

Gustavo Alef da Silva Costa

Domótica com Arduino

Brasil

2017

Gustavo Alef da Silva Costa

Domótica com Arduino

Trabalho de Conclusão de Curso II , apresentado à banca do Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Pantanal, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS

Curso de Sistemas de Informação

Programa de Graduação

Orientador: Prof. Me. Murilo Oliveira Machado

Coorientador: Prof. Luiz Felipe de Souza Jimenez

Brasil

2017

Gustavo Alef da Silva Costa

Domótica com Arduino/ Gustavo Alef da Silva Costa. – Brasil, 2017-

58 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Me. Murilo Oliveira Machado

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul -
UFMS

Curso de Sistemas de Informação

Programa de Graduação, 2017.

1. Arduino. 2. Automação. 3. Internet das Coisas. I. Me. Murilo Oliveira Machado.
II. Luiz Felipe de Souza Jimenez. III. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. IV.
Câmpus do Pantanal. V. Domótica com Arduino

Gustavo Alef da Silva Costa

Domótica com Arduino

Trabalho de Conclusão de Curso II , apresentado à banca do Curso de Sistemas de Informação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus Pantanal, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Trabalho aprovado. Brasil, 31/03/2017:

Prof. Me. Murilo Oliveira Machado
Orientador

Prof. Luiz Felipe de Souza Jimenez
Coorientador

Prof. Me. Phelipe A. Fabres
Convidado 1

Prof. Esp. Genair Christo Viana
Convidado 2

Brasil
2017

“Devemos, usar a ciência como ferramenta a favor dos excluídos, da democratização do ensino, contra a fome, miséria, e tantos outros males enfrentados pela humanidade.”

Agradecimentos

Gostaria de começar agradecendo primeiramente a Deus por ter me permitido chegar até aqui; A todos que diretamente ou indiretamente me ajudaram nesta conquista, que enxugaram minhas lágrimas, me acalmaram na raiva, me entenderam, me compreenderam, a todos que me defenderam aonde eu não tava.

Em especial a minha mãe Zelma e minha tia Thelly que sempre me auxiliaram no que precisei desde sempre, sem esquecer dos demais familiares próximos que sempre acreditaram em mim.

Aos amigos e irmãos que conheci durante esse tempo em Corumbá que cada um a seu modo somou comigo (é inevitável não lembrar de todos), Matheus Machado, Karina Caetano, Pietro Figueiredo, José Luis, Jonathan Costa, Matheus Bravo, Cláudio, a família de Christian Franthesco que me acolheu de braços abertos, aos “primos” Renner Jr, Marcinho Silva, Douglas Franco, Zé Pedraza, Lucas Fadin.

Agradeço a todos os professores que desempenharam com dedicação as aulas ministradas, em particular os professores Murilo Machado e Felipe Jimenez por terem aceitado me orientar e a professora Bárbara Barros pelo apoio nas etapas iniciais do curso.

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,
mas transformai-vos pela renovação da mente,
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*

Resumo

Esta monografia apresenta a implementação de sistema de automação residencial utilizando a plataforma de prototipagem Arduino. O foco deste trabalho consiste em inserir recentes tecnologias nas residências que não foram projetadas com estes recursos, tendo como objetivos gerais proporcionar mais conforto, economia e praticidade no dia a dia do residente. A hipótese principal da monografia sugere que é possível a construção de uma central de controle automatizada de baixo custo e viável de uma implementação. Este trabalho tem como objetivos específicos, construir uma central de controle integrando um conjunto de dispositivos como, sensores de luminosidade, temperatura, umidade, vazão hídrica, gás GLP e atuadores capazes de acionar luzes e eletrodomésticos da residência. Pretende-se utilizar os recursos da linguagem de marcação HTML e programação JavaScript recorrendo ao Framework AngularJS em conjunto com a linguagem C para conectar a central de controle à internet e com dispositivos móveis via comunicação bluetooth. Tem-se como resultados esperado a descrição qualitativa dos desafios enfrentados para atingir os objetivos da monografia, bem como uma análise quantitativa das variáveis estudadas neste trabalho, como o custo desta tecnologia e a importância dos dispositivos integrados.

Palavras-chave: AngularJS. Arduino. Automação.

Abstract

This monograph presents the implementation of a residential automation system using the Arduino prototyping platform. The focus of this work is to insert new technologies in the residences that were not designed with these resources, with general objectives to provide more comfort, economy and practicality in the day to day of the resident. The main hypothesis of the monograph suggests that it is possible to construct a low-cost and feasible automated control center for an implementation. This work has the specific objectives of constructing a control center integrating a set of devices such as light sensors, temperature, humidity, water flow, LPG gas and actuators capable of triggering household appliances and lights. It is intended to use the features of the HTML markup language and JavaScript programming using the Framework AngularJS in conjunction with the C language to connect the control center to the internet and with mobile devices via bluetooth communication. The expected results are the qualitative description of the challenges faced in order to reach the objectives of the monograph, as well as a quantitative analysis of the variables studied in this study, such as the cost of this technology and the importance of the integrated devices.

Keywords: AngularJS. Arduino. Automation.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Ligação bidirecional de dados atualizando os dados.	19
Figura 2 – Par de chaves {atributo}:{valor} utilizado em <i>JSON</i>	20
Figura 3 – Arduino Mega2560 r3.	21
Figura 4 – Ethernet Shield w5100.	22
Figura 5 – Protoboard.	23
Figura 6 – Fonte Ajustável para protoboard.	23
Figura 7 – Fonte Ajustável para arduino.	24
Figura 8 – Sensor DHT11.	24
Figura 9 – Sensor de Gás MQ-7.	24
Figura 10 – Sensor LDR.	25
Figura 11 – Sensor de Fluxo de Água 3/4.	25
Figura 12 – Módulo Rele.	26
Figura 13 – Módulo bluetooth HC-05.	26
Figura 14 – Fio De Telefone Interfone Cci 40 X 1 Par.	27
Figura 15 – Multimetro Digital.	27
Figura 16 – Aplicativos bluetooth.	28
Figura 17 – Campos que receberão o valor das leituras dos sensores do arduino, cada campo significa um gráfico.	29
Figura 18 – Planta do Ambiente.	30
Figura 19 – Diagrama de ligação do DHT11.	31
Figura 20 – Diagrama de ligação do módulo MQ-7.	31
Figura 21 – Diagrama de ligação do LDR.	32
Figura 22 – Diagrama de ligação do rele.	33
Figura 23 – Diagrama de ligação do Módulo Bluetooth.	33
Figura 24 – Serial Monitor da IDE mostrando uma das etapas de configuração do módulo HC05.	34
Figura 25 – Aplicativo para acionamento por voz.	35
Figura 26 – Tela para sincronização com o módulo bluetooth.	36
Figura 27 – Código de configuração.	37
Figura 28 – Diagrama de Ligação da Central de Controle.	38
Figura 29 – Informações com o tempo da última atualização.	39
Figura 30 – Gráficos disponibilizados online na plataforma <i>ThinkSpeak</i>	40
Figura 31 – Evolução da adoção de algumas tecnologias.	40
Figura 32 – Redução de energia com aplicação de sensores.	41
Figura 33 – Aplicativos usados no projeto.	42
Figura 34 – Aplicativo web.	43

Figura 35 – Custo dos dispositivos.	44
Figura 36 – Correspondência entre Temperatura e Umidade.	47
Figura 37 – Comparativo Luminosidade.	47
Figura 38 – Representação de como se comportam os aplicativos em funcionamento.	48

Lista de abreviaturas e siglas

AC	Alternating Current
API	Application Programming Interface
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial
DC	Direct Current
DIY	Do It Yourself
DOM	Document Object Model
IOT	Internet of things
JSON	JavaScript Object Notation
SO	Sistema Operacional
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTML	HyperText Markup Language
LDR	Light Dependent Resistor
MIT	Massachusetts Institute of Technology

Sumário

Introdução	14
1 ESTADO DA ARTE	16
1.1 Automação residencial	16
1.2 Movimento DIY	17
1.3 Aspectos tecnológicos	18
1.3.1 AngularJS	18
1.3.2 JSON	20
2 MATERIAIS E FERRAMENTAS	21
2.1 Materiais	21
2.1.1 Arduino	21
2.1.2 Ethernet Shield W5100	22
2.1.3 Protobard 830 pontos	22
2.1.4 Fonte ajustável para protoboard	23
2.1.5 Fonte externa de alimentação	23
2.1.6 Sensor de umidade e temperatura DHT11	24
2.1.7 Sensor de gás MQ-7	24
2.1.8 Dispositivo para medir luminosidade	25
2.1.9 Sensor de fluxo de água 3/4	25
2.1.10 Módulo Rele	25
2.1.11 Módulo bluetooth HC-05	26
2.1.12 Fio de telefone interfone Cci 40 X 1 Par	26
2.1.13 Multimetro digital	27
2.2 Ferramentas Computacionais	27
2.2.1 IDE Arduino	27
2.2.2 Notepad++	28
2.2.3 Aplicativos Bluetooth	28
2.2.4 ThingSpeak	29
3 METODOLOGIA	30
3.1 Ambiente de implementação do sistema	30
3.2 Dispositivo para medir umidade e temperatura	30
3.3 Dispositivo para medir concentração de gás	31
3.4 Dispositivo para medir luminosidade	32
3.5 Dispositivo para acionamento de cargas elétricas	32

3.6	Configuração do módulo para comunicação bluetooth	33
3.7	Aplicativo para acionamento via voz	34
3.8	Pareamento dos aplicativos Bluetooth	35
3.9	Sincronizando à ThinkSpeak	36
3.10	Alimentação do circuito	37
3.11	Montagem da central de controle	37
4	RESULTADOS	39
4.1	Conexão com a plataforma ThinkSpeak	39
4.2	Gráficos na plataforma ThinkSpeak	39
4.3	Adoção de tecnologias	40
4.4	Economia de energia	41
4.5	Acionamento dos Reles	41
4.6	Aplicativo para controle via Web	42
4.7	Custo Monetário dos Dispositivos	43
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	45
5.1	Círculo de alimentação	45
5.2	Modificações feitas para controle via web	45
5.3	Medição da umidade e temperatura	46
5.4	Medição da luminosidade	47
5.5	Acionamento remoto de cargas	47
5.6	Acionamentos por voz	48
5.7	viabilidade	48
5.8	Custo monetário de um projeto	49
5.9	Limitações do trabalho	49
6	CONCLUSÃO	51
7	TRABALHOS FUTUROS	52
	REFERÊNCIAS	53
	ANEXOS	56
	ANEXO A – CONFIGURAÇÃO BLUETOOTH	57
A.1	Configuração Bluetooth: Comandos AT	58

Introdução

A palavra domótica vem da junção das palavras “Domus” (casa) e “Robótica” (controle automatizado de algo), ou seja, programar tarefas diárias (individuais - micro ou em complexos conjuntos - macro), dentro de um âmbito residencial, para serem executadas de forma automática.

Nas ultimas décadas a popularização crescente dos computadores pessoais, dispositivos móveis e redes sem fio ligadas a internet, vem familiarizando as pessoas cada vez mais com o mundo tecnológico, novas interfaces e meios de interação homem-máquina-ambiente. A automação residencial é cada vez mais procurada pelas pessoas de maneira geral, em maioria pelo público mais jovem e por fatores como modernidade, conforto, segurança. Nos últimos 4 anos, o serviço cresceu 300%. Segundo a [PEGN TV \(2013\)](#) já são cerca de 250 empresas no Brasil, dados estes que nos fazem crer que o futuro para a automação parece ser promissor.

Em 1999, Kevin Ashton do MIT propôs o termo “Internet das Coisas” e dez anos depois escreveu o artigo “A Coisa da Internet das Coisas” - traduzindo para o português - para o *RFID Journal*, onde diz que “a limitação de tempo e da rotina fará com que as pessoas se conectem à Internet de outras maneiras”. Partindo do crescente desenvolvimento desde as antigas páginas de web estáticas para web2(web de rede social), passando então para Web3(*ubiquitous computing web*), aliado a crescente modernização e aumento do número de dispositivos móveis, a Internet das Coisas passa a fazer parte cada vez mais constante do nosso cotidiano.

Segundo [Werneck \(1999\)](#) depois que se conhecer uma residência automatizada, não haverá como retroceder, toda a cadeia de concepção de moradia (arquitetura, construção, etc) vai evoluir, principalmente o(s) ocupante(s) do imóvel. Sendo assim, a incorporação de novas tecnologias ao ambiente residencial oferece à arquitetura e engenharia civil, por exemplo, novas oportunidades para projetar novas moradias cada vez mais modernas e inteligentes, atendendo as necessidades de segurança, conforto, praticidade, controle e gerenciamento das instalações, aumentando também a qualidade de vida dos ocupantes.

Segundo a Associação Brasileira de Automação Residencial(AURESIDE), os constantes aumentos nas tarifas de energia elétrica, água, a necessidade de ampliar a segurança e o conforto nas residências, e também com as tecnologias sendo difundidas cada vez mais, estão fazendo avançar os projetos de automação residencial chegando aos condomínios automatizados. Algumas construtoras já trazem em seus projetos essa idéia de automação.([AURESIDE, 2014](#))

Objetivos Gerais

Caracterizar um sistema de automação, baseado na plataforma *Open Source* ArduinoTM, em residências que não tiveram em seu planejamento inicial uma estrutura para este fim, buscando proporcionar aos donos de imóveis com baixo poder de compra um sistema que os auxilie em um gerenciamento eficaz dos recursos a partir de uma otimização energética e hídrica através do controle e monitoramento ativo do consumo destes recursos, e uma forma de interação mais moderna com o ambiente doméstico, aumentando o conforto e praticidade dos residentes.

Objetivos Específicos

- Implementar sensor LDR para acionamento automático de lâmpadas em condições de pouca luminosidade;
- Implementar sensor de umidade e temperatura DHT11 para monitorar o ambiente interno;
- Implementar sensor para medir a vazão de água da residência;
- Implementar sensor MQ7 para medir a concentração de gás GLP;
- Implementar módulo bluetooth HC-05;
- Desenvolver um aplicativo que permita ao usuário final comandar os dispositivos integrados ao sistema e também a visualização dos dados fornecidos pelo arduíno;
- Interagir remotamente com a residência via web e via bluetooth;
- Acionar atuadores via comandos de voz;

Justificativa

Estruturas com um número considerável de pessoas sob o mesmo teto tais como, repúblicas, pensões ou famílias grandes costumam ter problemas quanto a racionalização de recursos como energia elétrica e água, logo, com a implantação de um sistema desta natureza, haverá um controle maior sobre essas variantes. O sistema apresentado para este trabalho leva em consideração as necessidades dos utilizadores, o que pode variar de um caso para o outro.

Outro aspecto relevante como um crescente número de publicações técnicas e científicas sobre o tema, considerando que o *Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE (2016)*, *Springer Science*, e *Association for Computing Machinery ACM (2010)* tiveram mais de 8.000 artigos catalogados em suas base de dados com a palavra chave: “*Home Automation*”.(BOLZANI, 2010)

1 Estado da Arte

A seguir são apresentados alguma informações levantadas após uma revisão da literatura utilizada. Serão apresentadas maiores informações sobre a automação residencial, o movimento DIY e alguns aspectos tecnológicos que envolvem o trabalho.

1.1 Automação residencial

Segundo [Bolzani \(2010\)](#) por volta de 1970 as empresas começaram a investir na produção de equipamentos para fins de domótica. Controlar equipamentos de forma remota é uma das partes mais atrativas deste ramo, mas na época ainda não havia tecnologia suficiente para suprir essa carência. Quando Tim B. Lee criou a *World Wide Web* em 1980, tornou a infraestrutura da internet viável e assim fez com que o acesso remoto de equipamentos pudesse ficar mais paupável aumentando a margem de possibilidades do desenvolvimento de novas aplicações.

Especializada em controle de operações dentro do ambiente doméstico, a automação residencial faz uso de um sistema de controle para manipular equipamentos eletromecânicos e eletroeletrônicos. A partir de um programa, sensores coletam dados que por sua vez são analisados e com base nos resultados são tomadas ações que podem influenciar no estado dos atuadores e consequentemente no estado do ambiente. Porém segundo [Alves e Mota \(2003\)](#) o fato de uma habitação conter um sistema de domótica não faz com que a mesma possa ser chamada de “casa inteligente”, já que um sistema inteligente além de ser capaz de realizar tarefas lógicas é capaz de aprender com as tarefas executadas anteriormente. Uma residência que contém um sistema de domótica, por mais avançado que seja, é considerada uma casa automatizada. Por conta da falta de padronização nas instalações elétricas residenciais, a diversidade de soluções encontradas ainda é numerosa [Bolzani \(2004\)](#). Com o advento da *Internet of things* (IOT), grandes empresas como a *Google*, *Samsung*, *Apple*, visam criar e padronizar os protocolos para facilitar a comunicação e produção de *gadgets* que venham de fábrica com suporte para esse novo tipo de solução. ([ROCHA, 2014](#))

A domótica está atualmente em uma realidade de proporções mundiais, temos como ponto positivo a grande disputa tecnológica entre a Europa, Estados Unidos e Ásia a fim de implementar eficientemente sistemas domóticos em grande escala; além da competição pela liderança do mercado, o que os encoraja a buscarem maiores inovações no setor. De acordo com [Pinheiro \(2009\)](#) são três os graus de integração destes sistemas dentro do conceito de Automação Residencial:

- Sistemas Autônomos: são sistemas independentes e não há a interligação entre os

dispositivos;

- Sistemas Integrados: onde todos os dispositivos estão integrados a um controlador;
- Sistemas Adaptativos: princípio de funcionamento da casa inteligente¹, onde a mesma “aprende” as rotinas do(s) residente(s) e sugere soluções adequadas a cada rotina;

1.2 Movimento DIY

Segundo Pires e Erlich (2015) há um certo estranhamento ao tratarmos como “movimento social” alguns fenômenos relacionados à tecnologia, cujo caráter é habitualmente considerado como “técnico”. O termo *DIY - Do It Yourself* se popularizou na década de 1950 e foi com o movimento *punk*, que partia de uma ética que fugia do espectro do consumismo cada vez mais visível na vida em sociedade, que o DIY se difundiu desde então, com crescente relevância.

Ainda de acordo com Pires e Erlich (2015) a cibercultura orienta seu programa por três princípios básicos: a interconexão, a criação de comunidades virtuais e a inteligência coletiva, cuja base e objetivo são o reconhecimento e o enriquecimento mútuo das pessoas. Como exemplo dessas comunidades virtuais podemos destacar websites como *Instructables*, *DIY Hacking* e *Hackster.io*, há também uma revista chamada *Wired*² que publica artigos de caráter relacionado e que apoiam o conceito do movimento.

Indo para um âmbito mais educacional, no final dos anos de 1960 um matemático e educador chamado Seymour Papert, criou o termo “Construcionismo”, baseado na teoria do construtivismo de Piaget, porém incluindo o computador como ferramenta para a construção do conhecimento. Segundo Papert (1980) no Construcionismo, o conhecimento surge quando há uma ação e essa ação gera um produto palpável, através de recursos provenientes de ferramentas (no caso, computadores).

O “movimento maker” é uma extensão tecnológica e técnica da cultura do faça você mesmo(DIY), o *Lifelong Kindergarten Group*³ do *MIT Media Lab*, incentiva uma abordagem iterativa de aprendizagem, um processo em espiral que consiste em imaginar, criar, brincar, compartilhar, refletir e volta novamente à imaginação para começar um novo ciclo. Alguns micro controladores são bem conhecidos e utilizados nesse contexto, podemos ressaltar o Raspberry Pi, o Arduino e a Intel Edison.

¹ Assistente virtual doméstico: <https://goo.gl/sm5LVL>

² Mais informações no site oficial da revista: <http://www.wired.com>

³ Para mais informações sobre o grupo: <https://llk.media.mit.edu/mission>

1.3 Aspectos tecnológicos

Com o advento da IOT, alto investimento de grandes corporações como a *Nest* em produzir dispositivos que podem ser melhor integrados e a disposição dos profissionais e associações da área em produzir e divulgar material sobre automação, permitiu tornar conceitos da computação ubíqua⁴ mais presentes ainda ao cotidiano das pessoas, melhorando a interligação dos dispositivos permitindo que certas atividades do lar sejam feitas com a menor intervenção humana possível e reduzindo incoveniências oriundas dos sistemas mais antigos.

Uma residência que recebe uma intervenção de domótica recebe em suas instalações alguns sensores e atuadores, estes são a interface da residencia com o meio físico. Os sensores transformam as leituras feitas em sinais eletricos apropriados para que o sistema possa examiná-los de forma a tomar uma providênciia por conta própria que melhor condiz com a situação, ou fazer com que o usuário tome-a sabendo quais dados foram lidos e execute a ação que melhor lhe satisfazer. Tais ações são executadas através dos atuadores, que são componentes eletromecânicos que têm suas características alteradas conforme os impulsos elétricos recebidos (BOLZANI, 2004).

Para que ocorra a comunicação entre os dispositivos e os pulsos eletricos possam ser transmitidos, há a necessidade de uma rede de transmissão. Entre as existentes, as sem fio tem mais destaque por terem um processo de instalação mais fácil e rápido (BOLZANI, 2010). Para que essa interoperabilidade funcione é necessário fazer uso de protocolos de comunicação, atualmente existem diversos deles. Isso as vezes pode causar uma desconfiança e confusão tanto nos profissionais iniciates do ramo, quanto nos consumidores por não saberem qual tecnologia é segura escolher, em contrapartida deixa uma maior gama de possibilidades de diferentes aplicações serem concebidas.

1.3.1 AngularJS

O *AngularJS* é um *framework*⁵ *Javascript* construído e mantido pela Google e entusiastas. Isso significa que além de uma comunidade grande e ativa para aprender a utilizar a ferramenta, há também engenheiros com conhecimento e dispostos a ajudar, respondendo questões e solucionando as falhas encontradas no código.

De acordo com Google (2016) principal característica do *framework* é a *Two-way data binding*(Ligaçāo bidirecional de dados) que reduz a quantidade de código escrito para apresentar os dados processados pelo *web service*(servidor).

⁴ Descreve a presença direta e constante da informática e tecnologia na vida das pessoas, tem como objetivo integrar totalmente a relação tecnologia/máquina com os seres humanos, no sentido de automático (utilizar sem perceber).

⁵ Uma abstração que une códigos comuns entre vários projetos de software provendo uma funcionalidade genérica.

Em apenas uma linha de *JavaScript*, consegue-se de forma rápida a comunicação com o *web service* e a solicitação das informações necessárias para criar uma página web, o que proporciona um *REST*⁶ mais simples.

A maior vantagem do protocolo *REST* é sua flexibilidade. O desenvolvedor pode optar pelo formato mais adequado para as mensagens do sistema de acordo com sua necessidade específica. Os formatos mais comuns são *JSON*, *XML* e texto puro, mas em teoria qualquer formato pode ser usado. Outra vantagem é que quase sempre *web services* que usam *REST* são mais leves e, portanto, mais rápidos, além de poder ser salva em *cache*⁷ o que causa uma carga menor na rede de dados.

Essa característica do *framework* propõe o conceito *MVVM*(Modelo-visão, Visão-Modelo), onde é criado um *Controller*(controlador), que tem a responsabilidade de interligar as camadas *Model*(Modelo)⁸ e *View*(Visão)⁹. O [Google \(2016\)](#) declara que todas as modificações feitas em uma camada refletem na outra automaticamente, assim, toda vez que se altera algum dado na camada modelo, as alterações são refletidas na apresentação desse dado na camada visão.

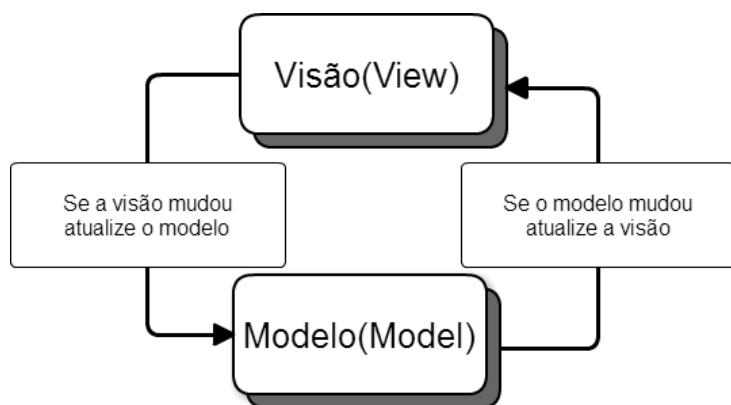


Figura 1 – Ligação bidirecional de dados atualizando os dados.

Diferente de outros *frameworks* *JavaScript*, o *AngularJs* não requer a manipulação do *Document Object Model*(DOM). Segundo o [W3C \(2005\)](#), o *DOM* é utilizado pelo navegador para representar uma página Web através de uma estrutura de árvore para que o navegador organize os elementos do HTML. A leitura da árvore se dá sempre da esquerda para a direita, assim temos a página *Web* original. O *AngularJs*, neste contexto, possibilita a criação de um *front end* mais organizado e sem a necessidade de manipular junção html/dados no *web service* do arduíno.

⁶ Protocolo de comunicação, baseado no protocolo de hipermídia HTTP que não impõe restrições ao formato da mensagem, apenas no comportamento dos componentes envolvidos

⁷ Podem ser guardados os dados mais importantes ou usados mais frequentemente, evitando requisições não necessárias no servidor

⁸ Camada que gerencia e representa o dado na aplicação

⁹ Camada que apresenta as informações para o usuário no navegador

1.3.2 JSON

O *JavaScript Object Notation*(JSON) é um modelo utilizado para armazenar, escrever e transmitir estruturas de dados computacionais.

O JSON se baseia em uma notação que utiliza um par de chaves **{atributo}:{valor}**, onde o atributo pode ser entendido como um nome, rótulo ou identificador que descreve um significado, e há um valor para esse atributo.

{'umidade' : '70%'}

Figura 2 – Par de chaves **{atributo}:{valor}** utilizado em *JSON*.

O JSON é constituído em formato texto, porém [Groner \(2012\)](#) afirma que os seus valores podem ser tipados, assumindo-se como *string*, *number*, *array*, *boolean*. A notação se apresenta completamente independente de linguagem, pois usa convenções que são familiares às linguagens *C*, *C++*, *JavaScript* entre outras. O formato é capaz de representar informações complexas, relações de hierarquia, atributos multivvalorados, arrays(vetores) e representar dados ausentes.

2 Materiais e Ferramentas

2.1 Materiais

A seguir são apresentadas breves descrições a respeito dos materiais utilizados neste trabalho, tanto em termos de hardware quanto em termos de softwares.

2.1.1 Arduino

Para o projeto foi utilizado um arduino Mega2560 r3 que usa um microcontrolador ATmega2560, sua tensão operacional é 5V. A tensão de entrada recomendada pode variar de 7-12V, pode ser alimentado através da conexão USB ou com uma fonte de alimentação externa, pinos digitais I/O são 54 (dos quais 15 fornecem uma saída de PWM), possui ainda 16 pinos de entrada analógica, memória flash de 256 KB (8 KB são usados por bootloader), SRAM:8 KB, EEPROM:4 KB. (ARDUINO, 2014)

- Memória flash: é apropriado para preservar os dados guardados por um extenso período de tempo sem a presença de corrente elétrica;
- EEPROM: memória não volátil, pode ser programada e apagada quantas vezes necessárias;
- SRAM: memória que tem a entrada aleatória que mantém os dados gravados desde que seja mantida sua alimentação;

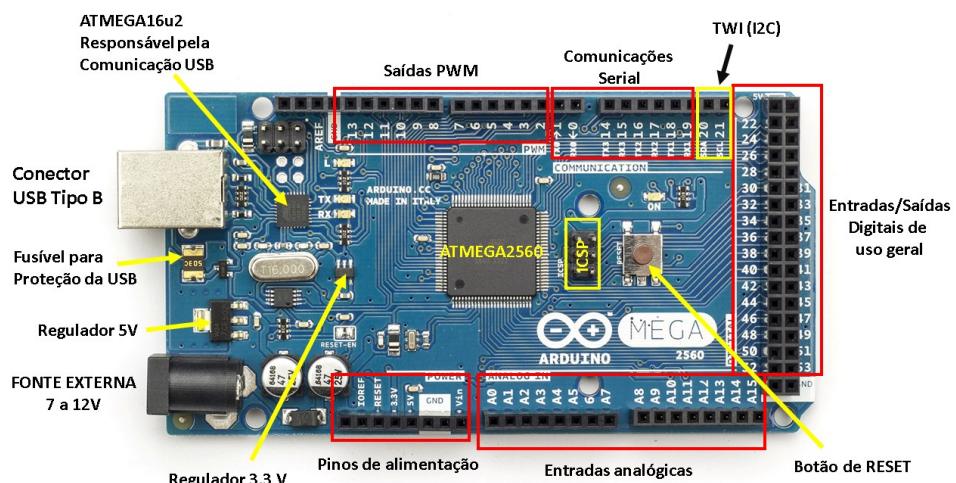


Figura 3 – Arduino Mega2560 r3.
Fonte: <https://goo.gl/QDRo6Q>

2.1.2 Ethernet Shield W5100

Este *Ethernet Shield* baseia-se no chip *Wiznet ethernet W5100* que fornece acesso à rede nos protocolos TCP ou UDP é utilizado usando a biblioteca *Ethernet Library* e *SD Library*, ele é compatível com o Arduino Uno e Mega e possui um slot para cartão micro-SD integrado no hardware. O *shield ethernet* se conecta a uma placa Arduino usando longos cabeçalhos fio-wrap que se estendem através do seu hardware. Isso mantém a aparência de pino intacto e permite que outros escudos possam ser empilhados em cima ou demais dispositivos sejam conectados. (DAVID, 2005)

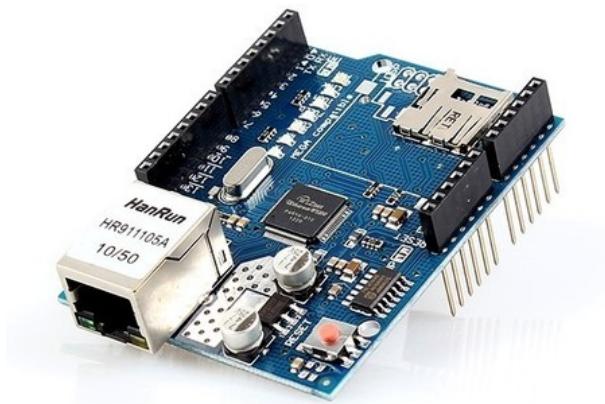


Figura 4 – Ethernet Shield w5100.

Fonte: <https://goo.gl/EWfVMC>

2.1.3 Protoboard 830 pontos

Constituída por uma base plástica com orifícios destinados à inserção de terminais de componentes eletrônicos. Possui linhas coloridas e numeração para facilitar a orientação, internamente existem ligações determinadas que interconectam os orifícios permitindo a montagem de circuitos eletrônicos sem a utilização de solda. Interconecta componentes com terminais 0.3mm a 0.8mm, os orifícios das extremidades são interligados horizontalmente, e são para a passagem de corrente elétrica, já os mais ao centro, são interligados verticalmente e servem para ligar os terminais dos dispositivos. (DIGITAL, 2014)

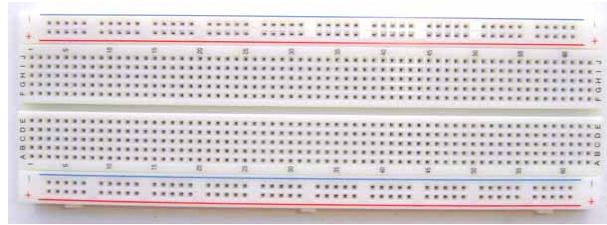


Figura 5 – Protoboard.
Fonte: <https://goo.gl/IOHBhD>

2.1.4 Fonte ajustável para protoboard

A Fonte Ajustável para Protoboard permite regular tensões de saída de 3.3V ou 5V (configurável por jumper). A presença de um botão interruptor liga/desliga retira a necessidade de desligar os cabos durante a operação, contando ainda com um LED indicador de funcionamento. O dispositivo pode receber na entrada tensões de 6,5V a 12V, por meio da entrada para plug P4 ou diretamente na entrada USB e sua corrente máxima de operação é de 700 mA. A entrada USB também pode ser usada como saída para alimentar circuitos. (PORTA, 2011)



Figura 6 – Fonte Ajustável para protoboard.
Fonte: <https://goo.gl/USDhrj>

2.1.5 Fonte externa de alimentação

Fonte com transformador de corrente alternada (AC) para saída em corrente contínua (DC) de 9V com capacidade de fornecer correntes de pelo menos 1A (Ampere). Possui em uma das extremidades um conector P4 compatível com a maioria dos microcontroladores. (MACHADO, 2011)



Figura 7 – Fonte Ajustável para arduino.

Fonte: <https://goo.gl/UFDccH>

2.1.6 Sensor de umidade e temperatura DHT11

Sensor que permite medir temperaturas de 0 a 50 Graus Celcius, e a umidade. A temperatura tem uma faixa de precisão em 2 graus e a de umidade na faixa de 5%. Fonte de alimentação DC 3,5 a 5,5V, tempo de amostragem de 2 segundos, utiliza os pinos VDD, DATA e GND. (ELECTRONICS, 2010)



Figura 8 – Sensor DHT11.

Fonte: <https://goo.gl/vEIfp9>

2.1.7 Sensor de gás MQ-7

O Sensor de Gás MQ-7 é um dispositivo capaz de verificar a concentração de gás no ambiente onde estiver instalado, conseguindo medir entre 20 a 2000 ppm(partes por milhão). Sua alimentação é 5V, usa os pinos A0, VCC e GND.(ELECTRONICS, 2011)

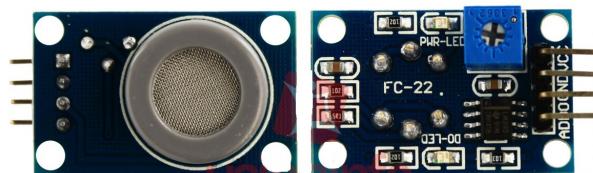


Figura 9 – Sensor de Gás MQ-7.

Fonte: <https://goo.gl/9uIfa1>

2.1.8 Dispositivo para medir luminosidade

O LDR (Light Dependent Resistor) é um componente cuja resistência varia de acordo com a intensidade da luz. Quanto mais luz incidir sobre o componente, menor a resistência, ou seja, ele detecta o quanto de luz há em um ambiente. Possui um pino para alimentação e outro para leitura.



Figura 10 – Sensor LDR.
Fonte: <https://goo.gl/WpxxnR>

2.1.9 Sensor de fluxo de água 3/4

Tem tensão de alimentação DC de 4,5V a 18V, tensão de trabalho DC de 4.5V, mede a vazão de água: 1 – 60L/min. O diâmetro da entrada e da saída de 26mm é compatível com canos hidráulicos de 3/4. (USINA, 2013)



Figura 11 – Sensor de Fluxo de Água 3/4.
Fonte: <https://goo.gl/9XtTlJ>

2.1.10 Módulo Rele

Este modulo pode acionar cargas de 30V DC até 250V AC. A tensão de operação é 5V DC. Possui LED para indicação do status de funcionamento do relé, possui em uma das extremidades os pinos VCC, GND e IN e três terminais na outra: Comum / Normalmente Aberto / Normalmente Fechado, onde são ligados os fios de energia do objeto o qual se deseja acionar. (TECNOLOGIA, 2016)



Figura 12 – Módulo Rele.
Fonte: <https://goo.gl/Ybe2d4>

2.1.11 Módulo bluetooth HC-05

Em sua placa é visto um regulador de tensão, que pode ser alimentado com 3.3 a 5v, acoplado a um LED, que mostra se o módulo está pareado com outro aparelho, possui um alcance de até 10m, quando um módulo bluetooth não está conectado a nenhum smartphone, um led vermelho fica piscando, demonstrando a não conectividade, e quando ele encontra-se conectado o led permanece aceso, sinalizando que a comunicação foi estabelecida.(KING, 2014)

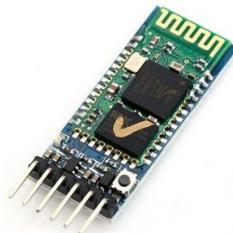


Figura 13 – Módulo bluetooth HC-05.
Fonte: <https://goo.gl/Z89RPp>

2.1.12 Fio de telefone interfone Cci 40 X 1 Par

Para conectar os diversos sensores e reles a escolha pelo cabo de telefone com bitola 0,40mm se deu porque suportam a voltagem e corrente com que o Arduino trabalha e são mais discretos e maleáveis para manuseio e instalação.



Figura 14 – Fio De Telefone Interfone Cci 40 X 1 Par.

Fonte: <https://goo.gl/dJKoif>

2.1.13 Multimetro digital

O multimetro é um aparelho que permite a medição de algumas grandezas elétricas entre as quais podemos destacar, intensidades de corrente, tensões elétricas, resistência elétricas. Existem dois tipos de multímetro, os analógicos e os digitais, para este trabalho foi utilizado o digital.



Figura 15 – Multimetro Digital.

Fonte: <https://goo.gl/zEKDJu>

2.2 Ferramentas Computacionais

2.2.1 IDE Arduino

O Ambiente de Desenvolvimento Integrado Arduino (IDE), se conecta ao hardware Arduino para carregar programas e comunicar com eles. Possui um editor de texto onde são feitas as *sketches*, como são chamados os blocos de código, e são salvas com a extensão de arquivo “.ino”. O ambiente é escrito em Java, e baseada em processamento de outros softwares de código aberto. Oferece de início duas funções básicas a serem configuradas, o *setup()* que se insere no inicio usada para inicializar a configuração, e *loop()* que faz repetições de blocos de comandos. (ARDUINO, 2013)

2.2.2 Notepad++

Notepad++ é um editor de texto e códigos fonte completo que suporta as mais diversas linguagens de programação. Tem suporte às linguagens C, C++, Java, C, XML, HTML, PHP, Javascript, Matlab e algumas características favoráveis para facilitar o trabalho, como auto-completar, sistema de busca e substituição, navegação por abas, além de possuir uma licença de software livre. (HO, 2014)

2.2.3 Aplicativos Bluetooth

Para interação com o ambiente via bluetooth o usuário poderá fazê-la de duas maneiras, ou por botões que executam ações pré-determinadas no código ou por comandos de voz com ações também pré-determinadas no código do projeto, ambas maneiras necessitam de um aplicativo android cada. O aplicativo para acionamento por voz chama-se “AMR Voice”¹ e o para acionamento por botões chama-se “Arduino Bluetooth Control Device”², ambos disponíveis na Play Store.

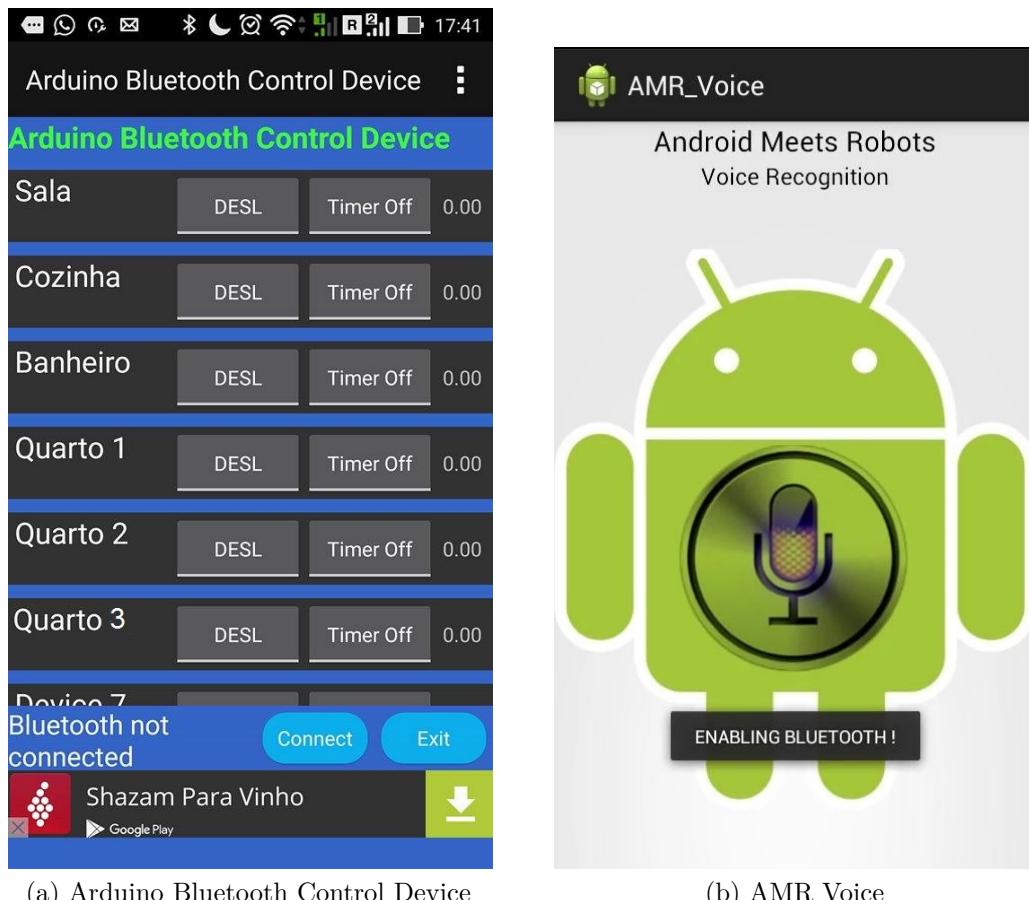


Figura 16 – Aplicativos bluetooth.

¹ Link para download: <https://goo.gl/iCZKg1>

² Link para download: <https://goo.gl/SKJxvc>

2.2.4 ThingSpeak

A plataforma *ThingSpeak* é um serviço aberto que oferece uma infraestrutura web e protocolo HTTP para o envio e recebimento de dados gerados pelo Arduino ou qualquer outro microcontrolador com recursos para comunicação em rede. Os dados são armazenados no website e podem ser acessados publicamente ou privadamente, depende da configuração do usuário. Este serviço permite a criação de um canal de dados que contém oito campos capazes de comportarem qualquer tipo de dados, além de alguns outros complementares como nome do canal, descrição, entre outros.

No projeto, a plataforma *ThingSpeak* será utilizada para criação de um canal chamado “ProjetoAutomacao” que receberá, armazenará e exibirá os dados gerados pelo arduino e serão enviados por meio da internet e dispostos em forma de gráficos, onde cada campo representa um gráfico respectivamente. A Figura 17 mostra alguns desses campos.

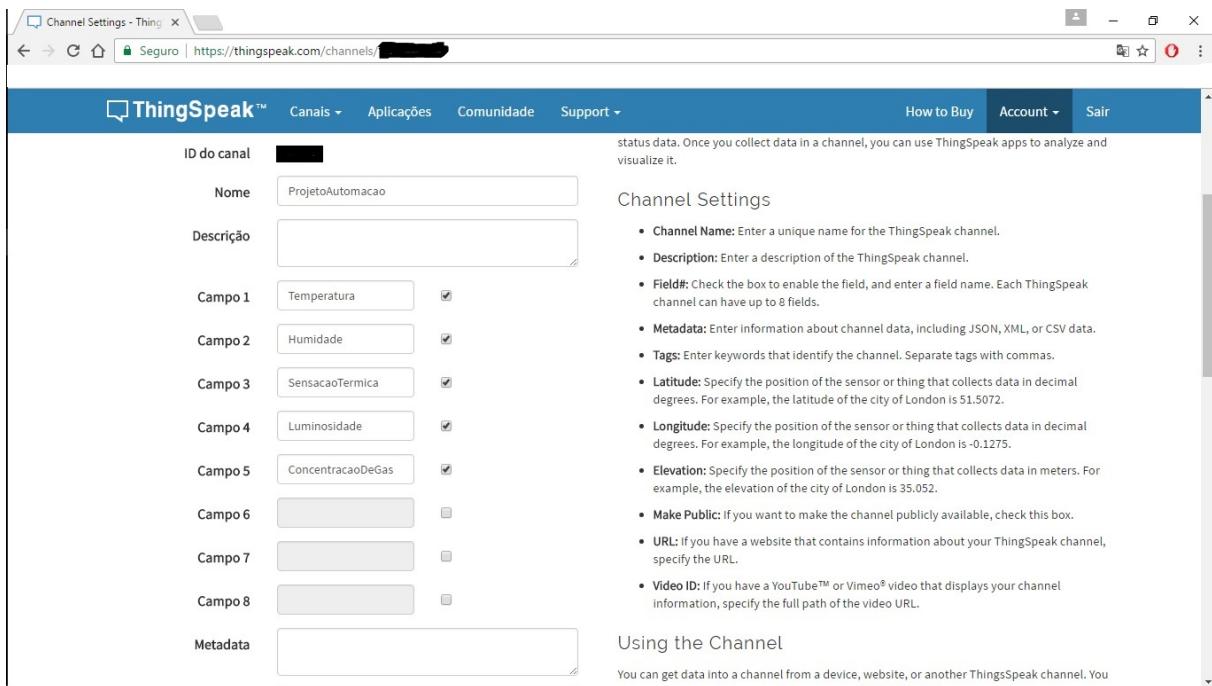


Figura 17 – Campos que receberão o valor das leituras dos sensores do arduino, cada campo significa um gráfico.

3 Metodologia

Em um primeiro momento buscou-se adquirir uma base teórica a partir da leitura de livros e afins com assuntos relacionados ao tema como teses de doutorado, dissertações de mestrado, tutoriais informais na internet, periódicos; logo após foram reproduzidos alguns exemplos no arduino para verificar o funcionamento do mesmo e demais periféricos escolhidos para o trabalho; após esta fase iniciou-se a construção de uma interface web que posteriormente veio a se tornar o aplicativo e depois a implementação dos sensores e atuadores escolhidos para o trabalho no imóvel. O sistema conta também com conexão via bluetooth, como alternativa à conexão web caso a mesma apresente algum mau funcionamento.

3.1 Ambiente de implementação do sistema

O projeto em questão foi implementado em uma residência contendo 03 dormitórios, 01 sala, 01 cozinha, 01 banheiro, área de serviço, conforme a [Figura 18](#). Onde em cada cômodo foi instalado um rele para acionar a iluminação, o sensor de gás instalado na cozinha, o LDR na área de serviço e o DHT 11 fica próximo ao arduino que fica no quarto 3.

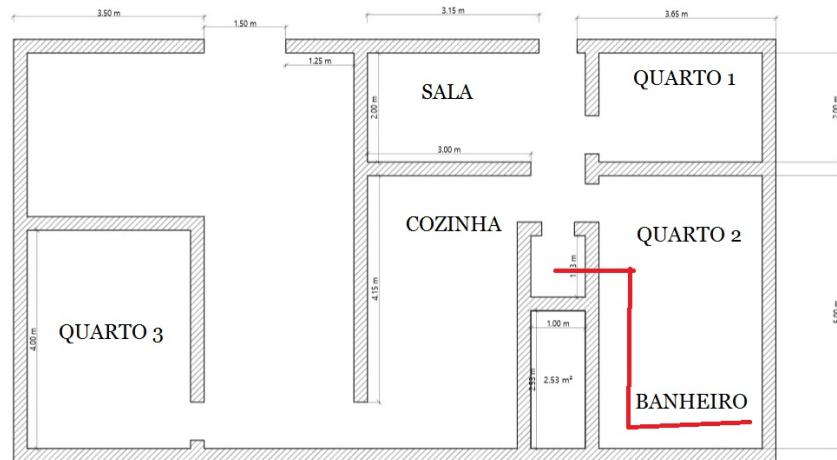


Figura 18 – Planta do Ambiente.

3.2 Dispositivo para medir umidade e temperatura

Para o monitoramento da umidade e temperatura do ambiente doméstico, foi utilizado o sensor descrito na [subseção 2.1.6](#). O sensor possui 4 terminais sendo que somente 3 são usados: GND, VCC e Dados, o pino dados foi conectado a entrada digital

2 do Arduino e os pinos VCC e GND as saídas respectivas na protoboard descrita na Figura 5. A Figura 19 mostra o diagrama que foi utilizado para a montagem do circuito.

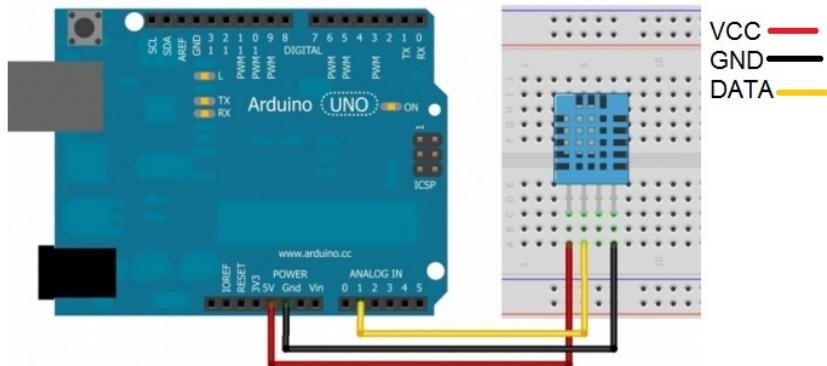


Figura 19 – Diagrama de ligação do DHT11.

Fonte: <https://goo.gl/3Q5x0T>

3.3 Dispositivo para medir concentração de gás

O sensor de gás (subseção 2.1.7) foi instalado na cozinha da residência, próximo ao fogão e não muito próximo da janela para o vento não influenciar negativamente no resultado da medição feita pelo sensor. O módulo possui quatro pinos, porém pode-se usar só três deles dependendo da aplicação e a ligação é feita da seguinte maneira: os pinos VCC e GND são ligados aos respectivos canais na protoboard apresentada na subseção 2.1.3, e o pino AOUT do módulo ligado a entrada analógica A2 do arduino. A Figura 20 mostra o diagrama que foi utilizado para a montagem do circuito.

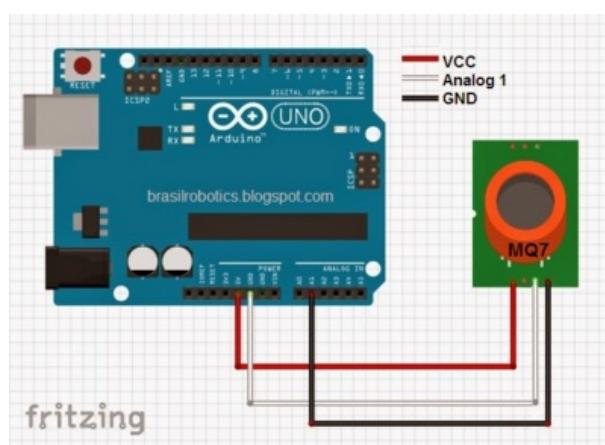


Figura 20 – Diagrama de ligação do módulo MQ-7.

Fonte: <https://goo.gl/fmkj41>

3.4 Dispositivo para medir luminosidade

O sensor LDR ([subseção 2.1.8](#)) foi instalado na área de serviço. O sensor possui dois pinos e a ligação é feita da seguinte maneira: um pino serve para leitura e alimentação, este deve ser conectado a um resistor antes de ligado ao arduino e o GND é ligado ao seu respectivos canal na protoboard apresentada na [subseção 2.1.3](#) e a outra ponta que sai do resistor é ligada a entrada analógica A0 do arduino. A [Figura 21](#) mostra o diagrama que foi utilizado para a montagem do circuito.

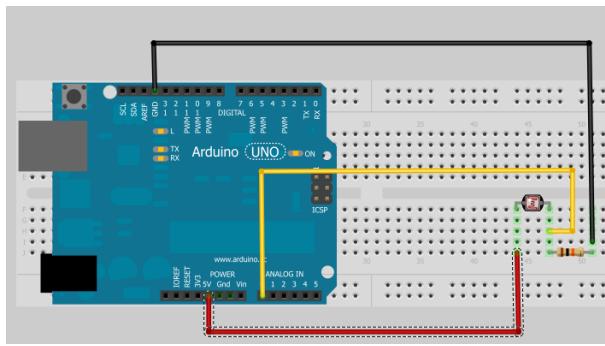


Figura 21 – Diagrama de ligação do LDR.

Fonte: <https://goo.gl/UO4ZIu>

3.5 Dispositivo para acionamento de cargas elétricas

Para acionar as luminárias e eletrodomésticos que necessitam de energia elétrica para funcionar, foram instalados reles ([subseção 2.1.10](#)) num total de seis, nos lugares dos interruptores comuns que haviam na casa. Este que quando tem seu pino acionado por um pulso enviado do arduino, dipara a bobina do rele que faz com que a passagem de corrente elétrica seja liberada para o aparelho que for entrar em uso. Para comunicar os reles com o arduino o pino IN que é o pino que fica ligado à alguma porta do arduino, as portas usadas foram as digitais 22, 24, 26, 28, 30 e os pinos VCC e GND ambos são ligados aos canais VCC e GND respectivamente da protoboard mostrada na [subseção 2.1.3](#). Do outro lado dos reles, existem os contatos NC (Normal Fechado), C (Comum), e NA (normal aberto), o fio de energia “fase” é ligado ao contato “C” e o outro fio que vai para o eletrodoméstico é ligado ao “NA”. A [Figura 22](#) mostra o diagrama que foi utilizado para a montagem do circuito.

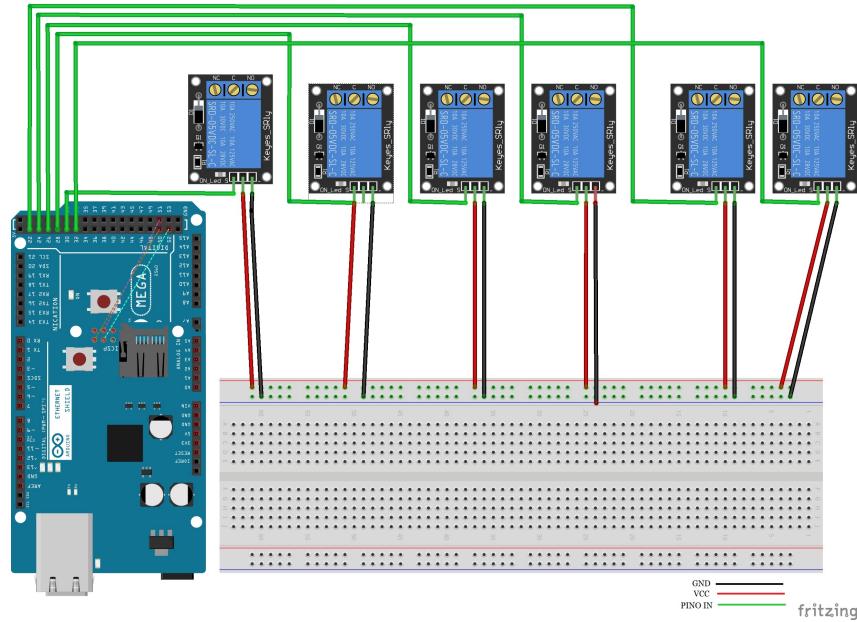


Figura 22 – Diagrama de ligação do rele.

3.6 Configuração do módulo para comunicação bluetooth

Para comunicação bluetooth o módulo (subseção 2.1.11) foi ligado ao arduino usando o pino VCC no pino de saída 3,3V da placa, o GND do módulo no GND da placa, o pino RX do módulo no TX da placa e o pino TX do módulo no RX da placa da forma como demonstrada a Figura 23.

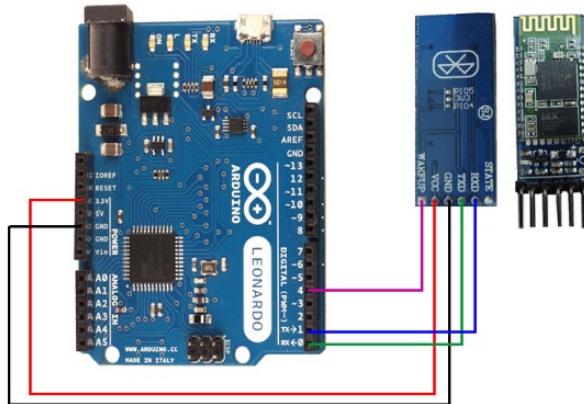


Figura 23 – Diagrama de ligação do Módulo Bluetooth.

Fonte:<https://goo.gl/Ioc4CV>

O módulo bluetooth precisa de uma breve configuração antes de entrar em uso, para isso foi utilizado o código da [Apêndice A](#). Depois de fazer o upload do código, tem que abrir o serial monitor, e escolher a velocidade de comunicação¹ para 9600 baud, além

¹ Quantidade de bits por segundo (bps) que é transmitido de uma máquina para outra

dos parâmetros NL (New Line) e CR (Carriage Return), depois aparecerá a seguinte mensagem: “digite a os comandos AT” na tela do serial conforme destacado na [Figura 24](#).

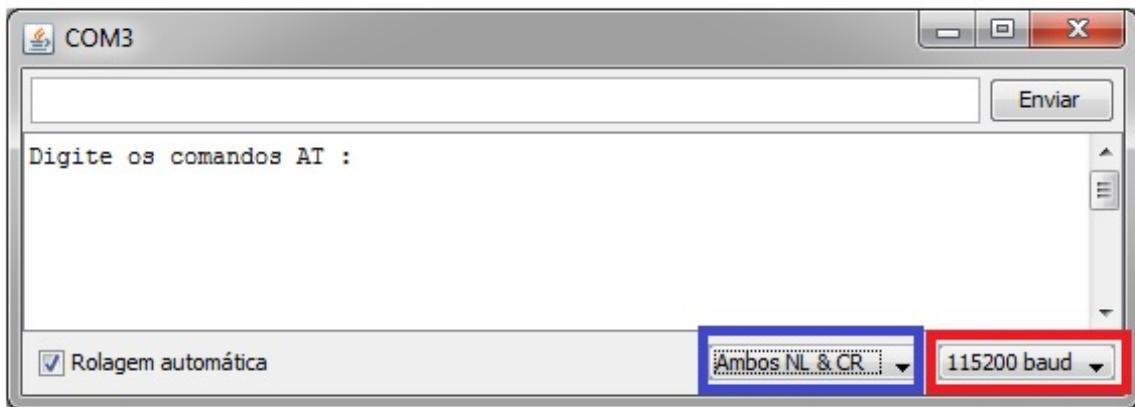


Figura 24 – Serial Monitor da IDE mostrando uma das etapas de configuração do módulo HC05.

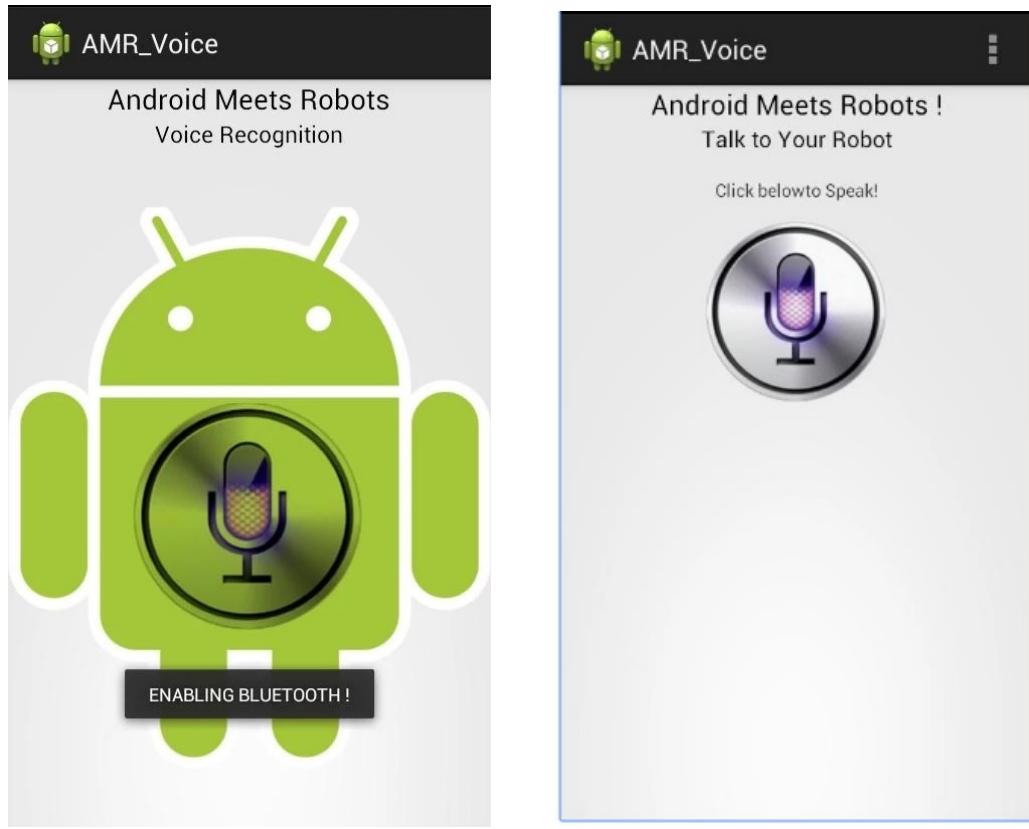
Abaixo algumas das configurações AT para as principais tarefas:

- AT para testar o módulo
- AT+VERSION? para mostrar a versão do firmware
- AT+NAME=<nome do modulo> para alterar o nome do módulo;
- AT+PSWD=<senha> para alterar a senha.

Utilizando o serial monitor da IDE apresentada na [subseção 2.2.1](#) e os seguintes comandos: AT+NAME=<nome do modulo> e o nome foi alterado para TEXAS e utilizado AT+PSWD=<senha> alterando a senha para 1234, foram feitas as configurações básicas do módulo. A [seção A.1](#) apresenta mais alguns comandos AT, caso necessário.

3.7 Aplicativo para acionamento via voz

Para acionar os atuadores do imóvel via voz, o usuário deve parear seu aparelho ao módulo bluetooth. Feito isso, basta o usuário clicar no botão com o símbolo de um microfone como mostra a [Figura 25](#) e falar o comando desejado, comandos esses que são escolhidos previamente por quem vai usar, pois estes ficam no corpo do código fonte e não podem ser alterados posteriormente.



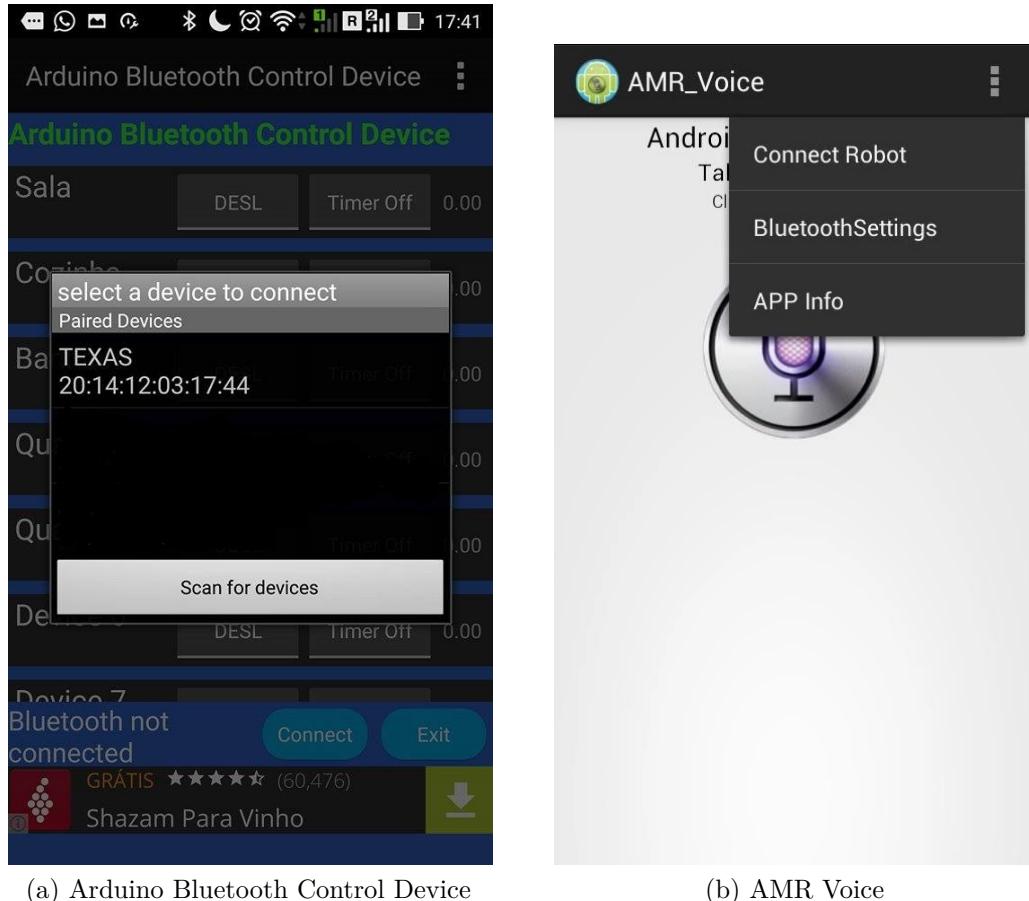
(a) Tela inicial do aplicativo

(b) Tela para acionar os comandos

Figura 25 – Aplicativo para acionamento por voz.

3.8 Pareamento dos aplicativos Bluetooth

Após ligar o bluetooth conforme a [Figura 23](#) e fazer a configuração do módulo de acordo com os passos descritos na [seção 3.6](#), é necessário baixar os aplicativos apresentados na [subseção 2.2.3](#). Após a instalação dos aplicativos no smartphone, para usufruir das suas funcionalidades basta sincronizá-los ao módulo bluetooth selecionando o nome da rede e digitando a senha escolhida; no aplicativo (a) a rede aparece automaticamente, já no aplicativo (b) é necessário clicar em “*Connect Robot*” conforme demonstra a [Figura 26](#).



(a) Arduino Bluetooth Control Device

(b) AMR Voice

Figura 26 – Tela para sincronização com o módulo bluetooth.

3.9 Sincronizando à ThinkSpeak

Para que comunicação com a plataforma *ThingSpeak* ocorra, deve-se fazer uma pequena configuração no código do arduino, que começa com a definição do endereço de seu API (Application Programming Interface) na variável “thingSpeakAddress[]” e uma chave única na variável “writeAPIKey”. Esta chave é gerada automaticamente após a criação do canal na plataforma e serve como senha para o envio de informações, não devendo ser revelada publicamente, para efeitos de segurança das informações. Em seguida, é necessário configurar o intervalo de tempo entre updates que, por definição da própria plataforma são de 16 segundos. As variáveis “lastConnectionTime”, “lastCheck”, “lastConnected” e “failedCounter” são utilizadas para controle da conexão. A Figura 27 mostra essa configuração.

```
//Configurações ThingSpeak
char thingSpeakAddress[] = "api.thingspeak.com";
String writeAPIKey = "XXXXXXXXXX";
const int updateThingSpeakInterval = 16 * 1000; // Intervalo de tempo para update no ThingSpeak
//Setup de Variáveis
long lastConnectionTime = 0;
long lastCheck = 0;
boolean lastConnected = false;
int failedCounter = 0;
```

Figura 27 – Código de configuração.

3.10 Alimentação do circuito

A alimentação dos dispositivos e do arduino foi feita pelo uso de uma fonte externa de 9V conforme mencionada na [subseção 2.1.5](#), ligada a fonte de alimentação da protoboard descrita na [subseção 2.1.4](#) que por sua vez esta encaixada na protoboard descrita na [subseção 2.1.3](#) que é onde os demais dispositivos estão também conectados para fins de alimentação.

3.11 Montagem da central de controle

A interligação dos periféricos ao arduino se sucedeu da seguinte maneira: foi encaixado o shield ethernet (2) descrito na [subseção 2.1.2](#) em cima do arduino (3) apresentado na [subseção 2.1.1](#), para utilizar o arduino como um servidor; foi conectado o módulo HC-05 (1) para conexão bluetooth; depois foram ligados os reles (4) para acionamento de cargas elétricas; posteriormente foi conectado o sensor DHT11 (5) apresentado na [subseção 2.1.6](#), o sensor MQ7 (6) descrito na [subseção 2.1.7](#) e o sensor LDR (10) da [subseção 2.1.8](#); a bateria de 9V (7) representa a fonte externa ([subseção 2.1.5](#)) usada para alimentar todo o circuito que é ligada na entrada P4 da fonte ajustável (8) e um cabo USB liga (8) ao arduino (3). A [Figura 28](#) demonstra como ficou o diagrama de ligações.

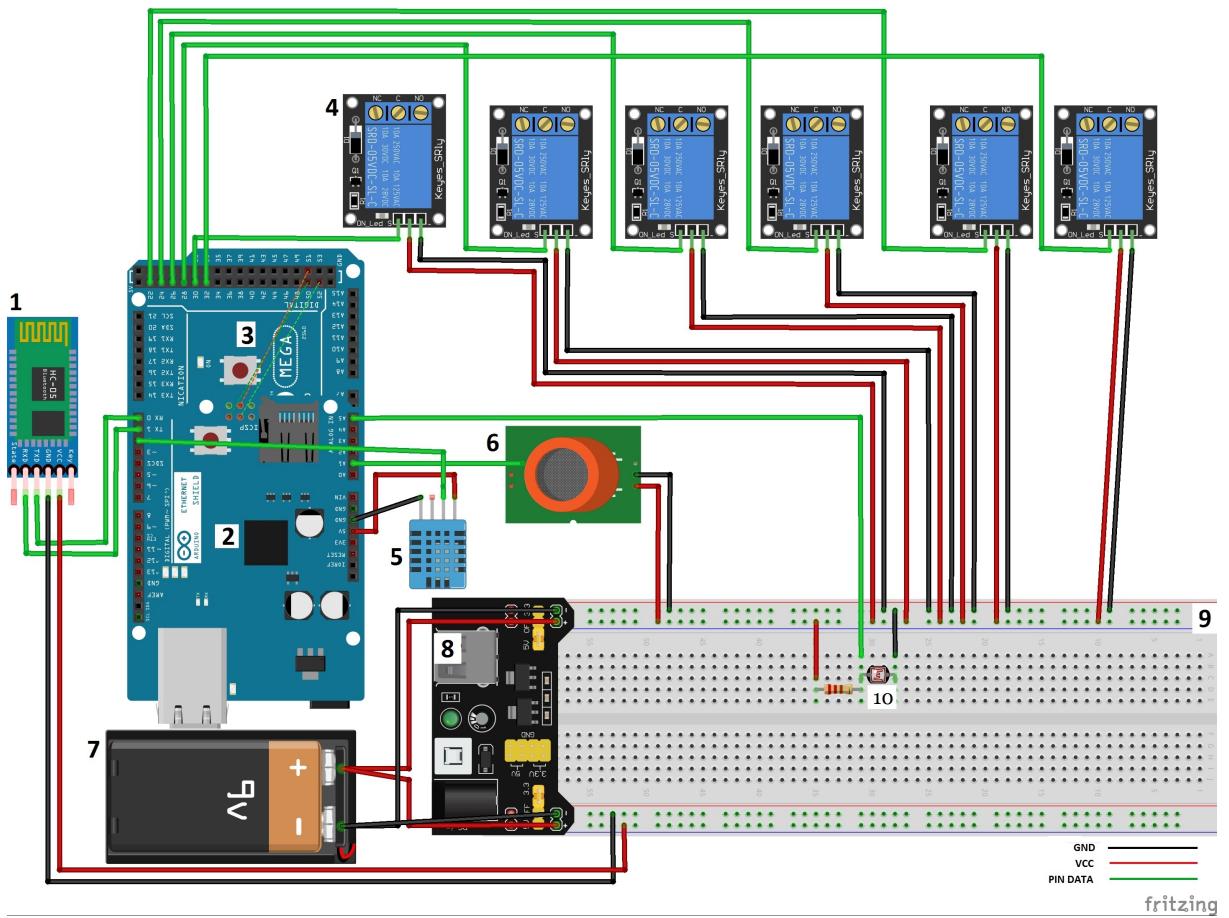


Figura 28 – Diagrama de Ligação da Central de Controle.

4 Resultados

Nesta seção será apresentado o que foi obtido no decorrer da monografia, como gráficos disponibilizados pela plataforma *ThinkSpeak*, representando a concentração do gás GLP, umidade, luminosidade e temperatura. Figuras mostrando as principais características do aplicativos construídos para dispositivos moveis, bem como as tabelas referentes a projetos com o mesmo foco desta monografia para fins de comparação.

4.1 Conexão com a plataforma ThinkSpeak

Conforme mostra a [Figura 29](#) a plataforma nos retorna um *feedback* com informações sobre quando foram feitas atualizações na plataforma através dos campos “*Updated*” e “*Last entry*”, o que serve para avaliar se está ou não havendo a comunicação entre o arduino e a plataforma.

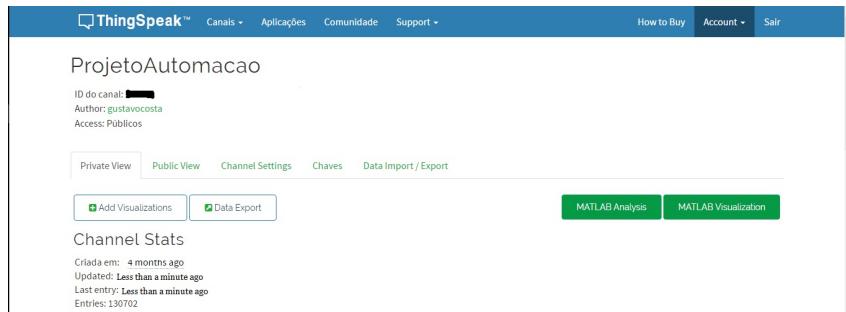
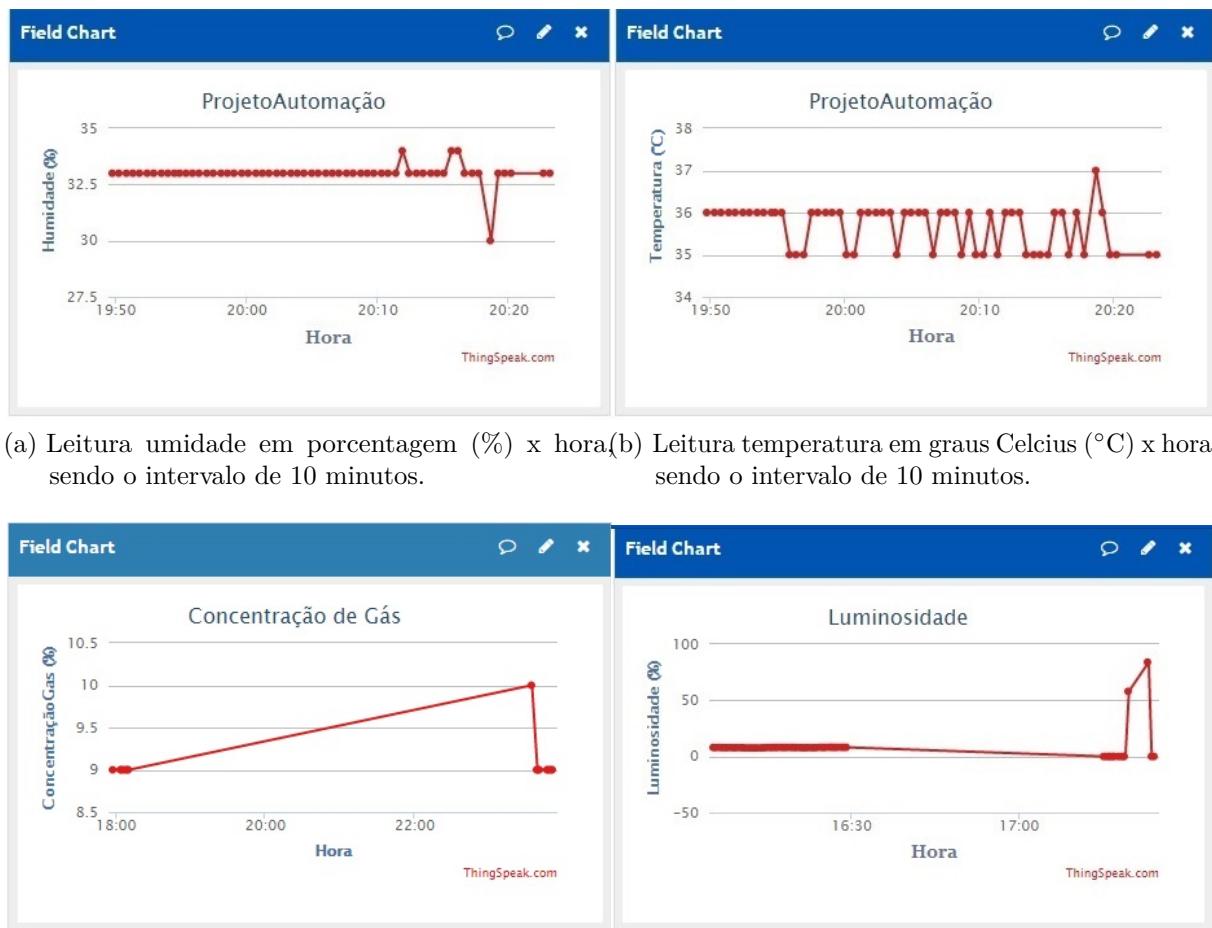


Figura 29 – Informações com o tempo da última atualização.

4.2 Gráficos na plataforma ThinkSpeak

A [Figura 30](#) mostra gráficos disponibilizados pela plataforma *ThinkSpeak* referente a leitura realizada pelos dispositivos descritos no [Capítulo 2](#), que mensura a concentração de gás GLP, umidade, temperatura, luminosidade no ambiente em que foi instalado.



(a) Leitura umidade em porcentagem (%) x hora, sendo o intervalo de 10 minutos.
 (b) Leitura temperatura em graus Celcius (°C) x hora, sendo o intervalo de 10 minutos.
 (c) Leitura gás em porcentagem (%) x hora, sendo o intervalo de 02 horas.
 (d) Leitura luminosidade em porcentagem (%) x hora, sendo o intervalo de 30 minutos.

Figura 30 – Gráficos disponibilizados online na plataforma *ThingSpeak*.

4.3 Adoção de tecnologias

A Figura 31 mostra a demanda nos últimos anos até 2015 referente as tecnologias de automação, como o cabeamento estruturado, monitoramento de segurança, automação integrada, entre outras.

Tecnologia	2003	2004	2005	2006	2015(*)
Cabeamento estruturado	42%	61%	49%	53%	80%
Monitoramento de segurança	18%	28%	29%	32%	81%
Multiroom audio	9%	12%	15%	16%	86%
Home Theater	9%	8%	11%	12%	86%
Controle de iluminação	1%	2%	6%	8%	75%
Automação integrada	0	2%	6%	6%	70%
Gerenciamento de energia	1%	5%	11%	11%	62%

Figura 31 – Evolução da adoção de algumas tecnologias.

Fonte: <https://goo.gl/RmkagP>

4.4 Economia de energia

A [Figura 32](#) apresentada no trabalho do ([CANATO, 2007](#)), apresenta a economia de energia obtida com a implementação das tecnologias de automação em diferentes ambientes como, banheiros, salas de reuniões, corredores e demais.



Figura 32 – Redução de energia com aplicação de sensores.

4.5 Acionamento dos Reles

A [Figura 33](#) mostra as telas que permitem acionar as cargas pelos aplicativos via web e bluetooth, onde cada botão aciona a iluminação do seu respectivo cômodo.

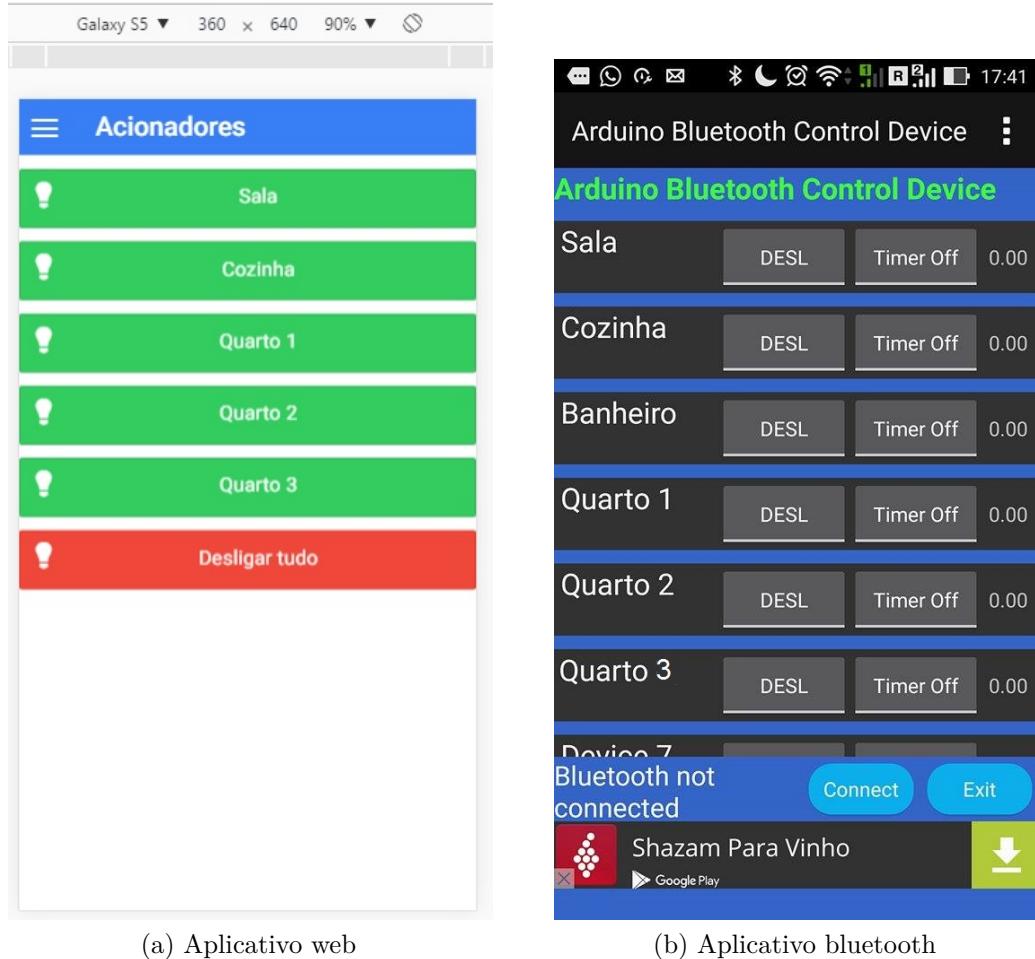
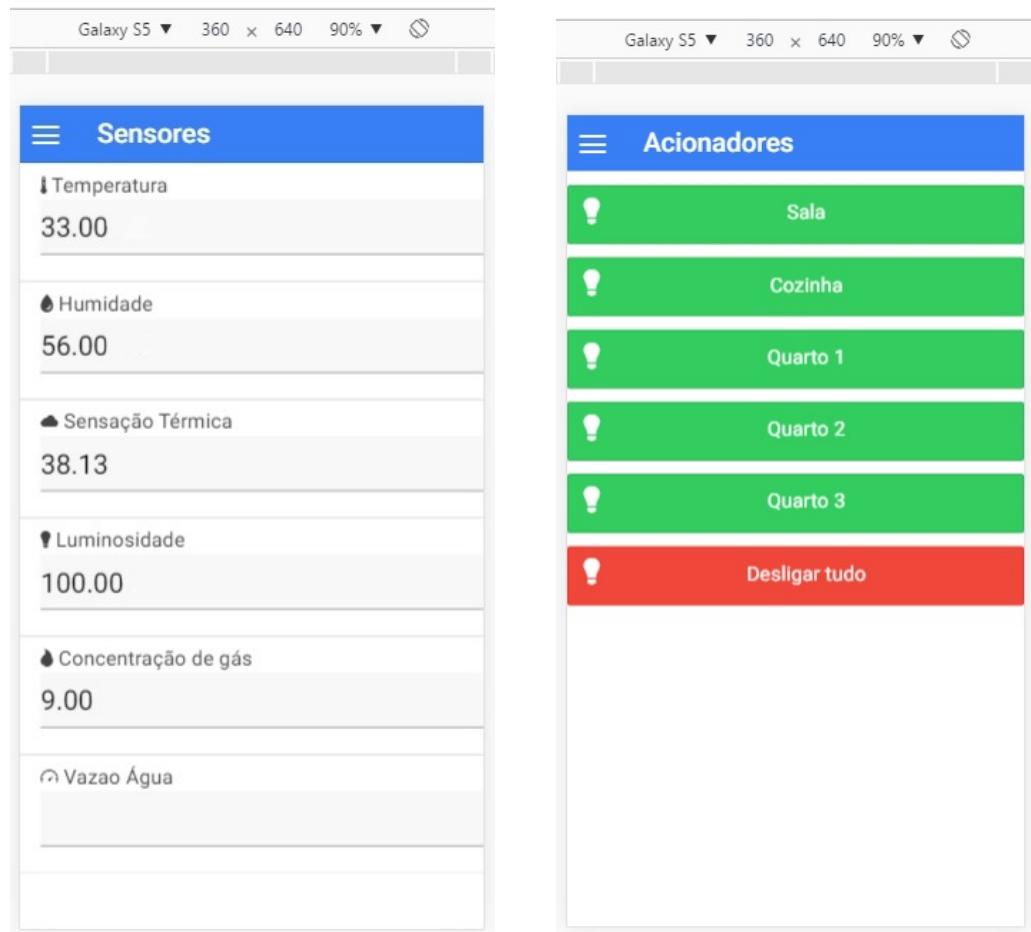


Figura 33 – Aplicativos usados no projeto.

4.6 Aplicativo para controle via Web

A [Figura 34](#) representa as telas do aplicativo construído para controle e monitoramento do imóvel pela internet, as mesmas podem ser alternadas através de um menu no canto superior esquerdo ao lado do título da tela. O mesmo é responsivo, mas a imagem demonstra como ele se comporta na tela de um *Galaxy S5*.



(a) Tela de leituras com informações recuperadas da plataforma *ThinkSpeak*

(b) Tela de Aktionadores

Figura 34 – Aplicativo web.

4.7 Custo Monetário dos Dispositivos

A seguir é demonstrado uma relação dos dispositivos e seus respectivos valores e um somatório total aproximado do que foi gasto até o presente momento.

Dispositivos	valor
Arduino Mega2560	\$ 100,00
Ethernet Shield W5100	\$ 60,00
Protoboard 830 Pontos	\$ 20,00
Fonte Ajustável para protoboard	\$ 15,00
Fonte Externa de Alimentação	\$ 44,30
Sensor de Umidade e Temperatura DHT11	\$ 23,70
Sensor de Presença PIR DYP-ME003	\$ 13,00
Sensor de Gás MQ-7	\$ 33,85
Módulo Rele	\$ 32,13
Sensor de Fluxo de Água 3/4	\$ 73,33
Sensor Ultrassônico HC-SR04	\$ 12,00
Módulo bluetooth HC-05	\$ 35,00
Fio De Telefone Interfone Cci 40 X 1 Par (200m)	\$ 37,00
Total	\$ 499,31

Figura 35 – Custo dos dispositivos.

5 Discussão dos Resultados

A seguir são discutidos alguns pontos decorrentes dos resultados de modificações, medições e apresentadas algumas limitações.

5.1 Circuito de alimentação

Terminada a parte de instalação, onde todos os dispositivos foram devidamente conectados ao arduino, percebeu-se que após certo tempo de uso o arduino começava a apresentar problemas no funcionamento, ou seja, começava a acender e apagar os reles e os leds da própria placa sem que o mesmo fosse requisitado e parava de responder as requisições, impossibilitando o uso de todo o sistema.

Após certo tempo de observação foram levantadas algumas questões relacionadas ao que poderia ser a causa de tal fato. Poderiam ser elas, o rele retornando carga negativa para o circuito do arduino após desacionar a bobina, excesso de corrente ou tensão elétrica dentro do circuito montado, erro de programação ou mal funcionamento do próprio arduino. Depois de um período de estudo sobre o problema na internet e discussões com os demais envolvidos no projeto, foram levantadas algumas propostas de solução para tais pontos levantados e foram elas: a criação de um circuito divisor de tensão colocado entre a fonte de alimentação externa e o arduino, diminuição de dispositivos ligados ao circuito, troca do microcontrolador ou troca da fonte externa de alimentação usada por uma de menor tensão.

Das soluções testadas a que se mostrou mais eficiente a ponto de resolver o problema, foi o fato de trocar a fonte de alimentação externa de 12V que estava sendo utilizada para alimentar o circuito, por uma de 9V. Foi observado na literatura de assuntos relacionadas ao tema para a solução do problema, muitos profissionais da área dizendo que apesar de no datasheet do microcontrolador descrito na [subseção 2.1.1](#) a tensão de alimentação poder variar de 7 à 12V; a recomendação para este trabalho foi usar uma de 9V.

5.2 Modificações feitas para controle via web

Inicialmente o projeto utilizava uma página que ficava salva no arduino, dentro do cartão microSD no slot do *shield ethernet*. Porém, durante a execução do projeto foi necessário fazer alterações no código desta página. Tais modificações se deram porque ao abrir a página usada como base para o projeto, observou-se que a mesma apresentava diversos problemas de funcionamento, tais como:

- Significativa demora de resposta do servidor, consequentemente uma significativa demora no carregamento da página que contém o painel pelo navegador;
- Problemas com a atualização de informações;
- Quando a mesma era executada em um aparelho de resolução menor, ficava totalmente fora de foco, com botões grandes e fora do lugar o que causava certa frustração durante o uso;
- Como o código HTML, o CSS e o JavaScript da página eram escritos dentro da IDE do arduino, o código acabava por ficar muito poluído e extenso;

O problema da demora se dava porque o código HTML, CSS e JavaScript da página era escrito em sua totalidade dentro da IDE do arduino juntamente com o resto do código que contém as funções para ativar os dispositivos, tal recurso é permitido por causa da biblioteca *Ethernet.h* disponibilizada pela IDE. Para solucionar esse problema, foi transferido o código HTML que estava na IDE para um arquivo de extensão ".htm" separado que foi salvo em um cartão microSD - já que o shield ethernet mostrado na [subseção 2.1.2](#) possui em seu hardware um slot para cartão - o programa utilizado para fazer as modificações no arquivo .htm foi o mostrado na [subseção 2.2.2](#).

Para que o arquivo salvo no cartão pudesse ser lido pelo arduino uma mudança no código na IDE também precisou ser realizada. Essa modificação primeiramente foi a inclusão da biblioteca *SD.h* e em seguida a criação de uma função para leitura e inicialização do cartão, utilizando de palavras chaves contidas na biblioteca adicionada.

Porém mesmo após esta modificação a página ainda apresentava problemas na atualização das informações, como as medições de umidade e temperatura e os estados de alguns reles. Para que essa atualização pudesse ocorrer, tinha que ficar apertando um botão que tinha como finalidade essa função, mas isso não é uma solução viável além de ser um processo cansativo ter que apertar o botão toda vez que o usuário quisesse saber uma medição. Em uma primeira tentativa de solução, foi adicionada dentro do HEAD do arquivo html uma linha de código responsável por essa função de atualização,

```
<meta http-equiv="refresh" content="3">
```

contudo, tal mudança ainda não se mostrou uma solução eficiente pois a atualização ainda era feita a cada 3s. Sendo assim, foi feita toda uma reformulação do código a fim de adotar uma solução mais eficiente, o que deu origem ao aplicativo web.

5.3 Medição da umidade e temperatura

Ao observarmos a [Figura 36](#) percebemos que há uma correlação entre temperatura e umidade. No instante PM05:15 - PM05:20 aproximadamente (demarcado pelas linhas

pretas), quando a temperatura diminui tendendo a 30°C a umidade aumenta tendendo a 50 % e nos instantes anteriores vemos que conforme a temperatura aumenta, a umidade diminui.

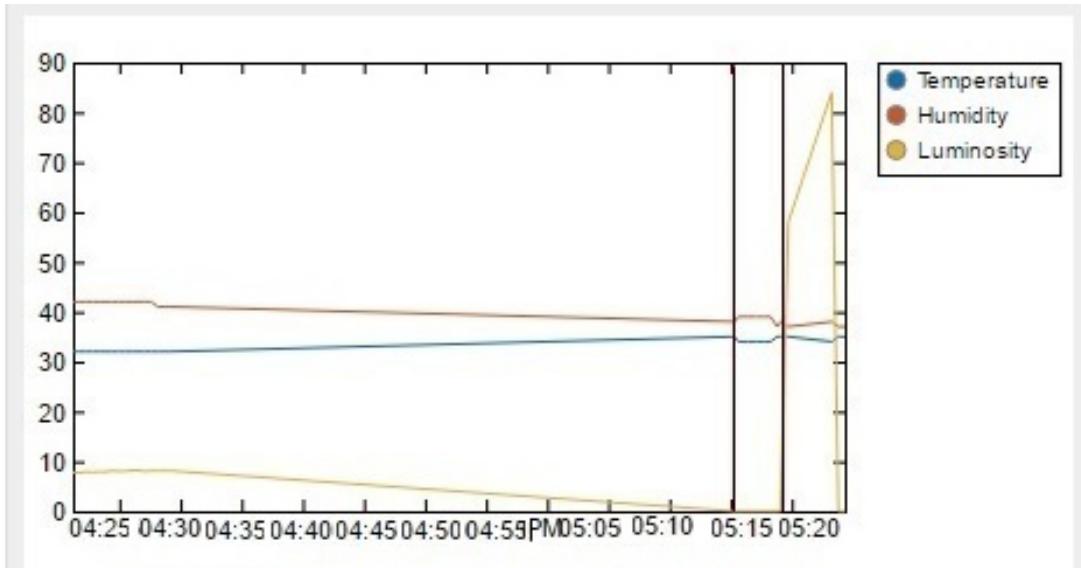


Figura 36 – Correspondência entre Temperatura e Umidade.

5.4 Medição da luminosidade

Quando observamos a [Figura 37](#) podemos perceber quando a quantidade de luz no ambiente é alterada por intervenção humana. No figura (a) percebemos mudanças bruscas no percentual de luz, o que significa que a lâmpada deste cômodo foi acesa, já na figura (b) percebe-se uma diminuição gradativa deste percentual, o que significa que está é a luz natural do dia se esgotando.

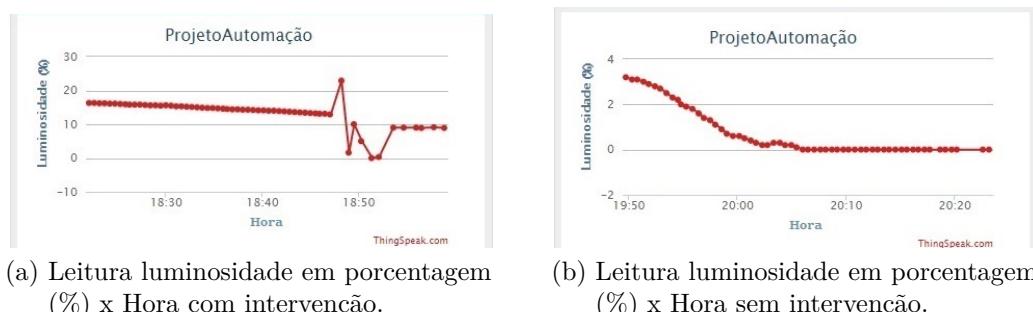


Figura 37 – Comparativo Luminosidade.

5.5 Acionamento remoto de cargas

O acionamento das cargas elétricas atendeu as expectativas de funcionamento. Este quando ocorre, há uma mudança na interface sinalizando que um dispositivo está ou não

ativo, no caso do aplicativo web a cor verde representando o estado ligado e a vermelha o estado desligado, e no aplicativo bluetooth os nomes alternam entre “LIGADO” e “DESL”, como demonstra a [Figura 38](#).

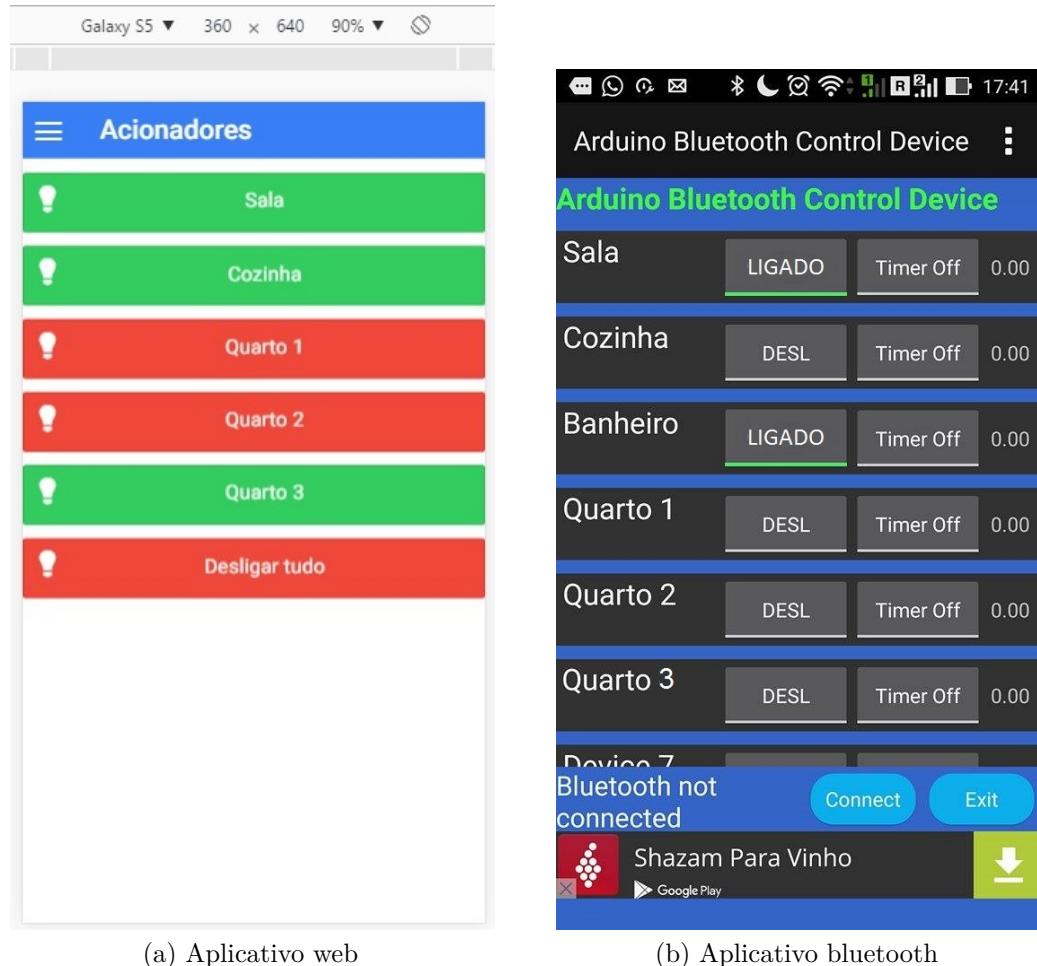


Figura 38 – Representação de como se comportam os aplicativos em funcionamento.

5.6 Acionamentos por voz

O aplicativo apresentado na [seção 3.7](#) se mostrou eficiente, atendeu ao objetivo ao qual foi designado, apesar de em alguns momentos o mesmo apresentar uma certa demora para reconhecer o comando falado. Podemos destacar alguns exemplos de comandos do tipo “acender sala” - que acende o cômodo da sala, “ligar tudo” - que liga todas as luzes, “desligar tudo” - que faz o inverso do anterior.

5.7 viabilidade

Como pode-se observar na [Figura 31](#), houve um aumento significativo em relação aos dispositivos necessários na automação residencial nos últimos 15 anos, dobrando em 50% o numero de residências com cabos estruturados, um aumento de 63% em relação ao

monitoramento de segurança e podemos destacar também o aumento de 70% pela procura da automação integrada, e na [Figura 32](#) é mostrado que com a introdução de sensores e atuadores em ambientes domésticos pode-se reduzir até 60% o desperdício de energia em depósitos, 30% em corredores, por exemplo, o que torna a possibilidade de tornar este protótipo um produto, bem mais paupável.

5.8 Custo monetário de um projeto

Os investimentos na implantação de um sistema domótico vão variar de acordo com as necessidades de cada consumidor e em quais equipamentos ou comodos da residência ele pensa em automatizar. Em entrevista a *Impressão Digital 126* Weber dos Anjos foi claro: “o preço vai variar de acordo o gosto de cada cliente, com o que ele quer automatizar na sua residência, já que um projeto é totalmente personalizado”. A fonte também traz a informação que segundo a AURESIDE, calcula-se que um projeto de automação custa 5% do valor do imóvel. [Brito e Barreto \(2012\)](#)

Segundo [Pradella \(2013\)](#) há cinco anos, não cogitava-se um projeto nesta área com menos de R\$ 50.000(cinquenta mil reais). Hoje é possível entrar no mundo da automação com menos de R\$ 1.000 (mil reais) uma parte da redução nos preços aconteceu porque as soluções tem se tornado muito mais adaptadas a cada caso, ou seja, o cliente pode escolher somente o que quer automatizar. Porém existem também sistemas na faixa de 5 mil à 6 mil reais onde é possível, por exemplo, adquirir uma solução que “Tem funções baseadas em GPS; dá para programar elementos da casa, como alarmes, iluminação, temperatura e equipamentos de áudio e vídeo, para serem ligados ou desligados a partir da mera proximidade física”, esclarece o diretor da Munddo, Vinicius Bastos em entrevista a revista *Home Theater*.

A [Figura 35](#) mostra que o vigente trabalho apresentou uma solução de automação onde seu custo final foi relativamente baixo com relação as soluções existentes, porém devemos levar em conta que o nível de tecnologia e qualidade de materias empregados em ambos os projetos são bem diferentes.

5.9 Limitações do trabalho

Algumas limitações que podem ser destacadas deste trabalho são: o sistema não permitir acionamentos por gestos; não possui um forte sistema de segurança de acesso ao servidor contra possíveis invasões, para tal teria que ser demandado mais um tempo de estudos, programação e testes; não haver uma centralização dos meios de conexão para controle dos atuadores do imóvel. Para isso seria necessário desenvolver um aplicativo que permitisse ao usuário escolher o tipo de conexão com o ambiente de sua preferência, Internet

ou bluetooth, o que também demandaria um tempo maior de estudo e programação; não fazer maiores intervenções no ambiente por falta de dispositivos, os quais não puderam ser adquiridos por não haver recursos financeiros suficientes; A acessibilidade foi pouco explorada com respeito à interface dos aplicativos, porém a funcionalidade de acionamento por voz atende a um mínimo desse quesito; o sensor de vazão de agua não foi implementado pois o mesmo trabalha com interrupção externa, quando sua função era executada as demais paravam de funcionar causando falhas de conexão e nas leituras feitas pelos demais sensores, problema que por insuficiência técnica ainda não foi contornado.

6 Conclusão

Este trabalho conseguiu desenvolver um protótipo de um sistema de automação residencial. A plataforma arduino foi integrada em uma residência a qual não possui em seu desenho arquitetônico inicial, uma estrutura para receber intervenções tecnológicas da natureza deste projeto. A literatura nos mostra que é possível uma residência ter uma economia nos gastos com energia elétrica, água e ter um ROI¹ a médio prazo, a partir da instalação de um sistema como o apresentado neste trabalho. O custo com o desenvolvimento deste protótipo mostra que é viável tornar o sistema em um produto com o qual o residente terá economia e autonomia sobre o ambiente. O ramo da internet das coisas está crescendo exponencialmente. A comunidade de profissionais, investidores, intusiatas também cresce constantemente. É uma área que permite uma gama de aplicações muito grande, por ter a adaptabilidade como um dos seus pontos fortes. Sua integração com outras disciplinas como a inteligência artificial, por exemplo, é cada vez mais paupável; além de gerar fontes de receitas e contribuir com o meio ambiente.

¹ *Return On Investment* - representa a relação entre o retorno e o capital investido em um projeto.

7 Trabalhos Futuros

Assim como trabalhos já existentes serviram de base para este, este trabalho pode servir também como modelo para a implementação ou aperfeiçoamento de sistemas domóticos, bastando apenas alterar as programações e diagramas dos circuitos conforme for necessário. Existem tarefas que podem ser incorporadas em trabalhos futuros, para melhorar a interação entre o usuário, aplicativo e ambiente, algumas delas estão descritas a seguir:

- Aprimoramento do produto em termos de hardware e software para o uso em automação residencial assistiva;
- Estudar, avaliar e testar técnicas de inteligência artificial para agregá-las ao projeto conforme necessário;
- Aprimorar o aplicativo desenvolvido para este trabalho, a fim de atender melhor às necessidades do usuário, incorporando ao mesmo mais funcionalidades;
- Promover e prover o acesso do maior número possível de pessoas a este tipo de tecnologia.

A possibilidade de aliar as tecnologias arduino e KINECT também é bem vinda, visto que este possui uma gama de recursos que podem ser muito bem utilizados a aperfeiçoados no ramo da domótica [Duncan \(2014\)](#) e com a crescente ascenção da internet das coisas ao ponto de que o desafio agora é aliar IOT ao *BigData* [Eck \(2014\)](#), ter a computação ubíqua cada vez mais presente nas residências desta era tecnológica é quase impescindível.

Referências

ACM. 2010. Acessado em 07/01/2016. Disponível em: <<https://www.acm.org/>>. Citado na página 15.

ALVES, J. A.; MOTA, J. *Casas Inteligentes*. Centro Atlântico Ltda., 2003. Acessado em 20/01/2016. Disponível em: <<http://www.centroatl.pt/titulos/solucoes/imagens/excerto-ca-casas-inteligentes.pdf>>. Citado na página 16.

ARDUINO. *Arduino Software (IDE)*. [S.l.], 2013. Acessado em 05/12/2015. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Environment>>. Citado na página 27.

ARDUINO. *Arduino MEGA 2560*. [S.l.], 2014. Acessado em 19/12/2015. Citado na página 21.

AURESIDE. *Automação residencial teve grande impulso em 2014*. 2014. Acessado em 19/12/2015. Disponível em: <<http://goo.gl/4oJx68>>. Citado na página 14.

BOLZANI, C. A. M. *Desenvolvimento de simulador de controle de dispositivos residenciais Inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos / C.A.M. Bolzani. – ed. rev.* Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos., 2004. Acessado em 25/10/2015. Disponível em: <<http://www.bolzani.com.br/artigos/msc.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 18.

BOLZANI, C. A. M. *Análise de Arquiteturas e Desenvolvimento de uma Plataforma para Residências Inteligentes - Edição Revisada*. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos, 2010. Acessado em 15/10/2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-12082010-112005/pt-br.php>>. Citado 3 vezes nas páginas 15, 16 e 18.

BRITO, G.; BARRETO, R. *Aparentemente caros, oscustos de um projeto de automação são bastante personalizados*. 2012. Acessado em 31/08/2016. Disponível em: <<http://impressaodigital126.com.br/?p=8968>>. Citado na página 49.

CANATO, D. A. *Utilização de conceitos de integração de sistemas direcionados a domótica – estudo de caso para automação residencial*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000436914>>. Citado na página 41.

DAVID, L. *Arduino Ethernet Shield*. [S.l.], 2005. Acessado em 03/10/2015. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>>. Citado na página 22.

DIGITAL, I. *Protoboard de 830 Pontos - Solderless MB 102*. 2014. Acessado em 03/02/2016. Disponível em: <<http://goo.gl/Xu2u3o>>. Citado na página 22.

DUNCAN, G. *Home Automation with a little help from Netduino, Microsoft Kinect Point Cloud and Speech Recognition*. 2014. Acessado em 18/03/2016. Disponível em: <<http://goo.gl/9Vkkq7>>. Citado na página 52.

- ECK, R. *Internet of Things is now bigger than Big Data*. [S.l.], 2014. Acessado em 07/03/2016. Disponível em: <<http://www.monitis.com/blog/2014/10/08/internet-of-things-is-now-bigger-than-big-data>>. Citado na página 52.
- ELECTRONICS, A. *Temperature and humidity module DHT11 Product Manual*. [S.l.], 2010. Acessado em 20/05/2016. Disponível em: <<http://akizukidenshi.com/download/ds-aosong/DHT11.pdf>>. Citado na página 24.
- ELECTRONICS, H. *DataSheet MQ-7*. [S.l.], 2011. Acessado em 01/03/2016. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>>. Citado na página 24.
- GOOGLE. *AngularJS API Docs*. 2016. Acessado em 19/04/2016. Disponível em: <<https://docs.angularjs.org/api>>. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- GRONER, L. *Breve introducao ao JSON + JSON E Java*. <http://www.profissionaisti.com.br>, 2012. Disponível em: <<http://www.profissionaisti.com.br/2012/03/breve-introducao-ao-json-json-e-java/>>. Citado na página 20.
- HO, D. *Notepad++*. 2014. Acessado em 19/12/2015. Disponível em: <<https://notepad-plus-plus.org/>>. Citado na página 28.
- IEEE. 2016. Acessado em 07/01/2016. Disponível em: <<https://www.ieee.org/index.html>>. Citado na página 15.
- KING, T. *BlueTooth HC05 Modules How To*. [S.l.], 2014. Acessado em 26/11/2015. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/sensores-e-modulos/sensor-de-fluxo-de-agua-g-34-1-60-lmin-3523.html>>. Citado na página 26.
- MACHADO, R. *Energizando o Arduino*. [S.l.], 2011. Acessado em 23/02/2016. Disponível em: <<http://www.eaduino.com.br/2011/08/energizando-o-arduino/#sthash.RRGJswIB.dpbs>>. Citado na página 23.
- PAPERT, S. *Constructionism vs. Instructionism*. 1980. Acessado em 29/08/2016. Disponível em: <http://www.papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html>. Citado na página 17.
- PEGN TV. *Empresa fatura R\$ 1 milhao com servicos de automacao residencial*. 2013. Acessado em 27/11/2015. Disponível em: <<http://goo.gl/yFwRpB>>. Citado na página 14.
- PINHEIRO, J. M. S. *O que é automação*. 2009. Acessado em 28/11/2015. Disponível em: <<http://goo.gl/xgKozG>>. Citado na página 16.
- PIRES, C. L. de L.; ERLICH, M. B. *Prototipagem Urbana: reativando espaços públicos através de maratonas colaborativas de fabricação digital*. 2015. Acessado em 30/08/2016. Disponível em: <<https://goo.gl/JZ2FC5>>. Citado na página 17.
- PORTA, L. D. *Fonte Ajustavel para protoboard*. 2011. Acessado em 23/11/2015. Disponível em: <<https://goo.gl/nPyggv>>. Citado na página 23.
- PRADELLA, A. Automação residencial que cabe no bolso. *Revista HT&CD*, 2013. Acessado em 31/08/2016. Disponível em: <<http://goo.gl/MCjuLi>>. Citado na página 49.

ROCHA, L. *Grupo com Google, Samsung e outras quer deixar sua casa mais inteligente*. 2014. Acessado em 28/10/2015. Disponível em: <<http://goo.gl/KTBgpa>>. Citado na página 16.

TECNOLOGIA, R. *Módulo rele*. 2016. Acessado em 03/02/2016. Disponível em: <https://www.robocore.net/modules.php?name=GR_LojaVirtual&prod=258>. Citado na página 25.

USINA. *Sensor de Fluxo de Água 3/4*. 2013. Acessado em 03/01/2016. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/sensores-e-modulos/sensor-de-fluxo-de-agua-g-34-1-60-lmin-3523.html>>. Citado na página 25.

W3C. *Document Object Model (DOM)*. 2005. Acessado em 19/04/2016. Disponível em: <<https://www.w3.org/DOM>>. Citado na página 19.

WERNECK, S. B. de F. *Domótica: União de arquitetura e tecnologia da informação na edificação residencial urbana*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 1999. Citado na página 14.

Anexos

ANEXO A – Configuração Bluetooth

```

//Programa : Modulo Arduino Bluetooth HC-05 – Programacao
//Autor : FILIPEFLOP

//Carrega a biblioteca SoftwareSerial
#include <SoftwareSerial.h>

//Define os pinos para a serial
SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
String command = ""; // Stores response of bluetooth device
                      // which simply allows n between each
                      // response.

void setup()
{
    // Inicia a serial
    Serial.begin(115200);
    Serial.println("Digite os comandos AT :");
    // Inicia a serial configurada nas portas 10 e 11
    mySerial.begin(38400);
}

void loop()
{
    // Read device output if available.
    if (mySerial.available())
    {
        while (mySerial.available())
        { // While there is more to be read, keep reading.
            command += (char)mySerial.read();
        }
        Serial.println(command);
        command = ""; // No repeats
    }

    // Read user input if available.
}

```

```
if (Serial.available())
{
    delay(10); // The DELAY!
    mySerial.write(Serial.read());
}
}
```

A.1 Configuração Bluetooth: Comandos AT

- AT+ORGL (Reseta o módulo para a configuração padrão)
- AT+RMAAD (remove dispositivos anteriormente pareados)
- AT+ROLE=1 (define o modo de operação do módulo como MASTER)
- AT+RESET (Reset do módulo após a definição do modo de operação)
- AT+CMODE=1 (Permite a conexão a qualquer endereço)
- AT+ADDR (mostra o ip do módulo)
- AT+PSWD=1234 (define a senha do módulo mestre, que deve ser a mesma do módulo slave/escravo)
- AT+INIT (inicializa o perfil para transmissão/recepção)
- AT+INQ (inicializa a varredura por dispositivos bluetooth)