

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Automação Residencial Utilizando IoT

Trabalho de Conclusão de Curso

Leones Moura dos Santos

São Cristóvão – Sergipe

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Leones Moura dos Santos

Automação Residencial Utilizando IoT

Trabalho de Conclusão de Curso I submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Eletrônica.

Orientador: Antonio Ramirez Hidalgo

São Cristóvão – Sergipe

2017

*As invenções são, sobretudo,
o resultado de um trabalho teimoso.
(Santos Dumont)*

Resumo

Com a evolução da automação em geral, principalmente nas áreas de telecomunicações e microeletrônica, tornou-se possível o desenvolvimento de aplicações que dão conforto, segurança e aumentam a qualidade de vida das pessoas em suas próprias residências. O acesso remoto à informação é uma característica não só desejável como também, na maioria das vezes, necessária, seja para segurança, controle de eletrodomésticos, controle de iluminação entre tantos outros. É notável a carência de tecnologias modernas nas áreas residenciais, porém este paradigma vem sendo mudado aos poucos. A automação industrial e o avanço das telecomunicações foram as responsáveis por favorecer a evolução da domótica. Com o suporte da atual tecnologia de internet, a aplicação da mesma, para o controle remoto e comunicação entre as "coisas", está tomando seu lugar no universo da automação residencial. A domótica, utilizando o padrão de comunicação sem fio (WiFi), está ocupando um espaço considerável no mercado e mudando o cenário da automação nas residências. Sendo assim, estamos prestes a entrar em uma nova era tecnológica, na qual áreas de automação, telecomunicações, construção civil e arquitetura residencial estarão unidas em uma só. Neste trabalho, será desenvolvido um projeto para automatização de uma residência utilizando a "internet das coisas", para controle de iluminação, tomadas, eletrodomésticos e um pequeno sistema de segurança.

Palavras-chave: Domótica, IoT, WiFi, Controle, Automação Residencial.

Abstract

With the evolution of automation in a general manner, especially in areas such as telecommunications and microelectronics, it has become possible to develop several applications that provide comfort, safety and improve people's quality of life in their own residences. The remote access to information is not only desirable, but mostly, a necessary characteristic for security, home appliance control, illumination control, among others. It is noticeable the lack of modern technologies in residential areas, however, this paradigm has been changing gradually. Industrial automation as well as the advancement of telecommunication were responsible for favoring the evolution of home automation. With the support of the current Internet technology, the application of it for remote control and communication among "things" is taking its place in the universe of residential automation. The home automation, utilizing the pattern of wireless communication (WiFi), is occupying a considerable space in the market and changing the residential automation scenario. Therefore, we are about to enter a new technological era in which automation, telecommunications, civil construction, and residential architecture areas will be united in one. In this work, a project for the automation of a residence will be developed using the "Internet of Things" to control illumination, plugs, home appliances, and a small security system.

Keywords: Dómotica, IoT, WiFi, Control, Home automation.

Lista de ilustrações

Figura 1 – <i>Gráfico da cobertura de redes móveis e tecnologias em evolução</i> (SANOU, 2016).	2
Figura 2 – <i>Estrutura da Automação Residencial</i> (BOLZANI, 2004).	5
Figura 3 – <i>Adaptação de Iluminação em um Ambiente</i> (QUINDERÉ, 2009).	6
Figura 4 – <i>Ilustração de objetos conectados pela IoT</i> (APLEX, 2016).	9
Figura 5 – <i>Evolução do número de dispositivos</i> (BOLZANI, 2004).	12
Figura 6 – <i>Camadas da Arquitetura da internet das coisas</i> (WAKA, 2015).	13
Figura 7 – <i>Planta Baixa</i> (ACENGENHARIA, 2017).	15
Figura 8 – <i>Diagrama de DI's de cada cômodo na rede</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	16
Figura 9 – <i>Instalação elétrica de alguns cômodos</i> (RÔMULO, 2013).	17
Figura 10 – <i>Esquema de funcionamento de interruptor three way</i> (RÔMULO, 2013).	17
Figura 11 – <i>Sistema Liga/Desliga de Lâmpadas</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	18
Figura 12 – <i>Sistema de controle com IR</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	18
Figura 13 – <i>Sistema de detecção de incêndios</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	19
Figura 14 – <i>Sistema de detecção de presença</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	19
Figura 15 – <i>Sistema de Irrigação de Jardim Autônomo</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	20
Figura 16 – <i>Chip ESP8266EX e suas portas</i> (ADAPTADA PELO AUTOR).	21
Figura 17 – <i>ESP8266 modelo ESP-01</i> (CURVELLO, 2015).	21
Figura 18 – <i>Variantes do ESP8266</i> (CURVELLO, 2015).	22
Figura 19 – <i>Placa NodeMCU</i> (AUTOCORE, 2017).	22
Figura 20 – <i>Portas ESP-01</i> (ROVAI, 2016).	23
Figura 21 – <i>Portas do ESP-12</i> (ADAPTADA PELO AUTOR).	23
Figura 22 – <i>Módulo conversor USB serial</i> (PRODUZIDA PELO AUTOR).	24
Figura 23 – <i>Estrutura de um relé eletromecânico</i> (FINDER, 2014).	25
Figura 24 – <i>Estrutura de um relé de estado sólido</i> (FINDER, 2014).	26
Figura 25 – <i>Módulo Sensor MQ-2</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	27
Figura 26 – <i>Câmera matriz p2p IP com visão noturna</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	27
Figura 27 – <i>Espectro Eletromagnético Visível</i> (LOMBARDI, 2006).	28
Figura 28 – <i>Formas de transmissão e recepção de sinais IR</i> (LOMBARDI, 2006).	28
Figura 29 – <i>LED Emissor IR 5mm</i> (PRODUZIDA PELO AUTOR).	29
Figura 30 – <i>Estrutura de uma válvula solenoide</i> (SILVA, 2011).	29
Figura 31 – <i>Válvula solenoide 12v 1/2"</i> (JDR, 2017).	30
Figura 32 – <i>IDE Arduino</i> (ARDUINO, 2017).	31
Figura 33 – <i>Ambiente de Desenvolvimento MIT App Inventor</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	33
Figura 34 – <i>Ambiente de Desenvolvimento Android Studio</i> (ELABORADA PELO AUTOR).	34

Lista de abreviaturas e siglas

IoT	Internet of Things, no português, "Internet das Coisas".
DI	Dispositivos Inteligentes.
WI-FI	Wireless Fidelity, no português, "Fidelidade sem Fio".
TCP/IP	Protocolo de Controle de Transmissão / Protocolo de Internet.
IR	Infra-Red, no português, "Infra-Vermelho".
RF	Rádio Frequência.
RGB	Red-Green-Blue, no português, "Vermelho-Verde-Azul".
I/O	In/Out, no português, "Entrada/Saída".
UDP	User Datagram Protocol, no português, "Protocolo de Datagrama do Usuário".
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter, no português, "Transmissão e Recepção universal assíncrono".
LED	Light Emitting Diode, no português, "Diodo Emissor de Luz".
USB	Universal Serial Bus, no português, "Barramento Serial Universal".
SSR	Solid State Relay, no português, "Relé de Estado Sólido".
IDE	Integrated Development Environment, no português, "Ambiente de Desenvolvimento Integrado".
LAN	Local Area Network, no português, "Rede de Área Local".
WAN	Wide Area Network, no português, "Rede de Área Alargada".
LTE	Long Term Evolution, em português, "Evolução de Longo Prazo".

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos	1
1.2	Organização do Trabalho	2
1.3	Metodologia	2
2	Automação Residencial	4
2.1	Domótica	4
2.2	Evolução e Perspectivas Futuras	5
2.3	Atuação	5
2.3.1	Controle de Iluminação	6
2.3.1.1	Lâmpadas Liga/Desliga	6
2.3.1.2	Lâmpadas com Dimerização	6
2.3.2	Controle de Tomadas	7
2.3.3	Controle de Eletrodomésticos	7
2.3.4	Segurança Patrimonial	7
2.3.4.1	Controle de Acessos	7
2.3.4.2	Alarme	7
2.3.5	Controle de Fluidos	7
2.4	Normas Básicas	7
3	Internet das Coisas	9
3.1	Evolução e perspectivas futuras	10
3.2	Arquitetura da Internet das coisas	12
3.2.1	Camada de Borda	12
3.2.2	Camada de Gateway de acesso	12
3.2.3	Camada de Internet	13
3.2.4	Camada de Middleware	13
3.2.5	Camada de Aplicação	13
4	Projeto	15
4.1	Objetivos e Desenvolvimento	15
4.1.1	Lâmpadas e Tomadas	17
4.1.2	Eletrodomésticos Controlados por Infra-Vermelho	18
4.1.3	Detecção de incêndio	18
4.1.4	Detecção de presença	18
4.1.5	Segurança	19

4.1.6	Torneira Autônoma	19
4.2	Hardware	20
4.2.1	ESP8266	20
4.2.1.1	Família ESP	21
4.2.1.2	Descrição de portas	23
4.2.1.3	Consumo	23
4.2.2	Interface USB-Serial	24
4.2.3	Relés	25
4.2.3.1	Relé Mecânico	25
4.2.3.2	Relé de Estado Sólido	26
4.2.4	Sensor de gases MQ-2	26
4.2.5	Câmera de vídeo	27
4.2.6	Comunicação IR	27
4.2.7	Válvula Solenoide	29
4.3	Software	30
4.3.1	Plataformas IoT	30
4.3.2	Arduino IDE	31
4.3.3	MIT App Inventor	33
4.3.4	Android Studio	34
5	Cronograma de Atividades	35
5.1	Trabalho de Conclusão de Curso I	35
5.2	Trabalho de Conclusão de Curso II	35
Referências	37	

1

Introdução

A automação, de acordo com o dicionário, é a prática de criar autômatos¹, ou seja, utilizar máquinas para alguma finalidade. Para o controle e supervisão de qualquer sistema automático, é necessário um meio de comunicação e com a evolução da internet das coisas, essa comunicação se torna um fator revolucionário para este ramo.

A rede de internet, atualmente, já atingiu grande parte da população mundial, de acordo com ([SANOU, 2016](#)) no referido ano de publicação, tinha-se que 95% da população global vivia em uma área coberta pela rede de internet. A figura 1 representa graficamente essa evolução em um range de aproximadamente 10 anos, ou seja, de 2007 até 2016. As tecnologias móveis de internet são representadas nesta figura como uma medida de cobertura, seja em 2g, 3g ou LTE; neste caso por exemplo, em 2016 a tecnologia 2g era capaz de cobrir aproximadamente 6,5 bilhões de pessoas, enquanto a 3g aproximadamente 5,2 bilhões e a LTE 3,5 bilhões.

O tracejado em vermelho representa o crescimento populacional, atualmente medindo em torno de 7 bilhões de pessoas; Já a linha verde representa a quantidade de usuários.

A perspectiva futura é que exista cobertura da rede de internet em todo o planeta e que qualquer "coisa" possa ser conectado a ela. Isto acarretaria em um mundo totalmente conectado, no qual a distância seria um parâmetro irrisório, para qualquer ação humana.

1.1 Objetivos

O Propósito geral deste trabalho é detalhar as vertentes da automação residencial e da *IoT*², explorando funcionalidades, normas, estruturas e componentes que as compõem para então projetar na prática um sistema automático residencial utilizando a *IoT*, para comunicação e controle. É esperado que ao final deste trabalho obtenha-se clareza em toda teoria e resultados satisfatórios para o sistema a ser implementado.

¹ Autômatos: Qualquer equipamento que opere de maneira autônoma.

² IoT: do inglês "*internet of things*" que significa internet das coisas.

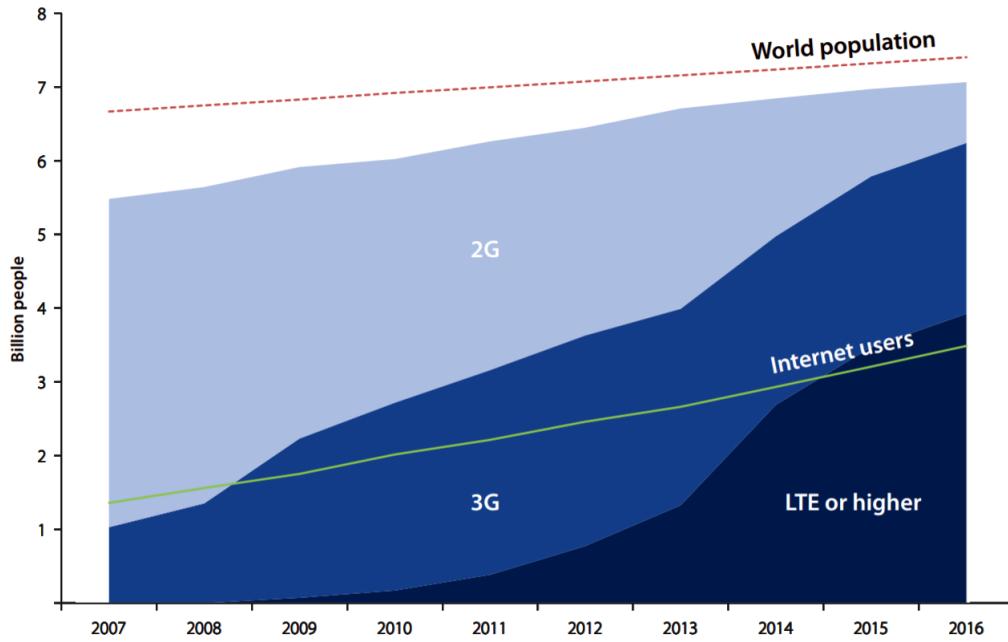


Figura 1 – Gráfico da cobertura de redes móveis e tecnologias em evolução (SANOU, 2016).

1.2 Organização do Trabalho

O Trabalho foi desenvolvido em 5 capítulos. O primeiro capítulo faz uma breve introdução, explanando os objetivos, descrevendo como será o trabalho e os métodos utilizados para sua realização.

O segundo capítulo faz uma revisão bibliográfica sobre a automação residencial, descrevendo seu surgimento, o que proporciona aos usuários, empresas que atuam no ramo, normas que a regem e algumas perspectivas futuras.

O terceiro capítulo aborda a internet das coisas, fazendo um estudo bibliográfico, desde as ideias futuristas até as suas aplicações. Também é explorado nesse capítulo a arquitetura utilizada e o que é esperado dessa tecnologia para o futuro.

O quarto capítulo refere-se ao projeto a ser realizado, nele é descrito todos os componentes que serão utilizados, fazendo descrições teóricas sobre cada um deles, tanto em hardware quanto em software, como será a conexão entre os periféricos e um apanhado geral de como funcionará o sistema, seguindo todas as normas estabelecidas para esse tipo de projeto.

O quinto e último capítulo descreve o cronograma de atividades que foi seguido durante o trabalho de conclusão de curso I e o cronograma previsto para ser feito durante o trabalho de conclusão de curso II.

1.3 Metodologia

Para a realização deste trabalho, foram feitos estudos qualitativos utilizando livros, artigos científicos, teses de mestrado, pesquisas na internet e todo conhecimento adquirido durante a

graduação. Para o entendimento dos componentes em hardware foram feitos estudos baseados em datasheet's, fornecidos pelos fabricantes, e também através de livros práticos. Para melhor compreensão do assunto, foram utilizadas figuras ilustrativas, tabelas e citações.

2

Automação Residencial

Após a invenção da máquina a vapor na Inglaterra, no século XVIII, a produção de produtos manufaturados obteve um crescimento nunca visto na história. Esse período ficou conhecido como a revolução industrial, e foi a partir de então que se estabeleceu o início da automação ([SILEVIRA, 2003](#)). Ao decorrer dos anos a automação foi tornando-se indispensável para industria.

Apenas em meados da década de 80, com o surgimento dos microcontroladores e computadores pessoais, que a tecnologia foi capaz de suprir projetos de pequeno porte, de forma eficiente. Finalmente foi possível aplicar a automação em residências. As primeiras companhias a aplicar esse novo conceito foram a *Leviton* e *X10 corporate*.

A automação residencial se tornou um ramo muito promissor, com o surgimento da internet e o barateamento de hardware. Esses fatores favoreceram para interligar todos os equipamentos de uma residência, fazendo com que trabalhem em conjunto. Isso é o que realmente define uma residência automatizada ([BOLZANI, 2004](#)).

A automação surgiu da necessidade de que máquinas façam trabalhos que sejam repetitivos para os seres humanos e que, além disso, tenha rapidez, precisão e exatidão. O ramo da automação aplicada em residências tem o intuito de tornar a vida das pessoas mais eficiente, cômoda, segura, econômica e também de auxiliar pessoas com deficiências.

2.1 Domótica

Um sistema residencial automático controlado através de uma central recebe o nome de "*Domótica*". Esse termo se origina da junção das palavras "*Domus*" (que significa "casa" em latim) e "*Robótica*" ([BOLZANI, 2004](#)).

Segundo ([BRUGNERA, 2007](#)), "A domótica é um recurso utilizado para controle de um ou mais aparelhos eletrônicos por meio de uma central computadorizada".

Atualmente, a Domótica vem mostrando sua grande capacidade de mercado, principalmente com os avanços da *IoT*. No qual a "central computadorizada" passa a ser à rede de internet, ou seja, a partir de um webserver será possível ter o controle do sistema através de algum dispositivo com acesso a internet (smartphones, tablets, laptops, computadores, smartTVs, ipods, entre outros) ([BRUGNERA, 2007](#)).

A figura 2 ilustra uma visão macro de um sistema domótico, na qual todos os subsistemas de atuação são ligados a uma central computadorizada, representada nesta figura, como o integrador.

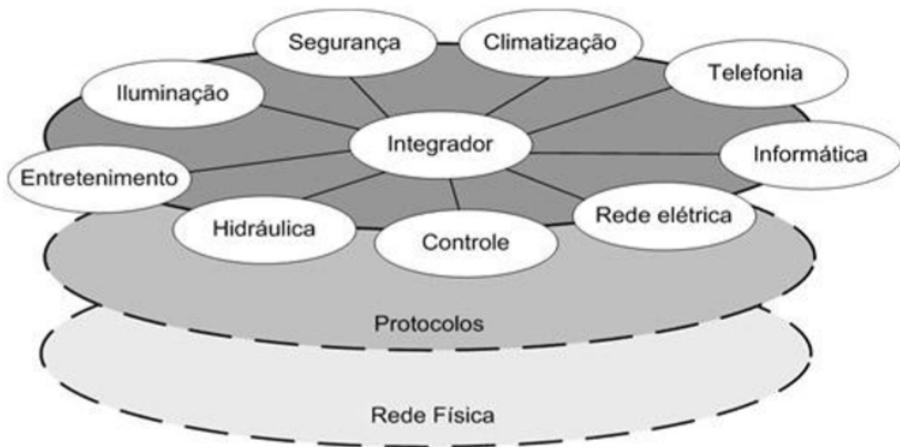


Figura 2 – Estrutura da Automação Residencial ([BOLZANI, 2004](#)).

2.2 Evolução e Perspectivas Futuras

Indubitavelmente, a Domótica, utilizando centrais computadorizadas, existe a muitos anos, mas ainda não é totalmente disseminada pelo mundo. A domótica utilizando *IoT* tem uma situação ainda pior. Estamos longe de alcançar um patamar no qual tudo será inteligente. Segundo ([DOUKAS, 2012](#)) a *IoT* ainda tem muitos desafios a serem vencidos para que se possa ter um nível plausível de tecnologia e de aplicações para suprir todo o mundo.

Todavia, cada vez mais o empreendedorismo e pesquisas científicas nesta área específica vem evoluindo. No Brasil, empresas como a *iot soluções* e a *home manager*, são exemplos de empreendimentos que trabalham especificamente com a Domótica utilizando-se de artifícios da *IoT*.

Com o avanço da *IoT* e de hardwares específicos para controle via web, a tendência da domótica, utilizando rede de internet, é liderar o mercado da automação não somente residencial e predial como qualquer tipo de automação ([TWITTY, 2016](#)).

2.3 Atuação

A Domótica, utilizando-se da *IoT*, vem sendo amplamente pesquisada e a cada dia ganhando novas possibilidades. As aplicações que empresas e pesquisas científicas mais sugerem são as seguintes: controle de iluminação, controle de tomadas, controle de eletro-domésticos e segurança patrimonial.

2.3.1 Controle de Iluminação

2.3.1.1 Lâmpadas Liga/Desliga

Além de controle manual do usuário com interruptores, o controle ON/OFF de iluminação pode ser feito através de sensoriamento luminoso, por relés ou detectores de presença, isso acarreta em um sistema inteligente e autônomo, ou seja, alguns cômodos só precisam de iluminação com a presença de algum indivíduo, neste caso o detector de presença será responsável pelo acionamento da lâmpada. Utilizando a internet, o usuário pode ligar ou desligar lâmpadas no caso dos relés, ou supervisionar para os casos de sensoriamento e detecção de presença ([WAKA, 2015](#)).

2.3.1.2 Lâmpadas com Dimerização

Em caso de lâmpadas dimerizáveis, o ambiente é adaptado a preferência do usuário, podendo o controle ser feito em malha aberta, na qual o usuário define a intensidade da luz, ou um controle em malha fechada no qual utiliza-se sensores de luminosidade para indicar a intensidade de luz no local. Neste caso, o usuário seleciona o nível de luminosidade desejada e o sistema automaticamente manipula tudo que envolve a iluminação do local, seja mudando a intensidade da luz, fechando persianas ou "vidros inteligentes"¹. Uma outra aplicação da dimerização é para o controle de cor, em lâmpadas RGB. As mesmas são compostas basicamente de três emissores de luz juntos, um vermelho, um verde e um azul. A dimerização de cada uma delas em diferentes nível, podem gerar qualquer cor no ambiente.

A mudança de luminosidade no ambiente pode ser vista na figura 3.



Figura 3 – Adaptação de Iluminação em um Ambiente ([QUINDERÉ, 2009](#)).

¹ Vidros inteligentes: Nova tecnologia capaz de mudar a cor do vidro, filtrando raios UV

2.3.2 Controle de Tomadas

O controle feito na tomada se faz acionando ou não uma chave eletrônica. Esse artifício é capaz de ligar, desligar ou dimerizar a mesma. Pode-se controlar qualquer equipamento ligado a ela, exemplos: ventilador, forno elétrico, motor para persianas, micro system, refrigeradores, entre tantos outros.

2.3.3 Controle de Eletrodomésticos

Repetidores de controle remoto, seja IR ou RF, faz o controle de sistemas de multimídia, como: Televisores, ar-condicionados, ou qualquer equipamento que utiliza controle remoto.

2.3.4 Segurança Patrimonial

2.3.4.1 Controle de Acessos

Fechaduras inteligentes acionadas por reconhecimento facial, impressão digital ou scanner de retina.

2.3.4.2 Alarme

Disparo sonoro ou alerta virtual para alguns eventos, como: incêndios, invasão, entre outros. Utilização do Chaveiro do Pânico, que é um acionamento no qual o usuário ou o sistema pode emitir para que sejam acessas todas as luzes do local, soe um alarme ou efetue uma ligação de emergência automática ([BOLZANI, 2004](#)).

2.3.5 Controle de Fluidos

Controle de vazão de fluidos, como: gás de cozinha e principalmente água, em chuveiros, irrigadores ou controle de água quente.

2.4 Normas Básicas

Para todo e qualquer projeto, é fundamental seguir normas técnicas, na qual garantem a padronização, qualidade, intercambiabilidade, respeito ao meio ambiente e principalmente a segurança, tanto dos usuários como dos prestadores de serviço.

Algumas normas que abrangem o escopo da automação residencial são listadas a seguir:

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)
 - ([NBR16264, 2014](#)) *Cabeamento Estruturado Residencial*.
 - ([NBR5410, 2004](#)) *Instalações Elétricas em Baixa Tensão*.

- ([NBR7198, 1993](#)) *Projeto e Execução de instalações prediais de água quente.*
- ([NBR5413, 1992](#)) *Iluminação de Interiores.*
- ANSI/TIA/EIA (American National Standards Institute)/(Telecommunication Industry Association)/(Energy Information Administration)
 - ([ANSI/TIA/EIA-570-A, 2003](#)) Residential Telecommunication Cabling Standard (Sistemas de Cabeamento Residencial).
 - ([ANSI/EIA-600, 1995](#)) Consumer Electronic Bus (Padrão Utilizado nos Equipamentos de Automação).

3

Internet das Coisas

A *IoT* é uma nova tecnologia em expansão na qual tem o objetivo de conectar DI's¹ do nosso dia-a-dia na rede de internet. Qualquer dispositivo, em rede, pode trocar informações e acionar eventos de forma inteligente. Uma ilustração da *IoT* pode ser vista na figura 4.



Figura 4 – Ilustração de objetos conectados pela IoT (APLEX, 2016).

De acordo com (DOUKAS, 2012), *IoT* é definida como uma revolução tecnológica, na qual a atual interação homem-máquina passará a ser uma interação máquina-máquina.

Com a *IoT*, é possível que sensores e atuadores presentes em objetos possam interagir entre si, através da internet. O potencial da internet das coisas é imensurável, pois as possibilidades de aplicações são de acordo com a criatividade. Se cada objeto pode se comunicar entre si, quaisquer Cluster² se torna autônomo e/ou controlável remotamente.

¹ DI's: Dispositivos inteligentes. segundo (BOLZANI, 2004). Qualquer eletroeletrônico que desenvolva: uma tarefa básica, efetue troca de informação e possibilite comando remoto. É considerado um dispositivo inteligente.

² Cluster: termo em inglês mais usado no meio técnico, representando a ideia de "conjunto de equipamentos"

Com o avanço tecnológico da instrumentação eletrônica, sensores e atuadores cada vez mais vem tornando-se robustos. Este fato implica que qualquer "*coisa*" pode ser adaptada para enviar e receber informações, através de uma rede. Portanto, é possível tornar qualquer "*coisa*" em um DI. As "*coisas*" podem ser um chip transmissor, um localizador, um marca passo, uma câmera, um sensor no motor do carro, uma fechadura, uma chave seletora, um eletrodoméstico, um cômodo, um animal de estimação ou qualquer "*coisa*" que possa ser capaz de enviar e receber informações através de uma rede sem fio ou cabeadas.

3.1 Evolução e perspectivas futuras

A ideia de *IoT* já existia a décadas como pensamentos futuristas, a exemplo disto, foram os pensamentos de dois grandes cientistas, MICHIO KAKU e NIKOLA TESLA. O físico norte-americano Michio Kaku ouviu trezentos dos principais cientistas do planeta para poder desenvolver sua pesquisa, e então fazer previsões precisas para o futuro da internet ([CARVALHO, 2012](#)).

Em uma palestra na Campus Party em 2012, MICHIO KAKU fez a seguinte citação:

"Os computadores que conhecemos hoje deixarão de existir, e a internet estará em tudo. Incluindo os seus óculos, que serão capazes de reconhecer os rostos das pessoas e ver suas biografias. Elas vão falar chinês e você vai ler as legendas do idioma bem diante dos seus olhos"

KAKU nesta citação, nos leva a perceber que o futuro da computação, cada vez mais, será moldado a internet. Ele, através deste exemplo não apenas mostrou que teremos internet em tudo, mas sim, o impacto que ela terá na vida das pessoas, com informações surgindo de todos os lugares.

Uma outra citação futurista é do brilhante engenheiro Nikola Tesla para a revista *COLLIER'S MAGAZINE* em 1926 ([NOVAK, 2015](#)):

"Quando a comunicação sem fio for aplicada perfeitamente toda a terra será convertida em um enorme cérebro, que na verdade é, todas as coisas sendo partículas de um todo real e rítmico... e os instrumentos através dos quais seremos capazes de fazer isso serão incrivelmente simples em comparação com o nosso telefone atual. Um homem será capaz de transportar um no bolso do colete"(NIKOLA TESLA, 1926).

Tesla, no século passado, já tinha ideias de como seria um mundo conectado, ele não só teve a visão de como seria um mundo com um mesmo padrão de comunicação "internet" como também, que tudo a nossa volta estaria conectado como "Partículas de um todo".

interconectados" A tradução direta seria "*agrupamento*".

Apenas depois de 1974 com a invenção da internet e com as padronizações de protocolos de comunicação, que o nível de tecnologia foi se desenvolvendo para se tornar capaz de colocar em prática DI's na internet. Mas não só a internet foi necessária para tornar realidade a *IoT*, os desenvolvimentos tecnológicos nas áreas de: microeletrônica, robótica, sensoriamento e telecomunicação vem tornando-se não menos importante para suas aplicações.

A origem do nome IoT é atribuída a Kevin Ashton. O nome internet das coisas foi o tema de uma apresentação feita por ele para a empresa Procter&Gamble (P&G) em 1999. Em 2009 Ashton em um artigo publicado pela "RFID Journal" cita sua apresentação e define o que é a IOT ([BALLAGUER, 2014](#)).

“... Se tivéssemos computadores que soubessem de tudo o que há para saber sobre coisas, usando dados que foram colhidos, sem qualquer interação humana, seríamos capazes de monitorar e mensurar tudo, reduzindo o desperdício, as perdas e o custo. Gostaríamos de saber quando as coisas precisarão de substituição, reparação ou atualização, e se eles estão na vanguarda ou se tornaram obsoletas (ASHTON ,2009)”.

De acordo com ([ANDERSON, 2014](#)), 83% dos especialistas em tecnologia dos Estados Unidos acreditam que o conceito *IoT* se tornará uma tendência geral no nosso cotidiano até 2025.

Atualmente o padrão da comunicação sem fio é o *IEEE 802.11*, mais conhecido como WI-FI³ nele é utilizado os protocolos TCP/IP⁴ ([IEEE, 2017](#)). O IP é conhecido como a "*identidade*" de um dispositivo, ou seja, é o nome atribuído a ele. Neste caso, uma mensagem direcionada a um dispositivo específico necessita saber para qual enviar em meio a tantos, portanto, na mensagem enviada é informado para qual IP ela está sendo direcionada.

A *IoT* ainda é vista como uma internet do futuro, mas os desafios para um mundo conectado já está sendo vencido, a troca do protocolo ipv4 para o protocolo ipv6, na camada de rede do TCP/IP, já é um forte indício do crescimento da IoT. Isso por que, a transferência de endereços de protocolo do ipv4 é de apenas 32 bits, ou seja, é capaz de ter aproximadamente 4,29 bilhões de ip's; Neste caso 4,29 bilhões de dispositivos. Enquanto eram utilizado apenas computadores pessoais na rede, esse numero era suficiente, mas o crescimento de dispositivos conectados se eleva exponencialmente, como pode ser visto através da figura 5.

Com o número de Ip's do ipv4, seria impossível conectar a quantidade atual de dispositivos na rede. Então o Ipv6 surgiu para suprir esta necessidade, utilizando-se de 128 bits de transferências de endereços de protocolo, ou seja, aproximadamente $3,4 \cdot 10^{38}$ ip's. Este número é portanto o máximo de equipamentos que poderá existir na rede.

³ WI-FI: uma abreviação de “Wireless Fidelity”, que significa fidelidade sem fio, em português.

⁴ TCP/IP: TCP (Transmission Control Protocol - Protocolo de Controle de Transmissão) e o IP (Internet Protocol - Protocolo de Internet, ou ainda, protocolo de interconexão)

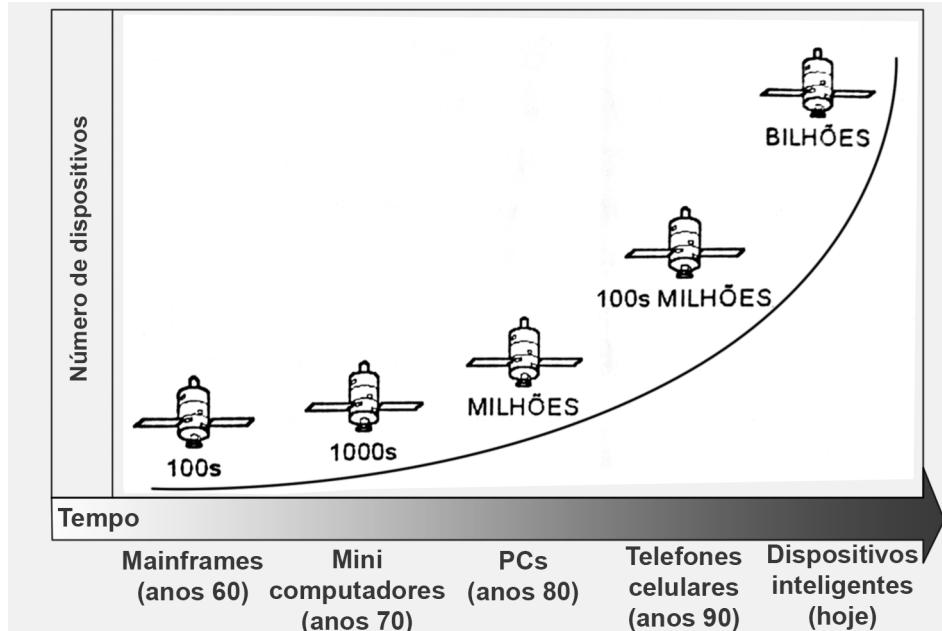


Figura 5 – Evolução do número de dispositivos (BOLZANI, 2004).

3.2 Arquitetura da Internet das coisas

Como a IoT tem o objetivo de conectar tudo em uma única rede, se torna necessário uma padronização no modo de conexão na rede virtual, pois cada objeto tem seu padrão de conexão. Não só para que cada dispositivo tenha a capacidade de interagir com a rede mas também para uma maior disseminação da internet das coisas, se torna de fundamental importância ter um padrão fixo. Afinal, como seria se cada sistema tivesse seus próprios padrões? A disseminação deles seriam completamente inviáveis.

Segundo (ZARGHAMI, 2013) a arquitetura da IoT, de forma genérica, pode ser dividida em 5 camadas, como mostra a Figura 6 : camada de borda, camada gateway de acesso, camada de internet, camada de middleware e camada de aplicação.

3.2.1 Camada de Borda

Esta camada é vista como a camada de nível mais baixo. Ela está em contato direto com a captação de informação que determinado objeto está designado a processar, ou seja, é nessa camada que se encontra o *Hardware*. Além disso, esta camada também é capaz de processar informação e dar suporte à comunicação. Sistemas embarcados, e sensores no geral são alguns dos hardwares que a compõem (ZARGHAMI, 2013).

3.2.2 Camada de Gateway de acesso

Esta camada pode ser traduzida como ”portão de acesso” e é responsável por interligar máquinas que se utilizam de protocolos diferentes. Ou seja, ela é capaz de traduzir uma mensagem



Figura 6 – *Camadas da Arquitetura da internet das coisas* ([WAKA, 2015](#)).

para que sua camada superior ”camada Internet” possa entender. Esta camada é portando uma prestadora de serviço, pois é a responsável por criar a conexão da rede local com a rede mundial ([CONCEIÇÃO, 2016](#)).

3.2.3 Camada de Internet

Esta camada prove o acesso a rede mundial. É nesta camada que se encontra os serviços de *Cloud computing*⁵ e toda a inteligência de processamento de grandes volumes de dados ([WAKA, 2015](#)).

3.2.4 Camada de Middleware

Esta camada têm como funcionalidades principais o agregamento e filtro dos dados recebidos dos dispositivos de *hardware* e descobrir informações para controle de acesso aos dispositivos para aplicações. Esta fica entre a camada de internet e a camada de aplicação ([WAKA, 2015](#)). Segundo ([FERREIRA, 2008](#)) sua função é controlar e monitorar o estado dos dispositivos com a finalidade de se obter a melhor interoperabilidade, escalabilidade e mobilidade possível das partes envolvidas.

3.2.5 Camada de Aplicação

Esta camada é a mais próxima do usuário e sua função é processar os dados coletados, no hardware, e em seguida prestar serviços nos objetos aos quais foi predisposto a realizar. É

⁵ Cloud computing: no português, Computação na nuvem. É uma tecnologia que se utiliza da memória e da capacidade de armazenamento e cálculo de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da Internet.

nesta camada que observa-se a Internet das Coisas tomando formas reais ([CONCEICÃO, 2016](#)).

4

Projeto

Neste capítulo será discutido como será feito o projeto para a automação de uma residência utilizando a IoT. Descrições detalhadas de todos componentes em hardware e todas as técnicas utilizadas em software serão exploradas para que, ao fim deste trabalho, o leitor possa ter clareza no funcionamento de todas as etapas do projeto.

4.1 Objetivos e Desenvolvimento

O projeto será feito com base em um apartamento, representado na figura 7, para exemplificar as principais aplicações de uma residência inteligente.



Figura 7 – Planta Baixa ([ACENGENHARIA, 2017](#)).

Inicialmente a ideia é que cada um ou dois cômodos a serem automatizados sejam um host¹, ou seja, cada um receberá um módulo ESP8266 e terá seu próprio endereço.

A figura 8, mostra em diagrama como deverá ser esta rede e apresenta os DI's que cada cômodo terá.

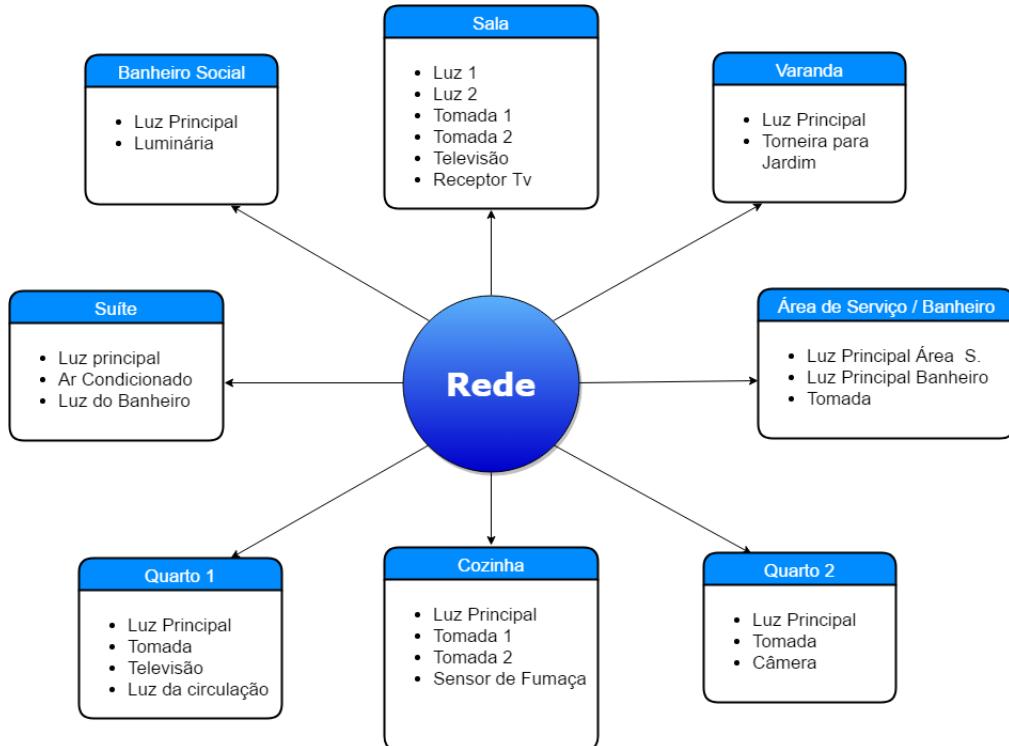


Figura 8 – Diagrama de DI's de cada cômodo na rede (ELABORADA PELO AUTOR).

O módulo ESP de cada cômodo será instalado na caixa da lâmpada principal, ou em caixas de passagem. A conexão entre o módulo com os hardwares de controle (relés e interruptores) será feita fisicamente, através de cabos. Este artifício só será possível para casas construídas com os padrões da (NBR5410, 2004), na qual os eletrodutos tem espaços para passagem de mais fios e geralmente, todos eles se encontram em um ponto: Telhado ou caixa de passagem. A figura 9 ilustra, de acordo com a norma, uma instalação de eletrodutos de alguns cômodos, e podemos ver que todos eles se ligam ao ponto onde fica a luz principal.

A Conexão entre os módulos ESP8266 com o dispositivo controlador (smartphone, tablet, computador entre outros...) será feita por uma rede WiFi, através de um roteador. Neste caso, cada ESP8266 estará configurado no modo *Station*. Caso não utilize roteador, o modo que os módulos ESP devem entrar é o *Access Point*, ou seja, os próprios módulos rotearão uma rede. Neste caso, os hosts só poderão ser controlados se estiverem conectados na mesma rede, neste caso, na rede local (LAN). Para que seja possível o controle através da internet, em qualquer lugar do mundo através de uma rede (WAN), o modo tem que ser o "Station" e é necessário a criação de portas de acesso no roteador.

¹ Host: em português "Hospedeiro" é qualquer máquina ou computador conectado a uma rede.

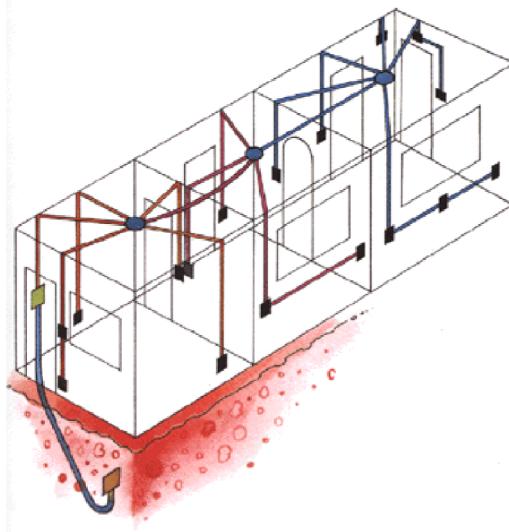


Figura 9 – Instalação elétrica de alguns cômodos (RÔMULO, 2013).

4.1.1 Lâmpadas e Tomadas

Para os dispositivos Liga/Desliga, como luz principal e tomadas, serão utilizados relés mecânicos e de estado sólido.

No caso das lâmpadas, elas poderão ser acionadas tanto pelo sistema, quanto pelo tradicional interruptor, para isso serão utilizados interruptores do tipo three way figura 10 ou algum botão físico acionando uma porta do ESP8266. Visto que, caso o interruptor seja um three way, o relé utilizado deverá ser mecânico, pois ele é uma chave de três pinos. Na figura 11, pode ser visto o método de implementação.

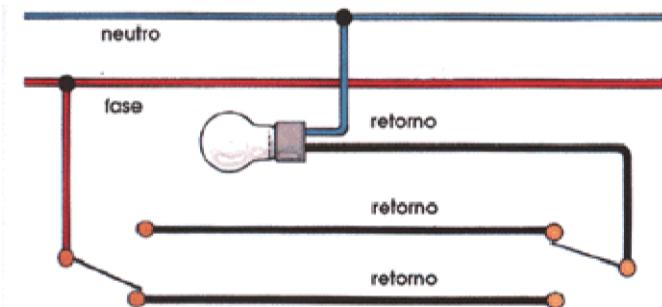


Figura 10 – Esquema de funcionamento de interruptor three way (RÔMULO, 2013).

No caso das tomadas, a implementação será feita semelhante a forma que o sistema de acionamento das lâmpadas. A diferença é que não haverá botão físico de acionamento, visto que a tomada ficará normalmente ligada e o sistema apenas desligará, conforme o desejo do usuário. Neste caso, será utilizado apenas relés de estado sólido.

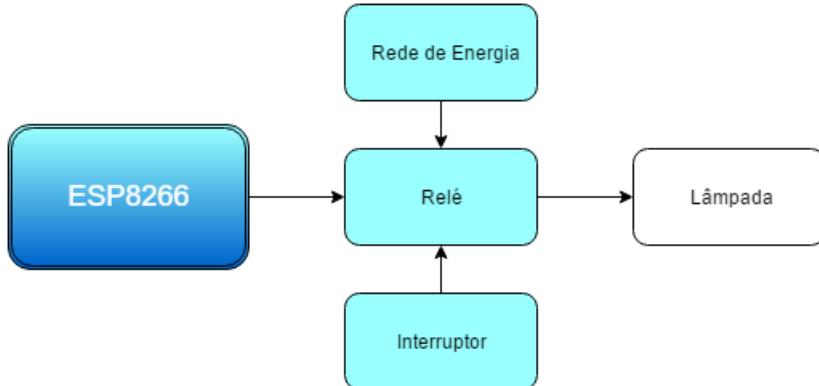


Figura 11 – Sistema Liga/Desliga de Lâmpadas (ELABORADA PELO AUTOR).

4.1.2 Eletrodomésticos Controlados por Infra-Vermelho

Para dispositivos como aparelho de ar condicionado, televisão, receptor parabólica e home theater, o controle será feito através de um LED infra-vermelho, instalado junto ao ESP e direcionado para o equipamento. Primeiramente, com o controle original do equipamento, será feita uma análise dos códigos já existentes para cada função, estes códigos então serão clonados para o ESP. O ESP então ficará encarregado de controlar um LED, com o código para cada função desejada. O método de implementação será como ilustrado na figura 12



Figura 12 – Sistema de controle com IR (ELABORADA PELO AUTOR).

4.1.3 Detecção de incêndio

Para a detecção de incêndio, será utilizado um sensor de gás localizado na cozinha, este sensor será ligado ao conversor A/D, presente no módulo ESP. Em caso de presença de fumaça ou algum gás inflamável, o módulo será responsável por acionar um pequeno alarme físico e criar um alerta através da internet, ou seja, um alarme virtual. A implementação seguirá como ilustrado na figura 13.

4.1.4 Detecção de presença

A detecção de presença será um artifício utilizado para segurança da residência ou também para o acionamento de lâmpadas em locais que só é necessário luz na presença algum indivíduo, ou seja, no depósito ou corredor. O detector de presença será ligado ao módulo ESP e então o módulo será capaz de detectar presença, de acordo com o desejo do usuário. Para

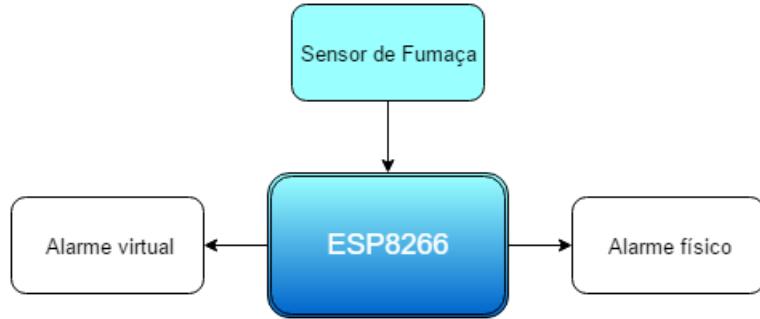


Figura 13 – Sistema de detecção de incêndios (ELABORADA PELO AUTOR).

acionamento de lâmpada não se torna necessário o uso do módulo ESP. A implementação seguirá como ilustrado na figura 14.

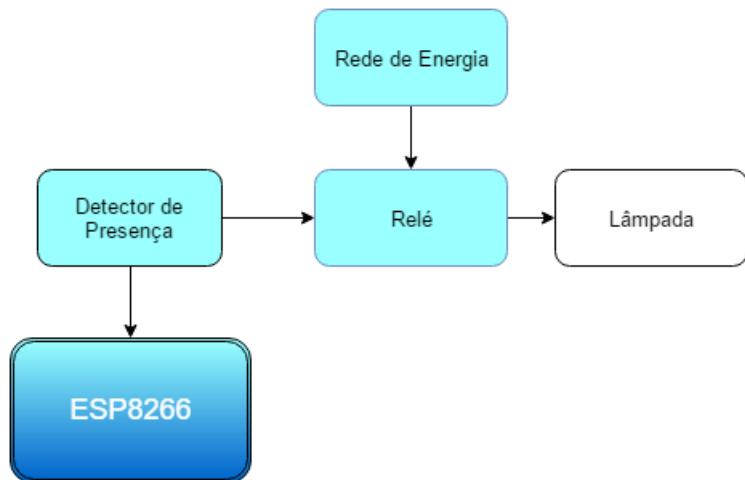


Figura 14 – Sistema de detecção de presença (ELABORADA PELO AUTOR).

4.1.5 Segurança

A segurança será feita através de uma câmera de vídeo instalada no quarto 2, pelo detector de presença e também por um chaveiro do pânico. A câmera utilizada será uma com acesso a rede, sendo desnecessário o uso de um módulo ESP, pois ela por si só já será um host. Neste caso, o vídeo já será disponibilizado na rede, o software que será responsável por adquirir e exibir o vídeo ao usuário.

4.1.6 Torneira Autônoma

Para regar o jardim, será utilizado uma válvula solenoide em uma torneira. O acionamento será programado de acordo com o desejo do usuário, ele poderá programar para que todos os dias a válvula ligue por 1 minuto às 8 horas da manhã, e ainda poderá se utilizar das informações do tempo no dia, caso esteja disponível na rede. Ou seja, em um dia chuvoso, a válvula poderá por exemplo ser ligada por apenas 20 segundos. A implementação será como na figura 15.

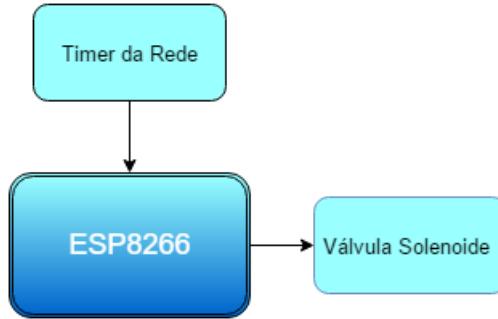


Figura 15 – Sistema de Irrigação de Jardim Autônomo (ELABORADA PELO AUTOR).

4.2 Hardware

Existem no mercado inúmeros modelos de hardware para automação e *IoT*, sejam elas, módulos, sensores, atuadores, ou componentes discretos. Aqui iremos fazer uma descrição apenas dos que serão utilizados para colocar em prática o projeto.

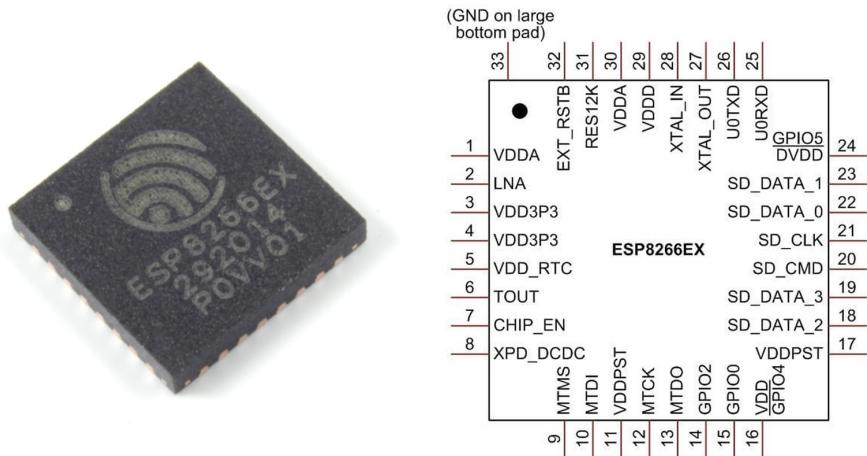
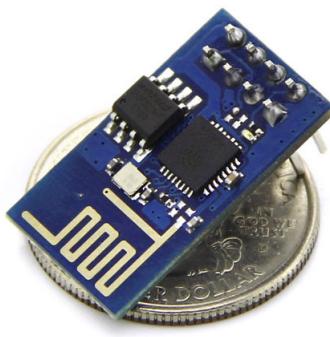
4.2.1 ESP8266

Em busca de um dispositivo pequeno, de baixo custo e de ótimo desempenho. A empresa *Espressif* desenvolveu um chip chamado ESP8266EX (figura 16). Hoje esse pequeno dispositivo domina o mercado no que se refere a módulos de comunicação Wi-Fi. O lançamento foi feito em meados de agosto de 2004. Atualmente, este chip vem integrado em módulos, com alguns periféricos. Os fatores que chamam a atenção nestes são:

1. O tamanho, geralmente pouco maior que uma moeda, como na figura 17.
2. Seu preço, em torno de U\$ 3,00.
3. A facilidade de integralização em sistemas, por conta de ter um microcontrolador interno com comunicação serial UART.

A seguir, algumas das principais características desse poderoso hardware ([ESPRESSIF, 2016](#)):

- É um System-On-Chip com Wi-Fi embutido
- Tem conectores GPIO, barramentos I2C, SPI, UART, entrada ADC, saída PWM e sensor interno de temperatura.
- CPU que opera em 80MHz, com possibilidade de operar em 160MHz.
- Arquitetura RISC de 32 bits.
- 45KBytes de SRAM

Figura 16 – Chip *ESP8266EX* e suas portas (ADAPTADA PELO AUTOR).Figura 17 – *ESP8266* modelo *ESP-01* (CURVELLO, 2015).

- 64KBytes de ROM para boot.
- Possui uma memória Flash SPI Winbond W25Q40BVNIG de 512KBytes.
- O núcleo é baseado no IP Diamond Standard LX3 da Tensilica.
- Existem módulos de diferentes tamanhos e fabricantes.

4.2.1.1 Família *ESP*

Atualmente os módulos *ESP8266* são fornecidos numa grande variedade de modelos, do *ESP-01* ao *ESP-12*, a figura 18 mostra todos eles. Cada modelo tem suas diferenças, principalmente no número de portas I/O's² e no tamanho.

De acordo com (CURVELLO, 2015) o maior objetivo dos modelos *ESP-01* e o *ESP-10* é servir como "*ponte Serial-WiFi*", ou seja, o módulo recebe comandos serial (UART) e interage com a rede Wi-Fi por meio de conexão TCP ou UDP³. Os outros modelos, podem também trabalhar em modo ponte *Serial-WiFi*, mas são capazes de desempenhar outras funcionalidades,

² I/O's: In/Out, no português, Entrada/Saída. Significa portas de entrada e saída de dados

³ UDP: User Datagram Protocol, protocolo que trabalha no envio de pacotes, semelhante ao TCP. A diferença é que o UDP remove toda a parte de verificação de erros que a outra tecnologia oferece.



Figura 18 – Variantes do *ESP8266* ([CURVELLO, 2015](#)).

uma delas é o modo de operação *standalone*⁴, ou seja, funciona como um microcontrolador com WiFi.

Existe no Mercado um variante do *ESP8266*, chamado de *NodeMCU*, visto na figura 19. Nela se encontra um módulo *ESP-12* e alguns periféricos adicionais, como interface USB-Serial e regulador de tensão. Isto promove ao *ESP* uma maior facilidade de atualização de firmware através do computador, e maior robustez no que se diz respeito a tensão de alimentação.

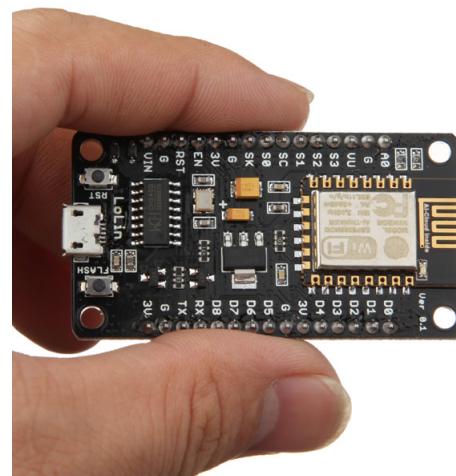


Figura 19 – Placa *NodeMCU* ([AUTOCORE, 2017](#)).

⁴ STANDALONE: No português, "ficam em pé por si só", é um modo no qual o programa é autossuficiente, e não precisa de programas auxiliares para seu funcionamento

4.2.1.2 Descrição de portas

As portas são o meio físico no qual o hardware irá se comunicar com o mundo externo. A figura 20 e a figura 21 ilustram as portas presentes nos módulos ESP-01 e ESP-12. As funções dos principais pinos são as seguintes:

- **VCC:** Tensão de alimentação 3,3V. O módulo consome até 300 mA.
- **GND:** Sinal de Terra GND.
- **TX:** Sinal de Tx do módulo (Sinal em 3,3V).
- **RX:** Sinal de Rx do módulo (Sinal em 3,3V).
- **RST:** Sinal de Reset/Restart acionado em nível baixo (GND).
- **CH_PD:** Sinal de habilitação do chip (chip enable), usado para gravação de firmware ou atualização. Deve ser mantido em nível ALTO para operação normal.
- **GPIO's:** I/O's que podem ser controladas pelo firmware, ou funções secundárias.

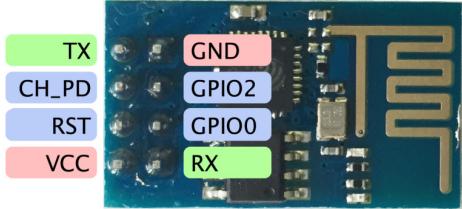


Figura 20 – Portas ESP-01 (ROVAI, 2016).

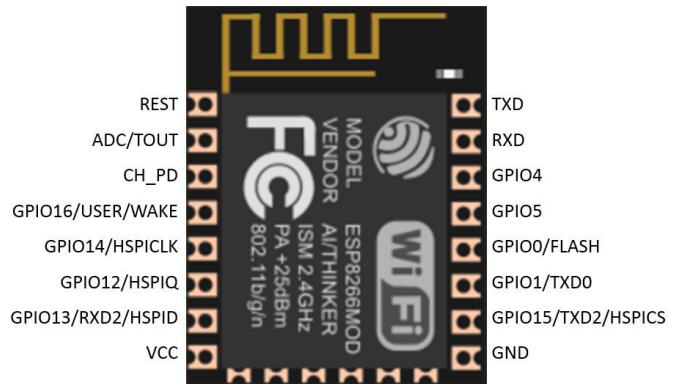


Figura 21 – Portas do ESP-12 (ADAPTADA PELO AUTOR).

4.2.1.3 Consumo

Uma média do consumo de energia do ESP para cada modo de operação é, segundo (CURVELLO, 2015), mostrado na tabela 1.

De acordo com a tabela 1, o ESP pode consumir em média até 215mA. Para um dispositivo destas dimensões esse valor é relativamente alto. Portanto, é preciso dimensionar com prudência a fonte de alimentação, para que o sistema possa funcionar de forma eficiente.

Modo	Média (mA)
Transmit 802.11b, CCK 1Mbps, POUT=+19.5dBm	215
Transmit 802.11b, CCK 11Mbps, POUT=+18.5dBm	197
Transmit 802.11g, OFDM 54Mbps, POUT =+16dBm	145
Transmit 802.11n, MCS7, POUT=+14dBm	135
Receive 802.11b, packet length=1024 byte, -80dBm	60
Receive 802.11g, packet length=1024 byte, -70dBm	60
Receive 802.11n, packet length=1024 byte, -65dBm	62
Standby	0.9
Deep sleep	0.01
Power save mode DTIM 1	1.2
Power save mode DTIM 3	0.86
Total shutdown	0.0005

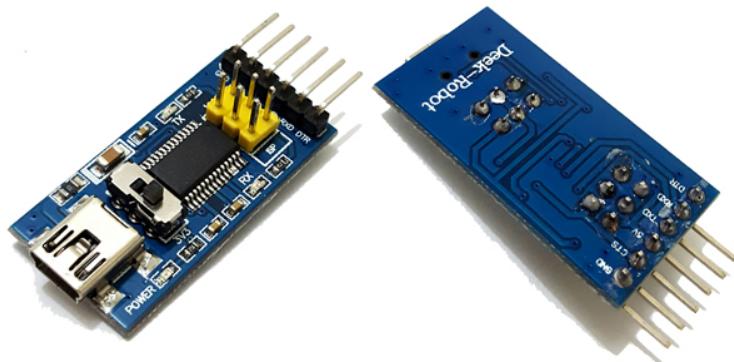
Tabela 1 – Tabela de Consumo de energia do ESP.

4.2.2 Interface USB-Serial

O módulo ESP utiliza o protocolo serial UART para se comunicar, seja para programação ou troca de informações ([ESPRESSIF, 2016](#)). Atualmente os computadores não utilizam mais dessa porta serial, mas sim da USB, logo, para se estabelecer uma comunicação entre o ESP com o computador se torna necessário a utilização de um conversor USB-Serial.

Atualmente existe um chip, fabricado pela Empresa FTDI, o FT232, que é capaz de fazer a conversão USB-UART. Este circuito integrado, é bastante utilizado, por sua robustez e velocidade de conversão. Uma característica bastante impactante para a utilização deste circuito neste projeto é o fato dele ter a opção de trabalho em 5V ou 3,3V, visto que o módulo ESP trabalha apenas em 3,3V.

Existem no mercado vários módulos nos quais utilizam o chip FT232, no projeto será utilizado o módulo da fabricante *DeeK-Robot* figura 22. Para os Módulos NodeMCU, não será necessário o uso da interface, pois este módulo já tem um conversor como periférico.

Figura 22 – *Módulo conversor USB serial (PRODUZIDA PELO AUTOR).*

4.2.3 Relés

Os relés são dispositivos eletrônicos comutadores, e sua principal função é de chaveamento. Ao longo da história este dispositivo esteve presente nas principais evoluções tecnológicas, seja em grandes centrais de telefonias, ou até mesmo nos primeiros computadores. Para alguns autores, os relés, juntamente com as válvulas, foram os componentes que inspiraram a criação dos transistores. Atualmente, o princípio destes ainda é bastante utilizado, seja em comandos elétricos ou para acionamento de grandes cargas.

4.2.3.1 Relé Mecânico

Os relés eletromecânicos são os mais primitivos, mas não menos usados. Seu funcionamento é baseado em um eletroímã⁵ chaveando um circuito mecanicamente. A figura 23 ilustra a estrutura de um relé eletromecânico.

Ao passar corrente pela bobina, é criado um campo magnético que atrai o contato móvel, fazendo assim o chaveamento entre dois terminais, caso seja interrompida a corrente elétrica na bobina, o campo magnético deixa de existir e a mola de rearme retorna o contato móvel para seu outro terminal.

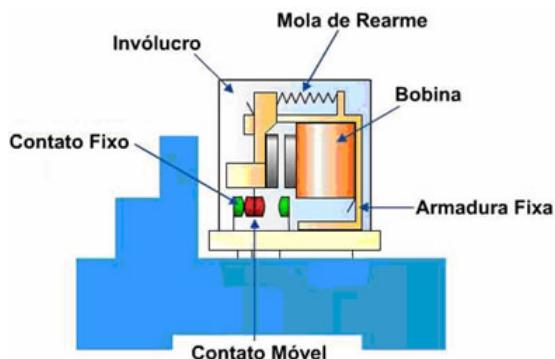


Figura 23 – Estrutura de um relé eletromecânico (FINDER, 2014).

Vantagens	Desvantagens
Isolação elétrica da carga	Desgaste mecânico dos contatos
Não necessita de dissipadores de calor	Velocidade de operação lenta
Baixo custo	Produção de arcos elétricos em cargas muito indutivas
Possibilidade de comutação AC ou DC	Potência de acionamento relativamente alta
Acionamento de várias chaves	Operação ruidosa

Tabela 2 – Tabela de vantagens e desvantagens de um relé eletromecânico.

⁵ Eletroímã: é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, semelhante a um imã natural.

Para o atual projeto, o relé eletromecânico será utilizado apenas no acionamento de lâmpadas na qual seja necessário o uso de interruptores Three-way. Visto que para um melhor racionamento de energia, a utilização de relés de estado sólido se torna mais viável.

4.2.3.2 Relé de Estado Sólido

Com os avanços da eletrônica de potência, foi desenvolvido um dispositivo com a mesma função do relé eletromecânico, porém sem ter partes mecânicas em movimento, o relé de estado sólido SSR.

Este dispositivo utiliza-se das propriedades dos materiais semi-condutores para o chaveamento, sua estrutura é ilustrada na figura 24. Este é um dispositivo óptico-acoplado, ou seja, se utiliza de um LED e um receptor para fazer o chaveamento, isto implica em uma potência muito baixa para o acionamento. O receptor óptico aciona uma chave eletrônica, esta chave, pode ser, triac's ou Mosfet's, dependendo do modelo.

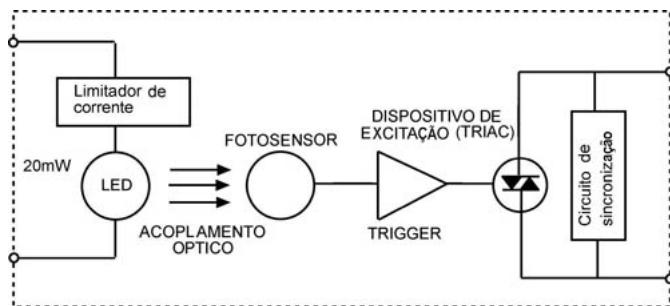


Figura 24 – Estrutura de um relé de estado sólido (FINDER, 2014).

Vantagens	Desvantagens
Potência de acionamento baixa	Resistência de condução alta
Vida útil longa	Necessidade de dissipador de calor para grandes cargas
Velocidade de operação rápida	Sensível a surtos
Possibilidade de comutação AC ou DC	Acionamento de apenas uma chave

Tabela 3 – Tabela de vantagens e desvantagens de um relé eletromecânico.

4.2.4 Sensor de gases MQ-2

Um sensor analógico muito usado em sistemas embarcados e na industria, são os da família MQ. Para o projeto será utilizado o MQ-2, visto na figura 25. Esse sensor é capaz de detectar níveis de concentração de gases inflamáveis como o butano(gás de cozinha), propano e fumaça; Ele utiliza a variação da resistividade dióxido de estanho (SnO_2) para fazer medições eletronicamente.

No projeto esse sensor irá ser um dispositivo de segurança presente na cozinha.



Figura 25 – *Módulo Sensor MQ-2* (ELABORADA PELO AUTOR).

4.2.5 Câmera de vídeo

Uma possível aplicação no projeto, na parte de segurança, é a implementação de uma câmera de vídeo em um quarto; Para monitoramento de crianças ou invasores. A câmera utilizada será um modelo com suporte ao protocolo TCP/IP da marca Misecu vista na figura 26.



Figura 26 – *Câmera matriz p2p IP com visão noturna* (ELABORADA PELO AUTOR).

Algumas das características mais importantes desse dispositivo é listado a seguir:

- Formato de compressão de vídeo 1,3MP.
- Conectividade TCP/IP por cabo.
- Alimentação de 12V.
- consumo de 6W.
- interface de rede por soquete rj-45.

4.2.6 Comunicação IR

O infravermelho é uma radiação não ionizante que se encontra um pouco abaixo da radiação visível vermelha no espectro eletromagnético. A palavra "*infra*", significa abaixo, ou

seja, a baixo do vermelho. Esta radiação por ter frequência abaixo das radiações visíveis, tem um comprimento de onda maior que as mesmas e fica na faixa de 700 nanômetros até 1 milímetro, como ilustra a figura 27.

Atualmente o IR, através da fotônica⁶, é utilizado como meio de comunicação, detecção de calor, visão noturna, entre tantos outros.

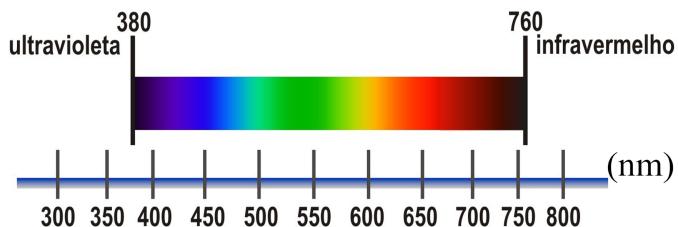


Figura 27 – Espectro Eletromagnético Visível (LOMBARDI, 2006).

A comunicação através do infravermelho vem sendo muito utilizada desde a criação do padrão de comunicação por IR da empresa *Infrared Data Association*.

Para a transmissão de dados, os sistemas IR utilizam das maiores frequências possíveis, ou seja, o mais próximo possível da radiação vermelha, e como qualquer luz, o sinal IR não penetra objetos opacos. Portanto existe um grande fator limitante nesta comunicação, que é a distância. Comunicações utilizando infravermelho só é possível a curtas distâncias, a figura 28 mostra os modos de transmissão e recepção destes sinais.

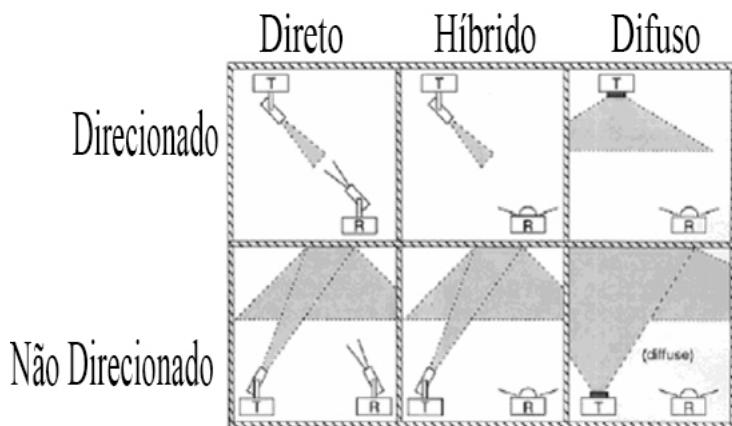


Figura 28 – Formas de transmissão e recepção de sinais IR (LOMBARDI, 2006).

O modo de transmissão e recepção utilizado para controle remoto em eletrodomésticos é o difuso e não direcionado. Portanto será utilizado este modo no projeto.

⁶ Fotônica: ciência do processamento, geração, detecção e emissão da luz.

Para a emissão do sinal, será utilizado um LED infra-vermelho figura 29, a recepção do sinal será feita pelo receptor IR já presente nos equipamentos em que se deseja controlar.



Figura 29 – *LED Emissor IR 5mm (PRODUZIDA PELO AUTOR).*

4.2.7 Válvula Solenoide

As válvulas solenoide são dispositivos muito utilizados na automação, sua função básica é liberar ou bloquear a passagem de um fluido. Para isso a válvula utiliza um princípio semelhante aos relés eletromecânicos.

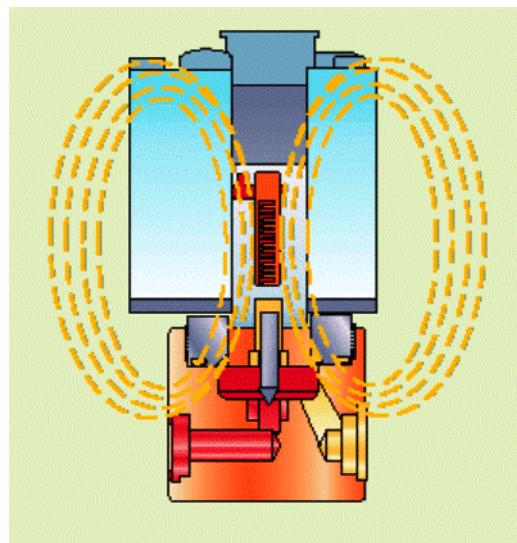


Figura 30 – *Estrutura de uma válvula solenoide (SILVA, 2011).*

A figura 30 ilustra o funcionamento de uma válvula solenoide. Ao passar corrente pelo solenoide ("bobina"), é criado um campo magnético, esse campo funciona como um eletroímã atraindo um pino piloto. Com isso, o pino abre e então o fluido tem caminho livre para passar, ao desenergizar a bobina, uma mola de rearme reposiciona o pino e o fluxo é bloqueado.

Para o projeto será utilizado uma válvula solenoide simples, de pequeno porte, com cano de meia polegada, acionado com 12 VDC (figura 31), apenas para irrigação. No entanto, as possibilidades do uso deste dispositivo em uma residencia, são inúmeras.



Figura 31 – Válvula solenoide 12v 1/2" ([JDR, 2017](#)).

4.3 Software

Atualmente, existem várias ferramentas, linguagens de programação e técnicas de softwares. Nesta secção iremos detalhar o que será usado, no que se diz respeito aos softwares, para o desenvolvimento do projeto.

4.3.1 Plataformas IoT

Por ainda ser uma tecnologia relativamente nova, a IoT ainda se encontra com um alto grau de heterogeneidade. Para contornar esse problema, estão surgindo plataformas voltadas diretamente para a IoT. Com isso, começa a surgir padrões, tanto de comunicação quanto armazenamento, tornando-se então desnecessária a criação de servidores de armazenamento e processamento de dados. As funções principais de uma plataforma são: armazenamento de dados, processamento e geração de retorno. Mas com a grande quantidade de plataformas no mercado, cada uma tem suas particularidades, algumas voltadas para o uso empresarial, outras para sensoriamentos ou até mesmo para uso residencial, ou seja, todas tem o mesmo objetivo, mas algumas oferecem serviços e ferramentas diferenciados.

Segundo ([WAKA, 2015](#)), bastante serviços são importantes para o usuário, sendo alguns deles: marcação de tempo dos dados recebidos, definição de regras para que uma atividade seja executada, entre outros.

A citação de ([SANTOS et al., 2014](#)) a seguir, explana como é o funcionamento de uma plataforma.

"A maioria destas plataformas baseiam suas funcionalidades de acordo com os modelos de dados definidos, assim, logo após coletados, os dados quando adequados ao modelo serão armazenados de forma a possibilitar sua consulta subsequente[...]

O que geralmente ocorre, na prática, é a utilização de um modelo mais simples e genérico possível, que se adeque ao mais variado número de aplicações. Neste caso, os modelos que se encontram nas principais plataformas são baseados em *key-value* e *markup scheme*. Estes modelos são utilizados para que os usuários possam dar semântica aos seus dados, descrevendo coisas como os tipos dos dados, formatos, etc. Além disso, algumas outras meta informações também podem ser providas, como a localização dos sensores, uma descrição textual do que o sensor representa e algumas tags que poderão ser usadas como palavras-chave para consultas".

Durante o desenvolvimento do projeto, e de acordo com as necessidades, será definida uma plataforma para a aplicação. Esta plataforma deverá oferecer liberdade para trabalhar com interface gráfica, respostas imediatas e robustez. A tabela 4 apresenta algumas das principais plataformas utilizadas atualmente.

4.3.2 Arduino IDE

A IDE arduino (figura 32) é uma aplicação multiplataforma, feita especialmente para pessoas pouco familiarizadas com desenvolvimento de softwares. É uma aplicação feita em JAVA e *open-source*, ou seja, código aberto.

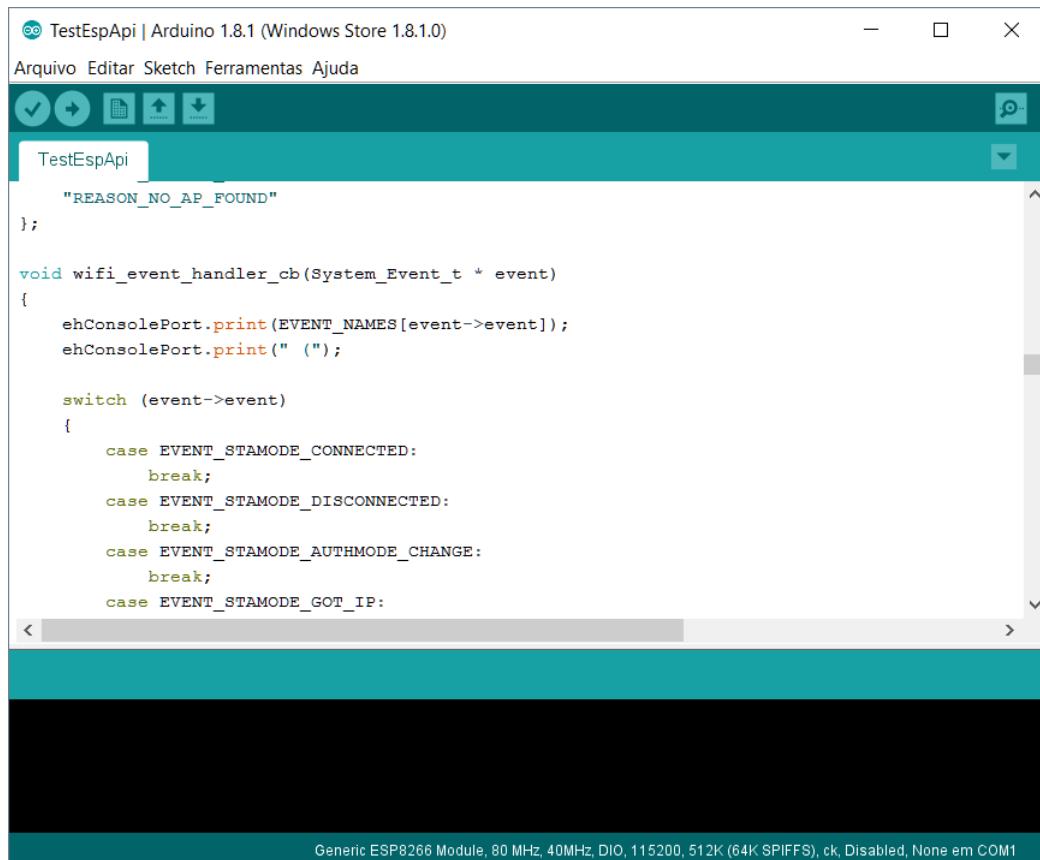


Figura 32 – *IDE Arduino* ([ARDUINO, 2017](#)).

Plataforma	Endereço	Descrição	Tipo de Conta
AWS IoT	aws.amazon.com/iot	Plataforma da Amazon voltada para empresas	Possui conta gratuita, porém é necessário o cadastro de um cartão de crédito para confirmar.
Linkafy	linkafy.com	Plataforma voltada para o controle de dispositivos residenciais.	Possui conta gratuita, mas limitada a apenas um dispositivo.
Microsoft Azure IoT	microsoft.com/iot	Plataforma da Microsoft voltada a IoT com foco empresarial	Possui conta gratuita de um mês para testes.
PubNub	pubnub.com	Plataforma robusta com diversas funcionalidades voltadas para IoT.	Possui conta gratuita com limitações.
Google Brillo	goo.gl/4k5nDs	Plataforma da Google voltada para o uso geral	Ainda não foi lançada.
ThingSpeak	thingspeak.com	Plataforma robusta, com várias funcionalidades, como sensores públicos e busca por histórico.	Conta gratuita disponível.
ThingSquare	thingsquare.com	Plataforma voltada ao controle de dispositivos e integração via celular.	Possui conta de desenvolvedor gratuita.
Electric imp	electricimp.com	Plataforma em nuvem que integra o conjunto de soluções dos dispositivos <i>electric imp</i> .	Possui conta gratuita.
Cayenne	mydevices.com	Plataforma voltada para automação e controle	Possui conta gratuita.

Tabela 4 – Tabela de Plataformas IoT.

Neste software, se encontra o próprio editor de códigos com recursos de realce de sintaxe, detector de erros e capaz de compilar e carregar programas para alguma placa automaticamente. Ele também contém uma área de mensagem, um console de texto, uma barra de ferramentas com botões para funções comuns e uma série de menus. Esta IDE foi projetada, em especial, para placas arduino, que utilizam microcontroladores *ATMEL*, mas atualmente ele oferece suporte para inúmeras placas microcontroladoras presentes no mercado, inclusive o microcontrolador

ESP8266.

Para programar no Arduino IDE, é necessário escrever o código em linguagem C/C++, é possível a adição de bibliotecas, o que se encontra em grandes quantidades na internet. Essa interface de desenvolvimento utiliza-se do software *avrdude*, para converter o código feito em um arquivo texto na codificação Hexadecimal, esse arquivo então é carregado por uma aplicação de firmware da placa. Portanto a IDE arduino será o ambiente de desenvolvimento escolhido para a programação dos módulos ESP8266 presentes no projeto.

4.3.3 MIT App Inventor

Conhecido como App inventor (figura 33), criada inicialmente pela Google e mantida pelo Instituto Tecnológico de Massachusetts *MIT*, em inglês, (*Massachusetts Institute of Technology*). É um software *open-source*, que tem a finalidade de programação e desenvolvimento de aplicações para dispositivos com sistema operacional Android.

O intuito do App Inventor é tornar fácil a implementação de aplicativos simples com finalidades educacionais. Para isso a empresa Google em seu desenvolvimento utilizou-se de pesquisas feitas nas áreas de informática educativa, tanto que, toda a programação nela feita é visual.

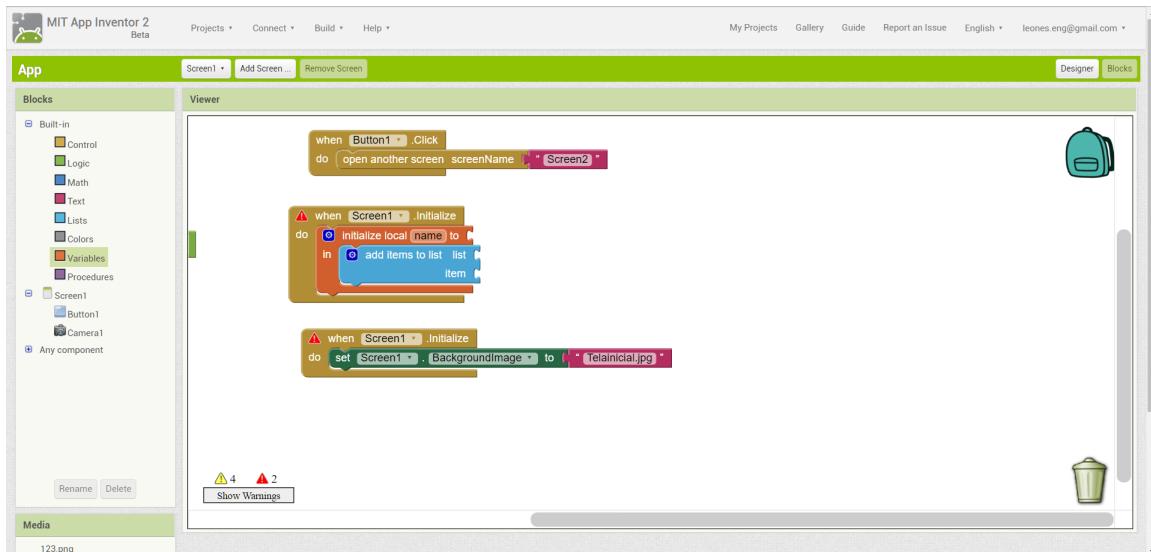


Figura 33 – Ambiente de Desenvolvimento MIT App Inventor (ELABORADA PELO AUTOR).

De acordo com (HARDESTY, 2010), a aplicação App Inventor, atualmente, é o resultado de décadas de pesquisas no MIT. A interface gráfica do usuário é programada baseada na técnica arraste e solte e as lógicas feita em um tipo diagramas de blocos, baseadas na tese de mestrado de *Ricarose Roque*, do MIT, no qual ela construiu uma versão geral de uma interface de programação. Portanto esta aplicação de simples utilização é uma das opções de software para o desenvolvimento de um possível aplicativo android para controle do projeto.

4.3.4 Android Studio

De acordo com ([GOOGLE, 2017](#)), o android studio é o ambiente de desenvolvimento integrado oficial da plataforma android. Criado pela empresa *Google* em 2013, recebe atualizações cada vez mais sofisticadas ao longo dos anos e atualmente se encontra na versão 2.2.3.

Este software utiliza nativamente a linguagem de programação JAVA para desenvolvimento de aplicativos e oferece inúmeras ferramentas para o desenvolvedor, algumas delas são: estruturas de testes, editor de código inteligente, integração com a nuvem, suporte as linguagens C++ e NDK, entre tantas outras.

O Android Studio oferece um sistema automático de compilação e gerenciamento de dependências. É possível configurar o projeto para incluir bibliotecas locais ou hospedadas, bem como definir variações de compilação que incluem código e recursos diferentes.

As vantagens dessa IDE são: robustez, disponibilidade de várias ferramentas, utilização de bibliotecas entre outras. As desvantagens são: linguagem de nível mais baixo, o que torna a sintaxe mais complexa.

Por ser a IDE oficial Android e garantir muito mais suporte e sofisticação, o android studio é outra opção para o desenvolvimento do aplicativo do projeto. A figura 34 ilustra o ambiente de desenvolvimento android studio.

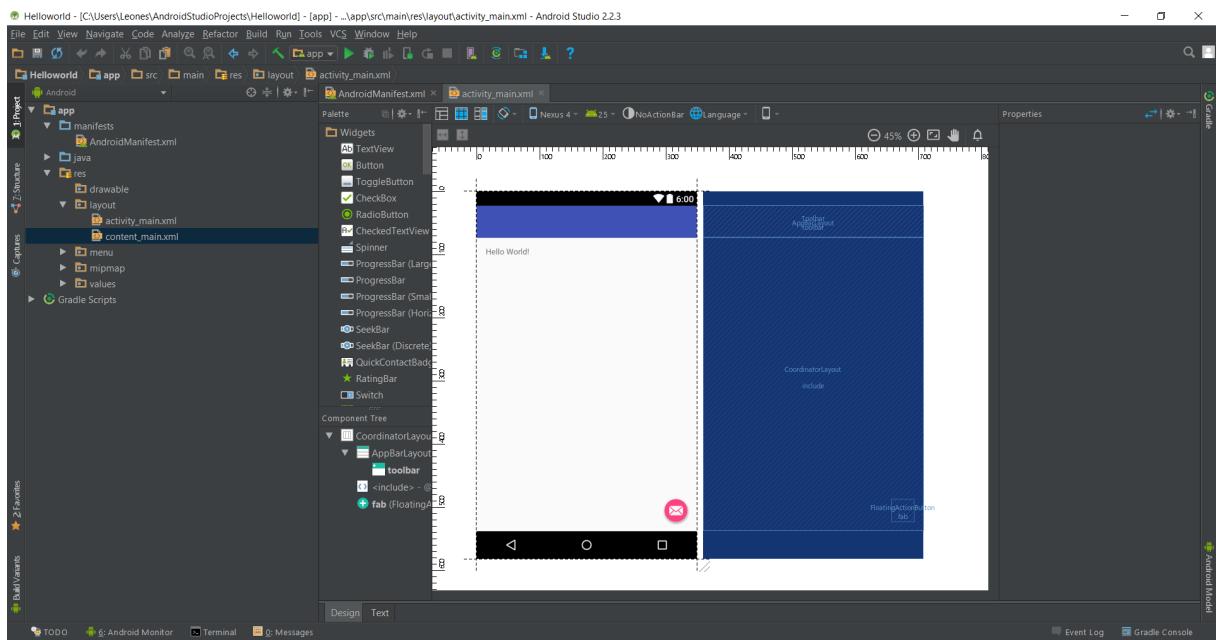


Figura 34 – Ambiente de Desenvolvimento Android Studio (ELABORADA PELO AUTOR).

5

Cronograma de Atividades

5.1 Trabalho de Conclusão de Curso I

A seguir, encontra-se as etapas e a tabela com o cronograma de atividades, que foram executadas durante o período de Dezembro de 2016 à Abril de 2017.

1. Revisão Bibliográfica;
2. Internet das Coisas;
3. Sistema de *Hardware*;
4. Sistema de *Software*;
5. Visão macro do projeto;
6. Monografia e apresentação;

Etapa	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
1	X	X	X	X	
2	X				
3		X			
4			X		
5			X		
6				X	X

Tabela 5 – Cronograma de atividades praticadas durante o TCC I.

5.2 Trabalho de Conclusão de Curso II

A seguir, encontra-se as etapas e a tabela com o cronograma de atividades que é proposta para serem executadas durante o período de Junho de 2016 à Setembro de 2017.

1. Revisão Bibliográfica;

2. Seleção de Materiais;
3. Execução do Projeto em *Hardware*;
4. Execução do Projeto em *Software*;
5. Integração *Hardware/Software*;
6. Teste e Resultados;
7. Monografia e apresentação;

Etapa	Junho	Julho	Agosto	Setembro
1	X	X	X	
2	X			
3	X			
4		X		
5		X	X	
6			X	
7				X

Tabela 6 – Cronograma de atividades propostas para o TCC II.

Referências

- ACENGENHARIA. *Planta Baixa*. 2017. Disponível em: <<http://acengenhariase.com.br/leitura-empreendimento/5/perolas-do-luzia>>. Acesso em: 10 jan 2017. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 15.
- ANDERSON, J. The internet of things will thrive by 2025. *Pew Research Internet Project*, v. 14, 2014. Citado na página 11.
- ANSI/EIA-600. *Consumer Electronic Bus*. 1995. Citado na página 8.
- ANSI/TIA/EIA-570-A. *Residential Telecommunication Cabling Standard*. 2003. Disponível em: <http://www.vyskocil.net/firma/dokumenty/data/tct21_16_TIA570B_Residential_cabling.pdf>. Acesso em: 04 jan 2017. Citado na página 8.
- APLEX. *Internet of Things*. 2016. Disponível em: <<http://aplex.com.br/sem-categoria/internet-of-things-eset-ressalta-importancia-da-protectao-dos-dispositivos-conectados>>. Acesso em: 17 dez 2016. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 9.
- ARDUINO. Website arduino. 2017. Acesso em: 24 jan 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 31.
- AUTOCORE, R. *NodeMCU v3 Lolin*. 2017. Disponível em: <<https://www.autocorerobotica.com.br/nodemcu-v2-kit-de-desenvolvimento-com-esp8266-baseado-em-lua>>. Acesso em: 10 jan 2017. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 22.
- BALLAGUER, A. *Internet das Coisas – Das origens ao futuro*. 2014. Disponível em: <https://www.tiespecialistas.com.br/2014/09/internet-das-coisas-das-origens-ao-futuro/#_ftnref2>. Acesso em: 11 fev 2017. Citado na página 11.
- BOLZANI, C. A. M. *Residências inteligentes*. [S.l.]: Editora Livraria da Física, 2004. Citado 5 vezes nas páginas 5, 4, 7, 9 e 12.
- BRUGNERA, M. R. Domótica. 2007. Citado na página 4.
- CARVALHO, C. 'Tudo será a internet'. Físico faz previsões de como vamos viver daqui 10 anos. 2012. Disponível em: <<https://img.olhardigital.uol.com.br/noticia/24089/24089?nohits>>. Acesso em: 11 abr 2017. Citado na página 10.
- CONCEIÇÃO, B. Fundamentos da internet das coisas. 2016.
- CURVELLO, A. Apresentando o módulo esp8266. 2015. Acesso em: 04 jan 2017. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/modulo-esp8266>>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 14.
- DOUKAS, C. *Building Internet of Things with the ARDUINO*. [S.l.]: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012. Citado 4 vezes nas páginas 5, 21, 22 e 23.
- ESPRESSIF. *ESP8266EX Datasheet*. 2016. Disponível em: <http://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf>. Acesso em: 06 jan 2017. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 9.

- FERREIRA, J. A. O. *Interface homem-máquina para domótica baseado em tecnologias Web.* [S.l.]: Junho, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 24.
- FINDER, B. O que você precisa saber sobre relés? 2014. Acesso em: 23 jan 2017. Disponível em: <<http://www.findernet.com/en/node/47658>>. Citado na página 13.
- GOOGLE. Feaktures of android studio. 2017. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/features.html>>. Citado 3 vezes nas páginas 5, 25 e 26.
- HARDESTY, L. As raízes do mit do novo software do google. MIT News Office, 2010. Acesso em: 23 jan 2017. Disponível em: <<http://news.mit.edu/2010/android-abelson-0819>>. Citado na página 34.
- IEEE. *IEEE 802.11 WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS.* 2017. Disponível em: <<http://www.ieee802.org/11/>>. Acesso em: 11 abr 2017. Citado na página 33.
- JDR. Válvula solenoide 12v. 2017. Disponível em: <<http://www.jdreletronicos.com.br/pd-2700f8-valvula-solenoid-12v.html>>. Acesso em: 24 fev 2017. Citado na página 11.
- LOMBARDI, R. Controle remoto infravermelho para automação. 2006. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 30.
- NBR16264, A. *Cabeamento Estruturado Residencial.* 2014. Disponível em: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxhbWF1cnl3YWxiZXJ0fGd4OjM4MDZlMjA5ODFjYmIyNzk>>. Acesso em: 06 jan 2017. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 28.
- NBR5410, A. *Instalações Elétricas em Baixa Tensão.* 2004. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/normas%20e%20relat%F3rios/NRs/nbr_5410.pdf>. Acesso em: 05 jan 2017. Citado na página 7.
- NBR5413, A. *Iluminação de Interiores.* 1992. Disponível em: <<http://www.unicep.edu.br/biblioteca/docs/engenhariacivil/ABNT%205413%20-%20ilumin%C3%A2ncia%20de%20interiores%20-%20procedimento.pdf>>. Acesso em: 05 jan 2017. Citado 2 vezes nas páginas 7 e 16.
- NBR7198, A. *Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente.* 1993. Disponível em: <http://fauufrjatelierintegrado1.weebly.com/uploads/1/2/5/9/12591367/nbr_7198_1993_-projeto_e_execucao_instal_agua_quente.pdf>. Acesso em: 05 jan 2017. Citado na página 8.
- NOVAK, M. *Nikola Tesla's Incredible Predictions For Our Connected World.* 2015. Disponível em: <<http://paleofuture.gizmodo.com/nikola-teslas-incredible-predictions-for-our-connected-1661107313>>. Acesso em: 11 jan 2017. Citado na página 8.
- QUINDERÉ, P. Casa inteligente – um protótipo de sistema de automação residencial de baixo custo. 2009. Citado na página 10.
- RÔMULO, A. O. Projeto de instalações elétricas. 2013. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.
- ROVAI, M. Sistema automático para irrigação e calor. 2016. Disponível em: <<https://mjrobot.org/tag/esp8266/>>. Acesso em: 17 jan 2017. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 17.

- SANOU, B. *Facts And Figures ICT 2016*. 2016. Disponível em: <<http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2016.pdf>>. Acesso em: 01 mar 2017. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 23.
- SANTOS, B. P. et al. Internet das coisas: da teoria à prática. 2014. Citado 3 vezes nas páginas 5, 1 e 2.
- SILEVIRA, W. L. L. Um breve histórico conceitual da automação industrial e redes para automação industrial . 2003. Citado na página 30.
- SILVA, C. Válvula solenóide. 2011. Disponível em: <<http://acquaticos.blogspot.com.br/2010/10/valvula-solenoide.html>>. Acesso em: 30 jan 2017. Citado na página 4.
- TWITTY, A. *Smart Home Trends for homeowners in 2017*. 2016. Disponível em: <<http://realtybiznews.com/smart-home-trends-for-homeowners-in-2017/98736453/>>. Acesso em: 10 abr 2017. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 29.
- WAKA, G. Controle remoto de tomadas elétricas baseado nos conceitos da internet das coisas. 2015. Citado na página 5.
- ZARGHAMI, S. Middleware for internet of things. University of Twente, 2013. Citado 4 vezes nas páginas 5, 6, 13 e 30.
- Citado na página 12.