ-2, que, caso acionado, ativa um buzzer; em um dos quartos foi instalado o sensor de umidade e temperatura DHT11; na área externa foi instalado o sensor de luminosidade LDR para ligar a iluminação na ausência de luz. O projeto também simula controle de portão de garagem e captação de códigos infravermelhos, que visam substituir múltiplos

controles remotos, utilizando-se de um receptor e de um emissor infravermelho (HIPÓLITO, 2018).

Automação Residencial com Inteligência Artificial, de Caio Alexandre da Silva e Vanderlei Luiz Daneluz Miranda, pelo Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro - SP, publicado pela Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica. A proposta deste trabalho é realizar uma prova de conceito da integração entre as tecnologias IoT e inteligência artificial, pela montagem de um sistema residencial em maquete. Este projeto é composto por: controle de acesso, com o sensor RFID-RC522; controle de iluminação, com um sensor LDR; controle de temperatura e umidade, com o sensor AM2320; motor de passo 28BYJ-48, com placa driver, para abertura e fechamento de portas, janelas e cortinas; Iluminação por LEDs; Arduino Mega com ESP8266 embutido RobotDyn, como controlador principal, e mais um Arduino Uno R3 para o sistema de controle de acesso; Alexa Echo Dot Amazon, como assistente pessoal; aplicativo Blynk, que foi configurado para que todos os botões físicos da casa também fossem virtuais, assim todos os dispositivos podem ser acionados tanto dentro da casa como pelo aplicativo de qualquer lugar do mundo (SILVA, 2018).

Tomada inteligente, reativa à sensores, com utilização da ESP8266 para IoT, de Tércio Borges Ribeiro e Sérgio C. Portari Júnior, pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Este trabalho visa desenvolver uma tomada inteligente reativa a sensores pré-definidos, controlados pelo microcontrolador ESP8266, para ligar ou desligar o equipamento conectado, conforme a reação dos sensores parametrizados. Por meio da IDE do Arduino foi desenvolvido a conexão wi-fi do NodeMCU com o aplicativo no computador. Um sensor LDR foi configurado para imprimir no monitor serial do Arduino IDE o valor da luminosidade lido e, quando o valor ficar abaixo de 40% da luminosidade máxima, acionar o relé da tomada. Um sensor DHT22 foi configurado para realizar as leituras de umidade e temperatura, imprimindo os valores no monitor serial, e, quando a temperatura estiver abaixo de 20°C ou acima de 32°C, ou a umidade estiver abaixo de 60%, acionar o relé da tomada. Um sensor KY-026 (flame sensor) foi configurado para, ao detectar a presença de chamas, desativar o relé e acionar um alarme de incêndio. Por fim, um sensor MQ-4 foi configurado para, ao detectar algum gás no ambiente, desativar o relé e acionar um alarme (RIBEIRO, 2019).

Desenvolvimento de um Sistema de Automação Residencial Baseado em Domótica, de Antônia Natalia da Conceição Silva e Eduardo Rodrigues de Oliveira, pelo Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos (UNICEPLAC). Foi utilizado o Arduino Uno como central de automação e foi desenvolvido um aplicativo, por meio do App Inventor, para o controle de processos residenciais, tais como sistema de iluminação e alarme. O projeto é composto, além do Arduino Uno, por módulo relé de 8 canais, sensor de movimento PIR, servo motor e buzzer (SILVA, 2019).

Proposta de um Protótipo de Automação Residencial de Baixo Custo Controlado por Dispositivos Móveis, de Isabela Molina, João Marcos de Lima Monezi, Ayrton Rodrigo Silva dos Santos e Eduardo Cardoso Moraes, pelo Instituto Federal de Alagoas (IFAL). Este artigo desenvolve um protótipo com o objetivo de gerenciar dispositivos eletrônicos por interface web, simulando uma casa controlada de qualquer parte do mundo. O projeto é composto pelo microcontrolador ESP8266MOD, módulo relé de 1 canal e sensor ultrassônico HC-SR04 e resulta em uma tomada na qual aparelhos eletrônicos a ela conectados podem ser controlados pela internet, e em um sistema que indica se há interferência de presença em um determinado espaço. Para a programação do ESP8266 foi utilizado o IDE Arduino, a página web foi construída com HTML, CSS e Java Script, com banco de dados em tempo real da plataforma Firebase (MOLINA, 2019).

Automação Residencial por Comando de Voz, de Wesley Sales Rocha e Marcelo Wilson Anhesine, pela Universidade de Araraquara (UNIARA), publicado por Interface Tecnológica. Este projeto utiliza conceitos de IoT, comando de voz e conectividade wireless, permite ligar ou desligar lâmpada e monitorar a residência, por meio de sensores de incêndio e vazamento de gás. É constituído pelo micro controlador ESP8266, configurado como servidor web, que recebe requisições enviadas pelo smartphone. Foi criado um web server em HTML, que atualiza a cada novo dado lido pelo sistema embarcado - composto pelo ESP8266, pelo sensor de gás MQ-2 e pelo sensor de chama/fogo. Desenvolveu-se o layout do aplicativo, com botões que representam os cômodos da casa para acionar a iluminação individual, e um ícone de microfone que habilita o sintetizador de voz Android para interpretar os comandos de voz. O sistema embarcado e o aplicativo se comunicam pela rede local wi-fi. A aplicação mobile, no caso de alguma detecção dos sensores, alerta o usuário na tela, sobre vazamento de gás ou risco de incêndio (ROCHA, 2020).

Automação Residencial de Monitoramento de Gás por Meio da Plataforma Arduino e IOT, de Daniel Limas Alexandre e Paulo João Martins, pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC). O trabalho descreve a automação residencial com o conceito de Internet das Coisas para o monitoramento de vazamento de gás, utilizando microcontrolador, sensor de gás e comunicação Bluetooth, para garantir a segurança do usuário e da residência. O projeto implementa uma aplicação que utiliza o sensor de gás MQ-5 na detecção de gás de cozinha (GLP) de um ambiente, com microcontrolador Arduino conectado via Bluetooth, pelo módulo HC-05, para comunicação com um aplicativo Android, com visualização do nível do gás e, em caso de concentração elevada, emissão de alerta visual e sonoro - com módulo buzzer grove, e ainda salvar data e hora do vazamento em um banco de dados de um servidor. O aplicativo Android foi autoral, desenvolvido em linguagem Java e plataforma Android Studio como IDE, assim como o servidor, que foi desenvolvido na IDE Visual Studio utilizando a linguagem JavaScript, dentre outras tecnologias (ALEXANDRE, 2021).

Automação Residencial por Controle de Voz, de João Pedro Amorim Cirqueira e Otavio Cordeiro de Almeida Filho, pela Pontifícia Universidade Católica (PUC) de Goiás. Este trabalho desenvolve uma plataforma customizável integrando a placa NodeMCU ESP8266, também controlada por voz, com pelo menos três pontos disponíveis para tomadas ou lâmpadas. O projeto é composto pelo módulo WiFi ESP8266 NodeMcu ESP-12, por um módulo dimmer e um módulo relé de dois canais. O procedimento de comando por voz é captado pelo serviço gratuito de nuvem Sinric que comunica com o aplicativo da Alexa. Foi desenvolvida a nomeação de cada periférico e os comandos para efetuar a ação, seja ela ligar ou desligar no caso do relé, ou selecionar a porcentagem de potência na carga, no dimmer. Com o comando “Alexa, ligar lâmpada”, por exemplo, tem-se a ativação do módulo relé (CIRQUEIRA, 2021).

Assim, é possível observar a gama de possibilidades para automação residencial com Arduino ou plataformas similares, devido a diversidade de módulos comerciais dedicados e padronizados para utilização com o mesmo.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Baseado no que foi exposto na seção anterior, propõe-se um projeto de automação residencial pontual aplicado ao acionamento remoto, via aplicativo Bluetooth, de quatro lâmpadas e ao controle automático de irrigação em dois pontos de um pequeno jardim, com supervisão pelo aplicativo.

Para o acionamento de lâmpadas via Bluetooth é necessário instalar em um smartphone algum aplicativo para a comunicação com o módulo Bluetooth, que por sua vez, enviará o comando ao Arduino que então acionará um módulo de quatro relés que chaveará para ligar ou desligar cada uma das lâmpadas. Com base no aplicativo escolhido, deve ser feita a programação no IDE do Arduino para carregá-lo. Neste código vão estar os caracteres que serão enviados pelo aplicativo para a tomada de decisão do Arduino, de enviar um nível lógico para ligar ou desligar cada um dos relés, o que depende do tipo de relé, que pode ser acionado em nível baixo ou alto. Este sistema funciona como controle remoto.

Na parte do projeto de controle automático de irrigação com sensores de umidade do solo, os dois sensores de umidade do solo são alimentados em 5V e a saída analógica de cada sensor será conectada a duas entradas analógicas do Arduino, que acionará um módulo de dois relés, para que assim se monitore a quantidade de umidade da terra de dois vasos de planta ou dois pontos de um pequeno jardim. Pela programação, deve-se determinar a tomada de decisão, que é acionar cada relé, se a umidade estiver baixa, ou não. Pelo código, deve ser estipulado que abaixo de 50% da umidade máxima que o sensor pode medir será acionada a saída para cada relé, desligando-os, e que essas variações possam ser vistas no monitor serial do Arduino, bem como pelo aplicativo, que deve ter função de terminal. Nos relés vão estar conectados os atuadores - minibombas d`água 12V para Arduino ou válvulas solenoides com mangueira. Este é um sistema de controle completo autônomo, com sensor, controlador e atuador.

4 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos foram dados pelas seguintes etapas: pesquisa bibliográfica qualitativa e quantitativa em livros, artigos científicos e monografias sobre automação residencial, além de conceitos e especificações sobre Arduino e seus módulos; desenvolvimento do código e simulação; montagem em escala reduzida (protótipo) e teste prático.

4.1 Materiais e Métodos

Para a montagem em escala reduzida ou protótipo e teste prático foi utilizado os seguintes materiais:

- Arduino UNO R3 com cabo USB;
- Protoboard 2200 pontos;
- Kit cabo jumper macho-fêmea 10 unidades 10cm;
- Kit cabo jumper macho-fêmea 10 unidades 20cm;
- 3 Fios jumpers;
- Módulo relé 4 canais 5V;
- Módulo relé 2 canais 5V;
- Módulo Bluetooth RS232 HC-05 master slave;
- Sensor de umidade do solo higrômetro;
- 2 Resistores 1k Ω ;
- Potenciômetro 10k Ω .

A seguir uma breve descrição teórica sobre os principais componentes e conceitos relacionados:

Arduino

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto em hardware e software. A placa é capaz de ler uma entrada e transformá-la em uma saída, enviando instruções para seu microcontrolador Atmega, com o uso da linguagem de programação Arduino, baseada em Wiring, e o software (IDE), baseado em Processing (PAZINI, 2017).

O Arduino utiliza interface serial ou USB, para sua programação e para comunicação em tempo real. Assim pode ser usado para desenvolver mecanismos

interativos com o ambiente independentes, ou pode ser conectado a um computador, a uma rede ou à internet para que possa receber e enviar dados (PAZINI, 2017).

A placa Arduino UNO, especificamente, que é a mais utilizada de todas, está em sua terceira revisão, possui duas camadas, é alimentada por uma conexão USB ou por uma fonte de alimentação externa de 6 a 20V, de conector jack com positivo no centro. A seguir suas especificações técnicas são apresentadas, de acordo com o seu datasheet (Arduino® UNO R3, 2022):

- Microcontrolador: ATmega328P (8 bits)
- Tensão de operação: 5V
- Tensão de entrada (recomendada): 7-12V
- Tensão de entrada (limites): 6-20V
- Pinos I/O digital: 14 (6 com saída PWM)
- Pinos de entrada analógica: 6
- Corrente DC por pino I/O: 20mA
- Corrente DC por pino de 3,3V: 50mA
- Memória Flash: 32kB (0,5kB de bootloader)
- SRAM: 2kB
- EEPROM: 1kB
- Velocidade de Clock: 16MHz
- Pino LED_BUILTIN: 13
- Comprimento: 68,6mm
- Largura: 53,4mm
- Peso: 25g

Figura 3 – Arduino UNO.

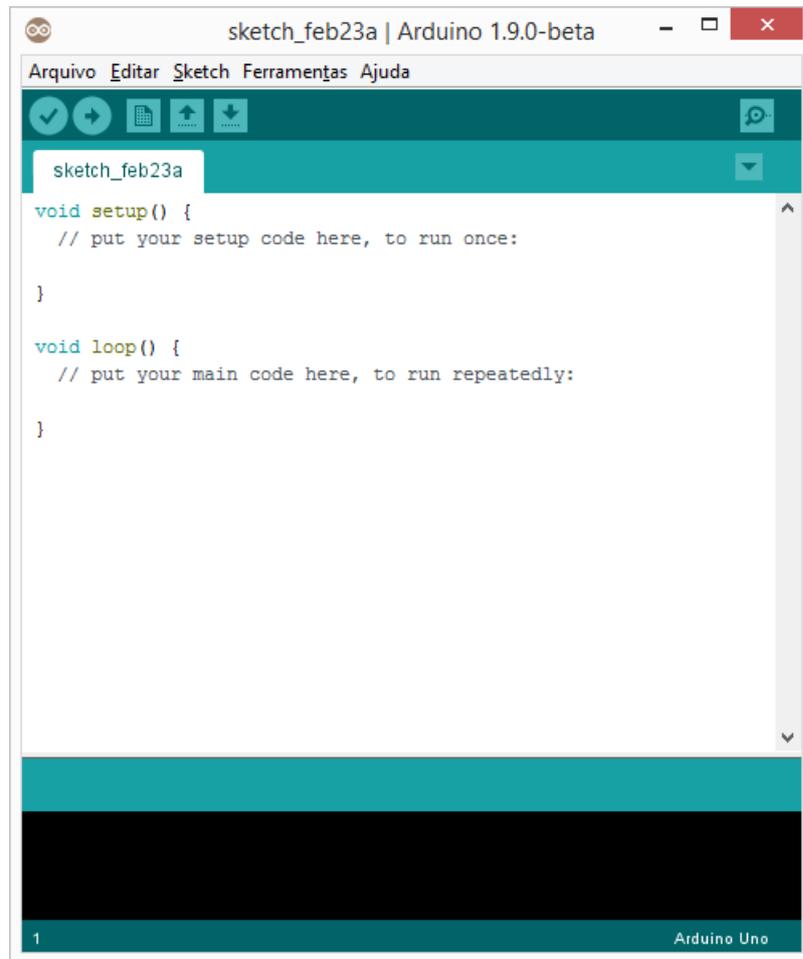


Fonte: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>

O Arduino é programado por meio de um IDE (Integrated Development Environment) ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado, uma aplicação também compatível com outras plataformas.

Ao se fazer uma programação no IDE, precisa-se definir duas funções que já vem inseridas, a `setup()` e a `loop()`. Em `setup()` são escritos os códigos de configuração de hardware que serão executados apenas uma vez, como a declaração de variáveis de entradas e saídas I/O. Em `loop()` são escritos os códigos que serão executados repetidamente, ou seja, toda a lógica de programação propriamente dita. A figura 4 mostra a janela do IDE.

Figura 4 – Arduino IDE.



Sensores

Várias grandezas podem ser monitoradas e convertidas em um sinal elétrico proporcional com a utilização dos sensores. Para uso doméstico, os sensores mais comuns são aqueles para controle de iluminação, climatização e segurança ou presença (STEVAN JR, 2019).

Sensor de umidade do solo

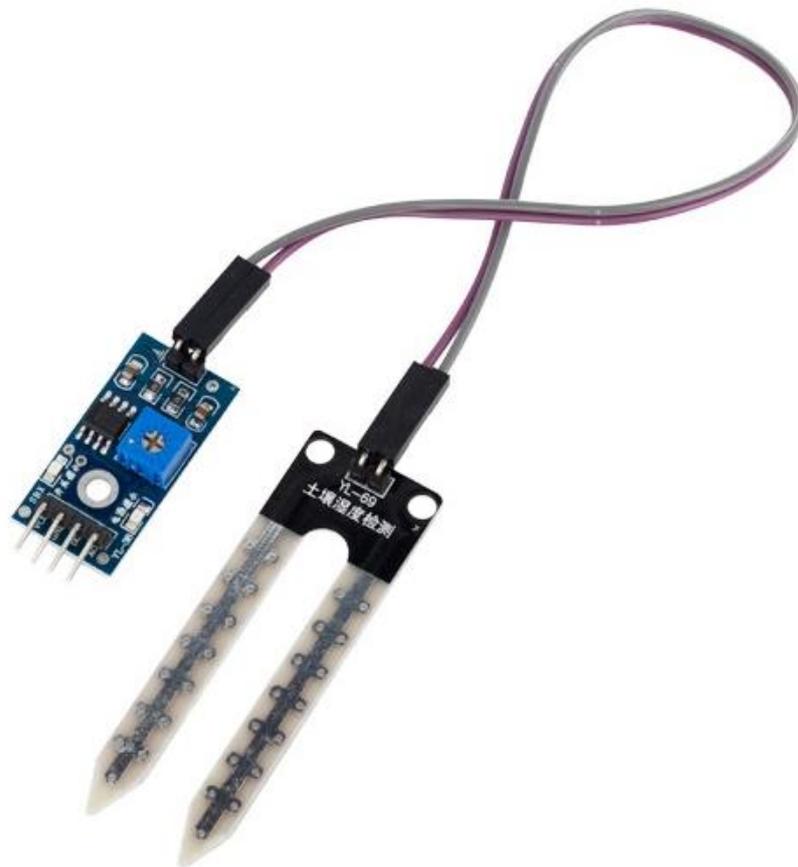
Um sensor de umidade do solo, do tipo resistivo, é composto por duas sondas ou eletrodos que devem ser fincados na terra onde se quer fazer a medição, então vai fluir uma corrente elétrica de um eletrodo ao outro através do solo, assim o sensor indica a resistência elétrica de acordo com a umidade do solo, quanto mais úmido menor a resistência e vice-versa, e então envia um sinal proporcional à resistência. Possui aplicação na irrigação automática de plantas e jardins. Abaixo as especificações de um módulo sensor de umidade do solo.

- Tensão de Operação: 3,3-5V
- Sensibilidade ajustável via potenciômetro
- LED indicador para tensão (vermelho)
- LED indicador para saída digital (verde)
- Comparador LM393
- Dimensões PCB: 3x1,5cm
- Dimensões Sonda: 6x2cm
- Comprimento Cabo: 21cm

Pinagem:

- VCC: 3,3-5V
- GND: GND
- D0: Saída Digital
- A0: Saída analógica

Figura 5 – Sensor de umidade do solo.



Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro/>

Atuadores

Em aplicações domóticas, um atuador pode ser um elemento de sinalização luminosa, como LEDs ou lâmpadas, ou sonora, como buzzers ou sirenes, ou elemento de interface, como os relés eletromecânicos e os de estado sólido, que acionarão as cargas de potência, como os motores para dispositivos automáticos ou aparelhos eletroeletrônicos.

Módulo Relé

Um módulo relé pode conter de um a dezesseis relés (canais), possui circuito eletrônico optoacoplador e, dependendo do tipo, pode ser controlado por um sinal de nível lógico alto ou baixo vindo de um controlador como o Arduino. Especificações do módulo de dois e de quatro canais são mostradas abaixo:

- Modelo: JQC-3FF-S-Z
- Tensão de operação: 5 VDC
- Permite controlar cargas de até 220V AC
- Corrente nominal: 71,4 mA
- LED indicador de status
- Pinagem: Normal Aberto, Normal Fechado e Comum
- Tensão de saída: (28 VDC a 10A) ou (250VAC a 10A) ou (125VAC a 15A)
- Tempo de resposta: 5~10ms
- Ativo baixo (Aciona com GND)
- Dimensões: 50 x 37 x 18 mm (dois canais) e 80 x 60 x 20mm (quatro canais)
- Peso: 30g (dois canais) e 100g (quatro canais)

Figura 6 – Módulo relé de dois canais.



Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/modulo-rele-5v-2-canais/>

Módulo Bluetooth

HC-05 é um dos principais módulos Bluetooth para comunicação a partir do Arduino e tem alcance aproximado de 10m. Atua em modo mestre (master), ou seja, estabelece conexão com outros dispositivos e envia informações, em modo escravo (slave), que apenas recebe as informações enviadas pelo mestre e em modo loopback, que recebe informações do mestre e depois as retorna de volta. Possui seis pinos: VCC, GND, TXD, RXD, Key ou EN e State.

VCC é a alimentação de 3,6 a 6V e GND a referência que deve ser a mesma do Arduino. Os pinos RXD e TXD são de recepção e transmissão de dados, o Rx do módulo deve ser ligado ao Tx do Arduino e vice-versa. O pino State indica se o módulo está pareado ou não, e o pino EN (enable) é utilizado para habilitar comandos AT do módulo. As especificações para o módulo HC-05 são listadas abaixo (OLIVEIRA, E., 2019):

- Tensão de operação: 3,6V – 6VDC
- Frequência de operação: 2,4GHz
- Nível de sinal lógico: 3,3V
- Protocolo Bluetooth: v2.0+EDR
- Banda: ISM
- Modulação: GFSK
- Segurança: autenticação e criptografia

- Modo de funcionamento: master / slave
- Temperatura de operação: $-40^{\circ} \sim 105^{\circ}\text{C}$
- Alcance do sinal: $\sim 10\text{m}$
- Senha padrão (PIN): 1234

Figura 7 - Módulo Bluetooth HC-05.



Fonte: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-modulo-bluetooth-hc-05-hc-06/>

Ressalta-se que o módulo trabalha com nível lógico de 3,3V, logo deve ser utilizado um conversor de nível lógico, ou um par de resistores divisor de tensão entre o Tx do Arduino, em 5V, e o Rx do módulo, conforme a figura 8.

Figura 9 – Fluxograma para acionamento por Bluetooth.

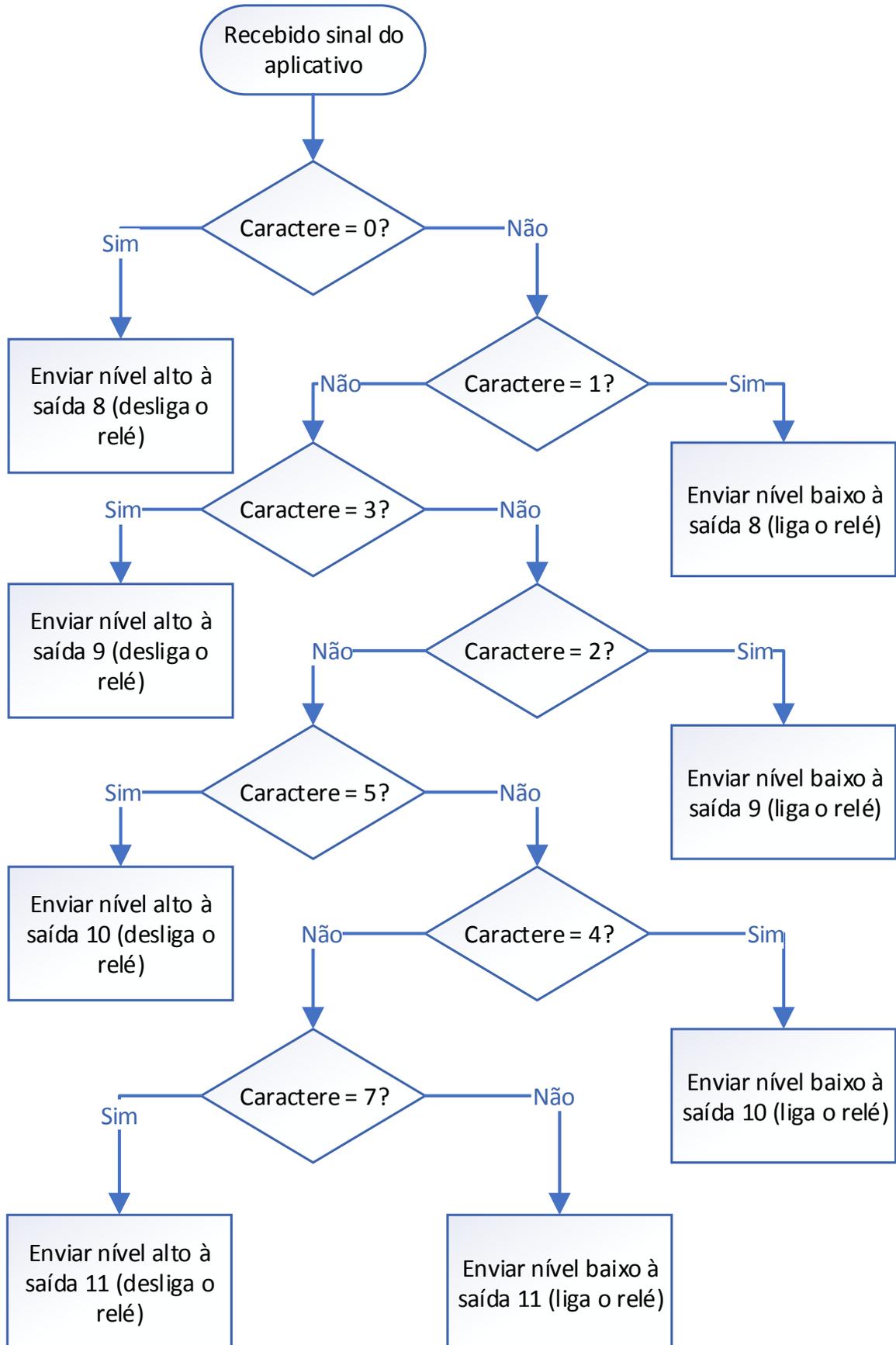
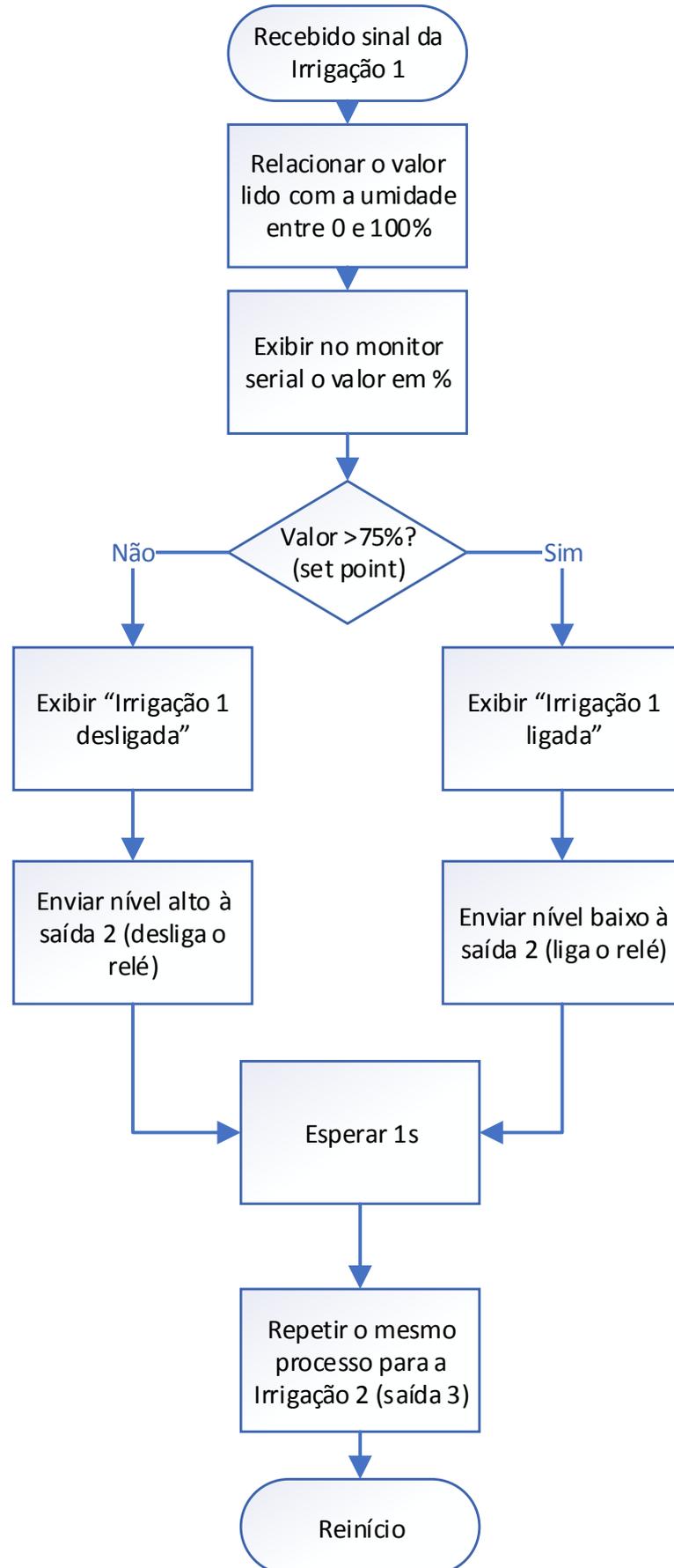


Figura 10 – Fluxograma para controle automático de irrigação



4.2 Montagem e localização do projeto

Após o desenvolvimento do código e aquisição de todo material, o primeiro passo foi carregar o programa da IDE para o Arduino pelo cabo USB, para então fazer as ligações e testes para cada uma das partes do projeto.

O Arduino, que para o teste será alimentado via cabo USB, possui apenas uma saída de 5V e duas de GND, portanto é necessário ligar as saídas 5V e GND nos barramentos horizontais de fonte da protoboard (representados por + e – e linhas vermelha e azul) para que se possa, a partir destes, alimentar todos os módulos.

O potenciômetro foi ligado à entrada analógica A0 do Arduino e o sensor de umidade do solo à entrada A1. As saídas 2 e 3 foram ligadas ao módulo relé de dois canais, que faz da parte da irrigação.

O módulo Bluetooth é ligado com seu Tx (3,3V) ao Rx (saída 0) do Arduino. O Rx do módulo vem do divisor de tensão (2,5V) que recebe o Tx (saída 1) do Arduino, e o módulo relé de 4 canais é ligado às saídas 8 a 11, referente ao acionamento das lâmpadas.

A figura 11 mostra o esquema de ligação sem exibir as alimentações de 5V e GND e os dois módulos relés para melhor compreensão. A figura 12 mostra a foto da montagem completa.

Figura 11 – Esquema de ligação.

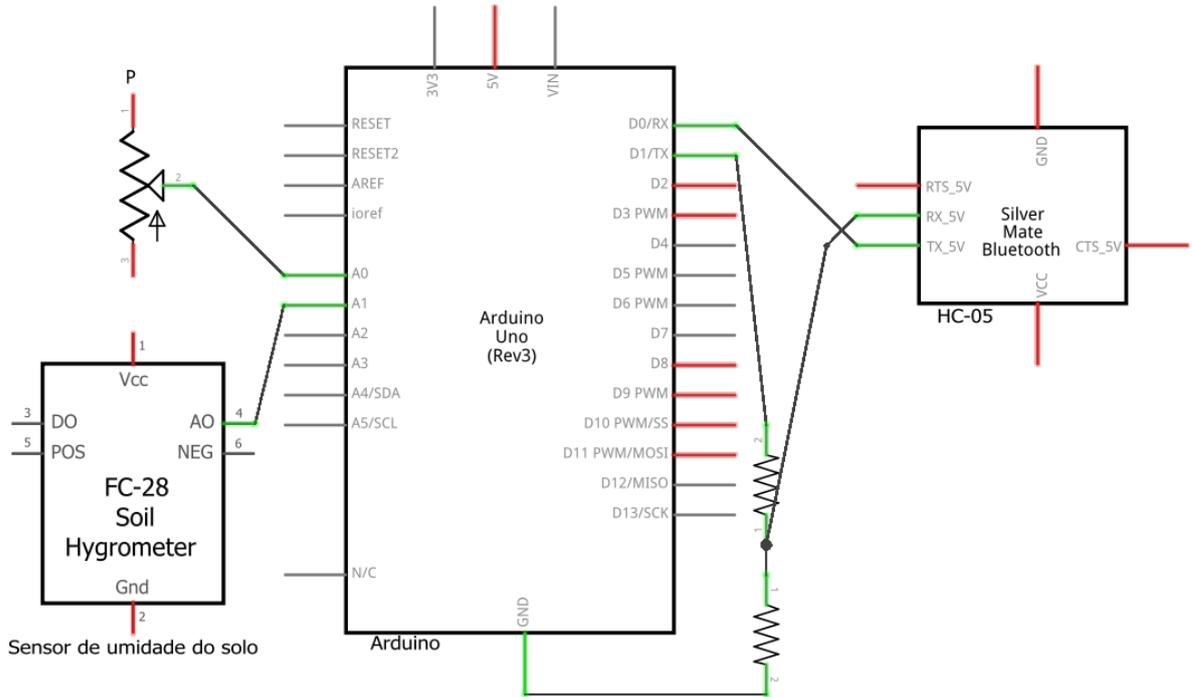
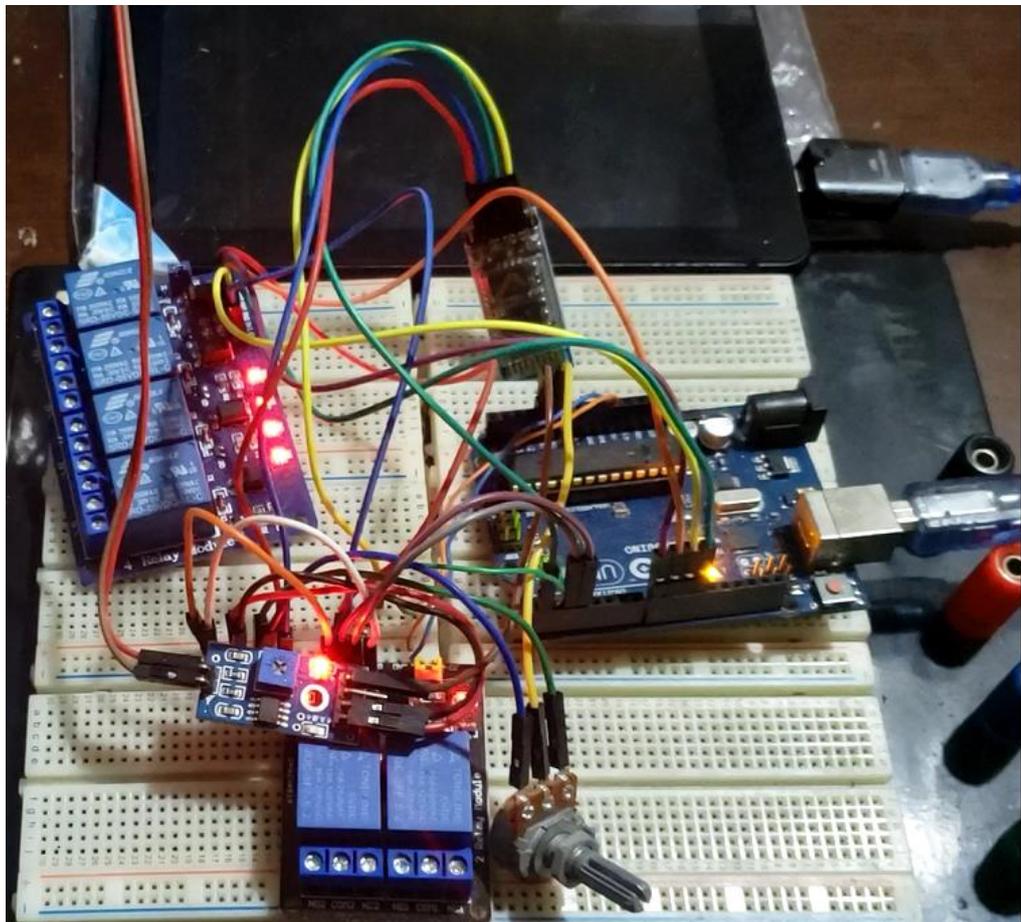
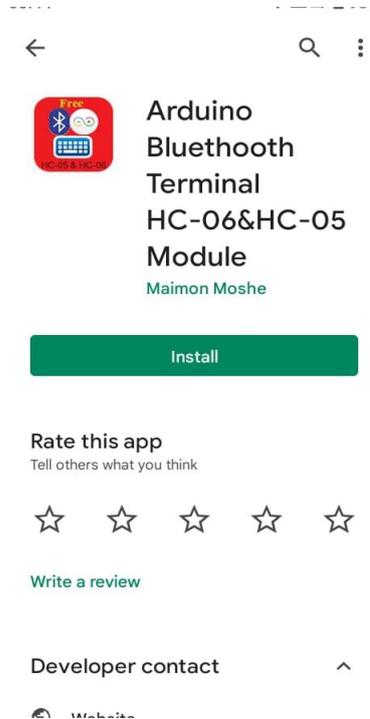


Figura 12 – Montagem completa.



O aplicativo escolhido para este projeto foi o Arduino Bluetooth Terminal, baixado gratuitamente para sistema operacional Android, conforme mostra a figura 13.

Figura 13 – Aplicativo utilizado.



Ele possui botões para acionamento (On e Off) para até 5 cargas, onde os caracteres são numéricos de 0 a 9.

Também conta com um terminal para se visualizar as informações do monitor serial do Arduino, que para este projeto servirá para acompanhar os status das irrigações: Irrigação 1 ligada/desligada e Irrigação 2 ligada/desligada, junto de suas porcentagens, visto na figura 16.

Com o aplicativo instalado, deve-se parear o celular com o módulo, na função Bluetooth do celular, onde aparece na tela o nome HC-05, após o toque deve-se inserir a senha 1234 e então o módulo estará conectado com o celular (figura 14).

No aplicativo, deve-se conectar ao Bluetooth (figura 15). Neste momento o LED do módulo que ao ligar fica piscando rápido, passa a piscar lentamente.

Depois é só dar um toque na tela preta seguinte (figura 15) para que se fique conectado na tela de interação liga e desliga (figura 16).

Assim, consegue-se acionar/desacionar cada um dos quatro relés, ligando/desligando seus respectivos LEDs.

Figura 14 – Pareamento ao módulo Bluetooth.

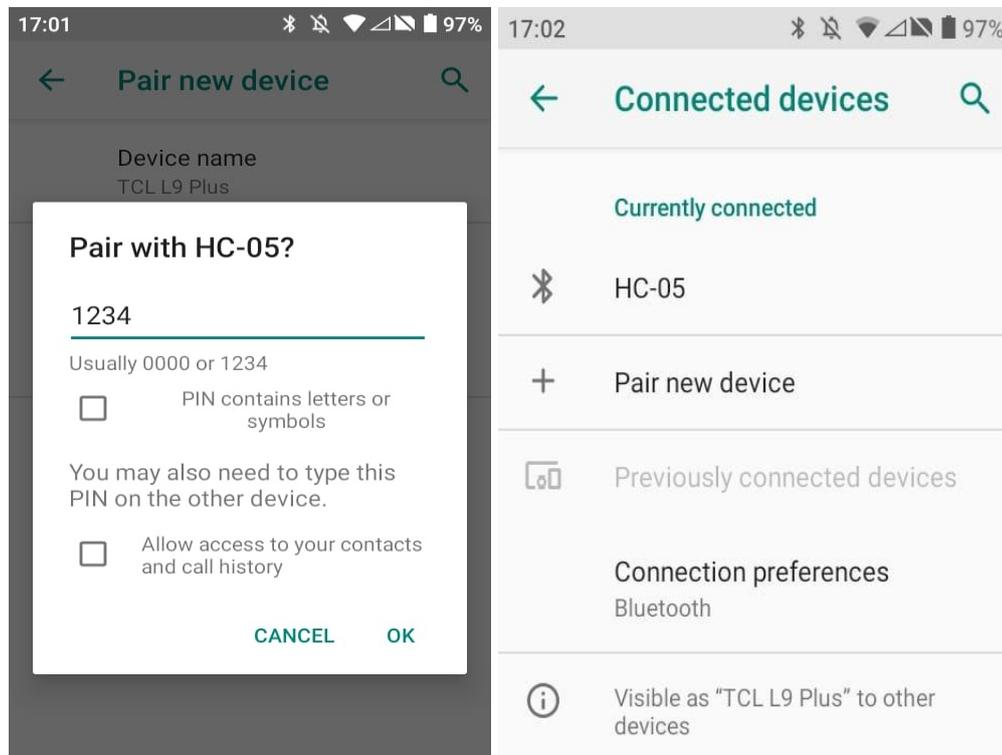


Figura 15 – Conectando no aplicativo.

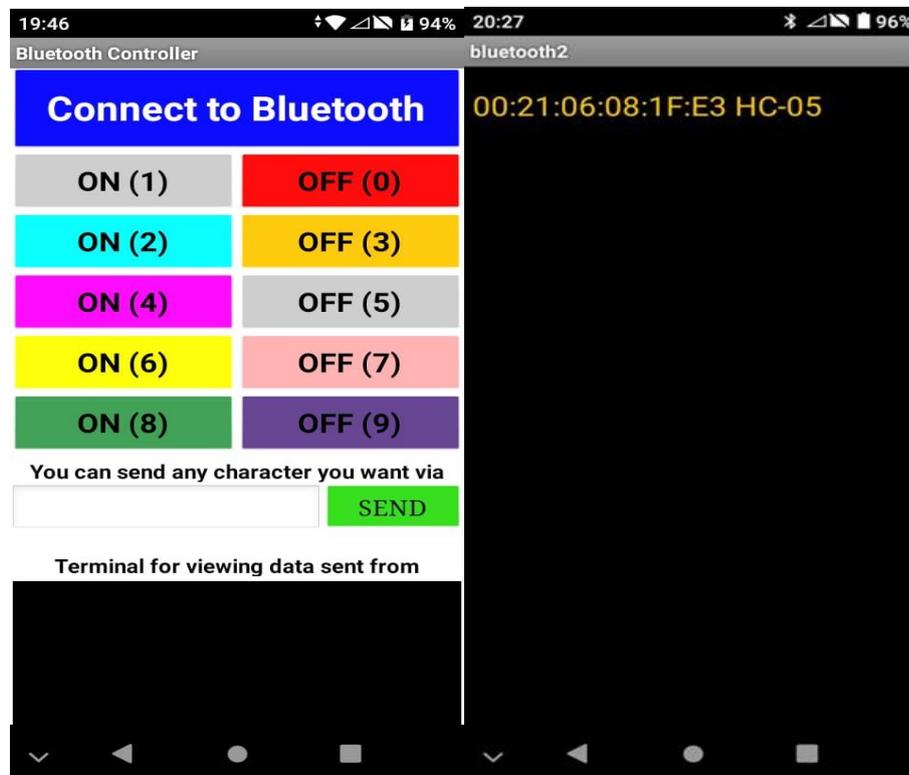
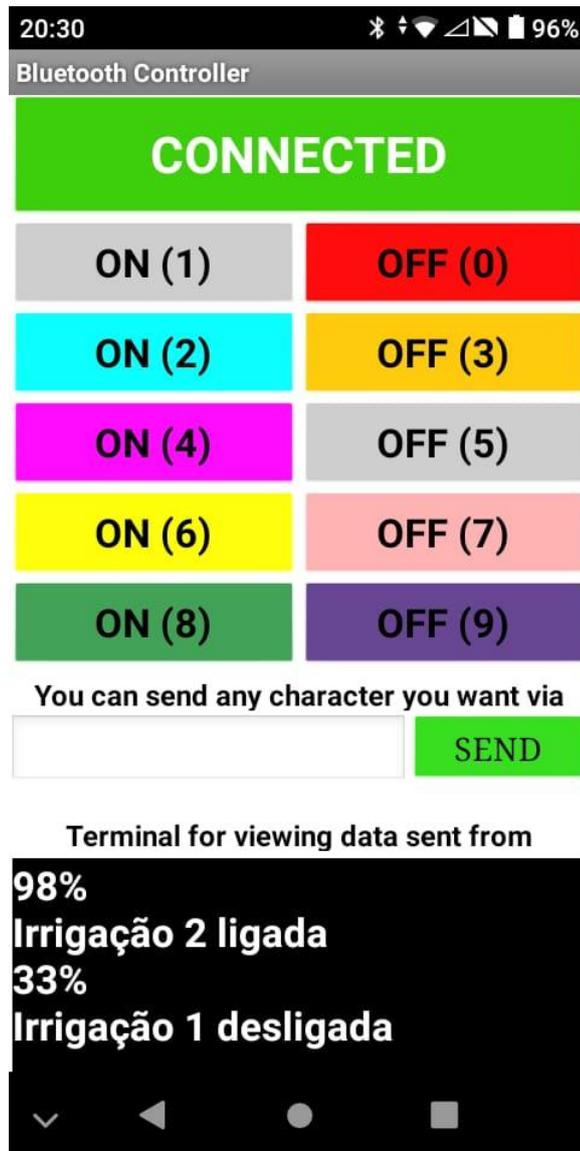


Figura 16 – Tela de interação conectada.



A montagem do Arduino com o módulo Bluetooth e os módulos de relés deve ser inserida em um quadro elétrico de 127V, que liga a fonte de alimentação do Arduino.

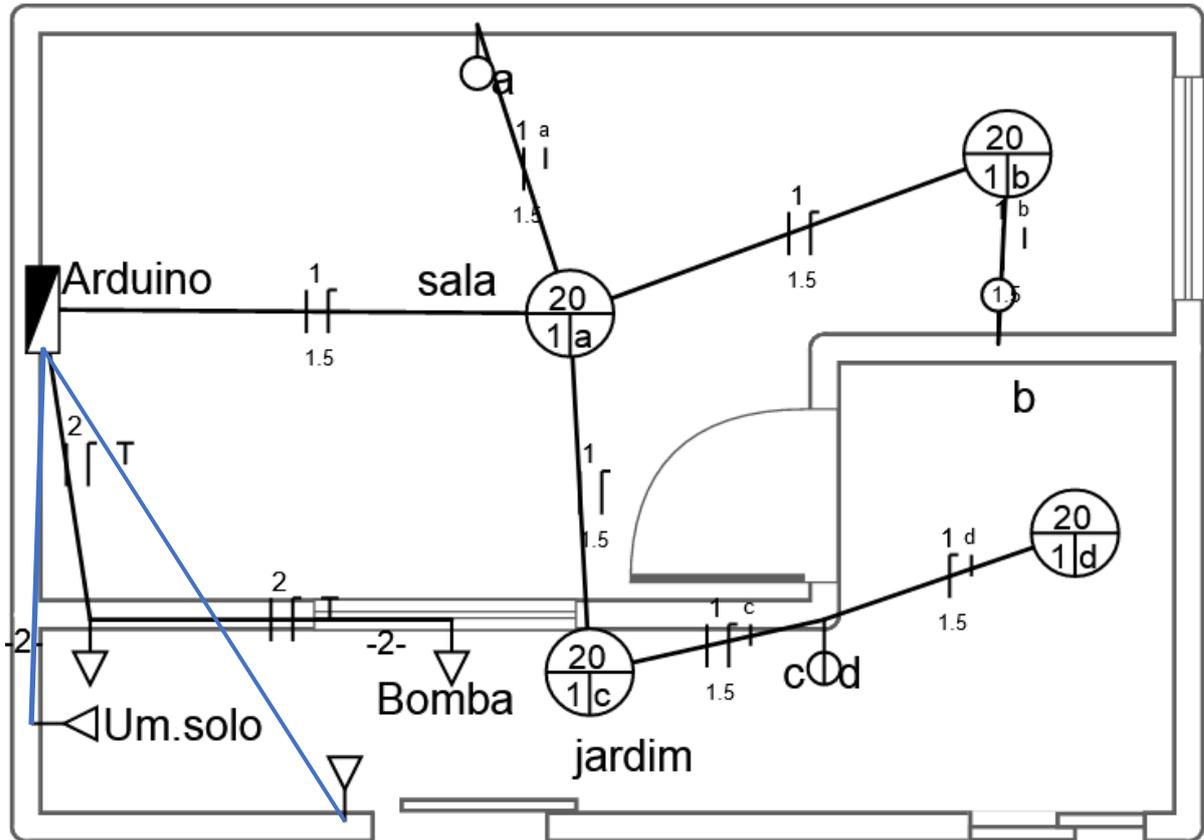
Os relés para acionamento da iluminação vão se conectar ao cabo de fase, que daí vai até cada uma das lâmpadas, ligadas ao neutro, sendo que os interruptores ficam em série e devem permanecer acionados.

Os relés para controle de irrigação serão conectados à fase, que então, com o neutro, vai para duas tomadas, onde serão ligadas as bombas ou eletroválvulas.

Os sensores de umidade do solo ficarão ligados a fontes de 5V próximas a eles, e a ligação ao Arduino é apenas do sinal, por um fio de telefone simples.

A figura 17 abaixo ilustra a localização em planta baixa do projeto.

Figura 17 – Localização em planta baixa.



5 RESULTADOS

Para o teste do controle automático de irrigação, o potenciômetro simula a variação de um dos sensores de umidade do solo. Variando-se o potenciômetro, liga ou desliga um dos relés. O outro relé permanece ligado, ligando a irrigação, estando secas as sondas do sensor. A figura 18 mostra o LED do relé da direita aceso, pelo ajuste do potenciômetro ao lado, na figura 19, o mesmo LED está apagado por este mesmo ajuste, enquanto que o LED do relé da esquerda está ligado nas duas figuras, uma vez que as sondas, à esquerda, estão secas.

Figura 18 – Relé da irrigação (direita) ligado.

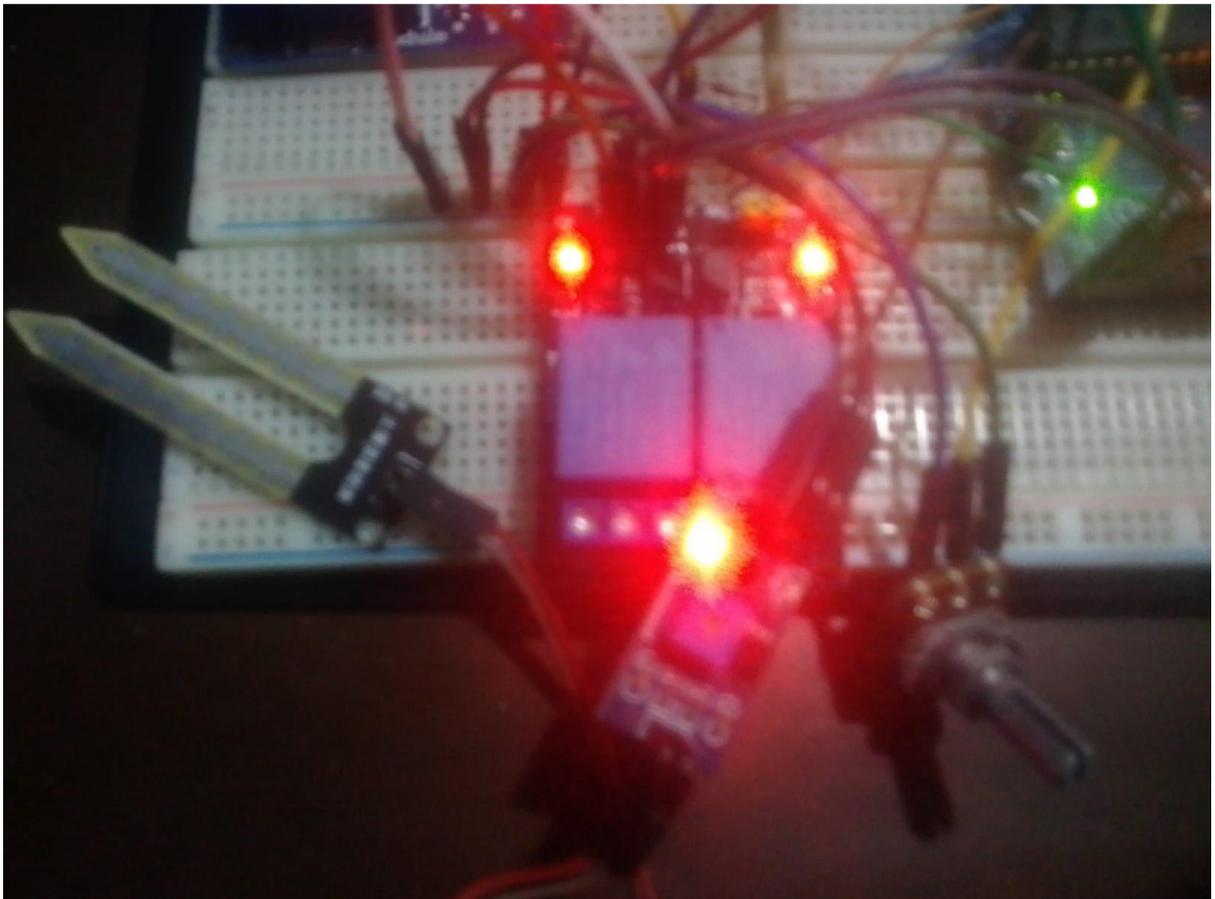
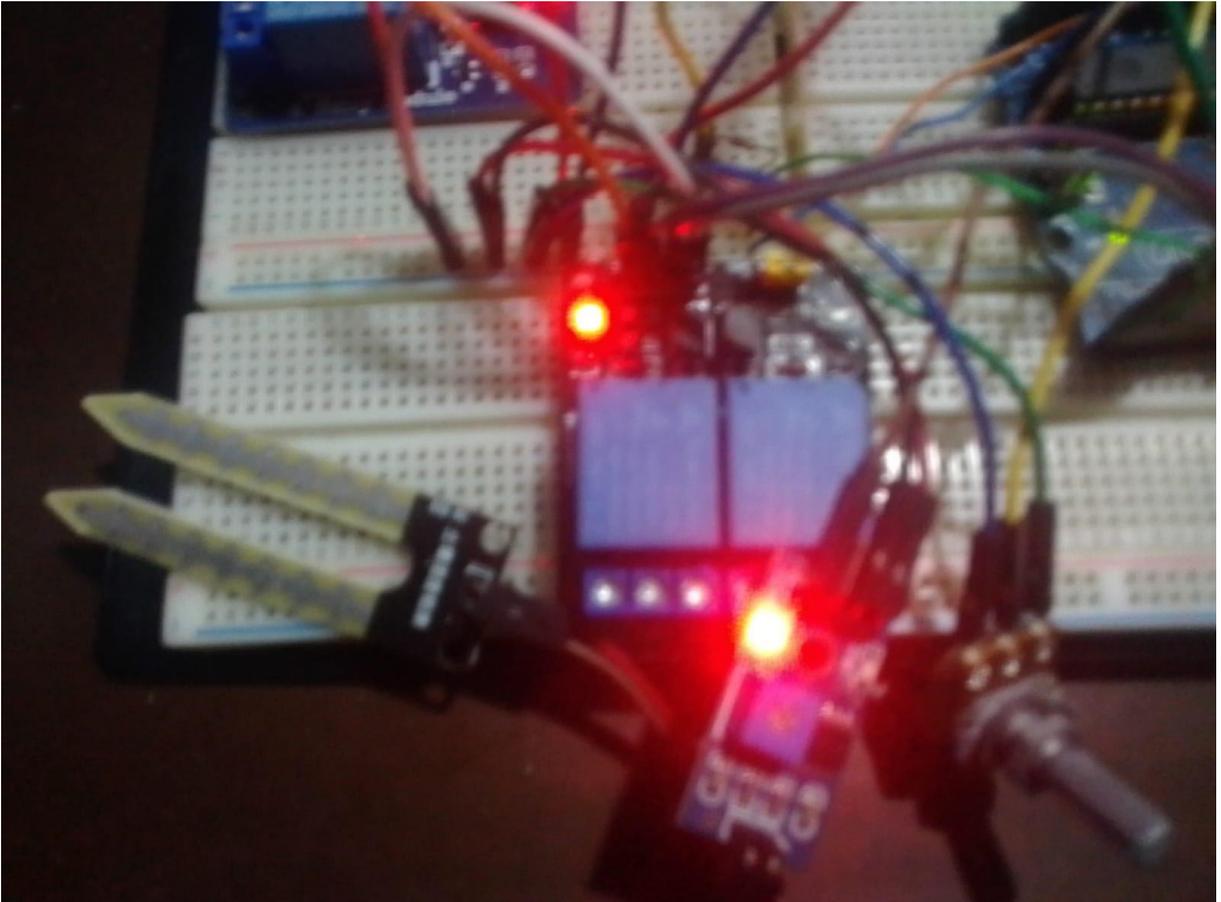


Figura 19 – Relé da irrigação (direita) desligado.

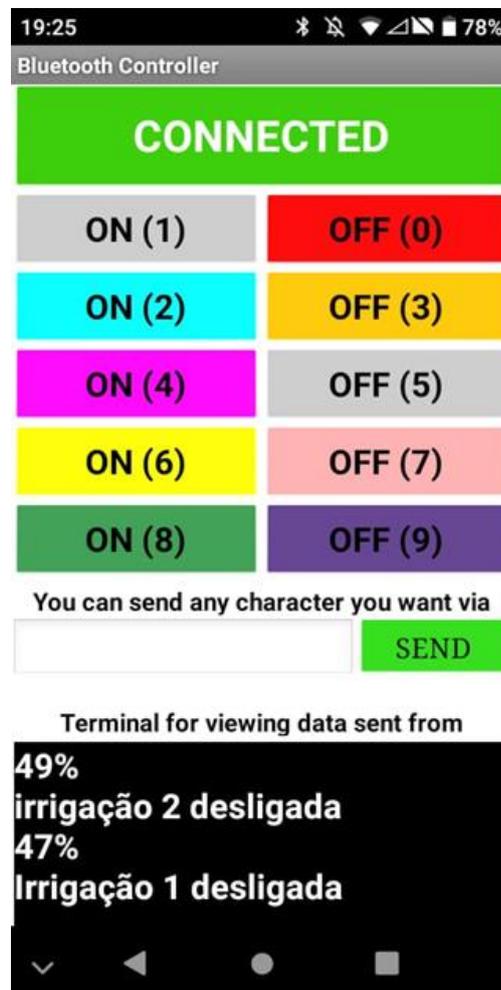


Para testar o sensor de umidade do solo, suas sondas foram colocadas em um copo (de 200ml) e foi se adicionando água, onde se observa pelo aplicativo que a porcentagem da irrigação 2 vai caindo a partir de 100% no seco. Somente quando se cobre completamente as sondas, com aproximadamente 100ml de água (figura 20), é que a porcentagem fica abaixo de 50% (figura 21) e o relé do sensor então deixa de atuar. Com este teste descobriu-se então os valores limites de atuação do sensor, pois ele envia 100% do sinal de 5V estando as sondas secas e 50% do sinal com as sondas submersas.

Figura 20 – Sondas submersas em água.



Figura 21 – Desativação da irrigação 2 abaixo de 50%.



Como este resultado não era o esperado - desativação somente com as sondas submersas - a porcentagem foi alterada no código para o sensor desligar abaixo de 75% que é o valor intermediário aos dois extremos. Um novo teste foi feito, desta vez com aproximadamente um terço do copo com areia e 50ml de água, ficando a areia encharcada. Ao se colocar as sondas na areia até se cobrirem pela metade, o relé desliga, visto na figura 22, mostrando assim uma condição esperada do sensor, que é desligar quando a terra está encharcada. A figura 23 mostra a porcentagem no aplicativo.

Figura 22 – Sondas em areia encharcada.

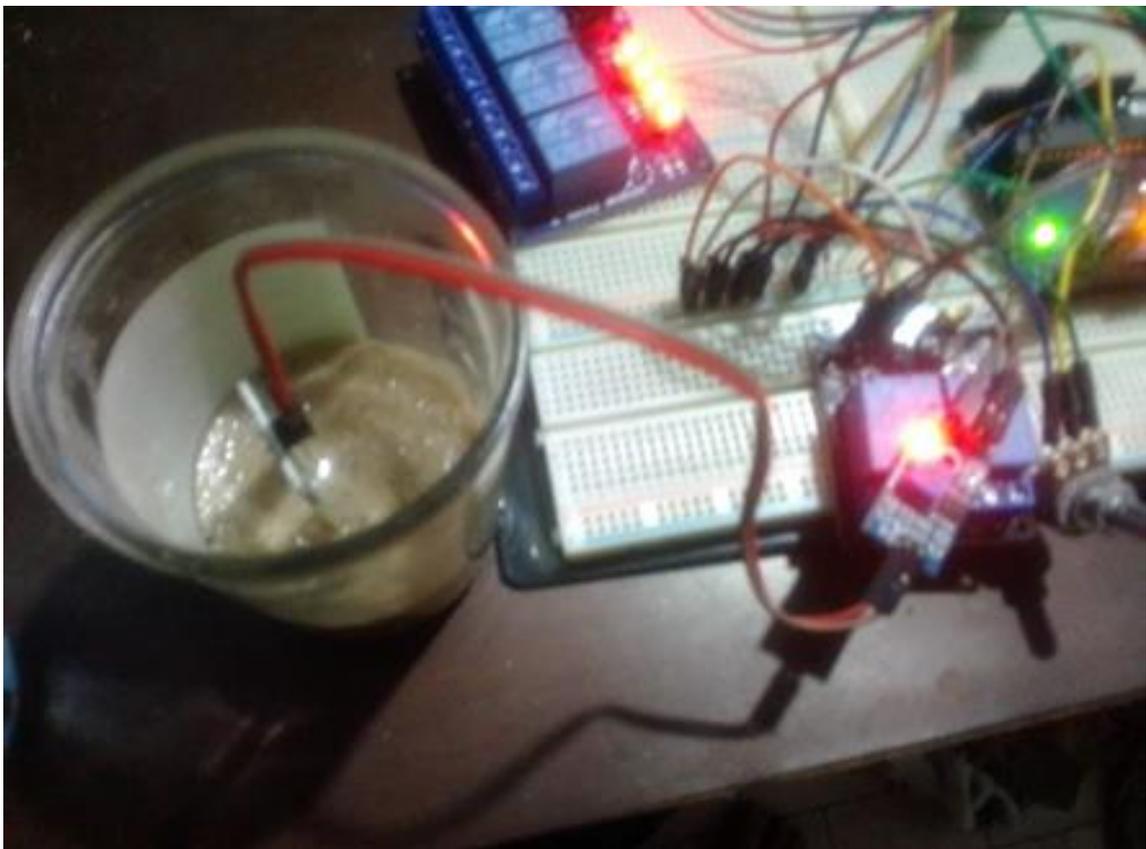
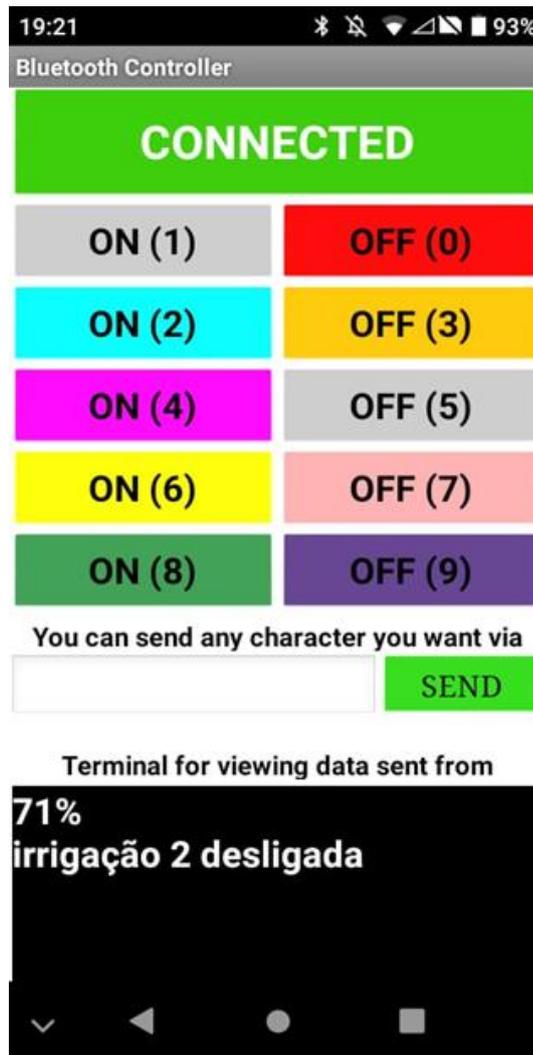
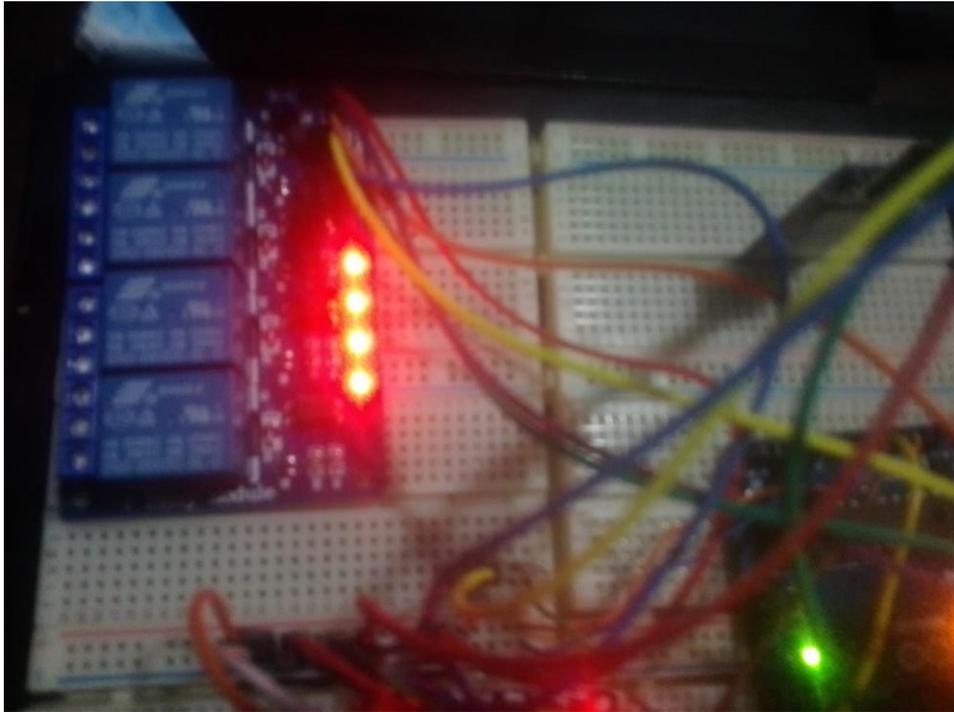


Figura 23 - Desativação da irrigação 2 abaixo de 75%.



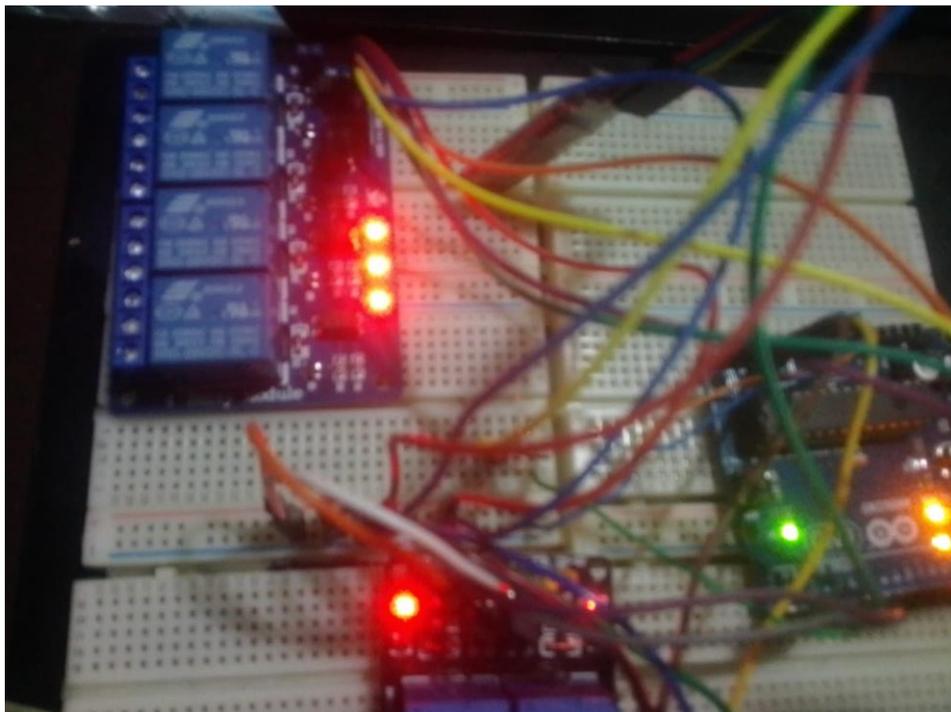
No teste do controle de iluminação, após o pareamento do smartphone com o módulo Bluetooth e iniciado o aplicativo, os quatro relés já estarão ligados pelo Arduino, ou seja, as quatro lâmpadas acenderão, conforme a figura 24 que mostra os quatro LEDs dos relés acesos. Os botões OFF (0), OFF (3), OFF (5) e OFF (7) do aplicativo (figura 16), desligam respectivamente cada um dos relés na sequência de cima para baixo, na disposição mostrada na figura 24, desligando assim cada lâmpada associada ao relé. Da mesma forma os botões ON (1), ON (2), ON (4) e ON (6) ligam os respectivos relés e suas lâmpadas. Os botões ON (8) e OFF (9), ficam vagos para este projeto. Os números de 0 a 7 que são os caracteres enviados por este aplicativo, e configurados no código do Arduino, também podem ser enviados na caixa para envio de caracteres com o botão SEND para ligar ou desligar o relé correspondente.

Figura 24 – Relés da iluminação ligados.



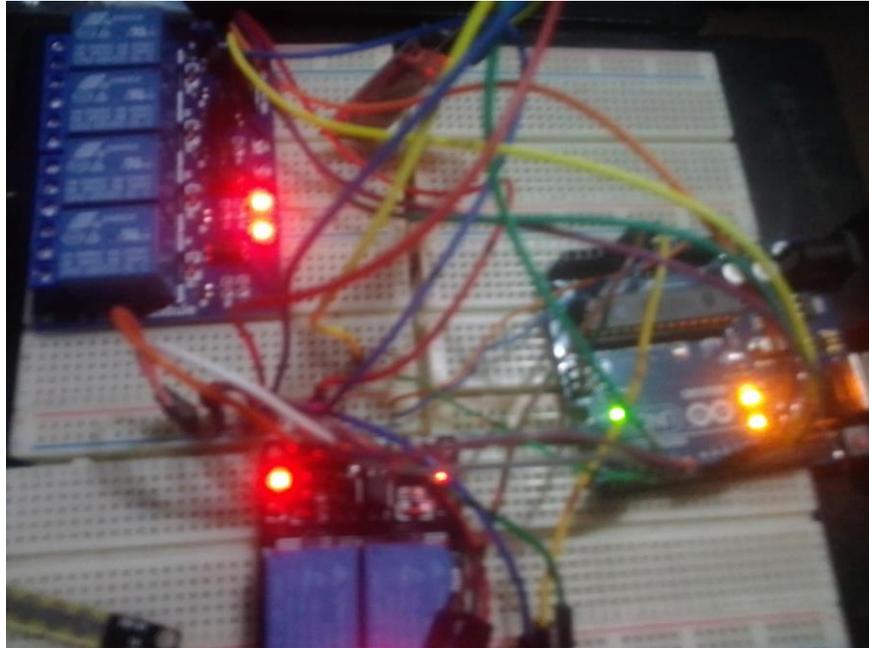
A figura 25 exibe o primeiro relé de cima desligado, com seu LED apagado, após se apertar o botão OFF (0).

Figura 25 – Primeiro relé desligado.



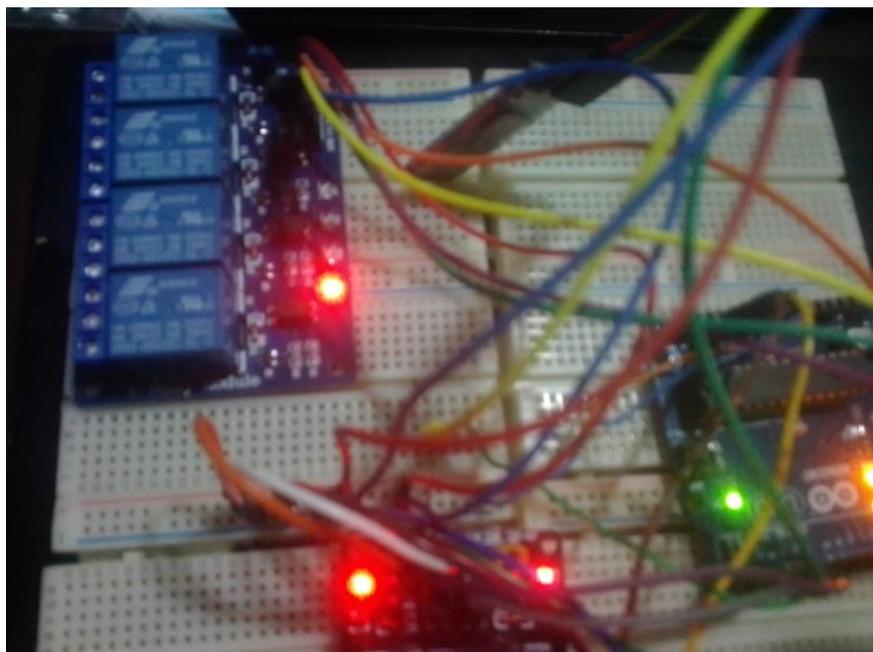
A figura 26 mostra o segundo relé de cima para baixo desligado após se apertar o botão OFF (3). O primeiro relé permanece desligado.

Figura 26 – Segundo relé desligado.



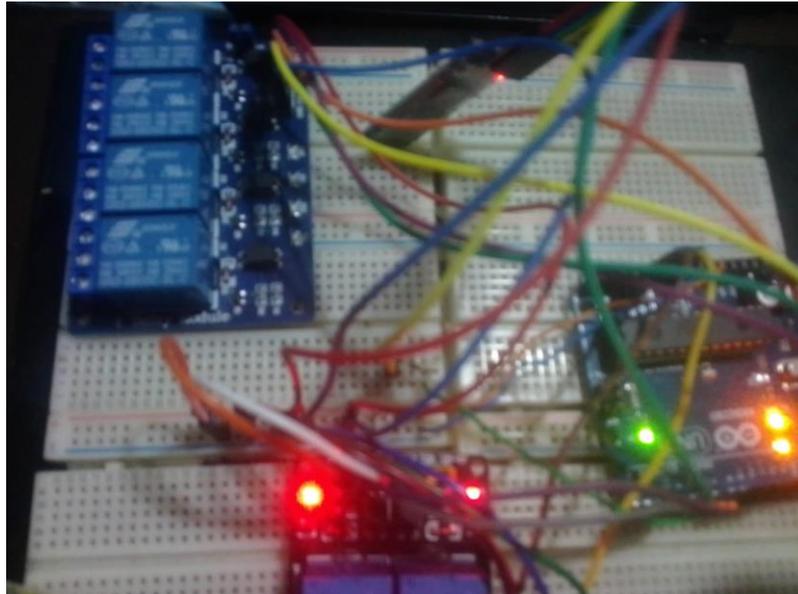
A figura 27 mostra o terceiro relé de cima para baixo desligado após se apertar o botão OFF (5), mantendo-se os dois primeiros desligados.

Figura 27 – Terceiro relé desligado.



A figura 28 exibe por fim o quarto relé desligado após se apertar o botão OFF (7). Agora todos os relés estão desligados, o que assim apagaria as quatro lâmpadas associadas no projeto.

Figura 28 – Quarto relé desligado.



6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Pôde-se analisar que no teste do sensor de umidade do solo, com suas sondas secas, este envia um sinal de 100%, ou seja, 5V para o Arduino. Esperava-se que com as sondas com água pela metade se chegaria em 50%, e logo se desligaria o relé, de acordo com o valor de ajuste, o set point definido no código programado. Porém somente ao se colocar as sondas em um copo totalmente submersas em água é que a porcentagem cai para 49%, desligando o relé, mas não a zero como era de se esperar. Neste caso a porcentagem média fica em torno de 75% (valor entre 100% e 50%) e este valor passou a ser o novo set point no código do programa ao invés dos 50%. Assim, no novo teste, em uma condição mais realística, com areia encharcada e as sondas fincadas até a metade, o sensor deixou de atuar corretamente. Também se observou que o ajuste manual, com chave de fenda no potenciômetro do sensor, não provocou nenhuma alteração significativa na porcentagem, para todo o giro.

Sobre o acionamento via Bluetooth, para a comunicação do celular ao módulo Bluetooth e deste para o Arduino, deve-se ter instalado um aplicativo específico para o uso dentre várias opções para se baixar gratuitamente para celulares com Android. No aplicativo deve constar quais são os caracteres que este envia ao módulo e o módulo envia ao Arduino, para que assim estes caracteres, que podem ser números ou letras, sejam definidos no código, para a tomada de decisão do Arduino de acionar ou desacionar cada relé. Se o aplicativo possuir terminal para visualização, como é o caso do que foi escolhido para este projeto, este terminal exibirá o que é exibido no monitor serial do Arduino. O interessante aqui é que no código está a instrução para se exibir informações no monitor serial, mas não é necessário instrução para que essas informações sejam enviadas ao Tx do Arduino que vai ao módulo Bluetooth e daí ao aplicativo. Ou seja, o que está descrito no monitor serial é enviado automaticamente ao Tx.

7 CONCLUSÃO

Este projeto integra dois agentes de aplicações em automação residencial com Arduino com o uso de módulos próprios - um módulo para comunicação, aqui o de Bluetooth, dois módulos sensores de umidade do solo, e os módulos de relés para acionamento do atuador (bomba ou eletroválvula) ou de lâmpadas.

Nos testes feitos, os resultados foram o esperado de acordo com o código carregado, porém o sistema se mostrou muito instável, pois o módulo Bluetooth por diversas vezes não funcionou adequadamente, não possibilitando seu pareamento com o celular ou deixando de funcionar durante o processo de testes. Ao desconectá-lo do Arduino e conectando novamente, o seu funcionamento volta ao normal.

O projeto demonstra uma possibilidade de aplicação domótica de montagem simples e DIY com a utilização de alguns dos diversos módulos ou shields para Arduino. Outras aplicações poderiam ser feitas com a comunicação pela internet e com o sistema de controle automatizado utilizando outros módulos sensores para grandezas como temperatura, umidade, luz, chuva etc., de forma digital ou analógica com os atuadores sendo motores ou aparelhos.

A programação requer um conhecimento em linguagem para Arduino, semelhante a C, e se torna mais complexa para projetos mais elaborados o que requer um estudo mais aprofundado deste quesito, porém encontra-se na internet diversos sites dedicados ao uso do Arduino e o seu site próprio possui a documentação explicativa de todas as funções usadas nos códigos.

8 TRABALHOS FUTUROS

Como um trabalho futuro pode-se trocar o módulo Bluetooth por um shield ethernet para Arduino, junto com um roteador, ou um módulo wi-fi para comunicação pela internet, neste caso teria que ser criada uma página em html para ser inserida no código do Arduino.

Outro ponto de melhoria seria acrescentar outros módulos sensores em conjunto com os sensores de umidade do solo, para outros tipos de monitoramento analógico ou digital, como por exemplo um sensor de temperatura e umidade, criando assim outras condições para o acionamento do atuador, estipulando-se neste caso a temperatura ou a umidade do ar mais adequados para a irrigação das plantas.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, Daniel Limas; MARTINS, Paulo João. **Automação residencial de monitoramento de gás por meio da plataforma Arduino e IoT**. TCC (Graduação), Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2021.

ARDUINO® UNO R3 - Product Reference Manual, 2022. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf?_gl=1*5mhitv*_ga*NjEwODY4NTIwLjE2NTE4MDQzNzA.*_ga_NEXN8H46L5*MTY1NzQzMjlyOS42LjEuMTY1NzQzMjMwNi40Ng..>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BOLZANI, Caio Augustus Moraes. **Residências inteligentes**. Livraria da Física, 2004.

CIRQUEIRA, João Pedro Amorim; ALMEIDA FILHO, Otavio Cordeiro de. **Automação residencial por controle de voz**. TCC (Graduação), Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2021.

HIPÓLITO, José Guilherme; SILVA, Miquéias de Jesus da; RAPANELLO, Rogério Máximo. **Automação residencial com Arduino**. Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica, v. 1, n. 1, p. 118 - 139, Centro Universitário UNIFAFIBE. Bebedouro, 2018.

MAYA, Paulo Alvaro; LEONARDI, Fabrizio. **Controle essencial**. São Paulo: Pearson, 2014.

MÓDULO RELÉ 5V 4 CANAIS. Disponível em:

<<https://www.filipeflop.com/produto/modulo-rele-5v-2-canais/>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

MOLINA, Isabela. et al. **Proposta de um protótipo de automação residencial de baixo custo controlado por dispositivos móveis**. TCC (Graduação), Instituto Federal de Alagoas. 2019.

MORAIS, Bianca S. G.; OLIVEIRA, Diego V. de; SILVA, Verônica M. L. **Sistema de comunicação em internet das coisas para automação de ambientes**. I Edição Pocket - Encontro de Computação do Oeste Potiguar (Ecop 2020), Universidade Federal Rural do Semiárido. Pau dos Ferros, 2020.

OLIVEIRA, Euler. **Como usar com Arduino – Módulo Bluetooth HC-05 / HC-06**. 2019. Disponível em: <<https://blogmasterwalkershop.com.br/como-usar-com-arduino-modulo-bluetooth-hc-05-hc-06/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

OLIVEIRA, Isabella Ferreira de. **Desenvolvimento de um sistema de automação residencial baseado em IoT para controle e monitoramento de dispositivos elétricos**. TCC (Graduação), Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2019.

PAZINI, Pedro Henrique Medeiros; LOPES, Luiz Fernando Braga. **Automação residencial de baixo custo com utilização de sistema desenvolvido em Arduino**. Revista de Pós-Graduação Faculdade Cidade Verde, v. 3, n. 1. Maringá, 2017.

RIBEIRO, Tércio Borges; PORTARI JÚNIOR, Sérgio C. **Tomada inteligente, reativa à sensores, com utilização da ESP8266 para IoT.** 2021. Revista de Sistemas de Informação, v. 1, n. 1, Universidade do Estado de Minas Gerais. Frutal, 2019.

ROCHA, Wesley Sales; ANHESINE, Marcelo Wilson. **Automação residencial por comando de voz.** Revista Interface Tecnológica, v. 17, n. 1, p. 179 - 191, Universidade de Araraquara. Araraquara, 2020.

SANTOS, Felipe Jucá dos; PORFÍRIO FILHO, Edilson Rocha. **Solução em automação assistiva utilizando Arduino e Raspberry PI.** XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Joinville, 2017.

SENSOR DE UMIDADE DO SOLO HIGRÔMETRO. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-umidade-do-solo-higrometro/>>. Acesso em: 25 fev. 2022.

SILVA, Antonia Natalia da Conceição; OLIVEIRA, Eduardo Rodrigues de. **Desenvolvimento de um sistema de automação residencial baseado em domótica.** TCC (Graduação), Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos. Brasília, 2019.

SILVA, Caio Alexandre da; MIRANDA, Vanderlei Luiz Daneluz. **Automação residencial com inteligência artificial.** Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica, Bebedouro SP, v. 1, n. 1, p. 48 - 70, Centro Universitário UNIFAFIBE. Bebedouro, 2018.

SOUSA NETO, Paulo João de. **Automação residencial utilizando Arduino**. TCC (Graduação), Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2021.

STEVAN JR., Sergio Luiz; FARINELLI, Felipe Adalberto. **Domótica: Automação residencial e casas inteligentes com Arduino e ESP8266**. São Paulo: Érica, 2019.

APÊNDICE

```
char data = 0; //acionamento bluetooth

int sensor0 = A0; //controle de irrigação 1
int rele0 = 2;

int sensor1 = A1; //controle de irrigação 2
int rele1 = 3;

void setup() {

  Serial.begin(9600);
  pinMode(8, OUTPUT); //acionamento bluetooth
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);

  pinMode(rele0, OUTPUT); //controle de irrigação 1

  pinMode(rele1, OUTPUT); //controle de irrigação 2
}

void loop() {

  //ACIONAMENTO BLUETOOTH
  if (Serial.available() > 0) {
    data = Serial.read();
    Serial.print(data);
    Serial.print("\n");

    if (data == '0')
      digitalWrite(8, HIGH);
    else if (data == '1')
      digitalWrite(8, LOW);

    if (data == '3')
      digitalWrite(9, HIGH);
    else if (data == '2')
      digitalWrite(9, LOW);

    if (data == '5')
      digitalWrite(10, HIGH);
    else if (data == '4')
      digitalWrite(10, LOW);

    if (data == '7')
      digitalWrite(11, HIGH);
    else if (data == '6')
```

```
    digitalWrite(11, LOW);
}

//CONTROLE DE IRRIGAÇÃO 1
int porcentagem0 = map(analogRead(sensor0), 0, 1023, 0, 100); // relaciona o valor
analógico à porcentagem
Serial.print(porcentagem0); // imprime o valor da porcentagem no monitor serial
Serial.println("%"); // imprime o símbolo junto ao valor encontrado

if (porcentagem0 > 75) { // se a porcentagem for maior que 75 que é quando tiver
pouca água
    Serial.println("Irrigação 1 ligada"); // imprime a frase no monitor serial
    digitalWrite(rele0, LOW); // liga o relé
}
else {
    Serial.println("Irrigação 1 desligada"); // imprime a frase no monitor serial
    digitalWrite(rele0, HIGH); // desliga o relé
}
delay (1000); // espera 1s para reinicializar a leitura

//CONTROLE DE IRRIGAÇÃO 2
int porcentagem1 = map(analogRead(sensor1), 0, 1023, 0, 100); // relaciona o valor
analógico à porcentagem
Serial.print(porcentagem1); // imprime o valor da porcentagem no monitor serial
Serial.println("%"); // imprime o símbolo junto ao valor encontrado

if (porcentagem1 > 75) { // se a porcentagem for maior que 75 que é quando tiver
pouca água
    Serial.println("Irrigação 2 ligada"); // imprime a frase no monitor serial
    digitalWrite(rele1, LOW); // liga o relé
}
else {
    Serial.println("irrigação 2 desligada"); // imprime a frase no monitor serial
    digitalWrite(rele1, HIGH); // desliga o relé
}
delay (1000); // espera 1s para reinicializar a leitura
}
```