

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COINT - TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET  
CURSO DE TECNOLOGIA EM SISTEMAS PARA INTERNET

FELIPE KOSOUSKI

**SMART LIGHTING: SOLUÇÃO DE LÂMPADAS PARA IOT**

PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA  
2017

FELIPE KOSOUSKI

## **SMART LIGHTING: SOLUÇÃO DE LÂMPADAS PARA IOT**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 1, do Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet - TSI - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Câmpus Guarapuava, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas para Internet.

Orientador:     Hermano Pereira

GUARAPUAVA  
2017

# 1 PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

## 1.1 TÍTULO

Smart Lighting - Solução de lâmpadas para IOT

## 1.2 MODALIDADE DO TRABALHO

Desenvolvimento de Sistemas

## 1.3 ÁREA DO TRABALHO

Microcontroladores, Arduino, Internet das Coisas, Smart Home, CoAP, Smart Lighting, Web Services, Linguagem de programação PHP

## 1.4 RESUMO

Vivemos em uma época onde as conexões e a rede fazem cada vez mais parte do nosso cotidiano que chegamos a estar a todo momento conectados com pessoas e dispositivos. O avanço da tecnologia tem se expandido para as mais diversas áreas, sendo uma delas, as casas inteligentes, parte de uma área maior ainda chamada Internet das Coisas. Com uma grande variedade de sensores e dispositivos conectados, um usuário ou até mesmo um sensor pode emitir um sinal para controlar diversas coisas. Uma das áreas de estudo que provém das casas inteligentes é a chamada *Smart Lighting*, ou seja, o controle de luzes e lâmpadas pela rede. Dentre os equipamentos hoje utilizados, a maioria possui um custo elevado devido a mão de obra necessária para instalação e inviável do ponto de vista físico. Esse projeto visa desenvolver uma solução para controle de lâmpadas via rede utilizando um microcontrolador Arduino e um Web Service responsável por trabalhar com os dados enviados e recebidos, sendo essencialmente, uma aplicação de fácil instalação e configuração.

## 2 GLOSSÁRIO

**IoT** - Internet of Things

**PHP** - Hypertext Preprocessor

**CoAP** - Constrained Application Protocol

**RFID** - Radio Frequency Identification

**UHD** - Ultra High Definition

**HTML** - HyperText Markup Language

**API** - Application Programing Interface

**MQTT** - Message Queue Telemetry Transport

**REST** - Representational State Transfer

**6LoWPAN** - IPv6 over Low Power Wireless Personal Area Networks

**IPv6** - Internet Protocol Version 6

**RPL** - IPv6 Routing Protocol for Low Power and Lossy Network

**UDP** - User Datagram Protocol

**CBOR** - Concise Binary Object Representation

**M2M** - Machine To Machine

**W3C** - World Wide Web Consortium

**CSS3** - Cascading Style Sheets 3

### 3 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

#### 3.1 INTRODUÇÃO

A sociedade atual está passando por uma grande mudança tecnológica, estamos entrando aos poucos na era da *Internet of Things*, em tradução direta, Internet das Coisas. Essa mudança será uma revolução no que diz respeito não somente a como nós, pessoas, interagiremos com *gadgets* e objetos que tenham capacidade de se conectar a Internet, mas também, como os próprios objetos interagirão entre si. A IoT, fará com que tais objetos, aliados a diversos sensores, possam ser controlados e acessados remotamente, fazendo com que se tornem inteligentes, com capacidade de comunicação entre si e processamento de várias informações (MANCINI, 2017).

Com a ideia de objetos inteligentes, podemos levar a IoT para diversos ambientes, e uma das áreas de grande pesquisa diz respeito às casas inteligentes, ou *Smart Homes*. Vários sensores independentes porém todos interconectados pela rede pessoal. Controle de temperatura, luminosidade, umidade, detecção de movimento, eletrodomésticos inteligentes, todos compartilhando informações, processando dados e acessíveis ao controle dos usuários. Resultando de uma convergência de tecnologias em diversas áreas como entretenimento, segurança, gerenciamento de energia, e cuidados com a saúde, as *Smart Homes* podem ajudar a resolver vários problemas e desafios atuais, como por exemplo, o consumo eficiente e econômico de energia elétrica (NASCIMENTO, 2016). Pois além de os sensores operarem sob baixa custo de eletricidade, a conta de energia elétrica ficará mais baixa, já que luzes apagarão automaticamente, e os ambientes terão a temperatura controlada, além de existirem dispositivos que farão a medição dos gastos para verificar o que está consumindo mais, e ordenando o mesmo a usar menos energia (ROBLES; KIM, 2010).

Ao decorrer do desenvolvimento do presente projeto, será oferecida uma solução que possibilite ao usuário ter controle sobre as informações de estado de uma lâmpada, bem como realizar alterações entre esses estados, ou seja, ligar ou desligar uma lâmpada, através de um *Web Service*.

#### 3.2 OBJETIVOS

##### 3.2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho é desenvolver e apresentar um *Web Service* que se comunique com o microcontrolador por meio da rede e faça com que seja possível interferir no estado de uma lâmpada, ou seja, ligar ou desligar, bem como obter informações sobre ela.

### 3.2.2 Objetivos Específicos

- Implementar o controle da lâmpada fazendo uso do Arduino Mega,
- Desenvolver o Web Service para comunicação com o microcontrolador em linguagem PHP.
- Realizar a comunicação do microcontrolador com o *Web Service* através do protocolo de rede CoAP.
- Certificar-se de que é possível acender, apagar e obter o status sobre a lâmpada através da rede.

## 3.3 REVISÃO DA LITERATURA

Essa seção tem como objetivo apresentar e delimitar, de maneira breve e direta, o escopo e áreas de estudo onde o projeto está alocado.

### 3.3.1 Internet Das Coisas

O termo Internet das Coisas foi utilizado pela primeira vez em 1999 por Kevin Ashton para descrever um sistema onde objetos no mundo físico poderiam se conectar com a Internet por meio de sensores. Nesse sistema, Ashton ilustrava o poder de conectar dispositivos de identificação por radio frequência (RFID) na rede para contar e rastrear objetos sem intervenção humana. Atualmente, a Internet das Coisas têm se tornado popular na descrição de cenários onde a conectividade e o poder computacional se estendem para uma larga variedade de objetos, dispositivos, sensores e itens comuns do dia-a-dia, que podem ser acessados de qualquer lugar, a qualquer momento, como mostrado na figura 1 (MULANI; PINGLE, 2016).

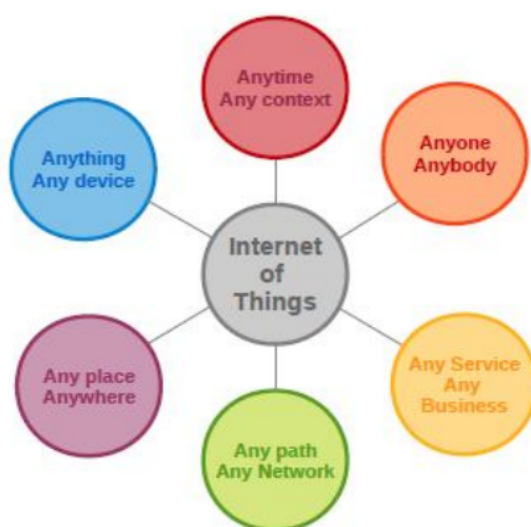


Figura 1 – Internet das coisas - Fonte: (MULANI; PINGLE, 2016)

A Internet das Coisas é fundamentada no conceito de Web Ubíqua, na qual a conectividade e interatividade entre pessoas, informações, processos e objetos por meio de tecnologias

que garantem o acesso à rede torna-se cada vez mais presente no cotidiano que quase não perceberemos. Teremos diversos dispositivos que incluem sensores inteligentes, equipamentos eletrônicos, eletrodomésticos, automóveis, que, a partir de aplicações, se adaptarão automaticamente e dinamicamente às necessidades dos seus usuários (LACERDA; LIMA-MARQUES, 2015).

Existem diversas questões que são levantadas em relação a IoT, dentre elas estão incluídas questões de, segurança, privacidade, interoperabilidade, legalidade e econômicas. Não seria nem um pouco interessante que pessoas desconhecidas tivessem acesso à nossos dispositivos e sensores pessoais, pois isso deixaria portas abertas para ataques mal intencionados ao mesmo tempo que também seria violação de privacidade, tais questões exigirão criação de novas leis ou adaptações de leis existentes. Outro problema está relacionado a interoperabilidade e aos padrões de conexões. Como os objetos precisam se comunicar, é necessário que todos façam uso dos mesmos protocolos e linguagens, garantindo assim a praticidade na hora de inserir novos dispositivos na rede (MULANI; PINGLE, 2016). Do ponto de vista econômico, segundo a Gartner, Inc., uma das principais empresas de pesquisa do mundo, haverá cerca de 26 bilhões de dispositivos IoT em 2020, excluindo computadores pessoais, smartphones e tablets, representando um aumento de aproximadamente 30 vezes o de 0,9 bilhões de 2009. A IoT em produtos e prestação de serviços gerará uma receita adicional superior a 300 bilhões de dólares, o que resultará em 1,9 trilhões na economia global em valor agregado (GARTNER, 2013).

### 3.3.2 Smart Home

*Smart Home*, que, em tradução direta significa Casa Inteligente, é um conceito que envolve várias áreas de conhecimento da ciência e engenharia. O termo *Smart Home* é comumente utilizado para definir uma residência que integra tecnologia e serviços através de uma rede com o objetivo de aprimorar a eficiência energética e melhorar a qualidade de vida (MOWAMAD; FATHY; HAFEZ, 2014).

Seguindo a ideia de IoT, onde há vários objetos conectados que trocam informações, como podemos observar na figura 2, uma *Smart Home* possui sistemas avançados para controlar iluminação, temperatura, interruptores, equipamentos de entretenimento e multimídia, monitoramento e segurança. O ambiente deve moldar-se aos moradores da casa, podendo ser controlado por comandos de voz, acesso remoto ou computador pessoal, transformando assim, uma simples casa em uma casa inteligente e proporcionando aos seus moradores conforto, eficiência, independência e segurança (TULY, 2016).

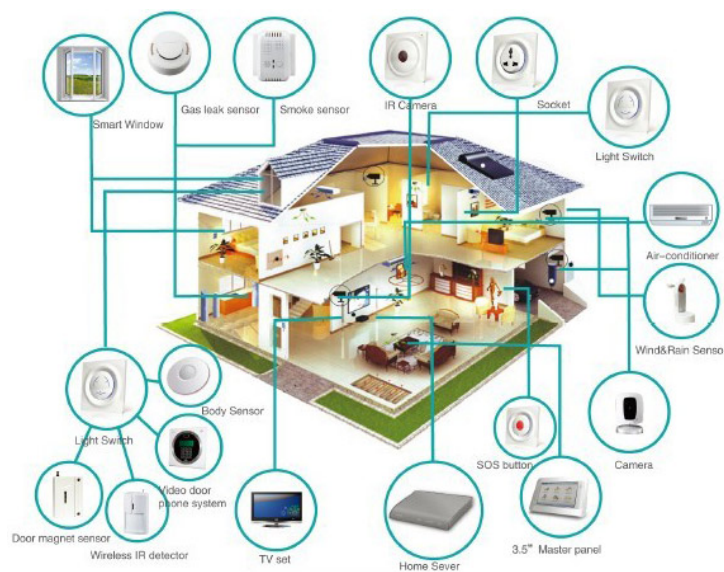


Figura 2 – Smart Home - Fonte: (ENERGY, 2016)

Ainda segundo Tuly (2016), as *Smart Homes* são divididas em quatro áreas nas quais os dispositivos precisam ser capazes de oferecer bons resultados, sendo elas:

- Gestão e Eficiência de Energia
- Saúde
- Entretenimento
- Segurança

#### 3.3.2.1 Gestão e Eficiência de Energia

A maior parte do consumo mundial de energia atual é proveniente do uso residencial. E com a população crescendo rapidamente, a demanda por energia elétrica cresce junto. Com a entrada da IoT e das *Smart Homes* na sociedade, a quantidade de energia consumida por residências aumentará ainda mais. Tendo isso em mente, um dos objetivos do conceito de *Smart Home* é a busca por maneiras de se obter um sistema de gerenciamento residencial de energia sustentável e eficiente (TULY, 2016).

#### 3.3.2.2 Saúde

Essa área de aplicação da *Smart Home* é de grande interesse por parte de pesquisadores, visto que existe um significativo aumento da população idosa. Acredita-se que o estudo da área será útil para resolução de várias questões relacionadas pessoas com idade avançada, como por exemplo, solidão, incapacidade, limitações cognitivas e a saúde em geral, sendo que será facilitada a tarefa de monitoramento (TULY, 2016). Vários tipos de dispositivos e tecnologias relacionadas a saúde inteligente podem conter sensores que verificam o corpo, coletando informações importantes e as enviando para o médico ou para os responsáveis pelo paciente.

### 3.3.2.3 Entretenimento

Segundo [Mendes et al. \(2015\)](#), o consumo de mídias digitais, sejam elas músicas, vídeos, imagens, jogos eletrônicos, tem crescido cada vez mais dentro de casas com o passar dos anos, e novas formas de entretenimento estão se tornando bastante populares, mudando permanentemente a maneira como agimos e interagimos com elas. E essa área têm mostrado enorme potencial. Formatos como *Ultra High Definition* (UHD) necessitam de conexões com latências extremamente baixas e alta capacidade de banda, além disso, a grande quantidade de dados irá requerir conexão em tempo real de vários, possivelmente distribuídos, recursos de processamento de mídia.

### 3.3.2.4 Segurança

As tecnologias de *Smart Home* contribuem muito no quesito de segurança para seus habitantes. Segundo [Tuly \(2016\)](#), temos dois tipos de segurança em que os dispositivos nos ajudarão. Primeiro com relação a eventos anormais dentro da casa, onde sensores térmicos, líquidos, de movimentos e de proximidade avisam sobre incêndios, alagamentos, e possíveis acidentes que possam vir a ocorrer. Já o segundo, é um grande avanço no que diz respeito a detecção de invasões, roubos e assaltos. É importante que os equipamentos e a rede sejam de boa qualidade, pois esse tipo de solução requer tráfego de informações em tempo real e uma capacidade autosuficiente de informar se detecções e alterações no status dos sensores são reais ou apenas falsos positivos ([MENDES et al., 2015](#)).

### 3.3.3 Smart Lighting

Como visto anteriormente, a demanda por energia elétrica têm crescido drasticamente com a chegada de novos aparatos eletrônicos no mercado e isso afeta diretamente no preço que pagamos pelo fornecimento desse recurso. A IoT busca, como um de seus princípios, o uso eficiente da energia, e o conceito de *Smart Lighting* está ligado diretamente a isso, sendo a área de estudo da IoT voltada a soluções para iluminação inteligente de ambientes.

Segundo [Martirano \(2011\)](#), o uso de energia elétrica para a iluminação deve adotar maneira ativas e passivas para reduzir o consumo de energia pelo sistema sem afetar sua performance e ainda aumentando o conforto e segurança dos usuários. De acordo com o autor, existem duas estratégias para esse fim, eficiência e eficácia. A eficiência dos sistemas pode ser melhorada com o uso de equipamento de alta performance e pelo posicionamento e design da iluminação no ambiente, colocando luzes em pontos onde sua capacidade será melhor aproveitada. Já a eficácia, pode ser aperfeiçoada adotando controles automáticos de iluminação baseados nas necessidades tanto dos usuários quanto do ambiente em si, apagando luzes quando preciso, ajustando-se de acordo com o nível de luz natural e controlando a intensidade.

### 3.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, serão apresentados projetos e trabalhos que se relacionam ao tema, possuem algumas características, ou se assemelham ao projeto proposto, bem como uma pequena discussão analisando e comparando os trabalhos com o projeto proposto.

#### 3.4.1 FilipeFlop - Acendendo Lâmpadas pela Internet

Nesse trabalho, o autor faz o uso do Arduino e alguns componentes, como o Shield Ethernet, o módulo relé e lâmpadas para criar um sistema que controla luzes pela internet. Foi desenvolvido um *Web Server* utilizando as bibliotecas nativas do Arduino, e o mesmo consegue obter informações e alterar o status das lâmpadas através do acionamento dos relés. Tal acionamento é feito por um script na linguagem JavaScript, que, ao detectar o evento de clique no botão definido no HTML, envia uma informação com o estado da lâmpada para uma div (elemento HTML) que está oculta da visão do usuário. Essa informação é então capturada pelo Arduino, verificada e por fim enviada ao módulo relé, permitindo assim, a passagem ou não da corrente elétrica para acender ou desligar a lâmpada, como mostrado na figura 3 (THOMSEN, 2015).



Figura 3 – Web Server acendendo lâmpadas - Fonte: (THOMSEN, 2015)

#### 3.4.2 Lelylan - IOT Cloud Platform

O projeto Lelylan é uma plataforma em nuvem de microserviços aquiteturaais para a IoT voltada ao público desenvolvedor. Em outras palavras, uma API para monitorar e controlar dispositivos físicos, com o objetivo de dividir a complexidade da Internet das Coisas em vários pequenos e independentes microserviços, podendo ser instalada em qualquer servidor nuvem público e com suporte, no momento para as linguagens Curl, Ruby, Node.js e AngularJS. A API

também da suporte para vários *hardwares* encontrados no mercado, como por exemplo o Arduino Yun, Raspberry PI, Eletric Imp, Spark Core, Netduino, Texas Instruments CC3000/CC3200, ou quaisquer outros que ofereçam suporte ao protocolo MQTT (LELYLAN, 2017).

Por meio do painel de gerenciamento, o usuário pode facilmente ter acesso a opções de adicionar, editar, remover e monitorar quaisquer dispositivos, como por exemplo, sensores de umidade, movimento, alarmes, câmeras, fechaduras e inclusive lâmpadas inteligentes que sejam suportados pela API, tornando assim menos trabalhosa a conexão de sensores e atuadores na rede. Na figura 4 é mostrado o cadastro de um dispositivo, após esse cadastro, será fornecido um código identificador e uma senha para realizar a conexão com a rede por meio do protocolo MQTT (LELYLAN, 2017).

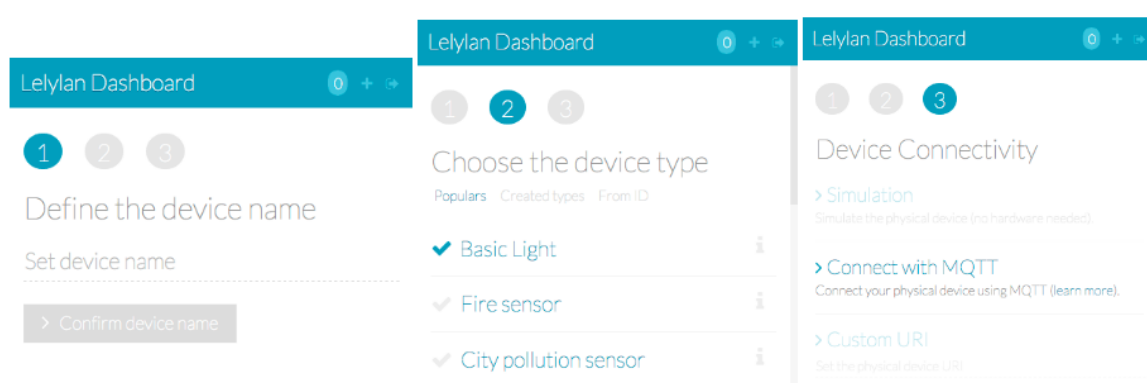


Figura 4 – Inserindo um dispositivo no Lelylan - Fonte: (LELYLAN, 2017)

Após criado o dispositivo no sistema, o usuário apenas conecta o dispositivo físico por meio dos dados fornecidos, e assim, ele ficará disponível para controle a partir do painel de gerenciamento.

### 3.4.3 Diferencial Tecnológico

O primeiro trabalho utiliza as bibliotecas nativas do Arduino a fim de cumprir o objetivo, que é acender as lâmpadas via rede utilizando IP. A construção do projeto é bastante simples e servirá como base para a montagem do circuito físico do trabalho proposto. Uma rápida busca na internet e nos deparamos com vários projetos semelhantes utilizando o Ethernet Shield. Já o segundo trabalho, consegue alcançar o mesmo objetivo mas de uma maneira mais complexa e fazendo o uso de um protocolo de rede para IoT, o MQTT, oferecendo um painel de controle onde é possível interagir com os dispositivos. Um diferencial do segundo projeto é que a API fornecida oferece suporte a diversos *hardwares* e linguagens de programação de alto nível.

Apesar de o objetivo final de todos os projetos ser o mesmo, acender uma lâmpada via rede, o principal diferencial dos dois trabalhos apresentados, para com o trabalho proposto,

está na utilização do sistema operacional RIOT OS, sistema voltado para IoT que executa na plataforma Arduino e em diversas outras, alterando a maneira com que trabalhamos com a placa, e também, a utilização do protocolo CoaP, um protocolo de rede voltado para comunicação de dispositivos com pouca memória e que trabalha com arquitetura REST, nos permitindo integração direta com o HTTP.

### 3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse capítulo, abordaremos sucintamente sobre as tecnologias e componentes que serão utilizados durante todo o desenvolvimento desse projeto, bem como uma descrição por tópicos da metodologia que será utilizada para atingir o objetivo.

#### 3.5.1 Arduino Mega 2560

O Arduino, criado em 2005, é uma placa microcontroladora de baixo custo, funcional, e acessível para pessoas que não possuem um grande conhecimento de programação, podendo assim, ser utilizada para estudos e até projetos mais complexos. Com a proposta de *Open Hardware* (Hardware Livre), o Arduino se destaca no mercado já que qualquer pessoa interessada na tecnologia pode montar, modificar e personalizar a placa partindo do mesmo hardware básico (THOMSEN, 2014).

O Arduino Mega 2560 (Figura 5) é uma placa da plataforma Arduino baseada no microcontrolador ATmega2560. Ela possui 54 portas de entrada/saída digitais, 16 portas analógicas, clock de 16Mhz, conexão USB e conector para alimentação de energia externa. Com relação a memória, ele possui 256kb de memória Flash, dos quais 8kb são utilizados para o bootloader, 8kb de memória SRAM e 4kb de EEPROM (ARDUINO, 2017). A principal razão da escolha do Arduino para esse projeto, dá-se por conta de sua característica *Open Hardware*, pois o mercado disponibiliza fácil acesso aos módulos e sensores.

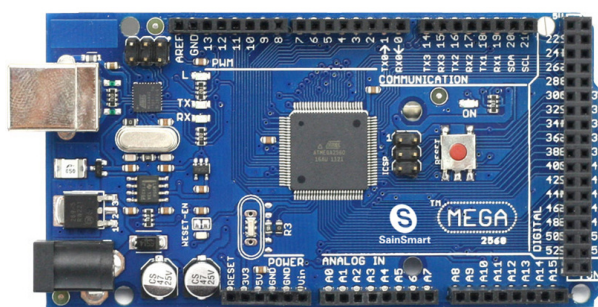


Figura 5 – Arduino MEGA 2560

#### 3.5.2 Shield Ethernet W5100

Por ser *open hardware*, é possível estender as funcionalidades de uma placa fazendo uso de Shields, placas de hardware que são encaixadas no Arduino e podem exercer diversas

funções como por exemplo, conexão com a Internet, motores, Wi-Fi, e muitos outros, podendo até mesmo empilhar Shields uns sobre outros, já que a maioria disponível no mercado possui seus próprios conectores (REIS, 2015).

O Shield Ethernet W5100 (Figura 6) permite que o Arduino seja conectado a uma rede local ou a Internet, fazendo com que seja possível ao microcontrolador responder a comandos remotos, monitorar a placa ou sensores conectados a ela. O Shield será utilizado no projeto para configurar o endereço a qual a aplicação estará executando.



Figura 6 – Shield Ethernet W5100

### 3.5.3 Módulo Relé

Um relé é uma chave mecânica que é acionada por um meio eletrônico, sendo assim, um dispositivo eletromecânico. Ele funciona como um interruptor, sendo utilizado para ligar ou desligar dispositivos, permitindo assim o funcionamento outros aparelhos conectados ao circuito por conta de uma alteração no equipamento pela passagem de corrente elétrica (CARVALHO, 2015).

O módulo relé (Figura 7) é um módulo que pode ser utilizado no arduino, possui três pinos para conexão com a placa, e três pda saída, sendos esses o comum, a saída onde é normalmente fechada e a saída onde a corrente é aberta (LIMA, 2015).

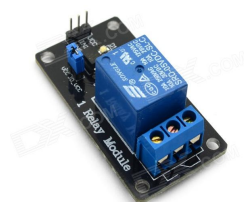


Figura 7 – Módulo relé

### 3.5.4 Riot OS

Um sistema operacional é responsável por gerenciar os recursos disponíveis do hardware e fazer o intermédio entre o *hardware* e o *software*. Um dos grandes problemas a serem resolvidos com relação a IoT, é a quantidade de *hardwares* diferentes entre si e como fazer a comunicação entre eles da melhor maneira sem que seja necessário o demasiado conhecimento sobre um *hardware* específico. Os sistemas operacionais voltados para a IoT estão aos poucos tentando resolver esse desafio, com programas que rodam em vários *hardwares* diferentes e executando código em uma mesma linguagem.

O Riot OS é um sistema operacional *open source* comunitário para IoT que vem sendo desenvolvido desde 2008 e é capaz de rodar em uma grande variedade de *hardwares*. Com a premissa de ser amigável ao desenvolvedor, executar códigos nas linguagens C ou C++, atingir o máximo de eficiência de energia, ter capacidades de processamento em tempo real e ter suporte a diversos protocolos de rede como por exemplo 6LoWPAN, IPv6, RPL, UDP, CoaP e CBOR, e ainda exigir pouquíssima memória, o Riot OS é uma ótima opção para a IoT, ao lado de outros como Contiki, Tiny OS e Linux (BACCELLI et al., 2013). O Riot OS foi escolhido para esse projeto devido ao seu suporte à linguagem de programação C e por oferecer suporte nativo a API do Arduino.

### 3.5.5 CoaP

Quando se fala sobre comunicação entre dois ou mais dispositivos que estão conectados a uma rede, surge a necessidade de um conjunto de regras sobre como essa comunicação será realizada, e esse conjunto é chamado de protocolo. Tais regras irão ditar a maneira com que será feita a troca de mensagens e/ou dados que compõe a rede, levando em consideração as limitações impostas pelo ambiente.

O *Constrained Application Protocol* (CoaP) foi criado em 2010 por um grupo chamado Constrained RESTful Environments (CoRE), com o objetivo de ser um framework para aplicações que tratam recursos simples em dispositivos conectados em redes limitadas, como por exemplo, aplicações que monitoram sensores, medidores, controlam atuadores e gerenciam dispositivos que compõe a rede. De acordo com a documentação do protocolo, o CoaP é voltado para nós com pequena quantidade de memória RAM e redes restritas onde a taxa de perda de pacotes é alta. Foi também projetado para aplicações M2M, como por exemplo, projetos de *Smart Energy* e *Smart Home*, interagindo diretamente com o HTTP para integração com a Web, podendo ser considerado um protocolo RESTful (MARTINS; ZEM, 2014).

### 3.5.6 Web Service REST e PHP

*Web Services* são, de acordo com a W3C Booth et al. (2004), um sistema de software responsável por realizar a comunicação M2M através da rede. E para que um *Web Service*

seja construído de acordo com os padrões e funcione perfeitamente, ele precisa seguir alguns princípios.

REST (*Representational State Transfer*) é caracterizado como um paradigma arquitetural, ou seja, uma série de princípios arquiteturais para que se possa construir *Web Services*. Nota-se que, uma API RESTful, é uma API que segue a arquitetura REST. Várias linguagens de programação aplicam os padrões REST, e uma delas é o PHP, pois trabalha nativamente com as requisições HTTP (GET, POST, DELETE, PUT), as quais os *Web Services* implementados fazendo a utilização do REST também utilizam (PASQUA, 2015).

### 3.5.7 Desenvolvimento

Para o desenvolvimento do projeto proposto, as seguintes atividades serão desenvolvidas:

- O primeiro passo do projeto será o estudo do RIOT OS e a execução de uma aplicação de "Hello World" utilizando a base do sistema operacional no Arduino Mega2560. Partindo do sucesso do ponto inicial, será possível avançar o nível da codificação, fazendo testes mais significativos para o objetivo do trabalho.
- Estudo do protocolo CoaP e técnicas de implementação utilizando o RIOT OS, com o objetivo de desenvolver o *Web Service* REST e PHP, o qual será o responsável por intermediar todas as requisições feitas ao Arduino.
- Após desenvolvido o *Web Service*, torna-se necessário o desenvolvimento de uma interface para a exibição dos dados e interação com o circuito físico. Para isso, será desenvolvida uma página web utilizando linguagens para programação web, como PHP, HTML e CSS3.
- Testes serão realizados para verificar e analisar se os dados estão sendo enviados de maneira correta ao *WebService* e se o sistema proposto cumpre com o objetivo base definido.
- Uma análise mais aprofundada sobre os dados advindos do uso do protocolo CoaP será realizada com o fim de descobrir possíveis pontos fortes e fracos da utilização do mesmo.

Na figura 8, é apresentado o modelo do circuito que será utilizado no projeto, e na figura 9, um protótipo do funcionamento.

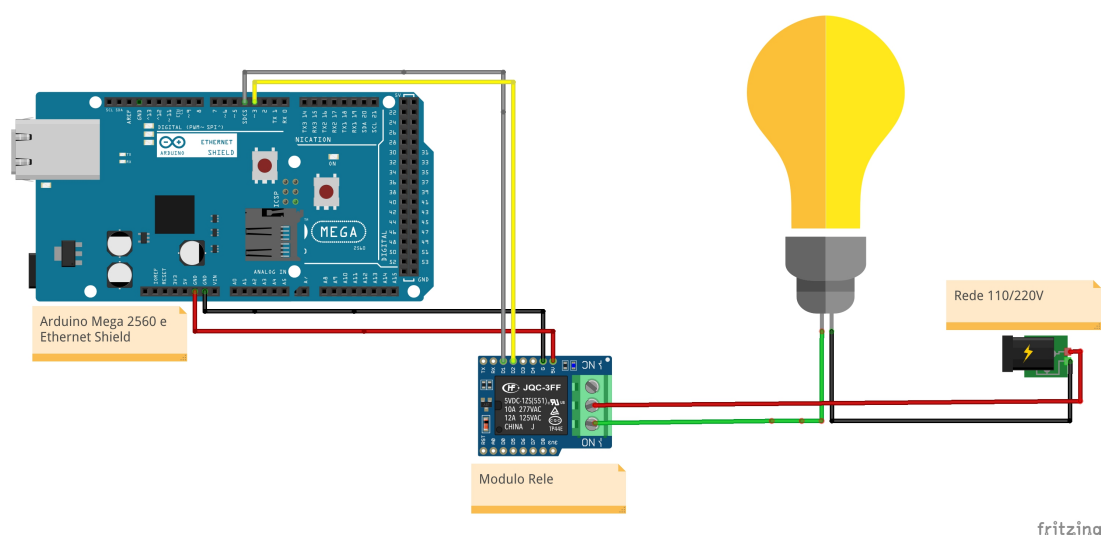


Figura 8 – Circuito de componentes - Fonte: o autor

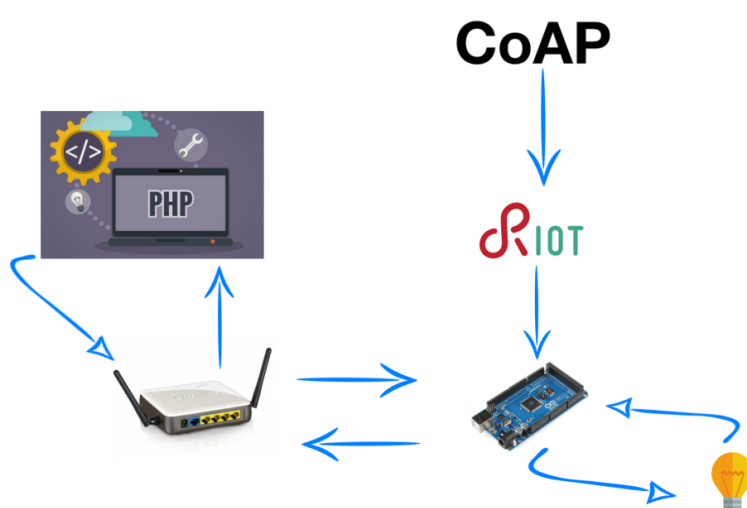


Figura 9 – Protótipo - Fonte: o autor

### 3.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa proposta foram apresentados os conceitos e tecnologias que serão utilizados no decorrer do desenvolvimento do projeto. Espera-se, ao término do trabalho, alcançar o objetivo geral de obter informações e alterar o status de uma lâmpada via rede. A escassez de informações sobre o sistema operacional utilizado torna o processo de desenvolvimento mais trabalhoso, visto que não existem muitos guias ou tutoriais a serem seguidos e nem mesmo material acadêmico ou científico sobre, apenas a documentação, que também não é muito completa. São esperadas dificuldades no desenvolvimento do *Web Service* e também na

implementação do protocolo CoAP, porém, acredita-se que será possível chegar ao objetivo definido.

O principal apelo do projeto é a exploração e trabalho com tecnologias recentes que, no futuro podem vir a ser úteis para a área de IoT como um geral, e até mesmo revolucionar o mercado da tecnologia voltada para a Internet das Coisas.

### 3.7 PLANEJAMENTO DO TRABALHO

O Quadro 1 apresenta um cronograma onde constam todas as atividades com seus respectivos prazos para o cumprimento.

Quadro 1 – Cronograma de Atividades.

| Atividades                                                             | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2017/2                                                                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 1. Revisão dos apontamentos da banca                                   |     |     |     |     |     | X   | X   |     | X   |     |
| 2. Revisão bibliográfica                                               |     |     |     |     |     | X   | X   | X   | X   |     |
| 3. Redação do projeto de TCC                                           |     |     |     |     |     |     | X   | X   | X   |     |
| 4. Defesa do projeto de TCC                                            |     |     |     |     |     |     |     |     | X   |     |
| 2018/1                                                                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 5. Revisão bibliográfica                                               | X   | X   | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |
| 6. Escrita da Monografia de TCC                                        | X   | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |     |
| 7. Desenvolvimento do Web-Service e funcionalidade do microcontrolador | X   | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |     |
| 8. Elaboração da apresentação final                                    |     |     | X   | X   |     |     |     |     |     |     |
| 9. Defesa final do TCC                                                 |     |     |     |     | X   |     |     |     |     |     |

### 3.8 RECURSOS NECESSÁRIOS

Para o desenvolvimento satisfatório do projeto, serão necessários os seguintes recursos:

- 1 (um) Computador com sistema operacional Linux
- 1 (um) Arduino MEGA 2560
- 1 (um) Shield Ethernet W5100
- 1 (um) Módulo relé
- 1 (um) Lâmpada E14 15w
- 1 (um) Soquete para Lâmpada
- 1 (um) Plug tomada macho

No Quadro 2 estão detalhados os custos para o projeto.

Quadro 2 – Custos de componentes.

| <b>Produto</b>       | <b>Custo (R\$)</b> |
|----------------------|--------------------|
| Arduino MEGA2560     | R\$ 19,00          |
| Ethernet Shield      | R\$ 58,90          |
| Módulo Relé          | R\$ 10,10          |
| Lâmpada E14 15w      | R\$ 4,99           |
| Soquete para lâmpada | R\$ 4,00           |
| Plug de tomada macho | R\$ 2,00           |
| Total                | R\$ 98,99          |

### 3.9 HORÁRIO DE TRABALHO

O horário destinado para realização das atividades do TCC, bem como o horário destinado para a reunião semanal/quinzenal com o orientador estão descritos no cronograma do Quadro 2. Este horário é definido com orientador levando em consideração a complexidade do trabalho a ser desenvolvido.

Quadro 3 – Horário de Trabalho.

| <b>Horário</b> | <b>Seg</b> | <b>Ter</b> | <b>Qua</b> | <b>Qui</b> | <b>Sex</b> | <b>Sab</b> |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 07h30 - 08h20  |            |            |            |            |            |            |
| 08h20 - 09h10  |            |            |            |            |            |            |
| 09h10 - 10h00  | TCC        | TCC        |            |            |            |            |
| 10h10 - 11h00  | TCC        | TCC        |            |            |            |            |
| 11h00 - 11h50  | TCC        | TCC        |            |            |            |            |
|                |            |            |            |            |            |            |
| 13h00 - 13h50  |            |            |            |            |            |            |
| 13h50 - 14h40  |            |            |            |            |            |            |
| 14h40 - 15h30  | TCC        | TCC        |            |            | TCC        |            |
| 15h40 - 16h30  | TCC        | TCC        |            |            | TCC        |            |
| 16h30 - 17h20  | TCC        | TCC        |            |            | TCC        |            |
| 17h20 - 18h10  | TCC        | TCC        |            |            | TCC        |            |
|                |            |            |            |            |            |            |
| 18h50 - 19h40  |            |            |            |            |            |            |
| 19h40 - 20h30  |            | Orientação |            |            |            |            |
| 20h30 - 21h20  |            |            |            |            |            |            |
| 21h30 - 22h15  |            |            |            |            |            |            |

## Referências

- ARDUINO. **Arduino MEGA 2560**. 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560/#>>. Acesso em: 11 de setembro de 2017. Citado na página 10.
- BACCELLI, E. et al. RIoT os: Towards an os for the internet of things. **32nd IEEE International Conference on Computer Communications (INFOCOM)**, 2013. Disponível em: <<https://riot-os.org/docs/riot-infocom2013-abstract.pdf>>. Acesso em: 12 de setembro de 2017. Citado na página 12.
- BOOTH, D. et al. Web services architecture. 2004. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/ws-arch/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2017. Citado na página 12.
- CARVALHO, R. **O que são relés - Tipos e usos**. 2015. Disponível em: <<http://www.centraldalapa.com/pagina/o-que-sao-reles-tipo-e-usos/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2017. Citado na página 11.
- ENERGY, S. H. **What is a Smart Home?** 2016. Disponível em: <<http://smarthomeenergy.co.uk/what-smart-home>>. Acesso em: 14 de setembro de 2017. Citado na página 6.
- GARTNER. **Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020**. 2013. Disponível em: <<http://www.gartner.com/newsroom/id/2636073>>. Acesso em: 14 de setembro de 2017. Citado na página 5.
- LACERDA, F.; LIMA-MARQUES, M. Da necessidade de princípios de arquitetura da informação para a internet das coisas. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 20, 2015. Citado na página 5.
- LELYLAN. **Lelylan - Open Source Internet of Things**. 2017. Disponível em: <<http://www.lelylan.com/>>. Acesso em: 16 de setembro de 2017. Citado na página 9.
- LIMA, I. **Módulo relé**. 2015. Disponível em: <<http://autocorrobotica.blog.br/modulo-rele/>>. Acesso em: 13 de setembro de 2017. Citado na página 11.
- MANCINI, M. Internet das coisas: História, conceitos, aplicações e desafios. 2017. Disponível em: <<https://pmisp.org.br/documents/acervo-arquivos/241-internet-das-coisas-historia-conceitos-aplicacoes-e-desafios/file>>. Acesso em: 11 de setembro de 2017. Citado na página 3.
- MARTINS, I. R.; ZEM, J. L. Estudo dos protocolos de comunicação mqtt e coap para aplicações machine-to-machine e internet das coisas. 2014. Citado na página 12.
- MARTIRANO, L. A smart lighting control to save energy. **The 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications**, 2011. Citado na página 7.
- MENDES, T. D. et al. Smart home communication technologies and applications: Wireless protocol assessment for home area network resources. **Energies** 2015, 2015. Citado na página 7.

MOWAMAD, M. A. E.-L.; FATHY, A.; HAFEZ, A. Smart home automated control system using android application and microcontroller. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 5, 2014. Citado na página 5.

MULANI, T. T.; PINGLE, S. V. Internet of things. **International Research Journal of Multidisciplinary Studies**, v. 2, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 5.

NASCIMENTO, M. T. V. Análise comparativa de protocolos em smart home: Considerações em conectividade. v. 1, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171417/TCC\\_MARCO\\_FIM.pdf](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171417/TCC_MARCO_FIM.pdf)>. Acesso em: 11 de setembro de 2017. Citado na página 3.

PASQUA, D. V. Webservices rest e php, introdução. 2015. Disponível em: <<http://www.douglaspasqua.com/2015/11/20/webservices-rest-e-php-introducao/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2017. Citado na página 13.

REIS, F. dos. **Arduino - Conhecendo os Shields**. 2015. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/arduino/arduino-conhecendo-os-shields/>>. Acesso em: 12 de setembro de 2017. Citado na página 11.

ROBLES, R. J.; KIM, T. hoon. Applications, systems and methods in smart home technology: A review. **International Journal of Advanced Science and Technology**, v. 15, 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Roslin\\_Robles/publication/242630611\\_Applications\\_Systems\\_and\\_Methods\\_in\\_Smart\\_Home\\_Technology\\_A\\_Review/links/582c24e908ae138f1bf4cc79/Applications-Systems-and-Methods-in-Smart-Home-Technology-A-Review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roslin_Robles/publication/242630611_Applications_Systems_and_Methods_in_Smart_Home_Technology_A_Review/links/582c24e908ae138f1bf4cc79/Applications-Systems-and-Methods-in-Smart-Home-Technology-A-Review.pdf)>. Acesso em: 11 de setembro de 2017. Citado na página 3.

THOMSEN, A. **O que é Arduino?** 2014. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 11 de setembro de 2017. Citado na página 10.

THOMSEN, A. **Automação Residencial com Arduino: acenda lâmpadas pela internet**. 2015. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/automacao-residencial-com-arduino-acenda-lampadas-pela-internet/>>. Acesso em: 16 de setembro de 2017. Citado na página 8.

TULY, K. F. A survey on novel services in smart home (optimized for smart electricity grid). 2016. Citado 3 vezes nas páginas 5, 6 e 7.