



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIAMÉRICA  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

CLEBER JONATHAS RODRIGUES DA SILVA  
MICHEL MUSSOLINE

**IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA INTERNET DAS COISAS NA ILUMINAÇÃO  
PÚBLICA**

ARTIGO CIENTIFICO

FOZ DO IGUAÇU

2019



CLEBER JONATHAS RODRIGUES DA SILVA  
MICHEL MUSSOLINE

IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA INTERNET DAS COISAS NA ILUMINAÇÃO  
PÚBLICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a bancada de graduação em Engenharia elétrica, do Centro Universitário Uniamérica, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Luciana Scarin Freitas

FOZ DO IGUAÇU

2019

## RESUMO

Com o rápido aumento da tecnologia na vida de todos, é praticamente impossível não ter contato com objeto tecnológico. Recentemente eles vêm modernizando deixando-os inteligentes com atributos de processamento, comunicação e sensoriamento. O que abre espaço para conecta-los entre si, seus usuários e o espaço ao seu redor, fazendo assim o uso em diversos âmbitos, esse aspecto é chamado de Internet das Coisas tradução de *Internet of Things (IOT)*. Englobado nas *Smart cities* (termo usado para disseminação do IOT nas cidades) tem a iluminação pública onde pode ser melhorado tecnologicamente contribuindo com a qualidade de vida e segurança aos cidadãos e convenientemente diminuindo os gastos de concessionária de energia elétrica.

Afim de agilizar o serviço das concessionárias de energias na localização de poste com luminárias com defeitos e danificadas , esse estudo tem como intuito a implantação de um sistema de alerta onde identifica e indica a localização exata do poste para manutenção onde o mesmo aciona luz de alerta para fácil localização visual, dando assim a concessionaria uma economia e agilidade ao serviço de manutenção, juntamente a isso uma menor preocupação da população com áreas que ficam longos períodos sem iluminação pública.

Palavras Chaves: IOT, Sistema de Controle, Iluminação Pública.

## **ABSTRACT**

With the rapid increase of technology in everyone's life, it is practically impossible not to have contact with technological object. Recently they have been modernizing them, leaving them intelligent with attributes of processing, communication and sensing. What opens space to connect them to each other, their users and the space around them, making use in different scopes, this aspect is called Internet of Things (IOT). Encompassed in Smart cities (the term used for the dissemination of IOT in cities), there is public lighting where it can be technologically improved, contributing to the quality of life and safety of citizens and conveniently reducing electricity utility costs.

In order to expedite the service of energy utilities in the location of posts with defective and damaged luminaires, this study intends to implement an alert system where it identifies and indicates the exact location of the maintenance pole where it triggers warning light for easy visual location, thus giving the concessionaire an economy and agility to the service of maintenance, along with this a less concern of the population with areas that stay long periods without public illumination.

Keywords: IOT, Control System, Public Lighting.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2 PROBLEMA</b> .....	7
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	7
3.1 GERAL .....	7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
<b>4 JUSTIFICATIVA</b> .....	8
<b>5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	9
5.1 IOT .....	9
5.1.1 Características fundamentais para estrutura da IoT .....	10
5.1.2 Dispositivos inteligentes e sua arquitetura primordial.....	11
5.1.3 Arquitetura básica dos dispositivos.....	11
5.1.4 Meios de comunicação IoT .....	12
5.2 Regulamentação do IoT no Setor publico .....	15
5.3 Empregando IoT e tecnologia no setor de iluminação pública .....	16
5.4 Análise das Referências Bibliográficas destacadas .....	17
<b>6 METODOLOGIA</b> .....	19
6.1 Característica da pesquisa .....	19
6.2 Lista de matérias e programas .....	19
6.3 Procedimento .....	20
6.4 Caracterização do conceito .....	20
<b>7 RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	21
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22

## **1 INTRODUÇÃO**

Internet das coisas (Internet of things (IOT)) dito por P.p. Ray (2016), referisse a ligação entre dois mundos o digital e o físico, onde existe uma rede mundial de “coisas” interconectados com seus próprios IPs com protocolos de comunicação e sensoriamento. Onde o usuário poderá está configurando e monitorando todos IOTS interligados.

Em sumo os objetos habituais e cotidiano estão cada vez mais interligados pela internet e capacidades analíticas de dados absurdo, que tem Competência de mudar para melhor o jeito de viver, essa junção de humano e IOT ocasionara Alterações na execução de tarefas e deveres.

O impacto previsto para os IOT na economia global e internet se estima em torno de 100 bilhões de dispositivos de IoT conectados e US\$ 11 trilhões em 2025. Mesmo com esses índices elevados, ainda não consiga acompanhar o desenvolvimento social, logo que, quem tem que mais se beneficia é a população, o desenvolvimento econômico e social ambas têm que cresce proporcionalmente iguais.

Com isso em mente, instituição públicas e privadas são cobrados a agirem e empregar medidas voltadas para favorecer a qualidade de vida da população. Nesse âmbito, é propicio pensar em inovações tecnológicas para iluminação pública. Viver em uma cidade com uma ótima iluminação contribui para a facilidade de locomoção e com melhor segurança.

Esse estudo tem o intuito de fundir o IOT na iluminação pública, utilizando recursos para o aprimoramento no setor Público e Privado das concessionárias de energias, aprimorando assim o reconhecimento e localização imediata de postes de iluminação com a iluminação (lâmpadas LED) defeituosa, danificadas e inativas, com esse implemento tecnológico, ajudando assim a reduzir gastos significativos na manutenção dos mesmo, gostos como combustível, manutenções dos veículos, atendimentos de reclamações da população, acidentes em trechos com falta de iluminação, furtos, roubos sequestro em lugares etc.

## **2 PROBLEMA**

Com intuito de facilitar o entendimento do gasto com iluminação pública, foi utilizado como exemplo o estado de São Paulo, no qual em 2011 seu consumo total de energia elétrica ficou aproximadamente 130 mil GWh de energia elétrica. Dentre esse gasto a iluminação pública obtém 2,3% do gasto, isso equivale em cerca de 3 mil GWh, (CEPAM,2013).

Outro fator no gasto da iluminação pública é o custo de operação e manutenção, a primeira vista parece superficial, entretanto há uma complexa estrutura formada, para obter um funcionamento conforme os padrões de qualidade exigidos, para isso se torna realidade, estima-se um custo mensal de oito a quinze reais. Além desses custos, arcam com os investimentos em expansão e melhorias do sistema da iluminação pública, (CEPAM,2013).

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 GERAL**

Esse trabalho tem a finalidade de validar a capacidade da Internet das coisas em relação a iluminação pública, com o desafio de propor um sistema de monitoramento dos postes diante a defeitos ocasionais a iluminação, onde será acionado um alerta na central da concessionaria a qual será possível identifica a localização exata do poste para manutenção, juntamente ao sistema o dispositivo instalado no poste acionará uma pequena luz de alerta para facilitar a localização visual.

### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Objetivos específicos são:

- Realizar a escolha do sistema (*Software*) para o uso;
- Escolha dos componentes eletrônicos para montagem do circuito (*Hardware*);

- Utilizar lâmpada LED no projeto, para melhor exatidão;
- Fazer a programação do sistema, para ter o uso adequado;
- Montar o circuito para a iluminação pública;
- Elaborar testes de funcionamento do sistema e circuito em conjunto a LED;
- Estabelecer uma comunicação entre o *Software* e *Hardware*;
- E formaliza o modo de comunicação real dos IoTs nos postes e o sistema instalado na concessionária.

#### **4 JUSTIFICATIVA**

Será criado um sistema (*software*) de monitoramento central, por onde, ocorrerá toda a parte de cadastramento do IP de todos os postes de iluminação espalhado na cidade ou região, para obter o reconhecimento e localização rapidamente da iluminação defeituosa extraviada, no qual agilizará as tarefas dos funcionários da concessionárias, economizando não só no gasto de combustível mas também de tempo deles podendo cobrir áreas maiores com o mesmo tempo, evitando assim ter áreas sem iluminação por muito tempo, prevenindo acidentes, furtos outros malefícios cometidos por falta de claridade.

Já para os postes terá o desenvolvido de um circuito (*Hardware*) que contará com sensores e luzes de sinalização instalados ao protótipo a qual ficara acoplado em uma *case* para proteção contra intemperes do clima, fazendo assim a leitura o armazenamento e envio das informações para central e sinalizara visualmente qual o poste precisa de manutenção fazendo o uso das luzes de reconhecimento, o que facilitara ainda mais o trabalho dos profissionais.

Terá ainda comunicação entre os postes de iluminação e a central, onde será feita a escolha para melhor custo benefício para o orçamento da concessionária.

A troca das iluminações para LED, na qual, em primeira instancia provocara um gasto considerável no orçamento da concessionária, mas em longo prazo terá resultados significativos no gasto energético da iluminação pública além de proporcionar a exatidão das informações passados para os dispositivos IoT instalados

e ter aspectos visuais deslumbrante, o que pode acarretar em melhorias em turismo e comercio da região e desmotivar atos maliciosos como delitos e crimes.

## **5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Nesta seção, será difundido os referencias teóricos com relação a aplicabilidade da IoT e sua tecnologia voltadas a iluminação públicas, com finalidade de propiciar não só as concessionárias, mas a todos que usufrui da iluminação direta e indiretamente. Esse capítulo salientará algumas publicações que emprega tecnologia e IoT no sistema de iluminação pública.

### **5.1 IOT**

Objetos de diferentes ambientes e funções quando conectados a uma rede, seja qual for a rede, cria-se novas funcionalidades e fazendo uso desses novos recursos se forma a tão comentada Internet das coisas em inglês chamada de *Inthernet of things* (IOT). Nesse conceito os objetos podem trocar informações entre eles e fazem comunicação com seus usuários, formando assim uma cadeia de aplicações, dentre elas coleta de dados, monitoramento e sensoriamento de áreas com difícil acesso e ambientes adversos e muitas outras aplicações, (Sundmaeker et al. 2010).

Com esse cenário, a probabilidade de aplicações inovadoras é gradativa, porém com ele vem também novos obstáculos como conectar a internet á objetos com limitações em vários âmbitos tecnológicos, sendo no processamento, comunicação, memória e armazenagem de energia, (Loureiro et al. 2003).

Espontaneamente, no caso dos IOTs os objetos são diferentes, ou seja, contrastam em implantação, recursos e qualidade. Alguns exemplos tanto praticas como teóricas que podem aparecer são identificação dos dispositivos, achar caminhos de vazão adequadas e uso adequado dos meios limitados dos objetos. Desta forma, fica visível a carência de adequação dos protocolos existentes. Além de tudo, o IOT

pode pegar caminhos distintos dos padrões de redes como a internet, para a comunicação e roteamento (Chaouchi 2013).

É inevitável, desafios sempre surge enquanto novas aplicações são criadas em IoT. Atualmente os dados obtidos por objetos devem apresentar limitações (calibragem do sensor), incoerências (com desordem, *outliers*) e terem modelos variados (desenvolvidos por pessoas, sensores físicos, combinação de dados). Entretanto, esses desafios relacionados aos dados devem ser solucionados por aplicações e algoritmos.

Outro caso é sobre confiabilidade dos dados obtidos dos dispositivos IoT, como e onde serão empregados nos cenários estipulados, para isso, aplicações inovadoras devem ser analisados e sobressaem com soluções que visa um futuro próximo da IoT.

Tem autores que defende que a próxima revolução da tecnologia da informação será a IoT (Ashton 2009, Forbes 2014, Wang et al. 2015). Por tanto, a IoT possivelmente será o ponto de ignição para o avanço tecnológico computacional global.

### **5.1.1 Características fundamentais para estrutura da IoT**

A IoT pode ser entendida como uma mesclagem de distintas tecnologias, com a função de integrar o mundo físico e virtual no mesmo ambiente dos dispositivos.

**Identificação:** Fator de alto grau de importância, logo, é vital os dispositivos tenham suas identificações únicas para conectar-se à internet. Tecnologias tais como, RFID, NFC (*Near Field Communication*) e endereço IP devem servir para identificação dos dispositivos.

**Sensores/Atuadores:** Sensores tem a tarefa coletar os dados sobre nicho onde os dispositivos se localizam, consecutivamente armazena/encaminha essas informações para a data *warehouse*, *clouds* e central de armazenamento. Atuadores interagir/manipular com o ambiente conforme os dados lidos.

**Comunicação:** Outro fator crítico de importância, desempenha o papel de conectar os dispositivos IoT, aplicando variadas técnicas, além da importância no consumo de energia deles. Exemplos de tecnologias empregas é WiFi, Bluetooth, IEEE 802.15.4 e RFID.

**Serviços:** A IoT é capaz de dispor múltiplas categoria de serviços, entre essa gama, temos os Serviços de Identificação, que a sua função é mapear Entidades Físicas e Entidades Virtuais, como exemplo vemos a humidade de um espaço físico em seu valor, Serviço de Agregação de informações que apanha e sintetiza as informações homogêneos/heterogêneos concedidos dos dispositivos inteligentes; Serviços de Colaboração e Inteligência que opera sobre os serviços de agregação de dados para decidir e reagir de maneira mais adequada ao cenário proposto; e Serviços de Ubiquidade que tem como finalidade ceder serviços de contribuição e inteligência em qualquer circunstância que seja necessário.

**Semântica:** Indica a aptidão recém descoberta e uso eficiente de extrair conhecimento dos dispositivos na IoT, a partir dos dados já existentes e suprir determinados serviços. Para isso são empregados diversos procedimentos tais como; *Efficient XML Interchange (EXI)*, *Web Ontology Language (OWL)* e *Resource Description Framework (RDF)*.

### **5.1.2 Dispositivos inteligentes e sua arquitetura primordial**

Nessa seção cita com maior precisão a arquitetura básica, as tecnologias de comunicação e como foco principal a comunicação sem fio dos dispositivos inteligentes que indica maior popularização no ambiente de IoT.

### **5.1.3 Arquitetura básica dos dispositivos**

A arquitetura básica dos dispositivos inteligentes é formada por quatro pilares vitais: processamento/memória, comunicação, energia e sensores/atuadores.

**Processamento/memória:** integrada de CPU simples geralmente não apresentam alto poder computacional, um microcontrolador e um conversor analógico /digital para obter sinais dos sensores e memória interna que faz o armazenamento de dados e *software*.

Ocasionalmente é utilizada uma “segunda memória”, nada mais é que uma memória externa do tipo *flash* para estabelecer um *log* de dados. Essa é ideal, logo que consome menos energia e utilizam menor espaço no dispositivo.

**Comunicação:** compõem com no mínimo de um canal de comunicação, sendo esse geralmente sem fio. Nesse contexto tem como maioria o uso frequência de rádio de baixa potência e custo, como resultado a comunicação fica limitada em alcance e perda de frequência, esse ponto será mais explorado na seção seguinte.

**Fonte de energia:** incumbido por fornecer energia a todos componentes do dispositivo. Geralmente consiste em bateria(s) que podem ser recarregáveis ou não e um conversor AC-DC. Porém existe outras fontes que podem fornecer energia através conversões de energia (mecânica ou magnética em elétrica) em inglês *energy harvesting*.

**Sensores/atuadores:** Promovem o monitoramento da área na qual o dispositivo se estabelece. Os sensores obtêm informações de grandezas físicas como presença, temperatura pressão e umidade. Atuadores são simplesmente componentes que promovem diversificadas ações, respondendo a comando podendo ser mecânicos ou elétricos.

#### **5.1.4 Meios de comunicação IoT**

Nesta seção refere-se à comunicação e suas tecnologias empregadas no IoT, apontando as qualidades mais destacadas de cada uma.

**Ethernet:** A comunicação Ethernet padrão (IEEE 802.3) teve sua efetividade em meados dos anos 80 mais especificamente em 1983 pela IEEE e cobre a maior área das redes locais existentes atualmente.

Recentemente esse padrão é formado por dois tipos de cabos, par traçado e fibra óptica, que possuem taxas de comunicação divergentes. Par traçado tendo uma taxa máxima de 1Gbps (categoria 5), com sua extensão limitada a 100 metros, acima dessa distância é preciso o uso de repetidores. Já a fibra óptica tem taxas máximas de 10Gbps, e sua extensão limitada a 2000 metros (Tanenbaum 2011). A aplicação da

ethernet pra comunicação esta ilimitado a dispositivos fixos (sem mobilidade) o que é pouco utilizado para comunicação IoT.

**Wi-Fi:** Sendo uma das soluções mais cotidianas de vários lugares e estabelecimento, por ser uma comunicação sem fio, seu padrão (IEEE 802.11) foi oficializada em 1997, deste então passou por diversas versões, sua versão atual visa taxa de comunicação de 600 Mbps e 1300 Mbps.

O Wi-Fi teve seu desenvolvimento como uma alternativa em contraste do já citado Ethernet, sem muitas preocupação com consumo energético, ele fica quase inviável na aplicação do IoT, sua vantagem é o alcance de conexão e vazão, na qual fica viável para conexão a internet em aparelhos móveis como smartphones e afins, sendo sua desvantagem seu elevado consumo de energia em comparação com outras comunicações sem fio.

**ZigBee:** esse padrão baseasse no protocolo IEEE 802.15.4 especificadamente para a camada de enlace. O ZigBee trabalha em frequência 2,4 GHz (faixa ISM) mas opera também em 868 MHz e 915 MHz. Seu alcance máximo de taxa chega a 250 Kbps. Ele autoriza que o dispositivo entre no modo “*sleep*” por períodos prolongados permitindo assim o dispositivo tem uma economia de energia significativa como consequência tendo sua vida útil estendida (Tanenbaum 2011).

ZigBee é utilizado também como protocolo IP (incluindo o IPv6) e como topologia em malha (mesh2). Ele já tem aplicações IoT em residências e comércios e depende de um *Gateway*, que libera a comunicação entre dispositivos que não o ZigBee. Sua vantagem é sua baixa vazão, consumo de energia reduzido e baixo custo sua desvantagem é a utilização de outro componente para interagir com outros comunicadores que não sejam ZigBee.

**Bluetooth Low Energy:** é um protocolo de comunicação sugerida pela Ericsson para suceder a comunicação Serial RS-232.3. Hoje, o Bluetooth *Special Interest Group* é encarregado todas as funções dessa tecnologia. Sendo umas das mais essenciais no quesito em rede sem fio para PANs – *Personal Area Networks*, utilizadas em diversos aparelhos eletrônicos como smartphones, *headsets* e afins. Obtendo três linhas; a primeira a Bluetooth *Basic Rate/Enhanced Data Rate* (BR/EDR), versão 2,0 ou precedentes, segunda é Bluetooth *High Speed* (HS) versão 3.0 e o Bluetooth *Low Energy* (BLE) versão 4.0 ou superior, sendo a que obtém especificação voltada para

economia de energia, onde pode ser usado em Dispositivos com baterias reduzidas a tamanho de moedas (*coin cell batteries*).

O BLE 4.0 e 4.1 possui 27 bytes como máximo de mensagem (*Maximum Transmit Unit – MTU*), já a versão mais recente a BLE 4.2 tem capacidade de 251 bytes. Além disso, tem a topologia de rede, na versão 4.0 a topologia estrela é acessível, significa que o dispositivo pode agir exclusivamente como *master* ou *Slave*. Na versão 4.1 é possível agir como *master* e *Slave* simultaneamente, permitindo assim a elaboração de topologia em malha. Atualmente foi feita uma proposta de adaptar para os dispositivos que usam BLE, parecida com o padrão 6LoWPAN, identificada como 6LoBTLE.

**3G/4G:** Os padrões de telefonia móvel, é uma boa opção de aplicações que precisa cobrir longas distância, aproveitando assim das redes 3G/4G. em contrapartida o consumo energético delas é muito elevado. Mas compensa se pensar em baixa mobilidade e áreas afastadas.

Aqui no Brasil, as frequências usadas em 3G são 1900 Mhz e 2100 MHz (UMTS) e taxa de comunicação de 1 Mbps e a 4G (LTE) uso flui da frequência de 2500 MHz e tem taxa de 10 Mbps. Mas temos a inauguração da 5G que melhorar e muito esses quesitos, no próximo padrão será dito mais minuciosamente sobre ele.

**LoRaWan:** Com o significado de (*Long Range Wide Area Network*), sua arquitetura foi desenvolvida para suporta criações de redes de longo alcance, desde de escala regional até global, fazendo uso de comunicação sem fio, segura e bi-direcional, com opcional de suporte a IPv6, com adaptação ao 6LoWPAN e funcionamento por a topologia estrela tudo operado por bateria e especificado com requisitos apropriado no IoT.

O que mais atrai em LoRAWAN é baixo custo e o consumo de energia reduzida. Com taxa de comunicação que chega entre 300bps a 50kbps, a frequência utilizada é a ISM Sub-GHz, oque faz as ondas eletromagnéticas transpor estruturas e superfícies amplas, as canal das ondas de frequências mais utilizadas por ela é as 109MHz, 433MHz, 866MHz e 915MHz. LoRAWAN manipula o MTU de 256 *bytes*.

**SigFox:** Teve arquitetura projetada para taxas de transferências de dados reduzidas, utilizando a inovadora e recém descoberta UNB (*Ultra Narrow Band*), opera como uma

operadora para IoT e suporte para uma cadeia de dispositivos e possui consumo de energia reduzida o que faz apto pra IoT.

Dentre suas principais funções, tem a remoção de dificuldade de conexão e fornecer uma API onde os usuários tenha maior facilidade em implantar sistemas IoT, sua taxa de comunicação oscila entre 10 bps e 1000 bps, sua faixa de frequência é de 900MHz e Utiliza a MTU de 96 bytes.

**Rede 5G:** O 5G denominada a quinta geração de internet móvel ou sem fio, é a evolução perfeita para introdução do IoT, obtendo downloads de até 20 Gb/s, ser capaz de atender trilhões de dispositivos conectados, não só pessoas, mas produtos eletrodomésticos, drones e robôs.

Todos esses dispositivos poderão se conecta devido à alta velocidade dessa rede, esse fluxo poderá ser aumentado em 100 vezes, atuará acima dos 60 Mhz com isso o fluxo de transição de dados será maior, diminuindo a interferência no sinal. vale ressaltar a eficiência energética, que terá 90 % de redução no consumo de energia.

## 5.2 Regulamentação do IoT no Setor publico

Nessa Seção vai ser debatido sobre a regularidade do IoT no setor público, onde a Anatel atualmente, publicou para uma reavaliação da regulamentação com o fim de expansão do IoT. Como dito por (SCORSIM, E. M. 2018).

A Anatel deixou alguns tópicos para análise de impacto regulatório:

- a outorga dos serviços de IoT, a partir dos novos modelos de negócios;
- as regras de prestação dos serviços de IoT;
- a questão da tributação e licenciamento dos serviços de IoT;
- a numeração para atender a demanda dos dispositivos IoT (utilizado para endereçamento e identificação em qualquer rede no mundo);
- a segurança cibernética em dispositivos IoT (medidas de certificação e homologação dos dispositivos IoT);
- a faixa de espectro disponível para IoT (e, também, a realização de licitações não arrecadatórias para novas frequências);
- a infraestrutura de banda larga para suportar serviços IoT,

- acordos de roaming nacionais, considerando-se a oferta de serviços IoT baseadas em fornecedores de conectividade globais.

A Anatel cita na abertura da consulta pública o plano nacional de IoT, tal como a câmara de IoT, definida como decreto 8.234/14. Onde dispõe o art. 38 da lei 12.715/12, que diz respeito a tributação das comunicações máquina a máquina. Conforme descrito em este ato normativo, será empregada câmara de gestão e supervisão da evolução dos sistemas de comunicação máquina a máquina, (SCORSIM, E. M. 2018).

De acordo com a Anatel, compete a câmara de IoT a tarefa de coordenar e conduzir a evolução de sistemas de comunicação entre máquina em aplicação em IoT, com a finalidade de aplicar a tributação a elas. Como descrita no art. 38 da lei 12.715/12.

Segundo ainda a Anatel, contem falta de versatilidade da regulamentação a exploração do serviço móvel pessoal (SMP), por intermédio da rede virtual para aplicação do IoT, na qual, algumas das aplicações de IoT usufrui como suporte.

Entretanto, essas responsabilidades consumeristas e de virtude da regulamentação de Telecom, não cabe em campo das aplicações de IoT. Sendo uma das saídas, é compor regime apropriado em aplicação do IoT, com destaque na oportunidade de ser feita em regime contratual.

Além disso, no aspecto de credenciamento por rede virtual – *mobile network operator* (MNO), impõe a junção a um prestador de origem. Todavia, tal obrigação não tem fundamento na aplicação de IoT. Uma das soluções é a implantação de regime apropriado para tal, por rede virtual, com base no SMP.

### **5.3 Empregando IoT e tecnologia no setor de iluminação pública**

Tem vários motivos para tecnologia avançar no setor de iluminação pública, uma delas engloba o ponto estético. Vários lugares importantes históricos são espalhados pela cidade e servem como pontos de comércio e turismo. Com essas

áreas repletas de tecnologicamente destacadas, aumentara drasticamente o fluxo da população, contribuindo com a economia e entretenimento, (A. Meola, 2016).

Com a admissão do LED, a qualidade de vida aumenta para a população, proporcionando assim muitas melhorias como, vislumbrar a verdadeiras cores das cidades e regiões (o verde das arborizações espalhadas pela cidade, arte culturais expostas e muitas outras). Além do mais, uma cidade bem iluminada possibilita menos riscos de roubos e furtos e tornando mais prático a identificação dos meliantes, facilitando assim o trabalho dos órgãos responsáveis e sendo mais benéficos para os habitantes.

#### **5.4 Análise das Referências Bibliográficas destacadas**

Neste trabalho de fim de curso será explorado IoT e seus derivados direcionados a iluminação pública. Estas análises restringirão as referências com ênfase no conceitos e métodos relacionados a este tema.

Segundo JAGADEESH, Y. M., AKILESH, S., KARTHIK, S., (2015). Um dos motivos do alto consumo de eletricidade vem da iluminação pública, afim de diminuir as despesas com desperdício com eletricidade, desenvolveram o documento de implantação de poste de luz, sensores IR e PIR dinâmico, controlador agregado e dispositivos de armazenamentos todos de baixo orçamentos, com finalidade de reduzir o consumo de energia e emissão de CO<sub>2</sub>, esse conceito permitirá que as luzes inteligentes adaptem automaticamente com relação as condições do trafego em tempo real e mudem de acordo com as condições da iluminação natural.

Seguindo a mesma linha de pensamento os autores PAZ, J. F., BAJO, J., RODRÍGUEZ, S., (2016). Apresentaram um esquema adaptativo, que alinha o controle da iluminação dos postes e coordenação inteligente com fim de economizar e proporcionar o máximo conforto visual em lugares com iluminação pública, Com o uso de várias ferramentas compostas como; inteligência artificial (IA), redes neurais artificiais (ANN), sistemas multiagentes (MAS), uma Abordagem orientada a Serviço (SOA) entre outros. O resultado foi excelente e teve sua arquitetura testada e validada,

logo que alcançou todos os parâmetros propostos a ele com a arquitetura modular e adaptável aos métodos atuais de iluminação e segue em evolução.

Foi implementado por MARINO, F., LECCESE, F., PIZZUTI, S., (2016), um monitoramento preditivo e um sistema de controle adaptativo pensado a iluminação pública. Foi desenvolvida uma estratégia com base de dados recolhidos por câmeras inteligentes, que gerou resultados positivos na vida real com potencial elevado na economia energética sem prejudica a segurança.

A realização feito por JIN, D., HANNON, C., ZHIYI, L., (2016), obteve benefícios com um sistema de iluminação pública a LED de rede sem fio com controle central e remoto com intuito de diminuir o orçamento com energia e melhorar a segurança pública, utilizando aplicativos de *Smart City*, mas em contra partida apareceram desafios na segurança cibernética.

Outro destaque foi conquistado por CARLI, R., DOTOLI, M., CIANCI, E., (2017). Que desenvolveram uma ferramenta que auxilia efetivamente na tomada de decisões do administrador público na escolha das intervenções de *retrofit* de energia apropriado em um sistema de iluminação pública em Bari na Itália onde a adversidade é embasada em uma formulação de programação totalmente quadrática, o resultado obteve êxodo em apoiar as melhores decisões com relação o gerenciamento de energia ideal para iluminação pública.

PARK, S., KANG, B., CHOI, M., (2017), estudaram no desenvolvimento de um ESS (*Energy Storage System*) micro-distribuído em uma rede de iluminação LED inteligentes, para solucionar o problema de valor elevado de instalação e péssima eficiência de gerenciamento da atual ESS integrado em uma rede inteligente. Através da aplicação do sistema, obteve inicialmente um custo de instalação reduzido utilizando ESS micro distribuído e com gerenciamento de energia inteligente com base na IoT em micro grade teve uma alta eficiência, possibilitando o monitoramento de energia dos postes e a logística da eficiência dos recursos do consumo de energia na micro-rede. Resultando assim em ambientes mais próximos de uma *Smart city*.

Como argumentado por HADIPOUR, M., DERAKHSHANDEH, J., F., SHIRAN, M. A., (2018). Sobre purificação da iluminação LED e sua superfície são vitais para prolongamento da vida útil das mesmas, usando sistema de lavagem automática (AWS), projetado, fabricado e instalado na cidade de Kermanshah

localizada no Irã. Conectado com a IoT, e pode ser empregado por quatro modelos de sistema de controle; temporizador, GSM 900, manualmente e por controle remoto podendo ser GSM, SIM 808 ou GRPS/GPS/ SMS mediante a uma rede de Ethernet.

## **6 METODOLOGIA**

### **6.1 Característica da pesquisa**

Esse presente projeto tem como finalidade alcançar meios utilizando o IoT para minimizar os custos com energia elétrica, operação, manutenção e prevenção da iluminação pública, fazendo o uso de recursos para identificar e localiza possíveis postes com a lâmpadas defeituosas ou danificadas.

### **6.2 Lista de matérias e programas**

Abaixo estão descritos os materiais e programas que foram utilizados no decorrer do trabalho:

- Arduino uno/mega;
- Protoboard;
- Cabos jumpers macho-macho
- Cabos jumpers macho-fêmea;
- Sensor de luz – LDR/Fotocélula;
- Resistor de 300 Ohm;
- Resistor de 10k Ohm;
- LEDs;
- Sensor (Detector) de tensão AC – GBK/P8;
- Módulo relé 5V de um canal;
- Lâmpadas LED;
- Receptáculo (Boquilha/Bocal);
- Cabo paralelo de 1,5mm ou 2,5mm;
- Interruptor *Three way*;

- Programa (software) SCADA.
- Programa (software) PSIM.

### **6.3 Procedimento**

Todo o trabalho desenvolveu-se em três partes;

Primeiramente a parte de construção do IoT, onde decorreu, o esquema do projeto usando o software PSIM, para arquitetar o circuito utilizado para os módulos, detector de tensão (GBK/P8) e para sensor de presença de iluminação (LDR).

Logo após a finalização da construção no software, começou o desenvolvimento dos módulos físicos, seguindo o esquema feito no PSIM. Podendo ter alterações, logo que, para começar utilizou a Protoboard podendo ser trocando por placas de circuitos projetadas e fabricadas adequadas para finalidade de dimensões menores e protótipos mais adequados.

Na segunda parte foi onde ocorreu toda a programação do sistema IoT, a leitura e envio dos dados recolhidos dos módulos. Utilizando o programa(software) Arduino IDE, é nele que será feito todos os processos de recolhimento de informações e transformados em dados para serem transferidos.

E na última parte consta com a transferência de dados mais adequados para a concessionaria e o desenvolvimento do sistema de monitoramento central, todo programado pelo software SCADA, o qual está responsável de receber todas as informações recolhidas e enviadas do IoT, sabendo assim a localização exata da iluminação com defeitos e que precise de manutenção.

### **6.4 Caracterização do conceito**

A características do conceito é simples, o módulo de tensão, vai ser empregado com o fim de identificar situação elétrica atual da lâmpada, se está sendo passado corrente ou não por elas, sabendo assim, se a fonte do problema é a lâmpada ou a rede de alimentação.

No módulo do LDR/Fotocélula tem a finalidade de captar a densidade da iluminação radiada pela lâmpada, com esses parâmetros revertidos em dados, conseguirá saber se a lâmpada está precisando de manutenção ou está danificada, para tal feito, ela vai ser programada para dar 6 parâmetros de densidade, 0,1,2,3,4,5. Sendo zero danificada, 1 e 2, necessidade de manutenção, 3, estado neutro e 4 e 5 boas condições de uso.

Para fins de testar o IoT, incluiremos um interruptor Three way que controlará a tensão e potenciômetro para controlar a variação da densidade da Lâmpada.

O uso de lâmpadas LED que além de terem mais exatidão nas leituras, ajudará e muito nos gastos, tanto no fator energético, no fator de durabilidade e na estética visual.

Todas essas informações serão transformadas em dados no arduino e repassadas na central que serão revertidas em informações pelo SCADA dando assim todas as informações necessárias para o responsável.

## **7 CONCLUSÃO**

O propósito desse projeto é aprimorar e agilizar o setor de iluminação pública e privado, fundindo o IoT, a partir de um sistema de sinalização e alerta de manutenção de postes de iluminação com defeitos e danificados. Gerando a partir desse projeto a redução energética, manutenção e gastos na frota de automóveis das concessionárias, Agilização na troca das iluminações tendo assim menos reclamações geradas pela população, acidentes por consequência de trechos sem ou com pouca iluminação, além de manter mais segura a cidade por obter menos lugares propício a roubos, furtos e sequestros.

Dessa forma esse trabalho contribui na evolução da cidade, melhorando e inovando as tecnologias, segurança, cortes em gastos públicos e privados, e por consequência a qualidade de vida aumenta para a população.

## REFERÊNCIAS

- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., and Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *Communications Surveys & Tutorials, IEEE*, 17(4):2347–2376.
- Angell, J. B., Barth, P. W., and Terry, S. C. (1983). Silicon micromechanical devices. *Scientific American*, 248:44–55.
- Ashton, K. (2009). That ‘internet of things’ thing. *RFID Journal*, 22(7):97–114.
- Bagula, B. and Erasmus, Z. (2015). Iot emulation with cooja. *ICTPIoT Workshop*.
- Barnaghi, P., Wang, W., Henson, C., and Taylor, K. (2012). Semantics for the Internet of Things. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 8(1):1–21.
- Bettini, C., Brdiczka, O., Henricksen, K., Indulska, J., Nicklas, D., Ranganathan, A., and Riboni, D. (2010). A survey of context modelling and reasoning techniques. *Pervasive and Mobile Computing*, 6(2):161–180.
- Bisdikian, C., Kaplan, L. M., and Srivastava, M. B. (2013). On the quality and value of information in sensor networks. *ACM Transactions on Sensor Networks*, 9(4):1– 26.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)*. Springer-Verlag New York, Inc., Secaucus, NJ, USA.
- BNDES, 2017. Estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil”. Disponível em <BNDES - Um plano de ação para o Brasil> Acessado em março de 2019.
- BNDES. Benchmark de iniciativas e políticas públicas - Relatório Final. 2017.

BORGES NETO, J. B., SILVA, T. H., ASSUNÇÃO, R. M., MINI, R. A. F., and LOUREIRO, A. A. F. (2015). Sensing in the Collaborative Internet of Things. *Sensors*, 15(3):6607– 6632.

Boulis, A. et al. (2011). Castalia: A simulator for wireless sensor networks and body area networks. NICTA: National ICT Australia.

Chaouchi, H. (2013). The internet of things: connecting objects. John Wiley & Sons.

MARINO, F., LECCESE, F., PIZZUTI, S. (2016). Adaptive street lighting predictive control, *Energy Procedia* Volume 111: 790-799.

JIN, D., HANNON, C., ZHIYI, L. (2016). Smart street lighting system: A platform for innovative smart city applications and a new frontier for cyber-security *The Electricity Journal* Volume 29 (10): 28-35.

CARLI, R., DOTOLI, M., CIANCI, E., (2017). An optimization tool for energy efficiency of street lighting systems in smart cities. *IFAC-PapersOnLine* Volume 50 (1), 14460-14464.

PARK, S., KANG, B., CHOI, M., (2017). A micro-distributed ESS-based smart LED streetlight system for intelligent demand management of the micro grid. *Sustainable Cities and Society* Volume 39: 801-813.

HADIPOUR, M., DERAKHSHANDEH, J., F., SHIRAN, M. A., (2018). Automatic washing system of LED street lighting via Internet of Things. *Internet of Things* Volumes 1–2: 74-80.

PETRITOLI, E., LECCESE, F., PIZZUTI, S., (2019). Smart lighting as basic building block of smart city: An energy performance comparative case study. *Measurement* Volume 136; 466-477.

JAGADEESH, Y. M., AKILESH, S., KARTHIK, S., (2015). Intelligent Street Lights. *Procedia Technology* Volume 21; 547-551.

PAZ, J. F., BAJO, J., RODRÍGUEZ, S., (2016). Intelligent system for lighting control in smart cities. Information Sciences Volume 372; 241-255.

PORTAL BRASIL, 2017. Governo fecha acordos para construção de polos tecnológicos no País. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2017/03/governo-fecha-acordos-para-construcao-de-polos-tecnologicos-no-pais>> Acessado em março de 2019.

PORTAL BRASIL, 2017. Parceria entre Brasil e União Europeia vai desenvolver Internet das Coisas e 5G. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia/2017/03/parceria-entre-brasil-e-uniao-europeia-vai-desenvolver-internet-das-coisas-e-5g>> Acessado em março de 2019.

SEBASTIAN, S., Ray, PP. Desenvolvimento de arquitetura invasiva IoT para cumprir a saúde do lar. In: Proceedings of I3CS, Shillong, 2015. Pp. 79-83