

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

THAYANA DE ARAUJO SANTOS

INTERNET DAS COISAS NO AUXÍLIO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: um
protótipo de abastecimento de água utilizando Arduino

São Luís
2020

THAYANA DE ARAUJO SANTOS

INTERNET DAS COISAS NO AUXÍLIO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: um
protótipo de abastecimento de água utilizando Arduino

Monografia apresentada ao Curso de Sistemas de Informação do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. Allison Jorge Silva Almeida

São Luís
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário - UNDB / Biblioteca

Santos, Thayana de Araujo

Internet das coisas no auxílio da automação residencial: um protótipo de abastecimento de água utilizando Arduino./ Thayana de Araujo Santos. __ São Luís, 2020.

69 f.

Orientador: Prof. Allison Jorge Silva Almeida.

Monografia (Graduação em Sistema de Informação) - Curso de Sistema da Informação – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Arduino. 2. Abastecimento. 3. Automação residencial. I. Título.

CDU 004.378.5

THAYANA DE ARAUJO SANTOS

**INTERNET DAS COISAS NO AUXÍLIO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: um
protótipo de abastecimento de água utilizando Arduino**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Sistemas de Informação do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em: ___/___/2020

BANCA EXAMINADORA

Alisson Jorge Silva Almeida
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Alessandro Miranda Gonçalves
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Pedro Henrique Gomes
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

A Deus, por permitir que eu nunca perdesse a fé.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo, por permitir que eu realizasse um sonho, que sempre foi a minha graduação.

À minha família, em especial às minhas duas mães, Maria de Jesus, por ter sempre me incentivado a continuar apesar de qualquer circunstância, e a Maria Madalena, por ter sido minha fonte de inspiração desde o início do curso com sua alegria contagiante, e também ao meu irmão Magno que me ajudou sempre que possível.

Aos meus amigos da caminhada do curso e a todos que fazem ou fizeram parte da família UNDB.

À professora Debora Stefanello por ter acreditado no meu trabalho.

RESUMO

Tendo-se em vista o problema de abastecimento de água na cidade de São Luís do Maranhão, no caso o rodízio de abastecimento, notou-se a necessidade de um sistema que melhorasse a vida dos cidadãos em relação ao abastecimento. A partir desse ponto pesquisou-se sobre a internet das coisas no auxílio da automação residencial com a finalidade de desenvolver um protótipo baseado em Arduino com a intuito de auxiliar no abastecimento de água. Esta publicação propõe-se a realizar um estudo bibliográfico para entender melhor os conceitos básicos, modelos e funcionalidades do Arduino, para que depois fosse feito o desenvolvimento do protótipo que auxilie no abastecimento de água e em seguida testa-lo de forma segura. O estudo realizado deu-se através de uma pesquisa do tipo estudo de caso, com este trabalho espera-se que o protótipo seja interligado no sistema de abastecimento de água da cidade, a partir da concessionária que faz o abastecimento que se tenha um resultado satisfatório.

Palavras-chave: Arduino. Abastecimento. Automação residencial.

ABSTRACT

Considering the problem of water supply in the city of São Luís of Maranhão, in the case of the supply pipeline, it was noted the need for a system that would improve the lives of citizens in relation to supply. From that point on, the internet of things was researched to aid residential automation with the purpose of developing an Arduino-based prototype in order to assist in the supply of water. This publication proposes to perform a bibliographic study to better understand the basic concepts, models and functionalities of the Arduino, so that later the development of the prototype that assists in the water supply and then test it in a safe way. The study was carried out through a research of the type of case study, with this work it is expected that the prototype will be interconnected in the water supply system of the city, from the concessionaire that makes the supply that has a satisfactory result.

Key-words: Arduino. Supply. Home automation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Previsão de receitas diretas e indiretas.....	19
Figura 2 – Arduino Leonardo.....	22
Figura 3 – Arduino Mega 2560.....	23
Figura 4 – Arduino Esplora	24
Figura 5 – Arduino Mega ADK	25
Figura 6 – Arduino Pro Micro	27
Figura 7 – Arduino FIO V3.....	28
Figura 8 – Arduino Lilypad	29
Figura 9 – Arduino Mini 05.....	30
Figura 10 – Arduino Pro Mini.....	32
Figura 11 – Arduino Micro	33
Figura 12 – Projeto básico de acionamento de uma lâmpada.....	35
Figura 13 – Esquemático do projeto.....	36
Figura 14 – Placa Arduino UNO.....	37
Figura 15 – IDE de Arduino.....	39
Figura 16 – Shields ethernet	44
Figura 17 – Diagrama de funcionamento do Arduino	45
Figura 18 – Módulo Relé	46
Figura 19 – Válvula Solenoide	47
Figura 20 – Liga Relé.....	49
Figura 21 – Desliga Relé	50
Figura 22 – Ligação Módulo Relé.....	52
Figura 23 – Ligação plug Macho	52
Figura 24 – Ligação dos conectores faston	53
Figura 25 – Ligação dos conectores à válvula solenoide	53
Figura 26 – Conexão elétrica do protótipo	54
Figura 27 – Conexão de jumpers no módulo relé.....	54
54	
Figura 28 – Conexão entre Arduino e módulo relé	55

Figura 29 – Ligação dos canos na válvula solenoide	55
Figura 30 – Ligação na rede hidráulica.....	56
Figura 31 – Protótipo completo	56
Figura 32 – Montagem do primeiro teste.....	57
Figura 33 – Blink	58
Figura 34 – Blink controlado pelo monitor serial.....	59
Figura 35 – Código Fonte	59
Figura 36 – Teste com Água	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Você já ouviu falar sobre o rodízio de água em São Luís?	61
Gráfico 2 – Qual sua familiaridade com a tecnologia?	62
Gráfico 3 – Você sabe o que é automação residencial?	63
Gráfico 4 – Você acredita que a automação residencial pode ser barata e acessível?	63
Gráfico 5 – Você acha que o protótipo [...] que funciona ligando e desligando o fluxo de água pela internet seria útil a São Luís?	64

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
2.	DESENVOLVIMENTO	17
2.1	Internet das coisas.....	17
2.1.1	Oportunidade da Internet das coisas	17
2.2	Automação Residencial.....	19
2.3	Micro controladores.....	19
3	ARDUINO	21
3.1	Família Arduino.....	21
3.1.1	Arduino Leonardo	21
3.1.2	Arduino Mega 2560 R3.....	22
3.1.3	Arduino Esplora.....	23
3.1.4	Arduino Mega ADK.....	24
3.1.5	Arduino Pro	26
3.1.6	Arduino FIO V3.....	27
3.1.7	Arduino Lilypad.....	28
3.1.8	Arduino Mini 05.....	29
3.1.9	Arduino Pro Mini.....	30
3.1.10	Arduino Micro	32
3.2	O PROJETO	33
3.3	Funcionamento do Arduino.....	35
3.3.1	Portas digitais e analógicas.....	36
3.3.2	Alimentação do arduino	37
3.3.3	Programação do arduino	37

3.3.4 Funções.....	38
3.3.5 Linguagem de referência	39
3.3.6 Bibliotecas	40
3.4 Shields	42
3.5 Componentes Auxiliares	43
3.5.1 Sensores	43
3.5.2 Atuadores	44
3.5.3 Valor do projeto.....	46
3.5.4 Funcionamento do projeto.....	47
3.6 Estudo de caso.....	48
3.7 Metodologia.....	49
3.7.1 Montagem do projeto.....	49
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.1 Análise dos resultados.....	57
4.2 Viabilidade do protótipo.....	57
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
REFERÊNCIAS.....	62
ANEXO	65
APÊNDICE	68

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a era da informação faz parte do nosso cotidiano, isso possibilitou que boa parte da população tivesse acesso ao mundo digital, ou seja, permitiu a inclusão digital, o que veio a transformar a maneira como a tecnologia é utilizada, bons exemplos disso são: o melhoramento nas telecomunicações, maior acesso às informações, os avanços na saúde, agricultura, dentre outros exemplos, sejam esses provenientes do uso da internet ou não.

A informação não serve apenas como meio de adquirir novos negócios ou clientes, mas também, para que as organizações as utilizem na obtenção do conhecimento e de novas tecnologias, como por exemplo, a internet das coisas. O extraordinário potencial da Internet das coisas é o poder que confere aos objetos de uso cotidiano, tais como: capturar, processar, armazenar, transmitir e apresentar informações. Interligados em rede, os objetos são capazes de realizar ações de forma independente e gerar dados, que visam melhorar e conectar os processos automatizados das organizações (LACERDA, 2015, p. 17).

É importante frisar que a internet das coisas veio, primeiramente para as organizações e estruturas comerciais, com a finalidade de melhorar os processos industriais, aos usuários domésticos, seu uso ficou para um segundo momento. Evans (2011), afirma que a internet das coisas mudará tudo, até a nós mesmos, considerando as mudanças que já ocorreram na educação, na comunicação, nos negócios, na ciência, no governo e na humanidade. Assim, é possível notar que essa mudança chegaria até aos consumidores domésticos em algum momento.

A internet das coisas visa conectar e integrar vários elementos domésticos que possam ser controlados por dispositivos à distância, para isso, depende do tipo de tecnologia e controlador que são utilizados. Além disso, temos uma pequena parte da internet das coisas voltada para usuários domésticos que, no caso, é a automação residencial.

Esta monografia tem a intenção de fornecer informações de aplicações já feitas e as possibilidades que podem vir a surgir com a internet das coisas no auxílio da automação residencial e também mostrar o mercado de oportunidades que é possível alcançar com a automação residencial.

Este trabalho foi dividido em seis capítulos, cujo, o primeiro capítulo trata da Introdução do tema abordado, no caso, a internet das coisas e automação residencial, já o segundo capítulo trata de todo o Referencial Teórico necessário para que se entenda como será apresentado o capítulo seguinte. O terceiro capítulo apresenta a ferramenta base desse

estudo que é o Arduino, já o quarto capítulo traz os Materiais e Métodos utilizados, nesse capítulo será feito o estudo de um protótipo de automação residencial, assim como apresentar soluções para quem quer se aprofundar melhor no assunto. No quinto capítulo será feita a apresentação dos resultados aplicação feita no capítulo anterior, e no último capítulo, será feita a conclusão do estudo proposto

A cidade de São Luís no estado do Maranhão, apesar de todas as benfeitorias já realizadas ainda há muito para se desenvolver. Um bom exemplo disso é o rodízio de abastecimento de água na ilha de São Luís. Apesar de o município de São Luís ser uma das quatro cidades que formam a Ilha de Upaon-Açu, boa parte da água utilizada no abastecimento da população é proveniente do Sistema Italuís (CUNHA, 2018, p.1).

Esse sistema tem sua fonte de captação de água no Rio Itapecuru, próximo à cidade de Rosário - MA. Depois de tratada, essa água ainda percorre 56 km até chegar à capital e ser distribuída entre a população. Além desse sistema, São Luís ainda conta com outros dois sistemas de abastecimento (Sacavém/Batatã e Paciência), além de 285 poços tubulares profundos. (CUNHA, 2018, p.1).

Embora a capital maranhense conte com todos esses recursos para o abastecimento, ainda assim, não é o suficiente para eliminar o rodízio de abastecimento em alguns bairros da capital. Como se trata de um sistema de revezamento existe horário de início e o horário de término. Normalmente esse processo dá-se do começo da manhã estendendo-se até o princípio da noite de mesma data.

Mesmo com esses percalços do cotidiano moderno, temos a possibilidade de melhorar a cada dia o nosso conforto através da transformação da tecnologia. A utilização da tecnologia já é uma realidade em diversos setores da vida moderna. Um bom exemplo que podemos citar é a automação residencial que é um nicho de mercado da tecnologia.

A automação é, para Bolzoni (2004), a atuação de dispositivos customizados nas funções elétricas, hidráulicas, dentre outras, com a finalidade de promover e garantir economia entre os mesmos. Além disso, a automação residencial vai além de garantir apenas economia nos dispositivos a qual ela manipula, a mesma é capaz de garantir um bom aprimoramento na utilização desses dispositivos.

Se a automação residencial é capaz de trazer tantos benefícios a um lar, mesmo o mais simples, por que não fazer uso dessa tecnologia de baixo custo na melhoria do

abastecimento de água em uma residência que sofre com o revezamento do abastecimento de água?

O motivo pelo qual o tema a Internet das coisas no auxílio da automação residencial foi escolhido deve-se ao fato que diversos objetos e serviços do cotidiano tem se tornado ligado pela tecnologia, sempre com o intuito de diminuir as barreiras e facilitar a vida do ser humano. O estudo da Internet das coisas na automação residencial visa mostrar como ela já está sendo aplicada no ambiente doméstico e como é possível que a mesma seja aplicada em novos projetos e situações corriqueiras da vida moderna, como por exemplo, acender luzes, abrir e fechar portões, acionamento de eletrodomésticos, sensores de presença, sistemas de segurança, entre outras coisas. Além do mais, demonstrar como isso pode ser útil para a sociedade.

A pesquisa sobre a internet das coisas na automação residencial e suas aplicações é de muita relevância a todas as pessoas comuns (apenas usuárias de tecnologia), profissionais da área de tecnologia, pesquisadores e profissionais de outras áreas que precisam implementar medidas tecnológicas nos seus empreendimentos e projetos, bem como acadêmicos que visem se aprofundar da melhor forma possível em programação, já que este trabalho demonstra como é possível utilizar diversos componentes de aprendizado em apenas um projeto, o que serviria de incentivo a professores, que teriam uma nova metodologia mais pratica na hora de ensinar a programação de linguagens, já que trata de programação de uma forma concreta, ou seja, a programação que se faz e ver o resultado imediato, e os alunos, que terão novas formas de aprender e com mais entusiasmo.

O presente projeto tem por objetivo criar um protótipo utilizando internet das coisas no auxílio da automação residencial no abastecimento de água. Bem como, realizar um estudo bibliográfico sobre automação residencial; criar um protótipo de uma aplicação para automação residencial utilizando internet das coisas; testar uma aplicação; e analisar os resultados da aplicação.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Internet das coisas

Internet das coisas nada mais é que conectividade de coisas, ou seja, outros eletrônicos que vão além de computadores interligados à internet que podem ser manipulados ou manuseados através da mesma, no entanto, para Magalhães (2016, p. 1):

A Internet das Coisas (IdC), que remete a este paradigma em que “tudo” está conectado, levanta sérios questionamentos no âmbito filosófico, técnico e arquitetônico, onde a presença de dispositivos em todas as áreas trará mudanças de comportamento e de processos, tanto positivamente quanto negativamente.

A internet das coisas muda o comportamento das pessoas, o modo de viver, a facilidade de manusear certos objetos sem precisar de muito esforço vira rotina, acostumando as pessoas a terem outra visão em relação à utilização dos dispositivos ou coisas. Foi citada pela primeira em 1999, pelo co-fundador do Auto-ID Center de Massachusetts Institute of Technology (MIT), com a intenção de rastrear dispositivos através do RFID para o controle logístico (ASHTON, 2009). Com o passar do tempo, essa tecnologia foi evoluindo e se adaptando à internet e criando possibilidades de conectar novos objetos que antes eram inimagináveis.

A internet das coisas ou *Internet of Things* (Iot) (em inglês) marca uma nova era da internet, na qual interliga diversos dispositivos que vão desde ligar luzes, controladores de temperatura, até sensores de carros que servem para demonstrar o comportamento do motorista (FRANCO, 2016). Traz uma imensidão de oportunidades em diversos mercados, entre esses, podemos citar: o mercado financeiro, de manufatura, no setor elétrico, na área da saúde, e além de tudo isso o setor de automação residencial, que pouco a pouco vem ganhando novos adeptos e novos produtos.

Até agora, a Internet das coisas tem sido mais associada com (M2M) comunicação máquina-a-máquina em indústrias de manufatura e de energia, bem como refinarias de petróleo e gás. Os produtos fabricados com capacidades de comunicação M2M são muitas vezes referidos como sendo “inteligentes”. (VOLTIMUM, 2016, p.1).

Todas essas indústrias perceberam que as internets das coisas poderiam trazer uma imensidão de oportunidades de negócios promissores e que poderiam a vir a agregar valores e melhorar o funcionamento das atividades dos negócios.

2.1.1 Oportunidade da Internet das coisas

Os mercados financeiros e industriais abrem um leque de oportunidades de negócios e receitas, como afirma site Voltimum (2016, p.1):

Empresas e associações já projetam investimentos da ordem de US\$14,4 trilhões, especialistas acreditam que o valor do investimento na economia com a “Internet das coisas” pode chegar a US\$ 7,4 trilhões. A diferença das expectativas de

investimentos não esconde que até 2025, a “Internet das coisas” será o grande motor da economia mundial.

Alguns setores de negócios estão ganhando mercado com IoT, como pode ser percebido na tabela abaixo.

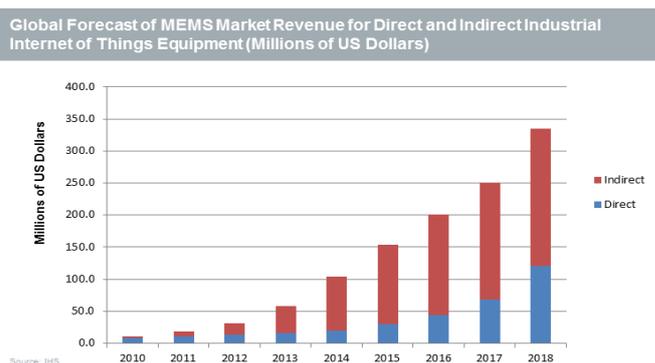
Tabela 1 - Oportunidade de negócios.

	OPORTUNIDADE	DESCRIÇÃO
	Criação de valor B2B	Aplicações B2B serão responsáveis por quase 70% do valor que deverá ser movimentado pela IoT nos próximos 10 anos.
	Otimização de operações	A maior parte do valor proveniente da IoT gerado para negócios será em função da otimização das operações.
	Modelos de negócios inovadores	Poderão ser criados novos modelos de negócio resultando em mudanças na dinâmica competitiva das indústrias. Essa mudança já pode ser observada nos transportes, que em certas ocasiões deixaram de ser um bem e se tornaram um serviço (ativação por aplicativos e geolocalização).

Fonte: Adaptado de Franco (2015).

Com mais pessoas tendo acesso à internet, as informações de novas tecnologias vêm sendo difundidas e espalhadas para mais usuários, com isso acontece mais aquisições de dispositivos, aumentando, dessa forma, cada vez mais o faturamento da internet das coisas, como mostra o gráfico abaixo:

Figura 1 - Previsão de receitas diretas e indiretas com a Iot.



Fonte: Vontimum (2016)

O gráfico mostra uma previsão do que foi gasto durante o ano 2018, bem como o que foi gasto em anos anteriores, com receitas diretas e indiretas, com aquisições de produtos e serviços da internet das coisas, detalhando que a tendência é só aumentar o usufruto da IoT.

2.2 Automação Residencial

Automação residencial é a parte da automação feita em residências, ela está intimamente ligada a IoT, com o propósito de melhorar as tarefas domésticas. Para Lecheta (2017, p.1), automação residencial:

É um sistema capaz de melhorar o estilo de vida, aumentando o conforto, a segurança e a eficiência de uma residência. Engloba iluminação, entretenimento, telecomunicações, temperatura do ambiente, e controle de utilidades e de equipamentos diversos com a possibilidade de ser centralizado em um único sistema de controle

Automação residencial é a possibilidade de controlar e integrar os demais dispositivos de uma residência mesmo estando longe de casa, ou seja, mesmo que isso signifique está em outro país, por exemplo. Para isso é necessário utilizar a tecnologia apropriada que fará a comunicação através de dispositivos que serão controlados com a rede de comunicação, ou seja, a internet.

A automação residencial conta com diversas tecnologias para seu funcionamento, entre elas o tipo de comunicação que pode ser feito com cabos ou apenas com tecnologia sem fio, além de alguns micro controladores.

2.3 Micro controladores

Micro controladores são sistemas computacionais completos, nos quais consta uma CPU, um sistema de *clock*, uma memória de armazenamento, entradas e saídas e um programa que serve para definir um objetivo do programa. (DENARDIN, 2015). Um micro controlador ou processador propriamente dito é um computador de tamanho menor. Um micro controlador é um circuito integrado que muitas vezes é chamado de computador em um único chip que contém diversas funcionalidades, sendo utilizada em diversas aplicações embarcadas. (PEREZ; DARÓS, 2013).

Os micro controladores já foram considerados caros e de pouco acesso a usuários comuns, os que eram utilizados até pouco tempo atrás já vinham embutidos nos produtos de fábrica, com o passar do tempo e com o avanço da tecnologia, o custo foi ficando mais viável e a disponibilidade também, logo, alguns micro controladores foram disponibilizados para

consumidores comuns, o que facilitou a utilização em outras aplicações, no caso da IoT essa disponibilidade facilitou a projeção de novos produtos e situações que antes não eram possíveis, como afirma Denardin (2015, p. 1):

Assim, a introdução do micro controlador nestes produtos cria uma diferenciação e permite a inclusão de melhorias de segurança e de funcionalidade. Alguns mercados chegaram ao ponto de tornar obrigatório o uso de micro controladores em determinados tipos de equipamentos, impondo um pré-requisito tecnológico. Muitos produtos que temos disponíveis hoje em dia, simplesmente não existiriam, ou não teriam as mesmas funcionalidades sem um micro controlador. É o caso, por exemplo, de vários instrumentos biomédicos, instrumentos de navegação por satélite, detectores de radar, equipamentos de áudio e vídeo, eletrodomésticos, entre outros.

Como se pode perceber, o micro controlador só tem a oferecer bons resultados e melhorias na vida cotidiana moderna, seu uso dependerá do tipo de *hardware* utilizado e *software* desenvolvido para a finalidade específica, ou seja, o sistema embarcado.

Entre a variedade de micro controladores no mercado, o Arduino é o mais conhecido e acessível para quem quer começar um projeto e implementar um sistema de automação residencial.

3 ARDUINO

Inventada na Itália, a placa Arduino veio para integrar o mundo real ao mundo digital, servindo para enviar e receber sinais, a placa arduino funciona com sistema de Pic , e um gerenciador da placa em várias linguagens. (BOEIRA, 2011).

Com a placa Arduino há possibilidade de se fazer desde uma simples ligação de uma lâmpada até um projeto mais complexo de um robô, por exemplo. Além disso, a placa Arduino é considerada uma plataforma para prototipação eletrônica, contendo na mesma um micro controlador Atmel AVR, o mesmo também é conhecido como plataforma de computação física (PEREZ; DARÓS, 2013).

3.1 Família Arduino

O nome arduino é uma denominação comum, ou seja, não existe apenas um modelo de arduino e sim vários modelos originais e clones, porém, será apresentado apenas alguns modelos nativos da família arduino:

3.1.1 Arduino Leonardo

A arduino Leonardo (figura 1) é um dos membros da família arduino, a mesma possui algumas características bem peculiares em relação às outras. Algumas dessas características são: possuir apenas um micro controlador ATMEL de 8-bits com o periférico USB, o que facilita a programação, essa mesma entrada USB pode ser utilizada para alimentação da placa ou então por uma fonte externa. Outra característica peculiar dessa placa é que todos os pinos podem ser utilizados como entradas e saídas digitais, isso incluindo os pinos dedicados a serem analógicos. (SOUSA, 2015).

Figura 2: Arduino Leonardo



Fonte: Sousa (2014).

A placa arduino Leonardo é bem básica e intuitiva, isso facilita sua utilização por

iniciantes. Características dessa placa segundo Robocore (2015):

- a) Micro controlador: ATmega32u4;
- b) Tensão de Operação: 5V;
- c) Tensão de Alimentação (recomendada): 7 a 12V;
- d) Tensão de Alimentação (limites): 6 a 20V;
- e) Pinos Digitais de Entrada/Saída: 20;
- f) Canais PWM: 7;
- g) Canais de Entrada Analógica: 12;
- h) Corrente DC por Pino de Entrada/Saída: 40mA;
- i) Corrente DC do Pino 3,3V: 50mA;
- j) Memória Flash: 32kB (dos quais 4kB são utilizados pelo bootloader);
- k) SRAM: 2,5kB;
- l) EEPROM: 1kB;
- m) Velocidade de Clock: 16MHz.

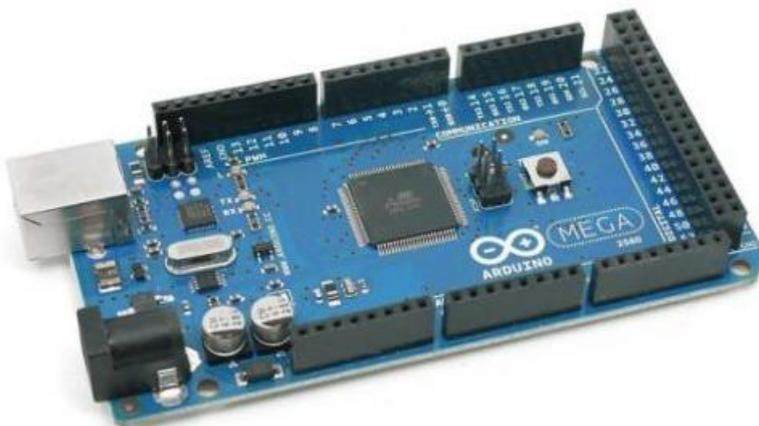
Observando as características é possível ter uma noção de como a placa funciona.

3.1.2 Arduino Mega 2560 R3

O arduino mega 2560 (figura 2) é uma das placas mais interessantes da família arduino, ela conta com mais recursos do que a placa arduino Leonardo, por exemplo:

A placa Arduino Mega 2560 é mais uma placa da plataforma Arduino que possui recursos bem interessantes para prototipagem e projetos mais elaborados. Baseada no microcontrolador ATmega2560, possui 54 pinos de entradas e saídas digitais onde 15 destes podem ser utilizados como saídas PWM. Possui 16 entradas analógicas, 4 portas de comunicação serial. Além da quantidade de pinos, ela conta com maior quantidade de memória que Arduino UNO, sendo uma ótima opção para projetos que necessitem de muitos pinos de entradas e saídas além de memória de programa com maior capacidade. SOUSA (2014, p. 56).

Figura 3 – Arduino mega 2560



Fonte: Sousa (2014).

A placa arduino mega 2560 conta com as seguintes características segundo Sousa (2014):

- a) Microcontrolador: ATmega 2560;
- b) Tensão de Operação: 5V;
- c) Tensão de Alimentação (recomendada): 7 a 12V;
- d) Tensão de Alimentação (limites): 6 a 20V;
- e) Pinos Digitais de Entrada/Saída: 54;
- f) Canais PWM: 15;
- g) Canais de Entrada Analógica: 16;
- h) Corrente DC por Pino de Entrada/Saída: 40mA;
- i) Corrente DC do Pino 3,3V: 50mA;
- j) Memória Flash: 256kB;
- k) SRAM: 8kB;
- l) EEPROM: 4kB;
- m) Velocidade de Clock: 16MHz.

Como se pode perceber, se forem comparadas a placa Arduino mega2560 com a placa Arduino Leonardo, nota-se que a Mega2560 é mais robusta no quesito “recursos”, logo, se deduz que a mesma atende projetos bem maiores que uma placa Arduino Leonardo.

3.1.3 Arduino Esplora

O Arduino Esplora (figura 3) que derivada da placa Arduino Leonardo, é uma placa que tem a aparência de um controle de videogame com dimensões entre 16,5 e 6,1 cm respectivamente. Segundo Multilogica-Shop (2015, p. 46) essa placa conta com diversos recursos de entrada e saída embarcada, entre elas estão:

- a) Joystick analógico com botão central;
- b) Botões;
- c) Potenciômetro linear;
- d) Microfone para o áudio ambiente;
- e) Sensor de luz;
- f) Sensor de temperatura ambiente;
- g) Acelerômetro tri axial que mede a relação da placa com a gravidade em 3 eixos;

- h) Buzina para produção de ondas quadradas;
- i) LED RGB para reprodução de cores;
- j) Entradas com conector de 3 pinos;
- k) Saídas com conector de 3 pinos;
- l) Conector para display sensível ao toque, tela LCD, cartão SD ou outros dispositivos que utilizem o padrão SP.

Figura 4 – Arduino Esplora



Fonte: Electrónica Embajadores (2017).

A placa Arduino Esplora conta com as seguintes especificações segundo Electronica Embajadores (2017):

- a) Microcontrolador: ATMEGA32U4
- b) Tensão funcionamento: 5V
- c) Memória Flash: 32 KB, usado pelo carregador de inicialização 4 KB
- d) SRAM: 2.5 KB
- e) EEPROM 1 KB
- f) Velocidade de relógio: 16 MHz

A Arduino Esplora é uma placa com formato distinto e bem completa, a mesma serve para projetos mais específicos como por exemplo: controle de jogos ou de robôs, tudo vai depender da necessidade do usuário ou da criatividade do mesmo.

3.1.4 Arduino Mega ADK

O Arduino Mega ADK (figura 4) se assemelha ao Arduino Mega 2560 e que segundo ao ARDUINO (2015) é:

O Arduino MEGA ADK é uma placa micro controladora baseada no ATmega2560. Ele tem uma interface de host USB para se conectar com telefones baseados em Android, com base no IC MAX3421e. Possui 54 pinos de entrada / saída digitais (dos quais 15 podem ser usados como saídas PWM), 16 entradas analógicas, 4

UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, conector de alimentação, um conector ICSP, e um botão de reset.

Com as mesmas características do Arduino Mega 2560, esse se diferencia por poder se conectar a telefones android através de uma interface USB host, o que facilita na hora de gerenciar a conexão. Abaixo é feita a representação do Arduino Mega ADK.

Figura 5 – Arduino Mega ADK.



Fonte: FilipeFlop (2018)

Essa placa apresenta as seguintes especificações, segundo Arduino (2017):

- a) Microcontrolador: ATmega2560;
- b) Tensão operacional: 5V;
- c) Tensão de entrada (recomendado): 7-12V;
- d) Tensão de entrada (limites): 6-20 V;
- e) Pinos Digital I / O: 54 (dos quais 15 fornecem saída PWM);
- f) Pinos de entrada analógica: 16;
- g) Corrente DC por pino de E / S: 40 mA;
- h) Corrente DC para Pin 3.3V: 50 mA;
- i) Memória flash: 256 KB dos quais 8 KB usados pelo bootloader;
- j) SRAM : 8 KB;
- k) EEPROM: 4 KB;
- l) Velocidade do relógio: 16 megahertz;
- m) Chip Host USB: MAX3421E;
- n) Comprimento: 101,52 mm;
- o) Largura: 53,3 mm;
- p) Peso: 36 g;

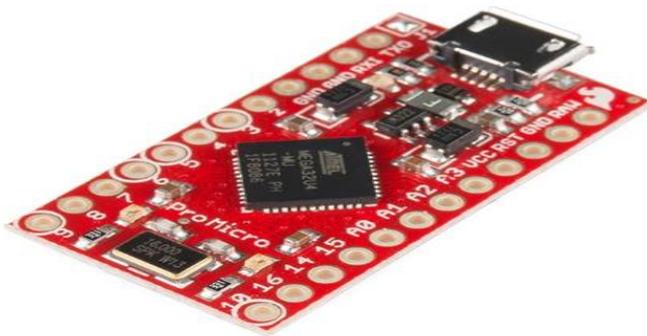
O ponto forte dessa placa é que, apesar de dela ter as mesmas configurações da Mega2560, é o fato de vir com o *chip host* USB, essa entrada USB garante que se possa utilizar equipamentos com sistema *android* com a finalidade de expandir as suas funções, ou seja, são mais possibilidades de criação, pois a ideia é aproveitar os recursos que vem nos aparelhos *android*, sem que haja a necessidade de utilizar *Shields*.

3.1.5 Arduino Pro

A Arduino Pro (figura 5) é uma das menores placas utilizadas na prototipagem e conta com as seguintes configurações de acordo com Eletrogate (2017, p. 1):

O Arduino Pro Micro é uma pequena plataforma de prototipagem baseada no micro controlador ATmega32U4, criada para uso em pequenos projetos eletrônicos, permitindo ainda instalação fácil em *protoboards* e ocupando mínimo espaço. Ele conta com 12 pinos de entrada digitais, entre os quais 5 podem ser utilizados como saídas PWM e 4 entradas analógicas. Diferentemente de outras versões, o Arduino Pro Micro já possui conector USB integrado, trabalhando a 16MHz e 5V, sua funcionalidade lembra muito seus irmãos maiores, entretanto em tamanho reduzido. Internamente o Arduino Pro Micro possui um regulador de tensão, aceitando energia de entrada de até 12 VDC.

Figura 6 – Arduino Pro Micro.



Fonte: SparkFun (2018).

A Arduino Pro apresenta as seguintes especificações, segundo Eletrogate (2017):

- a) Microcontrolador: ATmega32U4;
- b) Regulador 5V integrado;
- c) Tensão de operação: 5V;
- d) Tensão de entrada: 5-12V;
- e) Corrente Máxima de saída: 150mA;
- f) Proteção de sobre-corrente e polaridade reversa;
- g) Conexão USB; - Digital I/O Pins: 12 (dos quais 5 oferecem saída PWM);
- h) Pinos de entrada analógica: 4;

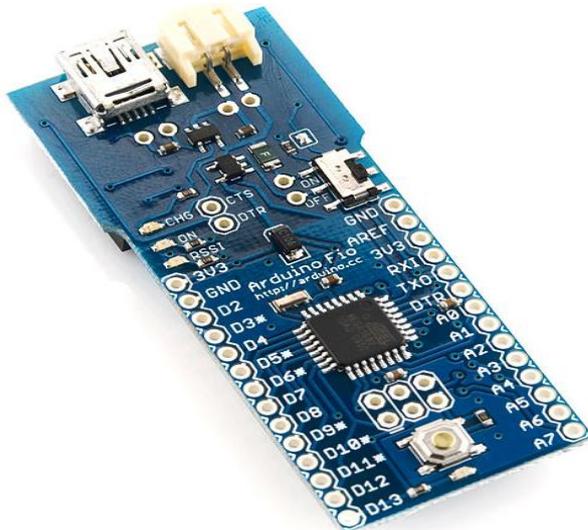
- i) Memória Flash: 32 KB (dos quais 2 KB são usados pelo carregador de inicialização);
- j) SRAM: 2 KB;
- k) EEPROM: 1 KB;
- l) Clock Speed: 16 MHz;
- m) Dimensões (CxLxA): 33x18x3mm; (sem os pinos).

Das vantagens da Arduino Pro Micro é que, apesar do tamanho já possui conexão USB, o que facilita na hora de programar, não sendo necessário adaptar mais acessórios.

3.1.6 Arduino FIO V3

A placa Arduino Funil (Funnel) (figura 6) possui entradas e saídas (I/O), por definição o nome Arduino FIO. É compatível com o FUNNEL, um *toolkit* que serve para desenhar uma ideia fisicamente, cujo o mesmo possui bibliotecas para software e hardware. A placa Arduino FIO possui conexão para bateria e pode ser carregada via USB. Além disso, há um soquete para acoplar o módulo *Xbee* na parte inferior da placa. Essa placa FIO foi feita para ser reprogramada via *wireless*. (ROBOCORE, 2016).

Figura 7 – Arduino FIO.



Fonte: Multilogica-Shop (2016).

A Arduino FIO conta com as seguintes especificações segundo FilipeFlop (2016.p, 1)

- a) Microcontrolador ATmega328p;
- b) Memória Flash: 32KB;
- c) SRAM: 2KB;
- d) EEPROM: 1KB;

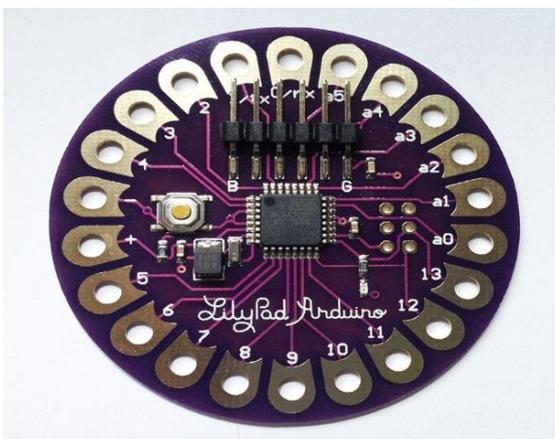
- e) Tensão de operação: 3,35 à 12V;
- f) Tensão de alimentação da bateria: 3.7 à 7V;
- g) Nível de sinal dos pinos de I/O: 3.3V;
- h) Pinos de I/O: 14 (6 podem ser usados como PWM);
- i) Pinos analógicos: 8;
- j) Corrente por pino de I/O: 40mA;
- k) Soquete Xbee;
- l) Compatível com bateria Lipo;
- m) Conector mini-usb para alimentação da bateria;
- n) Programável por conversor USB-Serial;
- o) Botão reset;
- p) Botão liga/desliga;
- q) Dimensões: 65 x 23 x 10mm.

Dentre os modelos apresentados até aqui o Arduino FIO conta com a novidade de poder ser programado remotamente e além disso já vir com o protocolo Xbee acoplado.

3.1.7 Arduino Lilypad

Lilypad Arduino (figura 7) uma das placas mais versáteis da família arduino, voltada para projetos de *wearables*, ou seja, projetos que envolvem vestimentas. A versatilidade do Lilypad Arduino está desde o seu tamanho 50mm de diâmetro, de certa forma pequeno, o que facilita e muito o uso em vestimentas ou acessórios como bolsas, sapatos e relógios, por exemplo.

Figura 8 – Lilypad Arduino



Fonte: Reis (2016).

O Lilypad Arduino conta com as seguintes especificações segundo Multilogica-shop (2018, p. 5):

- a) Microcontrolador: ATmega168V;
- b) Voltagem de operação: 2,7-5,5 V;
- c) Voltagem de entrada: 2,7-5,5 V;
- d) Pinos digitais I/O: 14 (6 dos quais fornecem saída PWM);
- e) Pinos de entrada analógica:6;
- f) Corrente contínua por pino I/O: 40 mA;
- g) Memória Flash: 16 KB (2 dos quais usados pelo bootloader);
- h) SRAM : 1 KB;
- i) EEPROM: 512 bytes;
- j) Velocidade de Clock: 8 MHz.

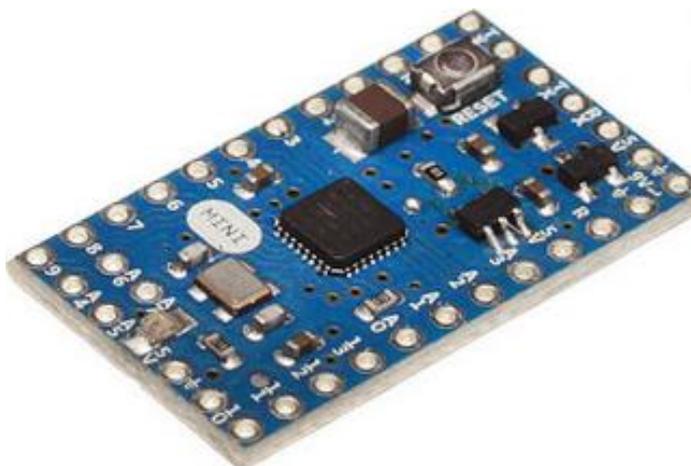
A Lilypad Arduino é programada pelo *software* do arduino, a mesma também poderá ser alimentada com uma fonte externa ou mesmo por baterias, no caso quando colocado em vestuários, outro ponto interessante dessa placa é que pode ser lavada, desde que seja à mão e com sabão neutro.

3.1.8 Arduino Mini 05

O Arduino Mini 05 (figura 8) é uma das menores versões da família arduino, algumas características dele segundo Arduino (2015, p,1, grifo nosso) são:

O Arduino Mini 05 é um pequeno micro controlador originalmente baseado no ATmega168, mas agora fornecido com o 328. (*Datasheet*), projetado para uso em placas de proteção e quando o espaço é escasso. Possui 14 pinos de entrada / saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 8 entradas analógicas e um oscilador de cristal de 16 MHz. Pode ser programado com o adaptador serial USB ou outro adaptador serial USB ou RS232 para TTL. O novo Mini (revisão 05) tem um novo pacote para o ATmega328P, que permite que todos os componentes estejam na parte superior da placa. Ele também tem um botão de reset *onboard*. A nova versão tem a mesma configuração de pinos que a revisão 04.

Figura 9 – Arduino Mini 05



Fonte: Multilogica-Shop (2017).

A placa Arduino Mini 05 conta com as seguintes especificações segundo Multilogica-shop (2017):

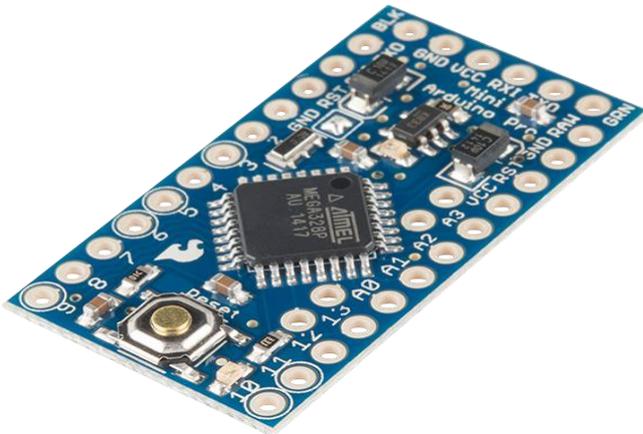
- a) Microcontrolador: ATmega328;
- b) Voltagem operacional: 5V;
- c) Voltagem de alimentação: 7-9 V;
- d) 14 Pinos E/S digital 14 (dos quais 6 podem ser utilizados como saídas PWM);
- e) 8 pinos de entrada analógica (dos quais 4 estão disponíveis na barra de pinos pré soldadas);
- f) Corrente contínua de: 40mA em cada pino E/S;
- g) Memória Flash: 32KB (dos quais 2KB são utilizados pelo bootloader);
- h) SRAM: 2KB;
- i) EEPROM: 1KB;
- j) Velocidade de clock: 16 MHz.

A placa Arduino Mini 05 é bem interessante para projetos nos quais se deseja reduzir espaços, porém se comparada à Micro Pro tem uma pequena desvantagem, já que a Micro Pro já vem com entrada USB enquanto a Mini 05 não, dessa forma, para programar é necessário utilizar mais acessórios para finalizar a tarefa.

3.1.9 Arduino Pro Mini

O Arduino Pro Mini (figura 9) é bem semelhante à placa do Arduino Uno, contendo toda a pinagem do mesmo (14 entradas e saídas digitais (6 para saída PWM) e 8 entradas analógicas), isso inclui o Led do pino 13. Porém, como essa placa foi desenvolvida com a finalidade de reduzir custos, a mesma não vem com pinos soldados, desta forma, fica a cargo do usuário soldar os pinos de acordo com a sua necessidade. Outro ponto que se deve atentar é a falta de interface USB e conector para *plug* de fonte de alimentação (CAMPOS, 2015).

Figura 10 – Arduino Pro Mini.



Fonte: Robocore (2018).

Esse modelo consta com as seguintes especificações, de acordo com Robocore (2018, p. 12):

- a) Pinos digitais I/Os: 14;
- b) Pinos analógicos: 8;
- c) Atmega328 rodando a 8MHz com resonador externo (tolerância de 0,5%);
- d) Conexão USB fora da placa (off-board), devendo ser usada uma Placa RC FTDI para programar esta placa;
- e) Suporte a auto-reset;
- f) Regulador de 3.3V;
- g) Saída máxima de 150mA;
- h) Proteção de sobre corrente;
- i) Proteção a polaridade reversa;
- j) Entrada DC de 3.3V a 12V;
- k) LEDs on-board de Alimentação de Status;
- l) Corrente contínua por pino de I/O 40 mA;
- m) Memória Flash 16 KB dos quais 2KB são usados pelo bootloader;
- n) Memória SRAM 1 KB;
- o) EEPROM 512 bytes;
- p) Velocidade do Clock 8 MHz.

Como essa placa é possível fazer qualquer implementação que se faz com o Arduino Uno, porém de forma quase definitiva, já que os componentes devem ser soldados. Outra situação que deve ser lembrada é a questão da programação que deve ser feita com um

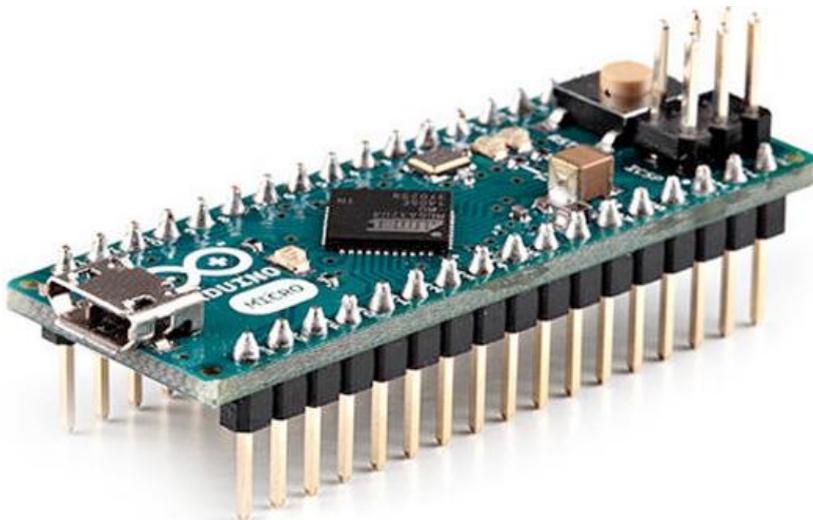
adaptador USB FDTI Basic, outra pequena placa que serve para conectar a Pro Mini a um cabo USB servindo para fazer o carregamento do programa.

Além desse pequeno detalhe tem a ausência do *plug* de alimentação, para tal é necessário que ligar o terminal negativo, o terra diretamente a um terminal Gnd e o outro no terminal positivo no Vcc (3,3V ou 5V), isso tudo dependendo da voltagem escolhida, (CAMPOS, 2015). Assim, com esses pequenos detalhes essa placa não deve ser a primeira para quem está iniciando experiências com Arduino, cuja a preferência deveria ser com um Arduino Uno.

3.1.10 Arduino Micro

O Arduino Micro (figura 10) é similar ao Arduino Leonardo, esse modelo pode ser alimentado pela conexão USB ou por uma fonte externa, essa placa contém 20 pinos de entrada e saída digital, sendo que dessas, 7 são para saída PWM e 12 como saídas analógicas. (MULTILOGICA-SHOP, 2018).

Figura 11 – Arduino Micro.



Fonte: Multilogica-shop (2018).

Essa placa vem com as seguintes especificações de acordo Baú da Eletrônica (2017):

- a) Microcontrolador: ATmega32u4;
- b) Tensão de operação: 5V;
- c) Tensão de alimentação (recomendada): 7-12V;

- d) Tensão de alimentação (limite): 6-20V;
- e) Entradas e saídas digitais: 20;
- f) Saídas PWM: 7;
- g) Entradas analógicas: 12;
- h) Corrente contínua por pino de I/O: 40 mA;
- i) Corrente contínua para o pino 3.3V: 50 mA;
- j) Memória Flash: 32 KB (ATmega32u4) dos quais 4KB são usados pelo bootloader;
- k) Memória SRAM: 2.5 KB (ATmega32u4);
- l) EEPROM: 1 KB (ATmega32u4);
- m) Velocidade do Clock: 16 MHz;
- n) Dimensões: 48mm e 17,7mm;
- o) Peso: 100g.

Essa placa tem um detalhe diferente das demais, o pino SPI está no barramento ICSP, assim, caso seja necessário utilizar algum *shield* que use o SPI, mas tenha barramento com ICSP, o mesmo não irá funcionar logo, os pinos SPI não estão conectados a nenhuma entrada e ou saída digital como no Arduino Uno. (BAÚ DA ELETRÔNICA, 2017).

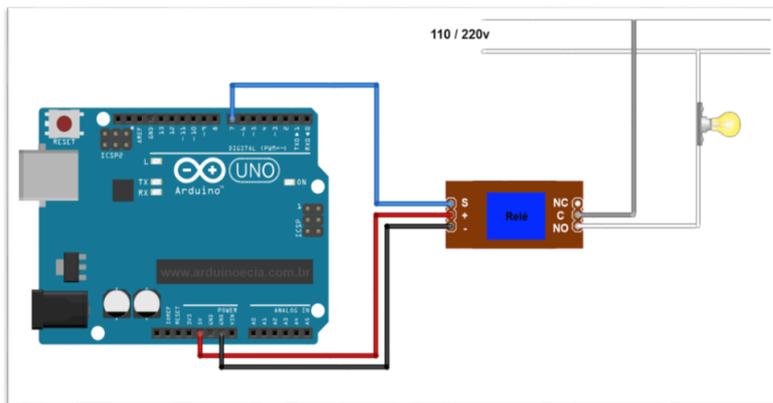
Apesar de ser parecida com outras placas, essa consta com tamanho diferente e algumas características de funcionamento peculiares, ficando a escolha do usuário escolher a melhor opção que se adapte ao seu projeto.

3.2 O projeto

Este trabalho visa sistematizar um protótipo que auxilie no abastecimento de água para pessoas que moram em residências de baixa renda na cidade de São Luís. O protótipo em questão foi feito com base na Placa Arduino Uno, devido a sua facilidade de manuseio, ser próprio para prototipação e não necessitar de muitos conhecimentos em eletrônica. por exemplo.

O projeto teve início a partir de ideias advindas da *internet* e depois de pesquisar vários conceitos sobre a Internet das coisas, chegou-se até o conceito de automação residencial, voltada para projetos de baixo custo. Assim, a ideia principal surgiu a partir de um conceito bem simples que foi o acionamento de uma lâmpada.

Figura 12 - Projeto base de acionamento de uma lâmpada.



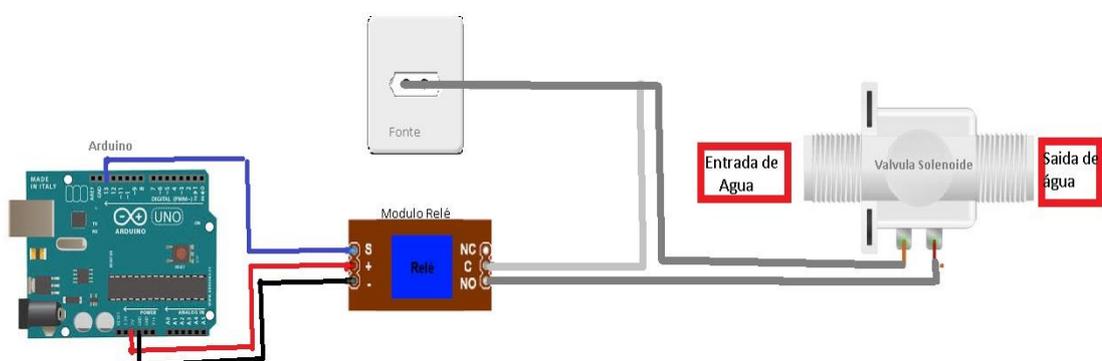
Fonte: Arduino (2013).

A partir dessa ideia surgiu uma questão, por que não utilizar essa estrutura para criar algo que realmente beneficiasse as pessoas no cotidiano? Como a questão do rodízio de abastecimento de água ainda é uma realidade presente na cidade de São Luís, este trabalho apresenta um protótipo que servirá para auxiliar no abastecimento de água, a partir da distribuição feita pela concessionária. O protótipo é composto com os seguintes componentes:

- a) Arduino uno;
- b) Shields ethernet;
- c) Módulo relé;
- d) Válvula solenoide;
- e) Cabos elétricos;
- f) Jumpers;
- g) Plug macho;
- h) Conector *faston*.

O projeto articulado foi imaginado da forma mais simples possível, garantindo a usabilidade e o baixo custo. A figura 16 mostra o esquema do projeto.

Figura 13 – Esquemático do projeto.



Fonte: Elaborado pela autora.

Antes de explicar como funciona o projeto, é necessário apresentar os componentes fundamentais para que a aplicação funcione adequadamente. O primeiro desses componentes é Arduino Uno e o Shield Ethernet.

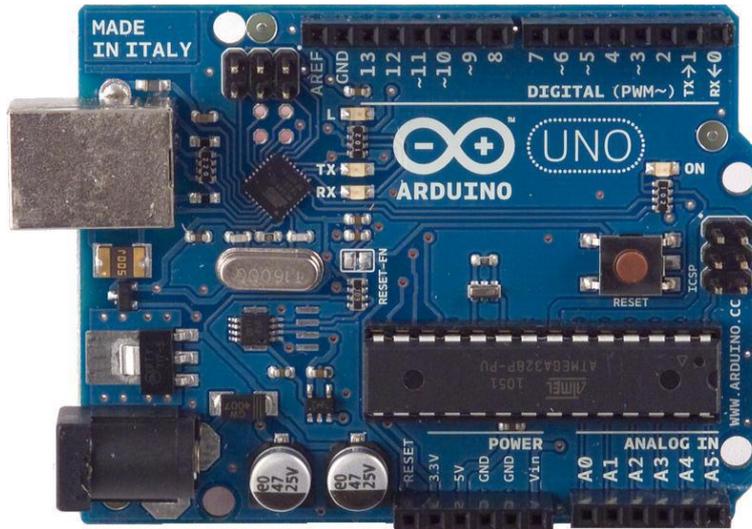
3.3 Funcionamento do Arduino

A programação do arduino é baseado em *Wiring* e C++, essas linguagens de programação facilitam o controle dos programas que serão desenvolvidos por pessoas com pouco conhecimento em programação. Vale lembrar que o *hardware* e *software* são *open source*, qualquer pessoa poderá modificar como bem entender, porém, embora o hardware seja livre, a marca Arduino é registrada (Arduino, 2015). No site do Arduino é possível encontrar diversos modelos de placas, com suas especificações e funcionalidades, entretanto, a placa utilizada na pesquisa foi a Arduino Uno, uma das mais populares e fáceis de usar na automação residencial. Algumas características dessa placa são apresentadas nas especificações abaixo, segundo (PEREZ; DARÓS, 2013, p. 10) são:

- a) Microcontrolador: ATmega328;
- b) Tensão de operação: 5V;
- c) Tensão recomendada (entrada): 7-12V;
- d) Limite da tensão de entrada: 6-20V;
- e) Pinos digitais: 14 (seis pinos com saída PWM (*Pulse Width Modulation* ou Modulação por largura de pulso));
- f) Entrada analógica: 6 pinos;
- g) Corrente contínua por pino de entrada e saída: 40 mA;
- h) Corrente para o pino de 3.3 V: 50 mA;
- i) Quantidade de memória FLASH: 32 KB (ATmega328) onde 0.5 KB usado para o *bootloader*;
- j) Quantidade de memória SRAM: 2 KB (ATmega328);
- k) Quantidade de memória EEPROM: 1 KB (ATmega328);
- l) Velocidade de *clock*: 16 MHz.

É importante que as especificações da placa sejam vistas antes de adquiri-la, pois com elas é possível projetar e verificar se a solução poderá ser viável, pois além da parte física da placa, é necessário que se abstenha da situação eletrônica que será utilizada, logo abaixo é ilustrada a placa do arduino uno.

Figura 14 – Placa Arduino Uno.



Fonte: Arduino (2016).

A placa arduino é composta por vários elementos que podem ser percebidos ao simples olhar, toda a placa é detalhada com uma nomenclatura de letras e números com seus devidos significados. A placa é composta por 28 pinos que estão divididos, segundo Meccomeletronica (2016) em:

- a) 14 pinos digitais: entradas/saídas (programáveis);
- b) 6 pinos analógicos: entradas/saídas digitais (programáveis);
- c) 5 pinos de alimentação (gnd, 5V, vin);
- d) 1 pino de *reset*;
- e) 2 pinos para cristal oscilador.

3.3.1 Portas digitais e analógicas

A parte superior na qual consta a numeração de 0 a 13, são as portas digitais, cujas entradas trabalham com valores de 0V e 5V, onde 0V significa ausência de sinal e 5V, a presença de sinal. Como detalhado anteriormente, pode ser tanto de entrada como de saída. Para podermos utilizar essas portas temos duas funções, a *digitalWrite* (pin, estado) que serve para escrita, onde "estado" significa se a porta está com *HIGH* (5V) ou *LOW* (0V) e *digitalRead* (pin) serve para leitura de um valor na porta digital (PEREZ; DARÓS, 2013).

Dentro das portas digitais temos as PWM (*Pulse Width Modulation*, do inglês Modulação por Largura de Pulso), como a placa que está sendo estudada é Arduino Uno, as portas nesta placa se encontram nas portas digitais de números: 3, 5, 6, 9, 10, e 11. As PWM são portas digitais que funcionam com sinal modulado como se fosse analógico, a tensão recebida nelas vai de 0 a 255, onde 0 significa 0V e 255 significa 5V.

Essas portas possuem um ciclo de trabalho (*Duty-Cicle*), esse ciclo de trabalho muda a frequência em que o nível lógico fica em *HIGH* ou *LOW*, ou ao contrário (HACHOUCHE, 2016). Um exemplo de utilização dessas portas é no controle de luminosidade, com elas é possível ligar o LED com pouca luminosidade e intensificando depois.

Já na parte inferior, encontram-se os pinos analógicos, também são utilizados como entrada de dados, estão identificadas de A0 a A5. Essas portas são consideradas analógicas, porém, quando programadas servem também como saídas digitais, a vantagem dessas portas em relação às portas digitais é que é possível verificar a tensão aplicada, ao contrário das portas digitais que apenas indicam se existe tensão ou não. (MECCOMELETRONICA, 2016).

Para fazer a leitura de valores em uma porta analógica é necessário utilizar a função *analogRead()*. Um atributo interessante da porta analógica é a possibilidade de variação de leitura de valores na transmissão de *bits*, com ajuda de conversores analógico-digitais é possível ter uma precisão de 0 a 1023 (*bits*), no qual 0 é igual a 0V e o 1023 será 5mV (PEREZ; DARÓS, 2013). Essa precisão de leitura de dados é importante na leitura de sensores, melhorando seu funcionamento.

3.3.2 Alimentação do arduino

O arduino pode ser alimentado por uma fonte externa que pode variar de 6V a 20V ou por uma conexão USB. De acordo com segundo (RENNA *et al.*, 2013), os pinos de alimentação são:

- a) Vin: entrada de alimentação para a placa Arduino quando uma fonte externa for utilizada. Você pode fornecer alimentação por este pino ou, se usar o conector de alimentação, acessar a alimentação por este pino;
- b) 5V: A fonte de alimentação utilizada para o micro controlador e para outros componentes da placa. Pode ser proveniente do pino Vin através de um regulador on-board ou ser fornecida pela porta USB;
- c) 3V3: alimentação de 3; 3 V fornecida pelo circuito integrado FTDI (controlador USB). A corrente máxima é de 50 mA;
- d) GND (ground): pino terra.

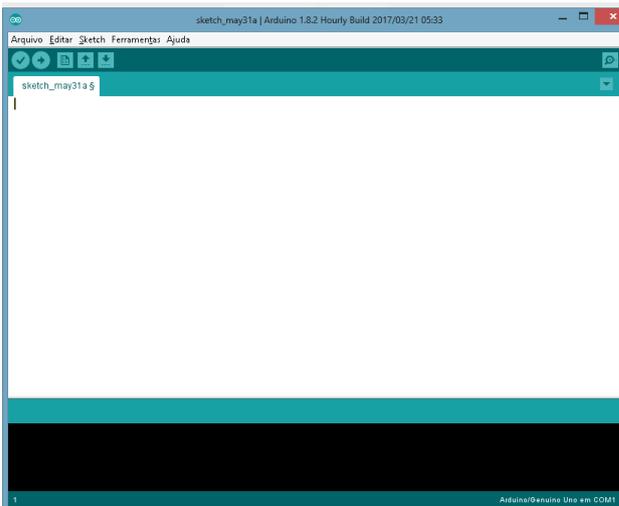
3.3.3 Programação do arduino

Como mencionado anteriormente, o Arduino é programado na base do C++, isso por si só já traz uma facilidade no manuseio do programa, além dessas facilidades, pode-se

contar, também, com a biblioteca Arduino, que conta com diversos programas praticamente prontos, ficando a cargo do usuário apenas modificar e adaptar certos comandos, além dessa biblioteca o Arduino conta com algumas funções essenciais para o seu funcionamento.

No entanto é importante mencionar que o Arduino tem sua própria IDE, ou seja, o ambiente de desenvolvimento integrado, onde serão criadas as linhas de código, que irão ser gravadas posteriormente na placa Arduino. Abaixo é demonstrado a IDE do Arduino.

Figura 15 - IDE do arduino.



Fonte: Arduino (2017).

A IDE do arduino é composta por um menu de funções básicas de qualquer programa (arquivo, editar, ferramentas, etc.), além desse menu, a IDE do arduino conta com cinco botões com seus respectivos significados, seguindo da esquerda para direita.

O primeiro botão serve para compilar o código que foi escrito na IDE, demonstrando como ele se comporta e se há algum erro. O segundo botão serve para carregar o programa feito na placa do arduino. O terceiro abre uma nova aba da IDE, ou seja, serve para iniciar um novo programa. O quarto botão serve para abrir códigos já feitos ou parte da biblioteca e o último serve para salvar o código escrito.

3.3.4 Funções

O arduino para poder ter um funcionamento mais básico que seja, precisa de, exatamente duas funções, no entanto, é preciso que se compreenda que as funções " atuam como um pequeno programa que, tendo valores de entrada, geram uma resposta no local do cálculo onde foram utilizadas" (VILARIM, 2004, p.21). Funções são blocos de instruções que servem para retornar um valor, devendo as mesmas serem declaradas, ou seja, devem ter um nome e um tipo, dessa forma temos as duas principais funções do programa do arduino, a *Setup()* e o *Loop()*.

A *setup()* vai definir as configurações iniciais do programa, a mesma será executada apenas uma vez, já a função *loop ()* é uma função principal do programa, a mesma é executada enquanto a placa está ligada. (2016).

Todo e qualquer código escrito no arduino ou *sketch* como é chamado só vai funcionar se tiver essas duas funções, logo, sem elas nenhum *sketch* vai funcionar. Até agora foram demonstradas apenas algumas funções básicas, contudo, há mais algumas funções de referência, como mostra, Renna (2013, p.8) são:

- a) Digital I/O: `pinMode()`, `digitalWrite()`, `digitalRead()`;
- b) Analógico I/O: `analogReference()`, `analogRead()`, `analogWrite()` – PWM;
- c) Avançado I/O: `tone()`, `noTone()`, `shiftOut()`, `pulseIn()`;
- d) Tempo: `millis()`, `micros()`, `delay()`, `delayMicroseconds()`;
- e) Matematica: `min()`, `max()`, `abs()`, `constrain()`, `map()`, `pow()`, `sqrt()`;
- f) Trigonometrica: `sin()`, `cos()`, `tan()`;
- g) Numeros aleatórios: `randomSeed()`, `random()`;
- h) bits e Bytes: `lowByte()`, `highByte()`, `bitRead()`, `bitWrite()`, `bitSet()`, `bitClear()`, `bit()`;
- i) Interrupções externas: `attachInterrupt()`, `detachInterrupt()`;
- j) Interrupções: `interrupts()`, `noInterrupts()`;
- k) Comunicação Serial: `Serial.read()`, `SerialEvent()`.

Essas funções estão contidas em algumas bibliotecas do arduino, elas são importantes para entender como funciona o arduino, muitas delas são intuitivas, logo, ao utilizá-las torna-se mais fácil.

3.3.5 Linguagem de referência

Assim como as funções são implementadas da mesma forma como na linguagem C, as demais referências da linguagem do arduino são baseadas primeiramente na linguagem C e depois mais precisamente na linguagem C++, as declarações de variáveis, declaração de funções, utilização de ponteiros, além da estrutura, são todas baseadas na sintaxe do C++. Com isso, tem-se a divisão das referências de linguagem do arduino dividido em três partes. Segundo Renna (2013, p.9), as estruturas de referências com os seguintes componentes, são:

- a) Estruturas de controle (`if`, `else`, `break`, `for ...`);
- b) Sintaxe básica (`#define`, `#include`, `;`, `,` ...);
- c) Operadores aritmeticos e de comparação (`+`, `-`, `=`, `==`, `!=`, ...);
- d) Operadores booleanos (`&&`, `||`, `!`);

- e) Acesso a ponteiros (*, &);
- f) Operadores compostos (++ , -- , += , -= ...);
- g) Operadores de bits (|, ^ , ...).

Essas são as estruturas de controles e de operação, elas vão estar presente em quase todos os *sketchs* do arduino, melhorando seu funcionamento. Além dessa,s existem, também, os valores de referência:

- a) Tipos de dados (byte, array, int , char , ...);
- b) Conversões (char(), byte(), int(), ...);
- c) Variavel de escopo e de qualificação (variable scope, static, volatile, ...);
- d) Utilitários (sizeof()).

Esses valores declarados são importante pois vão informar o tamanho e o tipo de dado que será utilizado, de certo que isso dependerá do tipo de aplicação feita. Além das estruturas de referências e dos valores, tem-se as funções, algumas já foram mencionadas antes, porém, temos mais algumas necessárias à programação do arduino, que são:

1. setup()
2. loop()
3. Constantes (HIGH | LOW , INPUT | OUTPUT , ...)
4. Bibliotecas (Serial, Servo, Tone, etc.)

As funções *setup ()* e *loop ()* são essenciais para a programação do arduino, pois sem elas não há programação, além destas, estão presentes, também, as constantes ((HIGH | LOW , INPUT | OUTPUT , ...), que assim como na linguagem C++ são consideradas palavras reservadas, não podendo ser utilizadas como nome de variáveis, e, por último, vêm as bibliotecas.

3.3.6 Bibliotecas

As bibliotecas elevam a programação do arduino em um nível superior ao de muitas linguagens de programação, com o auxílio dessas bibliotecas pode-se entender por que a programação no arduino pode ser considerada também como programação física, pois a partir do momento que se programa é possível ver o resultado da compilação do programa. Diante disso, Renna (2013, p.11), acrescenta:

- a) EEPROM - para reprogramar a memoóia de armazenamento permanente;
- b) *Ethernet* - para se conectar a uma rede *ethernet* usando o Arduino *Ethernet Shield*;
- c) Firmata - para se comunicar com os aplicativos no computador usando o protocolo Firmata;

- d) *LiquidCrystal* - para controlar telas de cristal líquido (LCDs);
- e) Servo - para controlar servomotores;
- f) SPI - para se comunicar com dispositivos que utilizam a *Serial Peripheral Interface* (SPI);
- g) *SoftwareSerial* - para a comunicação serial em qualquer um dos pinos digitais;
- h) *Stepper* - para controlar motores de passo;
- i) *Wire* (Two Wire Interface { TWI/I2C) - para enviar e receber dados através de uma rede de dispositivos ou sensores.
- i. Essas bibliotecas são básicas, além dessas existem outras com finalidades específicas como mostra, Renna (2013, p.12):
- j) *Messenger* - para o processamento de mensagens de texto a partir do computador;
- k) *NewSoftSerial* - uma versão melhorada da biblioteca *SoftwareSerial*;
- l) *OneWire* - dispositivos de controle que usam o protocolo *OneWire*;
- m) *PS2Keyboard* - ler caracteres de um PS2 teclado;
- n) *Simple Message System* - enviar mensagens entre Arduino e o computador;
- o) *SSerial2Mobile* - enviar mensagens de texto ou de e-mail, usando um telefone celular;
- p) *Webduino* - biblioteca que cria um servidor Web (para uso com o Arduino Ethernet Shield);
- q) X10 - envio de sinais X10 nas linhas de energia AC;
- r) XBee - para se comunicar via protocolo XBee;
- s) *SerialControl* - controle remoto através de uma conexão serial.
- i. Além dessas ainda temos mais algumas que deve ser vistas, entre elas Renna (2013, p.13), apresenta:
 1. Sensoriamento
 - a) *Capacitive Sensing* - Altera dois ou mais pinos em sensores capacitivos.
 2. Geração de frequência e de áudio.
 - b) *Tone* - Produz ondas quadradas de frequência de áudio em qualquer pino do micro controlador.
 3. Temporização
 - c) *DateTime* - Uma biblioteca para se nutrir informado da data e hora.
 4. Utilidades
 - d) *TextString (String)* - Manipular strings

É importante frisar que essas bibliotecas são as principais, como há uma comunidade por trás do desenvolvimento de arduino, é possível que já existam muito mais modelos de

bibliotecas disponíveis. No entanto, para que se use essas bibliotecas é necessário que seja feito o *download*, algumas já vêm no *software*, outras devem ser baixadas a partir da necessidade de cada projeto elaborado. Como essas bibliotecas são intuitivas, mesmo um usuário primário, ou seja, um programador com pouca experiência é capaz de utilizá-las, pois a nomenclatura das mesmas é de fácil entendimento.

3.4 Shields

A placa arduino dentro suas inúmeras funcionalidades ainda é capaz de aumentar sua capacidade produtiva e suas funcionalidades. Ela permite aumentar sua capacidade de desenvolvimento com os *shields*. *Shields* são outras placas que podem ser acopladas placa arduino elevando suas competências. Expandir funcionalidades que não existem no arduino é o principal papel dos *shields*, como explanado anteriormente, em relação às bibliotecas, os shields tem suas próprias bibliotecas e algumas já fazem parte da biblioteca base do arduino. A seguir um modelo de shield *ethernet*, um dos modelos mais populares e conhecidos.

Figura 16 - *Shields ethernet*.



Fonte: Reis (2015).

O *shield ethernet* tem a finalidade de se acoplar à placa Arduino Uno, possibilitando que a mesma tenha condições de acesso à *internet* via cabo, no entanto, para maior comodidade e dependendo do projeto que se deseja desenvolver, tem também o *shield wireless*, cuja finalidade é a mesma, com a simples conveniência de não se utilizar cabos na conexão. Essas possibilidades vão depender do integrador que fizer o projeto e do cliente, se estiver de acordo.

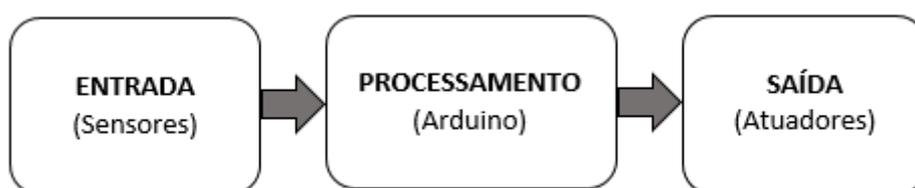
Além desses modelos ainda existem *shields* que servem para dar funcionalidade à placa do arduino como: USB, micro Sd, mp3, Lcd , esses são apenas alguns modelos básicos,

além deles ainda temos o *Proto Shields*, que contém uma área de soldagem permitindo o acoplamento de elementos eletrônicos, dando novas funcionalidades ao *shield*, dependendo apenas da criatividade e do conhecimento em eletrônica do usuário (REIS, 2015).

3.5 Componentes Auxiliares

Para que se faça qualquer aplicação utilizando o um microcontrolador é necessário que se tenha alguns componentes adicionais para que a aplicação funcione perfeitamente, dentre esses componentes temos os sensores e atuadores. No Arduino não seria diferente, já que o mesmo se trata de um microcontrolador, assim, ele funciona da seguinte forma:

Figura 17 - Diagrama de funcionamento do Arduino.



Fonte: Adaptado de Renna (2013).

O Arduino, como qualquer central de processamento, não consegue fazer todo o trabalho sozinho, ele necessita de alguns componentes que são essenciais, de acordo com Renna (2013, p. 30):

O equipamento é uma plataforma de computação física: são sistemas digitais ligados a sensores e atuadores, que permitem construir sistemas que percebam a realidade e respondem com ações físicas. Ele é baseado em uma placa microcontrolada, com acessos de Entrada/Saída (I/O), sobre a qual foram desenvolvidas bibliotecas com funções que simplificam a sua programação, por meio de uma sintaxe similar à das linguagens C e C++.

Diante disso, é necessário que se entenda como funciona a entrada (sensores) e a saída (atuadores), para compreender como funciona uma aplicação com o Arduino.

3.5.1 Sensores

Na visão de Reis (2018, p.1), um sensor é:

Um dispositivo que capta e converte um fenômeno físico, como temperatura, umidade ou luminosidade, em um sinal elétrico. Desta forma, os sensores fazem parte da interface entre o mundo físico e o mundo dos dispositivos eletrônicos, como os computadores e redes de dados. Geralmente, a saída obtida em um sensor é uma grandeza elétrica como uma pequena tensão, corrente ou ainda, uma alteração em um valor de resistência elétrica, que é enviada a um circuito eletrônico para processamento, sendo muito comum o uso de micro controladores para esse fim.

Sensores são importantes para que se tenha uma entrada de dados a partir do mundo físico, ou seja, a partir desses dispositivos é que será feita a entrada de dados para o micro controlador.

3.5.2 Atuadores

Os atuadores são outra parte importante em um sistema que utiliza micro controladores. Eles são os componentes físicos do sistema, é com eles que a parte mecânica propriamente dita acontece. Assim, Mecânica Industria I(2017, p.1) no afirma que:

Um atuador é um dispositivo que converte a energia em movimento. Também pode ser usado para aplicar uma força. Ele é tipicamente um dispositivo mecânico que leva energia – energia que é normalmente criada por eletricidade, ar ou líquido – e é convertida em algum tipo de movimento. O movimento pode ser virtualmente de qualquer forma, tais como o bloqueio, de aperto ou ejeção. Os atuadores normalmente são usados em aplicações industriais ou fabricações e podem ser usados em dispositivos como motores, bombas, válvulas e interruptores.

Dessa forma, fica claro a importância da função de um atuador em um sistema que queira se projetar.

Outro componente importante do projeto é o módulo relé. Ele serve para o acionamento de cargas por meio de micro controladores e de sinal analógico de 5V, contendo as seguintes saídas: “Normalmente Aberto (NO)”, “Comum” e “Normalmente Fechado (NC)”. Além disso, esse componente pode acionar cargas de até 5500 watts (10A em 110 V ou 7A em 220V). (SERIAL LINK, 2011).

Figura 18 – Módulo relé.



Fonte: Filipeflop (2018).

Como se pode perceber, o módulo relé é capaz de acionar diversas correntes elétricas. Segundo Carneiro (2016, p. 22), "o módulo relé é capaz de acionar diversos equipamentos de altas correntes através de dispositivos que fornecem baixas correntes". É

importante essa informação, pois ao saber disso, o uso do micro controlador Arduino, tem-se a certeza de que haverá segurança, que não ocorrerá o risco danificar a placa.

Outro ponto importante no módulo relé é quanto às saídas, para que a saída de carga seja acionada juntamente com o relé, deve-se usar a saída NO (normalmente aberta), caso contrário utiliza-se a NC (normalmente fechado). Para ilustrar, vamos imaginar o acionamento de uma luz pelo relé; caso a saída escolhida seja o NC, assim que o circuito for ligado, a lâmpada ligará automaticamente, nesse caso, a melhor opção será utilizar o NO, que só será ligada quando o relé for acionado. Além do módulo relé tem-se a válvula solenoide, que para Auto Core (2018, p.1) é:

A Válvula Solenoide para Água 220V 90° é um mecanismo eletrônico vastamente utilizado em projetos de automação, possui formato cilíndrico e no seu interior está presente uma bobina cilíndrica. Quando há corrente elétrica conduzida pelos fios da bobina, é gerada uma força em seu centro responsável pela abertura ou fechamento do sistema. A Válvula Solenoide para Água 220V 90° possui posicionamento em 90° em relação à entrada e saída de água, possui rosca $\frac{3}{4}$ de entrada e saída de água, compatível com o encanamento de várias residências, além de ser NF (normalmente fechado), desta forma, mesmo no caso da falta de energia o sistema continua impedindo a passagem de água.

Figura 19 – Válvula Solenoide.



Fonte: Emicol (2018).

A válvula solenoide foi o autor principal desse projeto, pois a partir dela foi possível organizar o funcionamento correto da aplicação e perceber que a mesma poderia ser viável. Assim, o projeto foi montado da seguinte maneira:

O Arduino Uno está conectado a um *Shield ethernet* através dos seus conectores, em seguida, o módulo relé é ligado aos pinos do Arduino Uno, isso se fez através dos pinos

5v e GND (que são os pinos positivo e negativo, respectivamente) e através do pino digital 9, esse pino é o responsável por fazer a comunicação entre o Arduino e o módulo relé, é por ele que é feita a programação.

O módulo relé está ligado simultaneamente à válvula solenoide e à rede elétrica, como ele funciona de como um interruptor, a fiação deve ser feita por um cabo que se liga à rede elétrica e outro que está ligado à válvula solenoide. Já a válvula solenoide tem dois pinos para conexão elétrica, logo, um vai para o módulo relé e o outro vai para a rede elétrica.

Apesar dessa montagem, a corrente elétrica só é liberada quando o módulo relé é acionado. Além disso, a válvula solenoide conta com dois orifícios para o fluxo de água, o maior é por onde a água vai entrar, e o menor é para a distribuição interna, ou seja, alimentará o fluxo da residência.

Além desses componentes foram utilizados ainda cabos flexíveis elétricos comuns, um plug macho e conectores faston, que são pequenas estruturas que servem para interligar fios elétricos sem a necessidade de solda.

3.5.3 Valor do projeto

Enquanto muitas pessoas vêm a automação residencial como algo caro e somente para pessoas com alto poder aquisitivo, foi apresentada uma demonstração de que é possível executar uma aplicação que automatize uma residência gastando pouco, apesar de ser apenas um módulo, fica claro que é possível executar. A tabela 2 apresenta os valores do que foram gastos:

Tabela 2 – Valores dos materiais utilizados.

Produto	Quantidade	Valor
Arduino uno	1	R\$ 54,00
Shields ethernet	1	R\$ 45,00
Módulo relé	1	R\$ 14,00
Valvula solenoide	1	R\$ 25,00
Cabos eletricos	2	R\$ 15,00

Jumpers	3	R\$ 1,50
Plug macho	1	R\$ 5,00
VALOR TOTAL: R\$ 159,50		

Fonte: Elaborado pela autora.

Com essa tabela é possível notar que projetar uma solução de automação residencial nem sempre significará gastar muito dinheiro, assim aqui fica comprovado que é possível desenvolver um protótipo de baixo custo, e assim é possível que pessoas de baixa renda possam ter acesso a esse tipo de tecnologia.

3.5.4 Funcionamento do projeto

A aplicação conta com o seguinte funcionamento: a partir da programação feita (*sketch*), foi criada uma simples página HTML, que conta com um botão de acionamento do módulo relé. A página criada é resultado do trabalho entre o Arduino e o *Shield ethernet* este, deve estar ligado ao roteador, logo, o primeiro contato são com eles dois. Em seguida, assim que o botão “ligar relé” é clicado o comando é enviado para o *shild ethernet* e repassado para o arduino que, em seguida, envia o comando para o módulo relé que é acionado e posteriormente liga o circuito que energiza a válvula solenoide fazendo com que a mesma libere o fluxo de água.

Figura 20 – Pagina “Ligar relé”.



Fonte: Elaborado pela autora.

Esse é o processo para ligar o protótipo para desligar basta clicar no mesmo botão que inverte o estado e passa de “ligar relé” para “desligar relé” e acontece o processo inverso como demonstrado na figura abaixo:

Figura 21 – Pagina “Desliga relé”.



Fonte: Elaborado pela autora.

A página conta apenas com um botão para que a usabilidade seja a melhor possível e bem intuitiva, outro fator para que essa página seja simples é que se trata apenas de um protótipo, o que pode vir a ser melhorado posteriormente, além disso, essa situação ocorre por que se trata de apenas de um equipamento controlado.

Como o Arduino tem muitas facilidades na parte de desenvolvimento, as suas bibliotecas são um caso à parte. Praticamente todos os *shields* e ou sensores têm sua biblioteca particular, situação que ajuda principalmente quem está começando a programar. Como o Arduino vem se tornando cada dia mais popular entre desenvolvedores e amantes da tecnologia, há diversos cursos e tutoriais disponíveis na internet, dentre esses tutoriais estão também exemplos de códigos que são utilizados nas aplicações. O código apresentado foi adaptado e utilizado na confecção da página HTML desse protótipo (vide anexo).

3.6 Estudo de caso

Neste tópico será descrito como uma solução de baixo custo pode ajudar a moradores da cidade de São Luís a melhorar o abastecimento de água, a partir do fluxo de distribuição feito pela concessionária de água do estado, a Companhia de águas e esgotos do Maranhão (CAEMA).

Embora a cidade de São Luís tenha ganhado uma nova estrutura no sistema de abastecimento de água, a mesma ainda não foi capaz de sanar o rodízio do abastecimento de

água, dessa forma, muitas pessoas não têm acesso ao abastecimento integral, necessitando armazenar água em reservatórios privados.

Como nem todos os cidadãos têm disponibilidade de tempo durante o dia para aproveitar o período de abastecimento, notou-se que era possível adaptar uma solução a partir dos conceitos de automação residencial.

Com isso, foi pensado em uma solução que utilizasse o conceito de automação residencial e que fosse de baixo custo, dessa forma surgiu a ideia de utilizar o micro controlador Arduino Uno, que dá várias possibilidades de projetos, dentre eles a construção de um protótipo que servisse para auxiliar no processo de abastecimento de água a partir da distribuição vinda da concessionária na cidade de São Luís.

Dessa forma, este estudo tem a finalidade de desenvolver um protótipo de abastecimento de água que servirá para auxiliar pessoas que tenham baixa renda a garantir o fluxo de água em suas residências.

3.7 Metodologia

A pesquisa seguiu a proposta bibliográfica com um estudo de caso, por meio de observação direta das atividades do grupo estudado. Quanto aos fins, esta pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois, a intenção é obter maior familiaridade com o problema abordado, com o objetivo de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. O universo a ser estudado é composto de usuários domésticos que participam do rodízio de abastecimento de água na cidade de São Luís.

3.7.1 Montagem do projeto

A montagem do projeto começou com a aquisição do Arduino Uno, o módulo relé, o *ethernet shield*, uma válvula solenoide, *jumpers*, cabos elétricos e o *plug* macho. O primeiro passo foi montar a fiação elétrica, foi conectado dois cabos nos seus terminais NC (normalmente fechado) e C (comum), como mostra a figura 22:

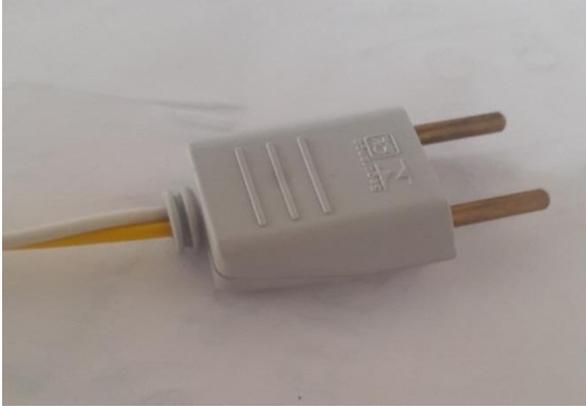
Figura 22 – Ligação modulo relé.



Fonte: Elaborado pela autora.

No segundo passo, foi ligado o módulo relé ao *plug* macho, o outro cabo (amarelo) vai para a válvula solenoide.

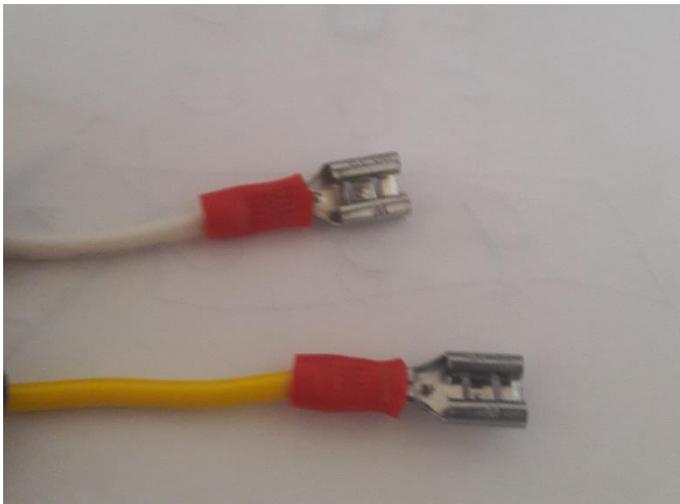
Figura 23 – Ligação do *plug* macho.



Fonte: Elaborado pela autora.

A figura 24 mostra o acoplamento dos conectores *faston*, para se encaixarem na válvula solenoide.

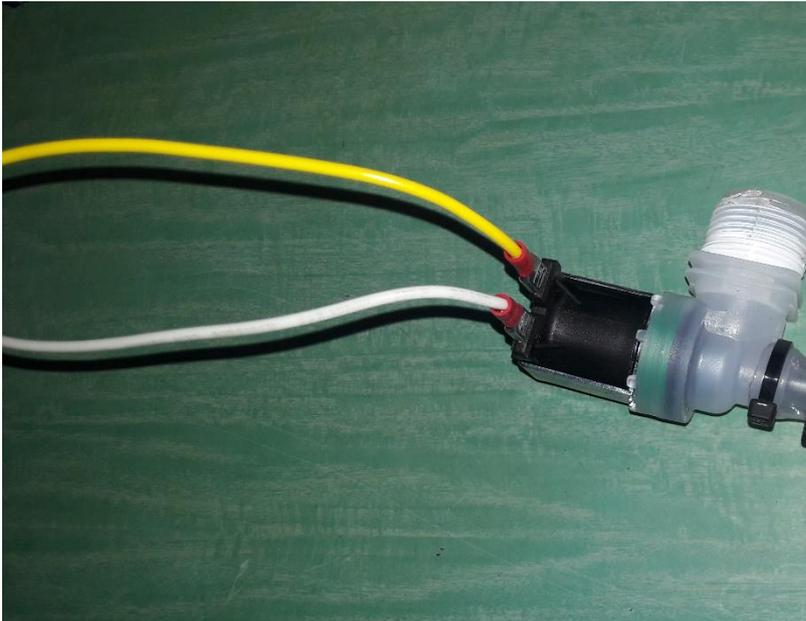
Figura 24 – Ligação dos conectores *faston*.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na figura 25 a válvula solenoide já com os conectores *faston*; o cabo amarelo vai para o *plug* macho que será ligado à rede elétrica, enquanto o cabo branco será ligado no módulo relé.

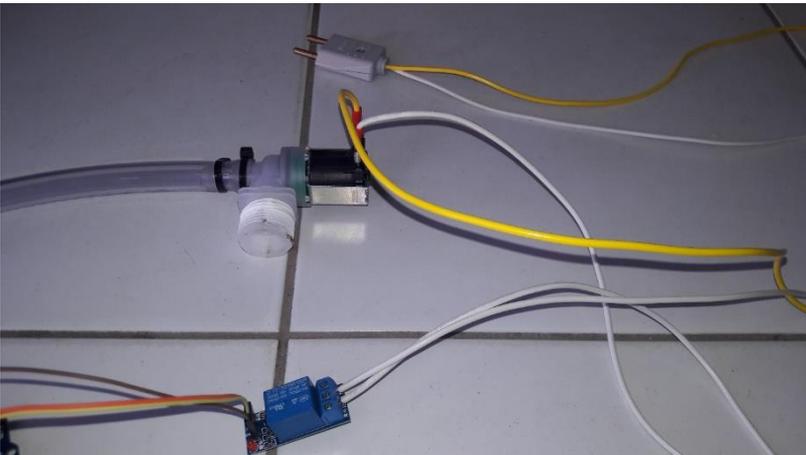
Figura 25 – Ligação dos cabos a válvula solenoide.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na figura 26 é demonstrada a conexão total da fiação elétrica do protótipo.

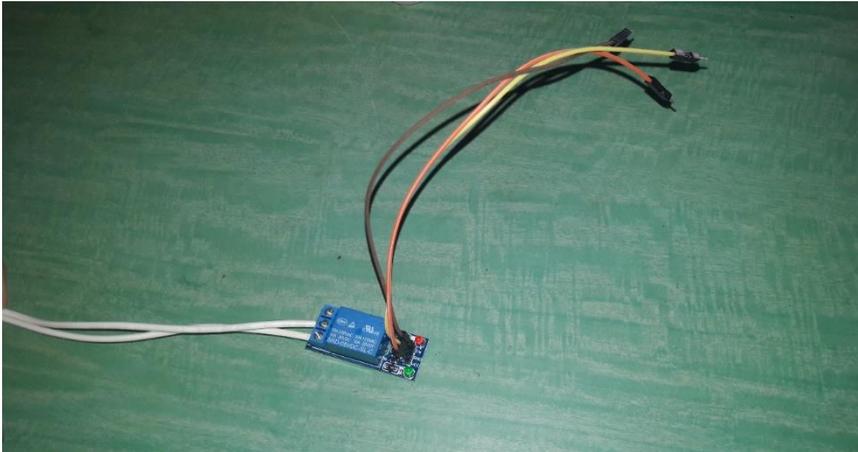
Figura 26 – Conexão elétrica do protótipo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Depois de concluída a parte elétrica, o passo seguinte é fazer as ligações do módulo relé ao Arduino, para isso, foram utilizados três *jumpers* macho-fêmea. A figura 27 mostra o *jumper* marrom ligado ao pino IN, esse pino será ligado ao pino digital do Arduino; por meio desse pino que será realizado o controle da programação. O *jumper* amarelo que será ligado no GND ou negativo e o *jumper* vermelho que será ligado no VCC ou positivo.

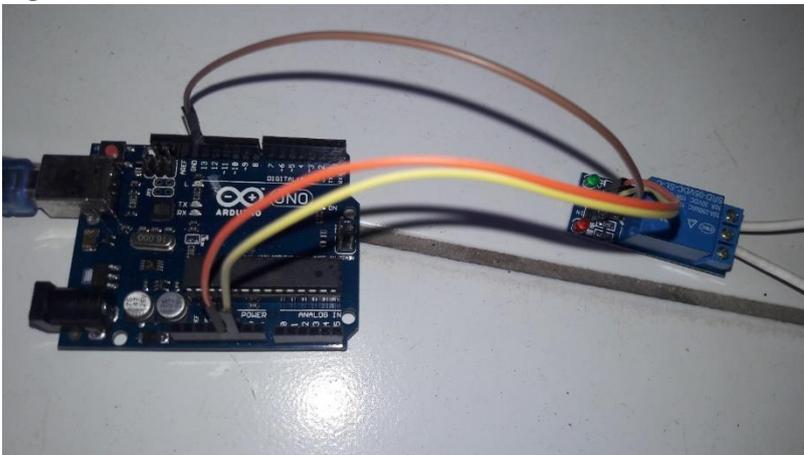
Figura 27 – Conexão de jumpers no modulo relé.



Fonte: Elaborado pela autora.

O módulo relé ligado aos pinos do Arduino Uno (figura 28), apesar de não estar ilustrado, o *ethernet shield* poderia ser colocado sem alterar o resultado, já que o mesmo é uma expansão *ethernet shield*.

Figura 28 – Conexão entre Arduino e módulo relé.



Fonte: Elaborado pela autora

Como já foi demonstrado, a parte elétrica da válvula solenoide, a figura 29 traz a parte de conexão dos canos que farão o fluxo de água acontecer. A válvula vem com dois orifícios, um para entrada de água e outro para a saída. Na entrada (orifício maior) foi utilizada uma luva, um adaptador e mais um cano de meia polegada, essa configuração foi utilizada devido a facilidade dos materiais.

O outro orifício é a saída, nesse caso será a entrada de água para a residência. Como a válvula solenoide é uma angulação de 90°, uma parte do encanamento vai ficar para cima e o outro para baixo, dessa forma ficando impossível utilizar apenas um cano rígido, para reduzir o custo, foi feita uma adaptação com uma mangueira e abraçadeiras.

Figura 29 – Ligação dos canos na válvula solenoide.



Fonte: Elaborado pela autora.

A figura 30, mostra como ficou a ligação na rede hidráulica.

Figura 30 – Ligação na rede hidráulica.



Fonte: Elaborado pela autora

Na figura 31 é demonstrado o protótipo completo, com as ligações hidráulicas, elétricas e a ligação no Arduino.

Figura 31 – Protótipo completo.



Fonte: Elaborado pela autora.

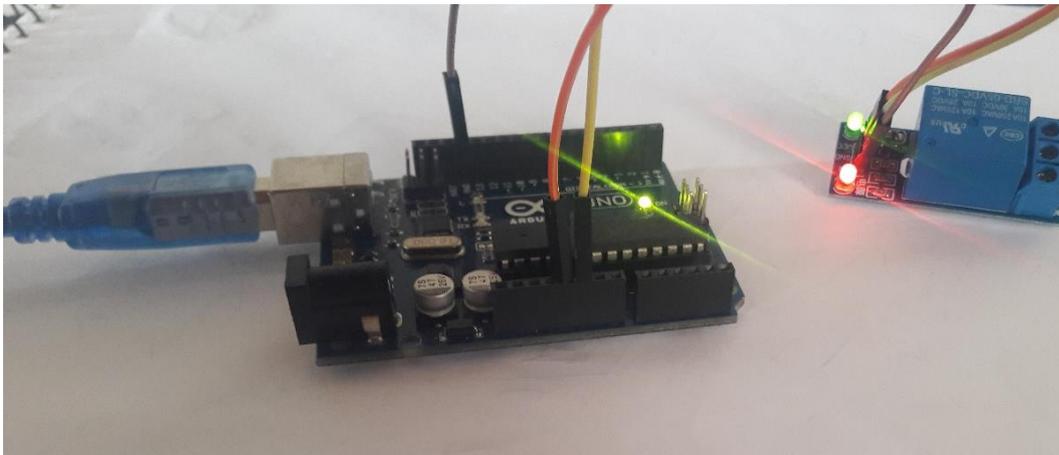
O passo a passo é importante para que haja a compreensão de como foi feita a montagem do protótipo e como ele vai funcionar.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após ser sistematizado, elaborado e montado, foram realizados alguns testes para saber como ele iria se comportar, no entanto, esses testes foram feitos em módulos, ou seja, como ele foi sendo montado aos poucos, em determinados ciclos os testes foram sendo feitos.

O primeiro teste a ser executado foi apenas com o Arduino uno e com o módulo relé (figura 32), através da conexão serial do computador, sem utilizar fonte de energia externa.

Figura 32 – Montagem do primeiro teste.



Fonte: Elaborado pela autora.

Essa é a montagem básica utilizando o arduino e um módulo relé, porém, a montagem é apenas uma parte do teste, o restante se deu por meio do programa feito na IDE do arduino, como se tratava de um teste básico, o *sketch* utilizado foi o *Blink*, um programa que já está a biblioteca do arduino, mostrado na figura 33.

Figura 33 – Blink.

```

Blink | Arduino 1.8.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
Blink $
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
3 Arduino/Genuino Uno em COM1

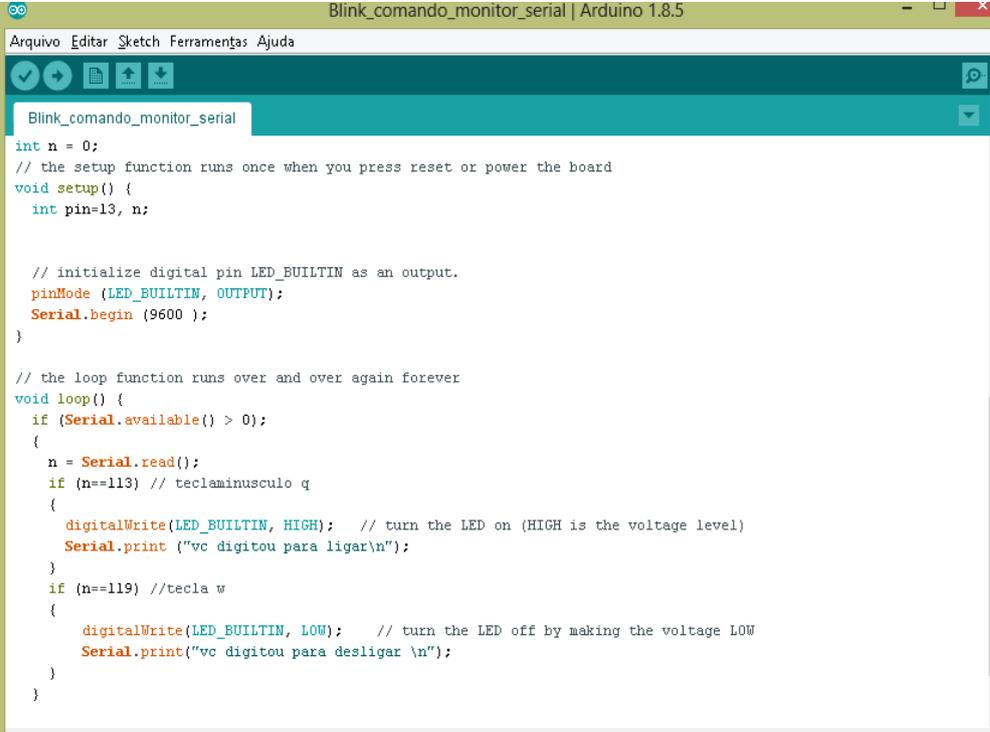
```

Fonte: Arduino (2018).

O *Blink* é o *sketch* mais básico da biblioteca do Arduino, o mesmo conta com dois blocos de código, o primeiro é o *Setup* (bloco de inicialização e onde são declaradas as variáveis globais), o segundo é do *Loop* (bloco onde constam as instruções do que o programa deve executar e quantas vezes). Nesse código, a função dele é ligar o LED quando o estado for HIGH, esperar um *delay* (esperar) por 1 segundo e apagar o LED novamente quando o estado estiver em LOW, como se trata de um *loop*, essas instruções ficarão sendo executadas enquanto a placa estiver ligada ao cabo serial. Nesse primeiro teste, a placa Arduino juntamente com o módulo relé funcionaram de forma satisfatória.

A partir desse teste, foi incluído mais um componente, a válvula solenoide, mas como mencionado anteriormente, a mesma precisa ser energizada para que funcione corretamente, assim, foram feitas as ligações elétricas apropriadas e testadas em seguida. Primeiro foi testado o *Blink*, com um resultado satisfatório, porém, surgiu a necessidade de fazer-se o controle da aplicação, visto que, no *Blink*, não há a possibilidade, o *sketch* funciona sem controle externo do usuário. A partir dessa premissa o *sketch Blink* foi modificado e permitiu que o controle fosse executado através do monitor serial da IDE do Arduino.

Figura 34 – *Blink* controlado pelo monitor serial.



```

Blink_comando_monitor_serial | Arduino 1.8.5
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda
Blink_comando_monitor_serial
int n = 0;
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  int pin=13, n;

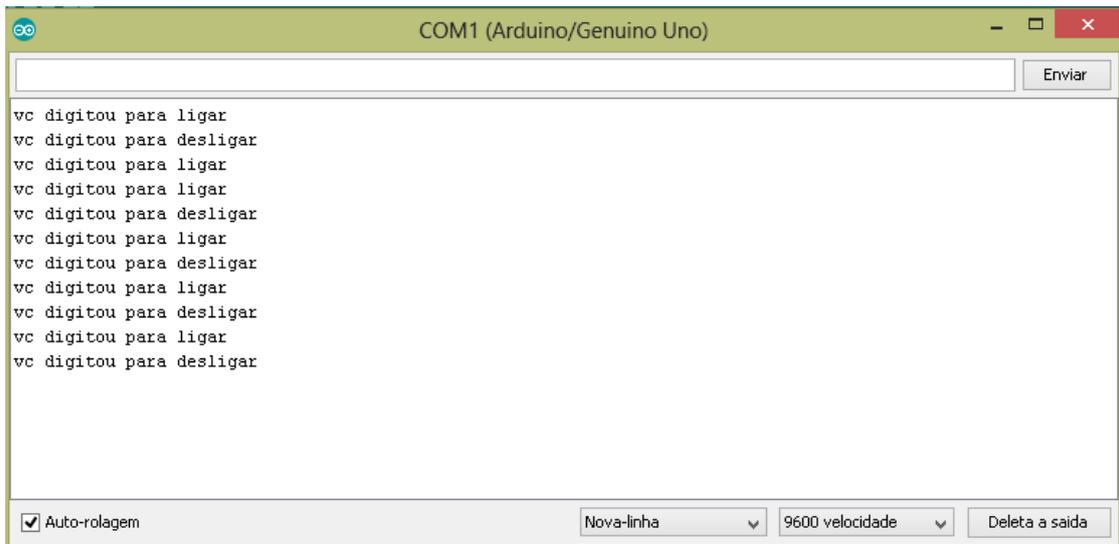
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode (LED_BUILTIN, OUTPUT);
  Serial.begin (9600 );
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  if (Serial.available() > 0);
  {
    n = Serial.read();
    if (n=='113') // teclaminusculo q
    {
      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
      Serial.print ("vc digitou para ligar\n");
    }
    if (n=='119') //tecla w
    {
      digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
      Serial.print("vc digitou para desligar \n");
    }
  }
}

```

Fonte: Arduino (2018).

Esse código permite que a aplicação seja controlada a partir do monitor serial.

Figura 35 – código fonte.


```

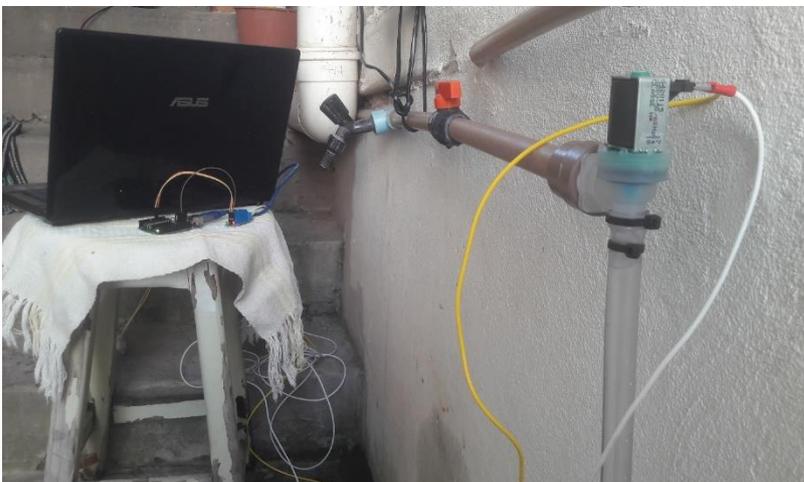
vc digitou para ligar
vc digitou para desligar
vc digitou para ligar
vc digitou para ligar
vc digitou para desligar

```

Fonte: Arduino (2018).

Esse *sketch* funciona da seguinte forma: ao ser utilizado o comando “q + Enter”, aparecerá a seguinte mensagem no monitor serial “vc digitou para ligar”, a partir desse comando, o Arduino é ligado, e conseqüentemente liga os demais componentes que estiverem ligados nele. Para desligar basta o comando “w + Enter”, no teclado e surgirá a mensagem “vc digitou w para desligar” e o sistema será desligado.

Nessa modalidade de teste com controle pelo monitor serial, os módulos estavam praticamente prontos, no entanto, faltava fazer o teste *in loco*. Como esse protótipo é para auxiliar no abastecimento de água, esse teste teve que ser executado no dia em que a distribuição de água estava disponível para a região, isso a partir do que a concessionária disponibiliza. Abaixo é demonstrado como foi feita a ligação nos canos.

Figura 36 – Teste com água.

Fonte: elaborado pela autora.

4.1 Análise dos resultados

Esse teste foi importante para sanar uma dúvida que surgiu durante a confecção do protótipo, que era se a válvula solenoide iria funcionar corretamente com o fluxo de água. Através do teste no cenário real foi constatado que a válvula solenoide funcionou perfeitamente, tanto na hora de abrir o fluxo de água, quanto na hora de fechar. A válvula solenoide manteve o fluxo de água finalizado, mesmo quando não estava em operação, ou seja, mesmo com água no cano e com fluxo forte, a válvula foi capaz de segurar a água e não permitiu que vazamentos acontecessem.

A última parte de teste se deu com a utilização da página HTML (já mencionada), com base nas bibliotecas do Arduino e *Ethernet shield*. A partir dos comandos enviados pela página, o protótipo foi acionado, ligando a válvula solenoide e depois foi desligado quando solicitado através do comando da página.

4.2 Viabilidade do protótipo

Desenvolver um projeto novo de qualquer natureza hoje em dia ainda é um grande desafio, embora a população já seja mais informada em diversos aspectos, nem todos estão a mercê das novas tecnologias existentes no mercado.

Assim, esse estudo lançou através de uma pesquisa qualitativa como anda o conhecimento das pessoas em relação a novas tecnologias, mais precisamente em relação a automação residencial. A pesquisa foi feita através de um formulário (vide apêndice) contendo nove perguntas.

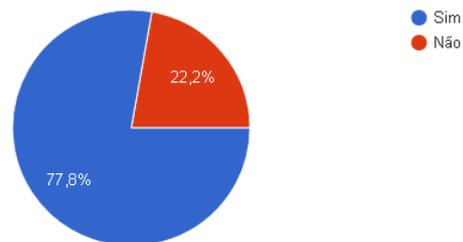
As duas primeiras perguntas foram para saber a localidade dos participantes, a intenção era saber se os participantes eram da cidade de São Luís e quais bairros eles residiam, nesse ponto a pesquisa foi bem sucinta, pois todos eram daqui e em relação aos bairros os participantes foram diversificados.

Como um dos pilares principais desse trabalho foi em relação ao rodízio de abastecimento de água da cidade, nada mais junto que começar com essa pergunta mais específica.

Gráfico 1 – Você já ouviu falar sobre o rodizio de água em São Luís?

Você já ouviu falar sobre rodizio de abastecimento de água em São Luís?

18 respostas



Fonte: Elaborado pela autora.

O gráfico mostra que boa parte das pessoas participantes da pesquisa sabem o que é rodizio de abastecimento de água. Isso é importante pois nos leva à segunda pergunta que foi: “Você já foi vítima do rodizio de abastecimento de água em São Luís?”

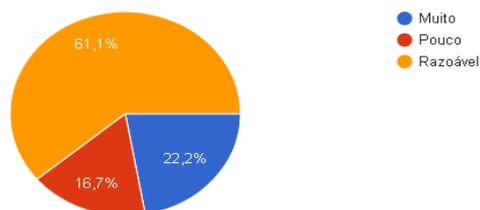
O resultado foi surpreendente 55, 6 % afirmaram que já foram vítimas do rodizio de abastecimento, isso significa que essas pessoas em algum momento já tiveram problemas com o abastecimento de água em suas residências.

A partir dessa introdução foi necessário entender como anda o conhecimento dessas pessoas com a tecnologia, dessa forma, foi efetuada a seguinte pergunta: Qual a sua familiaridade com a tecnologia?

Gráfico 2 – Qual sua familiaridade com a tecnologia?

Qual sua familiaridade com Tecnologia?

18 respostas

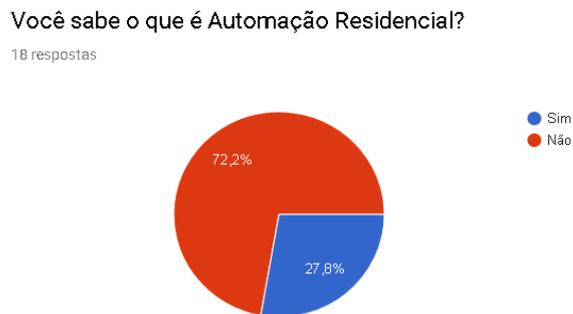


Fonte: Elaborada pela autora.

Essa pergunta foi mais diversificada em relação às respostas, pois nem todos têm conhecimentos mais concretos em relação a tecnologia, tanto que 61% das respostas foram de pessoas que entendiam razoavelmente, ou seja, estavam no meio termo da questão.

4.3 A pergunta seguinte sobre automação residencial teve um dos resultados mais preocupantes dessa pesquisa, mais da metade dos entrevistados não sabem o que é automação residencial.

Gráfico 3 – Você sabe o que é Automação Residencial?

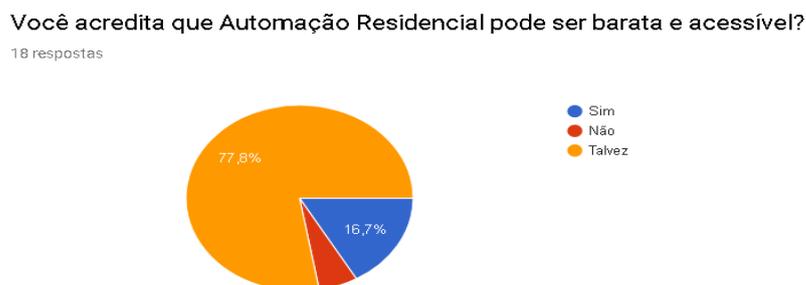


Fonte: Elaborado pela autora.

Nesse ponto temos duas situações, a primeira seria ficar desanimado com a falta de conhecimento das pessoas e a segunda seria eufórico, já que se olhar pelo lado positivo, temos a oportunidade de divulgar o que é automação residencial e abrir um mercado novo na cidade de São Luís.

Embora as pessoas não saibam o que é exatamente automação residencial, muito delas acreditam que talvez a mesma possa ser barata e acessível, como foi elaborada a pergunta seguinte.

Gráfico 4 – Você acredita que Automação Residencial pode ser barata e acessível?



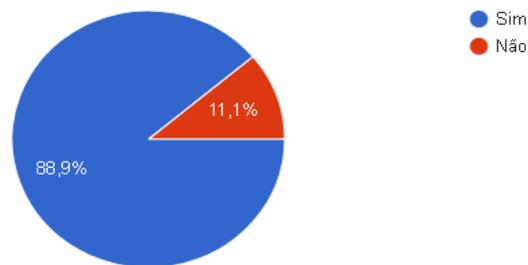
Fonte: Elaborado pela autora.

A pergunta seguinte foi bem mais detalhada, pois imaginou-se que algumas pessoas não saberiam o que é um protótipo, assim, a pergunta em questão foi a seguinte:

Gráfico 5 – Pergunta sobre protótipo

Você acha que um Protótipo (equipamento elétrico que auxilie no abastecimento de água), que funcione ligando e desligando o fluxo de água, cujo o mesmo pudesse ser controlado através da internet seria útil em São Luís?

18 respostas



Fonte: Elaborado pela autora.

A pergunta sobre protótipo, teve a intenção de informar aos participantes o que é protótipo de uma forma bem simples e dar ao público uma breve explicação de como o mesmo funciona. Acredita-se que dessa forma, o público tenha entendido a ideia e 88% das pessoas acreditam que um protótipo seria útil no auxílio do abastecimento de água na cidade de São Luís.

A última questão abordada foi em relação ao valor, a pergunta proposta foi: “Até que valor você estaria disposto a pagar em um equipamento que lhes auxiliasse na questão do abastecimento de água?”

As respostas foram bem variadas, no entanto, 50% dessas pessoas responderam que estão dispostas a pagar até o valor de R\$ 500. Isso demonstra que as pessoas buscam por conforto, mas também prezam pela questão financeira, ou seja, desejam pagar pouco.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação do abastecimento de água em São Luís ainda é um problema no que se refere a questão do rodízio.

O rodízio de abastecimento de água acontece em dias alternados em muitos bairros da capital. Essa situação leva vários usuários do sistema de abastecimento da capital a ter que utilizar reservatórios para armazenar água durante o período que é disponibilizado pela concessionária.

A partir dessa premissa, foi considerado utilizar o conceito de automação residencial para desenvolver um protótipo, que fosse principalmente de baixo custo para auxiliar na tarefa de realizar o abastecimento de água sem a necessidade de estar presente em casa.

O protótipo em questão foi elaborado, desenvolvido e testado à medida em que era montado. É importante lembrar que o protótipo funciona de acordo com a cessão de fluxo de água disponibilizado pela concessionária, ou seja, o protótipo tem a finalidade de ligar e desligar o fluxo de água.

Dessa forma, os testes foram realizados com o protótipo interligado à distribuição de água que é feita pela concessionária, mostrando resultados positivos e satisfatórios. Embora o protótipo tenha se saído bem nos testes, fica aqui a sugestão para melhoramentos futuros. O primeiro que podemos citar seria a utilização de um sensor de nível, este servirá para cortar o fluxo quando o nível de água for alcançado no reservatório utilizado para o armazenamento de água. Outro componente que poderia ser usado para dar maior fluidez ao protótipo seria um módulo wireless, esse permitiria mais liberdade com o manuseio do protótipo e conseqüentemente a redução de cabos.

Embora a automação residencial seja uma realidade para muitas pessoas, ela ainda é pouco divulgada em São Luís, ficando aberta várias possibilidades de estudo ou mesmo de empreender nessa área.

Assim, este trabalho poderá ser uma fonte de divulgação e informação para quem deseja conhecer o tema e começar a utilizar a automação residencial.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO. Disponível em: < <https://www.arduino.cc> >. Acesso em: 12 mai 2018
- ASHTON, Kevin. That Internet of Things thing. The RFID Journal, 2009.
- AUTOCORE ROBÓTICA. Valvula Solenoide. Disponível em: <https://www.autocorerobotica.com.br/valvula-solenoide-para-agua-220v-90o-34-x-34>. Acesso em: 18 ago. 2018
- AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL. Disponível em: <<https://www.auriside.org.br>>. Acesso em: 10 abr. 2017.
- BAÚ DA ELETRONICA. Arduino Micro Original da Itália. Disponível em: <<http://www.baudaeletronica.com.br/placa-pro-mini-atmega328p-5v-16mhz.html>>. Acesso em: 10 nov 2018.
- Boeira, Marcelo. Arduino. Disponível em: < <https://sites.google.com/site/marceloboeirajr/tutoriais/eletrônica-senai/arduino>>. Acesso em: 2 abr. 2017
- BOLZONI, Damiano. Et. Al. a 2-tier Anomaly-based Network Intrusion Detection System*. IEEE, 2006.
- CAMPOS, Augusto. Arduino Pro Mini: conhecendo o modelo econômico. Disponível em: <<https://br-arduino.org/2015/02/arduino-pro-mini-conhecendo-o-modelo-economico.html>>
- DENERDIN, Gustavo Weber. Microcontroladores. Disponível em: <https://www.joinville.udesc.br/portal/professores/eduardo_henrique/materiais/apostila_micro_do_Gustavo_Weber.pdf> Acesso em: 28 abr. 2017.
- ELECTRONICA EMBAJADORES. Módulo ARDUINO ESPLORA. Disponível em: <https://www.electronicaembajadores.com/pt/Productos/Detalle/LCA1025/modulos-eletronicos/modulos-arduino/modulo-arduino-esplora>. Acesso em: 10 nov 2018.
- ELETROGATE. ARDUINO PRO MICRO ATMEGA32U4 5V. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/arduino-pro-micro-atmega32u4-5v>>
- EVANS. Dave. A Internet das Coisas. Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo. Disponível em: < <https://www.cisco.com>.> Acesso em: 23 mai 2018
- FILIFELOP. Placa Mega ADK R3 + Cabo USB Arduino. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/produto/placa-mega-adk-r3-cabo-usb-arduino/#tab-accessories>>

FRANCO, Gabriela. A Internet das Coisas e as novas oportunidades de negócio. Disponível em: <<https://www.cio.com.html>>. Acesso em: 25 abr 2017.

HACHOUCHE, Anwar S. Apostila Arduino Básico V1.0 - Eletrogate Componentes Eletrônicos. Disponível em: <http://apostilas.eletrogate.com/Apostila_Arduino_Basico-V1.0-Eletrogate.pdf>. Acesso em: 30 mai 2018.

HEKIMA. O guia definitivo de Big Data para iniciantes. Disponível em: <<https://www.bigdatabuness.com.br>>. Acesso em: 25 abr. 2017

HORN, Guilherme. A INTERNET DAS COISAS E AS OPORTUNIDADES PARA SERVIÇOS FINANCEIROS. Disponível em: <<https://www.finnovation.com>>. Acesso em: 08 abr. 2017

LACERDA, Flavia. Arquitetura da Informação Pervasiva: projetos de ecossistemas de informação na Internet das Coisas. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Universidade de Brasília. Brasília, p.226. 2015.

LECHETA, Leandro. Automação Residencial: o que é? Disponível em: <<https://www.futurehome.com.br>>. Acesso em: 25 abr. 2017

MAGALHÃES, Gabriel G. M. S. de. Estudo de segurança nos principais protocolos da Internet das Coisas. Universidade de Brasília. Disponível em: <http://bdm.unb.br/bitstream/10483/14252/1/2016_GabrielGonzagaMartinsSoutodeMagalhaes.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017

MECCOMELETRONICA. Disponível em: <<https://www.meccomeletronica.com.br>>. Acesso em: 15 mar 2018

Módulo Básico. Disponível em:<<http://oficinaderobotica.ufsc.br>>. Acesso em: 21 mai de 2017.

MULTILOGICA – SHOP. Arduino Explora. Disponível em:<<https://multilogica-shop.com/arduino-esplora>>. Acesso em: 10 nov 2018.

O impacto da Internet das coisas em nossa sociedade. Disponível em: <<https://www.voltimum.com>>. Acesso em: 20 abr. 2017

PEREZ, Anderson Luiz Fernandes. DARÓS, Renan Rocha. Programação em Arduino

REIS, Fabio. Arduino – Conhecendo os Shields. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/arduino/arduino-conhecendo-os-shield>>.

Acesso em: 25 mar de 2017.

REIS, Fabio dos. Conheça o LilyPad Arduino, placa para projetos de wearables. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/electronica/arduino/conheca-o-lilypad-arduino-placa-para-projetos-de-wearables/>>. Acesso em: 10 nov 2018.

RENNA, Roberto Brauer Di. Et. Al. Introdução ao kit de desenvolvimento Arduino. Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, Rio de Janeiro, 2013.

ROBOCORE. Arduino Leonardo R3 - Made in Italy. Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/arduino-leonardo-r3.html>>. Acesso em: 10 nov 2018.

SOUSA, Fabio. Arduino Leonardo. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-leonardo/>>. Acesso em: 10 nov 2018.

SPARKFUN. Pro Micro - 5V/16MHz. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/products/12640>>. Acesso em: 11 nov 2018.

VILARIM, Gilvam de Oliveira. Algoritmos: Programação Para Iniciantes. Rio de Janeiro. Ed. Ciência Moderna Ltda, 2004.

ANEXO

ANEXO A – Código fonte da página html

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>

byte mac[] = { 0xAB, 0xCD, 0x12, 0x34, 0xFF, 0xCA }; //physical mac address
byte ip[] = { 192, 168, 100, 99 }; // ip in lan
byte gateway[] = { 192, 168, 100, 1 }; // internet access via router
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 }; //subnet mask
EthernetServer server(80); //server port

String readString;

int pin = 9;
boolean ligado = true;

////////////////////

void setup() {

  pinMode(pin, OUTPUT); //pin selected to control
  //start Ethernet
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
  server.begin();
  //the pin for the servo co
  //enable serial data print
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Abastecimento de Água"); // so I can keep track of what is loaded
}

// Create a client connection
EthernetClient client = server.available();
if (client) {
  while (client.connected()) {
    if (client.available()) {
      char c = client.read();

      //read char by char HTTP request
      if (readString.length() < 100) {

        //store characters to string
        readString += c;
        //Serial.print(c);
      }

      //if HTTP request has ended
      if (c == '\n') {

        ////////////////////// control arduino pin
        Serial.println(readString); //print to serial monitor for debugging
        if(readString.indexOf("?ligar") >0)//checks for on
        {
          digitalWrite(pin, HIGH); // set pin 4 high
          Serial.println("On");
          ligado = false;
        }
        else{
          if(readString.indexOf("?desligar") >0)//checks for off
          {

```


APÊNDICE

Apêndice A – Questionário sobre o abastecimento de água em São Luís.

2) Qual bairro você mora?

3) Você já ouviu falar sobre o rodízio de abastecimento de água na cidade de São Luís?

Sim () Não ()

4) Você já foi vítima do rodízio de abastecimento em São Luís?

Sim () Não ()

5) Em caso afirmativo, quantas vezes?

6) Você sabe o que é automação residencial?

Sim () Não ()

7) Qual sua experiência com tecnologia?

Muito () Pouco () Razoável ()

8) Você acredita que automação residencial pode ser barata e acessível?

Sim () Não () Talvez ()

9) Você acha que um Protótipo (equipamento elétrico que auxilie no abastecimento de água), que funcione ligando e desligando o fluxo de água, cujo o mesmo pudesse ser controlado através da internet seria útil em São Luís?

Sim () Não ()

10) Até que valor você estaria disposto a pagar em um equipamento que lhes auxiliasse na questão do abastecimento de água?
