

# **UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

DIEGO DE LIMA

JERLAN DOS SANTOS COSTA

LAURIDIR PAES DE OLIVEIRA JUNIOR

MARCIO PEREIRA RODRIGUES

RAPHAEL RODRIGUES SILVA

**Gerenciamento de Iluminação pública através de redes  
automatizadas**

**Vídeo do Projeto Integrador**

<https://www.youtube.com/watch?v=72VdwpbngCI&t=47s>

Salto - SP

2020

# **UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

## **Gerenciamento de Iluminação pública através de redes automatizadas**

Relatório Técnico - Científico apresentado na disciplina do Projeto Integrador para o curso de Bacharelado em Engenharia de Computação da Fundação Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP).

Tutor: Ubiratam de Nazareth Costa Pereira

Salto – SP

2020

LIMA, Diego de; COSTA, Jerlan dos Santos; JUNIOR, Lauridir Paes de Oliveira; RODRIGUES, Marcio Pereira; SILVA, Raphael Rodrigues; **Gerenciamento de Iluminação pública através de redes automatizadas**. 00f. Relatório Técnico-Científico (Engenharia de Computação) – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Tutor: Sérgio Cecatto. Polo Salto, 2020.

## **RESUMO**

Em tempos de dificuldade financeira e recursos cada vez mais escassos, uma gestão eficiente das verbas destinadas aos espaços públicos pode impactar positivamente na comunidade. E quando o assunto é iluminação pública, a importância não deve ser apenas uma questão estrutural, mas também afeta diretamente a segurança de todos os moradores da comunidade, trabalhadores, turistas, entre outros. Pensando nisso, foi desenvolvido um projeto de gerenciamento de sistemas fechados de iluminação pública, de uma maneira que a solução pudesse ser replicável em sistemas de pequeno, médio e grande porte. Conforme as reuniões avançavam, foi escolhido por criar um projeto onde o sistema de iluminação pública, de maneira simples, pudesse se auto-gerenciar, gerando economia no consumo elétrico. E umas das alternativas que surgiram para o gerenciamento, foi um modelo inspirado em redes neurais artificiais, onde um pequeno centro de controle, em posse de um conjunto de informações entrantes devidamente ponderadas, exibe resultados de saída. Logo assim, com as instruções corretas, o sistema saberia quando ascender ou apagar determinada iluminação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Iluminação pública; Eficiência energética; Sistemas automatizados; Redes neurais.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>5</b>
2.1. Problema e Objetivos .....	5
2.2. Justificativa .....	6
2.3. Fundamentação teórica .....	6
2.4. Aplicação das disciplinas estudadas no Projeto Integrador.....	13
2.5. Metodologia .....	13
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
3.1. Solução Inicial.....	14
3.2. Solução Final.....	16
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

Em quase todos os municípios brasileiros atualmente, existe uma grande quantidade de espaços públicos, desde: ruas, praças, parques, prefeituras, entre outros. E se tem algo em comum entre todos esses espaços, é que todos necessitam de uma adequada iluminação, pois, se não forem devidamente iluminados colocam em risco a integridade física da população em geral, tanto quanto dos bens comuns que pertencem as instituições governamentais. E segundo a Agência Reguladora de Energia Elétrica (ANEEL, 2000), a iluminação pública pode ser definida como um serviço destinado a fornecer iluminação a locais públicos à noite ou ocasionalmente durante o dia quando escurece, incluindo aqueles que requerem iluminação permanente durante o dia.

E assim como todo serviço prestado, as prefeituras e distritos tem que arrecadar contribuição para o custeio do serviço de iluminação pública, que deve ser pago as empresas distribuidoras de energia elétrica, conforme resolução da ANEEL. E o não cumprimento do contrato por parte do poder municipal ou distrital, implica em multa e juros de mora (ANEEL, 2020). Sendo assim, o uso irregular da iluminação pública pode tornar o orçamento municipal oneroso.

Contudo, em meio a um cenário de pandemia, onde grande parte da verba pública atribuída a outras áreas tem sido direcionada para a saúde devido a situação emergencial que passamos, entendemos que precisamos de uma redução de gastos. Então, este projeto buscou uma melhor maneira de gerenciar a energia elétrica utilizada na iluminação pública.

## **2. DESENVOLVIMENTO**

### **2.1. Problema e Objetivos**

#### **Como a tecnologia pode contribuir com a iluminação pública?**

Um bom plano de eficiência energética deve acompanhar o desenvolvimento tecnológico, e avaliar os produtos disponíveis no mercado, verificando sua viabilidade técnica e econômica em substituir produtos menos eficientes por Sistemas de gerenciamento de Energia, automatizando o sistema de iluminação, de maneira que cada item de iluminação pública possa funcionar independente do sistema todo, porém com uma relação de

interdependência aos elementos próximos, ou seja, atuando de maneira inteligente.

Em análise dos modelos de estrutura da iluminação pública atual, conhecer o aprendizado preexistente, para dar início a um projeto a distância que partiria do entendimento da relação entre o ambiente e seus usuários, contribuindo assim no desenvolvimento do projeto. Sempre promovendo a troca de ideias e experiências entre os integrantes do grupo. E através dessa análise preliminar, desenvolver modelo de gestão da iluminação pública voltado especificamente para a economia de recursos energéticos, sem prejudicar o usuário.

## **2.2. Justificativa**

A importância da iluminação pública é incontestável, porém, entende-se que os locais públicos possuem momentos com menor fluxo de pessoas e/ou veículos. E nesses momentos, por exemplo, os postes de iluminação pública não desligam/ligam suas próprias lâmpadas, como um usuário doméstico desligaria um interruptor. Normalmente, a iluminação de vias públicas se ascende conforme se aproxima o crepúsculo, e permanece assim até a próxima manhã, gerando um grande gasto energético. Logo, como alternativa para a redução do custo envolvido na manutenção da iluminação pública, apresentamos um modelo de gerenciamento inteligente como contribuição para a comunidade local.

## **2.3. Fundamentação teórica**

### **Sistemas de iluminação pública**

O projeto tem por objetivo o gerenciamento de Iluminação fornecida por vias públicas, utilizando a tecnologia como sua principal aliada para monitoração das redes evitando desperdícios e possibilitando a economia de energia, com a iluminação alternativa controlada via rede de sinal é possível fazer alterações em tempo real, em ruas com menos movimentação, ou seja, é possível diminuir a iluminação em ruas com menos acesso, aumentar a iluminação se necessário em vias em que o trânsito é mais intenso e desligar quando não tem movimentação significativa. Toda via a iluminação do espaço público no período noturno por postes de luz, fundamental para a qualidade de vida nos centros urbanos modernos, é resultado da junção dos governos municipais e a rede de distribuição de

eletricidade da cidade, a responsabilidade de iluminação das vias públicas é da prefeitura, sendo incluindo entre as prestações do serviço público de interesse local e de caráter essencial conforme o inciso V do Artigo 30 da Constituição.

“Os diferentes projetos apresentados com relação a gerenciamento de energia inteligente devem ser aprovados e apoiados pelo governo, começando com testes em pequenos municípios com suportes que realmente comprovem sua eficácia, podemos dizer que a tecnologia está aí para quem quiser fazer o seu uso, porém de forma consciente e responsável” (ANEEL, 2010).

O circuito elétrico de muitas cidades do nosso país hoje em dia está extremamente defasado ou não tem o apoio necessário para que a correção dos mesmos seja feita de forma segura e eficiente, o interesse dos governos com investimento na rede elétrica decaiu nos últimos anos fazendo com que as redes ficassem sem a manutenção necessária e controle para continuarem funcionando, por isso conectar tudo há uma única rede de fornecimento séria um investimento ligado a um solução a longo prazo, pois além da vantagem econômica, também há segurança para todos que fazem o uso da iluminação das vias públicas.

Vivemos em cidades que crescem cada vez mais e em alta velocidade, é necessário se esforçar para acompanhar as mudanças, muitas vezes uma cidade cresce mais do que o sistema de rede elétrica da mesma, gerando assim curtos quando quase todos estão em casa e precisam usar alguns aparelhos domésticos, causando a sobrecarga do sistema e a quedas de energia, com a fiação antiga e sem manutenção adequada, em períodos chuvosos a interrupção de energia e o estouro de rede é quase inevitável. Acompanhar o crescimento acelerado dos grandes centros urbanos não é uma tarefa fácil, mais é possível, utilizando a tecnologia a favor do controle, evitando o carregamento excessivo das redes e aumentando sua capacidade de distribuição, ou seja, uma rede bem organizada e distribuída tem menos quedas e menos prejuízos a todos os seus usuários.

### **Sistemas de Gerenciamento de Energia**

É importante observar que há uma diferença significativa entre sistemas de gestão de energia e software ou aplicativos de monitoramento, um sistema de gerenciamento de energia é projetado para ajudar os profissionais de energia a gerenciar e reduzir efetivamente os kWh e os custos associados aos seus negócios e operações de uma maneira economicamente eficiente. O campo de gerenciamento de energia é uma disciplina em constante evolução e desenvolvimento, cujos princípios e práticas são empregados por empresas de vários setores

para otimizar operações, reduzir os custo e consumo de energia, reduzir os desperdícios e o impacto ambiental de seus processos em geral. Há várias formas de iniciar o processo de gerenciamento de energia uma delas é a implantação de Luzes de LED, que no sistema de fornecimento energético em vias públicas já é uma realidade em vários lugares no mundo, o desenvolvimento do LED de alta potência para fins de uso industrial e para Iluminação Pública foi uma importante inovação para o setor da Iluminação. O LED, que inicialmente fora criado para atender a indústria de computadores e possuía baixas potências e níveis de iluminação, evoluiu e atualmente atinge níveis de potência e luminosidade altos, após o estudo mais aprofundado sobre a sua eficiência, projetos foram criados para aumentar sua capacidade energética, pois ao se comprovar sua eficiência notou-se que poderia ser muito útil e econômico se aplicado a outros sistemas de energia, sendo um deles o sistema de iluminação pública que é tão importante para nossa sociedade em geral. Para que se possa dar continuidade a proposta desse projeto é necessária uma breve explicação de como ainda funcionam atualmente maior parte do sistema de gerenciamento de energia no nosso país, são os relés fotoelétricos, pelo qual os níveis de iluminação natural determinam quando as lâmpadas serão ativadas ou desativadas nesse sistema. Tipicamente, esses dispositivos são localizados em cada luminária ou sequência de postes, ou seja, há um controle local dos períodos de funcionamento do sistema.

Nossa proposta fundamental quanto ao gerenciamento de Iluminação fornecida por vias públicas é primeiramente atualizar as luzes para LED, e a partir dessa mudança, alterar o sistema de controle de acesso, com sensores e câmeras que funcionem em tempo real mandando informações para a central de controle, sobre a movimentação das ruas e a própria central automatizada sem auxílio de comandos externos (operadores diretos), irá determinar se a luz naquela determinada localidade permanecera ligada ou diminuirão sua luminosidade, de acordo com a movimentação das vias. Um investimento a primeira vista um pouco alto e trabalhoso, porém começando por pequenos municípios e comprovando sua veracidade nas propostas informativas, é verdadeiramente uma solução viável e a longo prazo levando em conta a economia e o melhoramento da eficiência, serão cortados muitos gastos com manutenção pois ao controlar a utilização das luminárias que são menos necessárias, a troca das luzes só será realizada em um período de tempo maior, gerando assim mais lucro para o município pois o dinheiro gasto para esse tipo de reparo e manutenção poderá ser direcionado a outros fins.

Os nível de luminosidade em LED no projeto proposto pelo grupo, apresenta além da economia e melhoramento da eficiência, o bem estar dos seres humanos e do meio ambiente, pois pesquisas indicam que alta luminosidade podem ser prejudiciais não somente aos humanos como ao ambiente em si, a variação nessa luminosidade local ao depender da movimentação



das ruas parece ser algo simples, mais engloba muito mais do que só o melhoramento artificial dos meios de iluminação pública, os níveis de iluminação podem impactar diretamente na sensação de segurança e conforto dos habitantes, com tudo devem estar de acordo com as especificações de segurança determinadas pelas leis civis.

Algumas vantagens da iluminação de Led, podemos citar, o fator de cor emite um comprimento de onda, gerando a luz numa frequência determinada e específica. Consequentemente, em uma única cor de luz, por isso mesmo saturada, ou seja, o vermelho é mais vermelho o azul é mais azul e assim por diante, os LEDs não sofrem interferência em sua vida pelo ligar e desligar. Enquanto uma lâmpada fluorescente, por exemplo, tem um número determinado de acendimentos em sua vida, os LEDs podem ser ligados e desligados um número indeterminado de vezes que isso não mudará sua vida útil, os LEDs produzem luz fria, existe a possibilidade de utilizá-los em várias situações, sem que sua luminosidade prejudique o que está sendo exposto a mesma, como exemplo é a iluminação mais utilizada em museus pois não altera com o tempo e não prejudica as obras e artefatos expostos. Segue abaixo o sistema estrutural do LED.



Figura 1. A Imagem demonstra o Esquema Estrutural do LED e operação do Chip Semicondutor Fonte: ConexLED (2015). Os LEDs foram desenvolvidos nos anos 1960 e eram utilizados para sinalizar ações em aparelhos eletroeletrônicos (IEA, 2006). O marco para a utilização do LED para fins de iluminação foi o desenvolvimento de LEDs que emitem luz branca, seja através da combinação dos LEDs monocromáticos existentes (Vermelho, Azul e Verde – RGB – sigla em inglês).

As cidades Inteligentes estão relacionadas a forma de serviço para que seja prestado de forma eficaz (FGV, 2015). A iluminação publica deve ser padronizada de acordo com a legislação. A internet das coisas se remete a qualquer dispositivo que esteja conectado a rede

e possa ser gerenciado via web com um setor público ou privado, entretanto envolve cidades que estão se adaptando a se tornarem autoindependentes quanto ao quesito segurança.

Os sistemas inteligentes de informação propõe maior interatividade entre os habitantes, isso ocorre por conta do avanço da tecnologia que melhora cada vez mais a forma de se conectar, dentre um dos conceitos a serem apresentados no projeto está a simplificação e a padronização do sistema de distribuição energética, para que o armazenamento de dados possa ser feito de pequenas plataformas, seguras e que não necessitem de muita manutenção pois terão capacidade para operar em maior parte do tempo individualmente e como já citado acima sem interferência externa. Talvez se utilize um operador em algumas plataformas ou somente em uma, para supervisionar todas as outras como forma de controle via WiFi e sensores. Os agentes facilitadores para tornarem o projeto uma realidade para todos é a facilidade do uso da rede de internet por conta do surgimento dos smartphones e as redes de dados móveis, com a estrutura de telecomunicação crescendo em alta velocidade e a diminuição do valor da internet, tudo ficou mais avançado e tecnológico, como exemplo da maioria das casas hoje em dia possuem sua própria rede WiFi isso tem impactado muito na questão física e econômica de uma cidade. De uma forma brevemente resumida se descreve o funcionamento do sistema:

“Os dados transmitidos provenientes dos dispositivos são executados num ambiente virtual onde são processados e analisados. A partir desse sistema central programado para atuar em tempo real tanto na luminária quanto na determinação de ações de planejamento, nesse ambiente de suporte à aplicação, algoritmos analisam os dados recebidos dos sensores que identificam anormalidades e falhas nas luminárias gerando relatórios para subsidiar ações de operação e manutenção em campo” (BNDES, 2017).

Assim determinam as ações de controle da luminária através do envio de comandos atuadores.

Há fatores negativos que devem ser citados, como a Rede de Iluminação Pública inteligente, por estar diretamente conectada a internet em tempo real com um único servidor está sujeita a ataques cibernéticos, a hackers, bugs e travamentos. Com cautela e responsabilidade todos esses problemas que podem vir a ocorrer podem ser instantaneamente resolvidos e controlados, de forma segura e eficiente, ao criptografar os dados dificulta-se o acesso dos mesmos a hackers de sistemas e o aumento na velocidade da conexão soluciona os bugs e travamentos.

## Redes Neurais Artificiais

As Redes Neurais Artificiais (RNA) são um conjunto de técnicas computacionais baseadas no modelo biológico do sistema nervoso central animal. Conforme explica CASTRO (2020), o sistema nervoso animal possui níveis diferentes, dentre esses os neurônios e as sinapses, que são elementos chave para o funcionamento do cérebro.

No caso das RNA's, podemos conceituar as RNAs da seguinte maneira:

“Em uma análise matemática, as RNA podem ser definidas como um mapeamento não linear de um vetor de espaço de entrada para um vetor de espaço de saída, que pode ser feito através de camadas de funções de ativação ou neurônios, nos quais coordenadas de entrada são somadas de acordo com o valor de seus respectivos pesos e "bias" para produzir uma saída simples, ativada ou não [...]” (AGUIAR, 2010 apud SELLI, 2007)

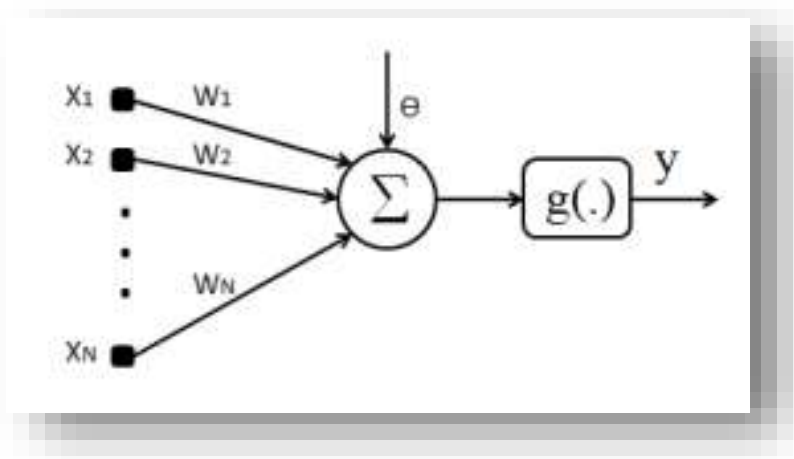


Figura 2. Modelo do neurônio artificial. Fonte: AGUIAR (2010)

Integrando o conceito de RNA ao projeto, os sensores de presença espalhados ao longo da rede de iluminação pública atuarão como primeira camada da nossa RNA, captando o fluxo de de pessoas nas vias públicas. Essa informação será transmitida até o centro de controle, onde será recepcionada, processada e somada de acordo com um peso, e conforme o valor adquirido, sua saída será ascender ou apagar determinado poste/lâmpada.

Se cada sensor atuasse apenas no poste onde está, não teria segurança para o usuário, pois seu trajeto não estaria iluminado. E mesmo que um único sensor estivesse ligado a todas as iluminações de um sistema, não iria gerar economia, pois ascenderia toda a iluminação. A

diferença desse modelo, com o baseado nas RNAs é que podemos programar para conforme tivermos informação de um sensor, podemos ascender não somente o poste onde o sensor está instalado, como todos os possíveis trajetos que o usuário poderá utilizar.

### **Preservação e conservação de meios energéticos**

Uma maior conscientização da importância da inovação fez com que a Iluminação Pública Inteligente fosse incluída na agenda política da maioria dos países desenvolvidos, os sistemas de iluminação pública inteligente servem como auxílio para cidades que procuram estar sempre atualizados e vem buscando inovação e segurança de forma eficaz e a longo prazo. Há fatores que auxiliam e impulsionam a mudança de forma positiva para que ela possa ocorrer de forma mais rápida e eficiente, como por exemplo diante de certas situações do cotidiano a altura dos postes não permite uma manutenção rápida se ocorrer algum apagão momentâneo é necessário uma equipe especializada para que tudo ocorra como o planejado, a iluminação inteligente acabaria de vez com esses problemas de manutenção, pois a pessoa responsável ou até mesmo o sensor direcionado a rede conectada conseguiria corrigir o problema em minutos sem nenhuma dificuldade. Outro ponto positivo é o uso dos dispositivos de Iluminação pois além de assegurar a iluminação de forma constante e segura os sensores e as câmeras funcionaram com reconhecimento de placa de veículo, por conta de favorecer a transmissão de dados em rede sem fio em tempo real, automaticamente as vias estarão mais seguras quanto a certas inflações de trânsito.

Diversas organizações ambientais salientam que a tecnologia pode e deve ser usada a favor do meio ambiente, pois somos produto do meio em que vivemos por tanto devemos procurar evoluir de forma constante sem prejudicar nossa morada, a natureza é a fonte da vida. O desenvolvimento sustentável de alguma coisa vai muito além da preocupação simples com a natureza, vai do indivíduo como pessoa, que se preocupa com a segurança de todos.

Tendo o objetivo de ver esse projeto dos ângulos em que o estudo se direciona sendo eles o acadêmico, o desenvolvedor e o consumidor que são as pessoas que vão usufruir do projeto em funcionamento, abrangê-lo em um contexto geral tendo em vista países que foram bem-sucedidos ao adotarem tais práticas propostas nesse trabalho, a busca pela melhoria de qualidade de vida das pessoas, a tecnologia deve ser utilizada sempre com conhecimento e responsabilidade, pois sistemas mal interpretados podem causar erros irreparáveis nos servidores da rede. O sistema proposto pelo projeto além de ser inteligente e independente de qualquer outra fonte de serviço para funcionar estará disponível na prática já em seus

primeiros meses em teste, é importante ressaltar novamente a economia de energia que com o tempo vai impactar relativamente na forma como a cidade se comporta, por exemplo ao utilizar menos energia, essa fonte pode ser direcionada para outros meios, pois no Brasil temos diversas fontes alternativas e soluções viáveis para que o valor economizado seja direcionado ao investimento de fontes renováveis de energia para que cada vez mais possamos estar cuidando do bem estar do planeta que vivemos, porque é do conhecimento geral que temos recursos que são limitados, como a nossa água, e a mesma é responsável por maior parte do sistema energético que abastece nosso país as hidrelétricas, a preocupação com o desenvolvimento correto do projeto tendo em vista análise de custo, lucro, vantagens e relação com o meio ambiente, deve existir e deve ser compartilhada para que todos lutem por uma sociedade com consciência e responsabilidade.

#### **2.4. Aplicação das disciplinas estudadas no Projeto Integrador**

A principal disciplina abordada no curso que está sendo aplicada no projeto é Gerenciamento da iluminação pública, onde através de testes em pequenos municípios propondo o conceito de cidade Inteligente para o país de um modo geral, protótipo irá apresentar o processo de forma simplificada para a melhor compreensão do sistema inteligente de iluminação pública.

O gerenciamento de Iluminação fornecida por vias públicas, utiliza a tecnologia como sua principal aliada para monitoração das redes evitando desperdícios e possibilitando a economia de energia. Aprofundamento nos seguintes tópicos: Sistemas de gerenciamento de energia, Preservação e conservação de meios energéticos, e por fim Sistema de Iluminação pública.

#### **2.5. Metodologia**

O desenvolvimento do presente trabalho teve início a partir do momento em que a Universidade Virtual do Estado de São Paulo – Univesp forneceu aos alunos um tema para o trabalho da disciplina Projeto Integrador IV (PI).

Com o tema “ Gerenciamento de iluminação pública através de redes automatizadas” disponível e o grupo formado, imediatamente iniciou-se a comunicação do grupo via aplicativo de mensagens WhatsApp e reuniões com o professor via Meet.

A partir daí o primeiro problema do grupo estava formulado: com o que trabalhar neste PI para atender as expectativas da Univesp com o conhecimento da graduação de Engenharia

de Computação? Se iniciou então, a distância, o primeiro brainstorm. Brainstorm: “Em inglês, tempestade cerebral. Reunião descontraída que consiste em propor e relacionar qualquer tipo de associações que vem à cabeça, livre de críticas” (LUPETTI,2007) e que segundo Santos (2012) por meio do estímulo às ideias facilitaram o “fluxo da imaginação do inconsciente”.

Após encontrar grande dificuldade na definição do foco para o trabalho por causa da complexidade do tema, iluminação pública, e conhecimentos técnicos do grupo ainda bem limitados pelo pouco tempo de graduação, foi identificada a questão do problema da iluminação nas vias públicas.

Seguindo uma metodologia dialética, com a premissa de que o conhecimento é construído pelo sujeito na sua relação com os outros e com o mundo e direcionado pelo design thinking que segundo Brown (2017) é a nossa capacidade de ir além de habilidades técnicas e práticas na construção de algo, é unir a elas o nosso sentimento e intuição, centrado no ser humano, integrando “perspectiva dos usuários, da tecnologia e iluminação pública”, partiu-se para a identificação de um problema relacionado a esse tema.

Por meio do conhecimento tácito diverso e por meio do conhecimento da necessidade de melhoria na iluminação pública, foi definido e o projeto de trabalho para a disciplina Projeto Integrador do segundo semestre de 2020.

Sendo o problema: Melhorias na iluminação pública, como minimizar os danos econômicos para os municípios. A primeira parte do projeto consiste na pesquisa bibliográfica para amplitude do conhecimento a respeito dos assuntos diretamente relacionados ao problema a ser solucionado por meio do projeto.

Sendo assim, após a delimitação do tema e da formulação do problema iniciou-se a busca, seleção e compilação do material bibliográfico. A fonte de pesquisa principal foi a internet e a base mais consultada foi o Google Acadêmico.

Inicialmente foi feita a leitura do título, quando de interesse foi lido na sequência o resumo e assim foi feita a seleção das obras que foram lidas por inteiro e criticamente.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Solução Inicial**

O projeto inicialmente se constituía na substituição das lâmpadas utilizadas atualmente na iluminação pública pelo LED, onde somente com essa troca gera a longo prazo uma economia nas contas do município. Além disso, o LED abre a possibilidade da gestão

da iluminação com vários acionamentos automáticos sem a redução da vida útil da lâmpada.

Com isso, o próximo passo do projeto foi o modelo de gestão da iluminação, e como ocorreria o acionamento. Baseado na técnica computacional de RNA, foi desenvolvido o modelo abaixo, utilizando sensores de presença como primeiro nível (entrada):

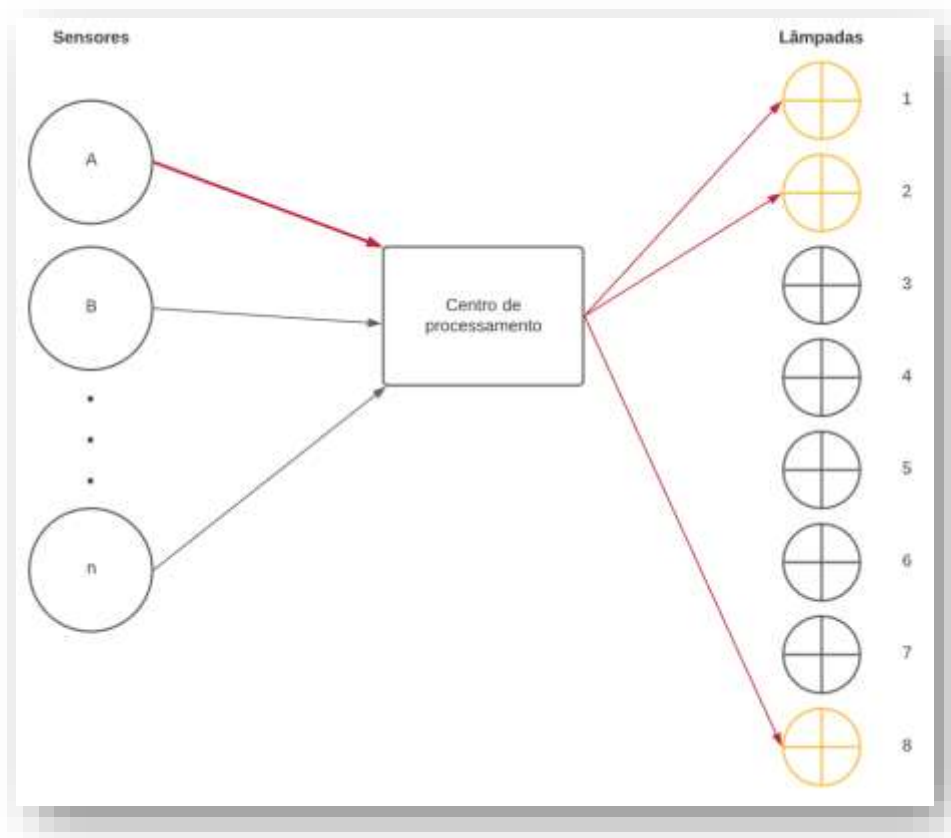


Figura 3. Fluxo de funcionamento do sistema.

Conforme fluxo acima, no momento em que o sensor A é acionado devido a passagem de um usuário, seja um pedestre ou veículo, o sensor informa ao Centro de Processamento que foi acionado. Como o sensor A possui um valor predeterminado que o diferencia dos demais sensores, no momento em que o Centro de Processamento recebe essa mensagem, verifica em sua programação quais lâmpadas devem ser acesas, e envia o comando para acionar as lâmpadas, no exemplo, são as lâmpadas 1, 2 e 8.

Sendo que a quantidade de lâmpadas a ser acesa e o tempo em que estarão acionadas, é programável. O modelo do projeto é acionar todas as lâmpadas dos possíveis caminhos que o usuário poderá realizar.



### 3.2. Solução Final

Para aplicação do protótipo, escolhemos a região central do município de Itu/SP, mais em específico a Praça Padre Anchieta, e o cruzamento das ruas Floriano Peixoto e Barão do Rio Branco.

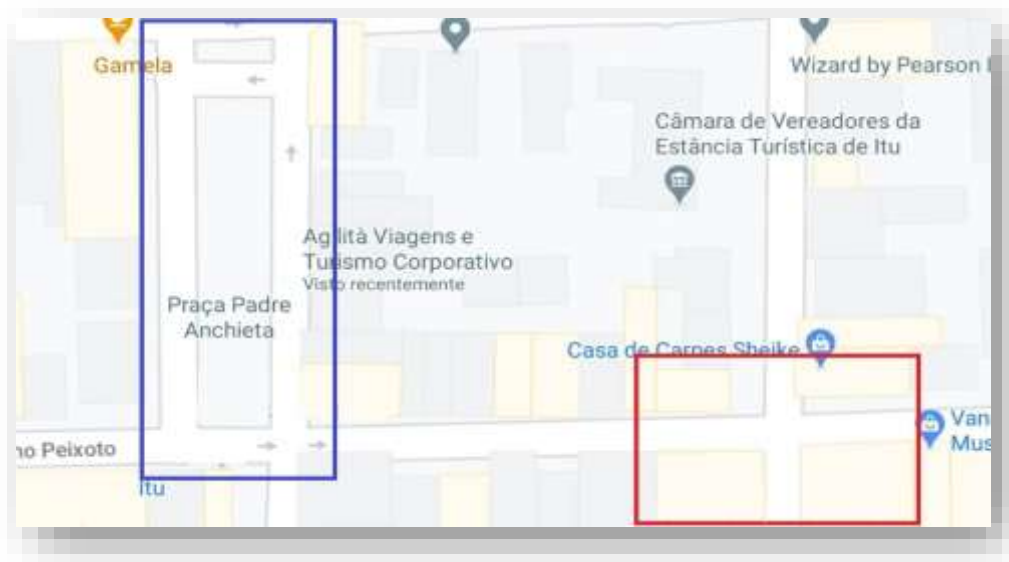


Figura 4. Recorte de trecho do Centro do município de Itu/SP. (GOOGLE MAPS, 2020)

Foram escolhidos esses dois ambientes para demonstrar o protótipo em locais onde os usuários serão pedestres, no caso da Praça, e no cruzamento pedestres e veículos.



Figura 5. Praça Padre Anchieta em Itu/SP.



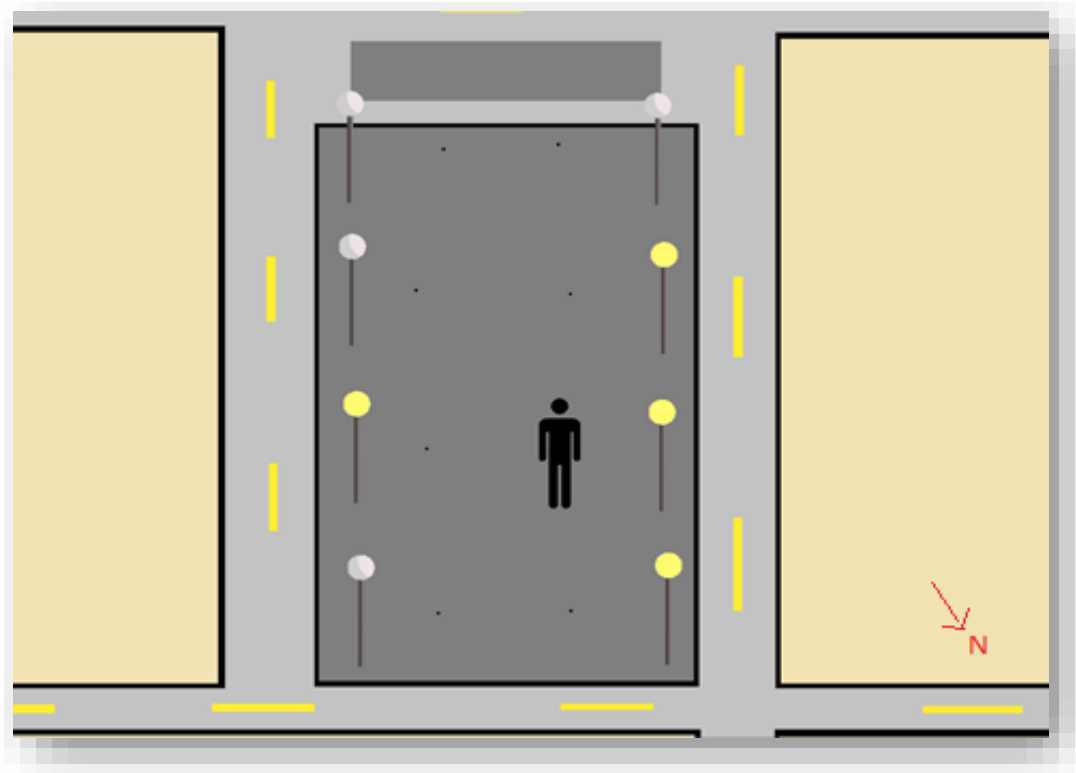


Figura 6. Protótipo na Praça. Disponível em <<https://scratch.mit.edu/projects/449886892>>

Conforme o pedestre se movimentar pela praça, apenas as luzes que fazem parte do seu possível trajeto são acionadas. No exemplo acima, é simulado apenas com 8 postes, embora a praça Padre Anchieta possua 17 postes, sendo 9 postes do lado noroeste da praça, e 8 ao lado sudeste. Porém, o acionamento das luzes ocorreria da mesma maneira, inclusive com uma economia ainda maior, pois teria mais postes apagados.

No caso de termos mais usuários em outros lugares dessa praça, além de acionar outras lâmpadas, o primeiro usuário saberá que tem outra pessoa se aproximando devido à iluminação de outro ponto da praça distante dele. Esse fator é ainda mais importante no caso do cruzamento de trânsito.



Figura 7. Cruzamento das ruas Floriano Peixoto e Barão de Rio Branco em Itu/SP.

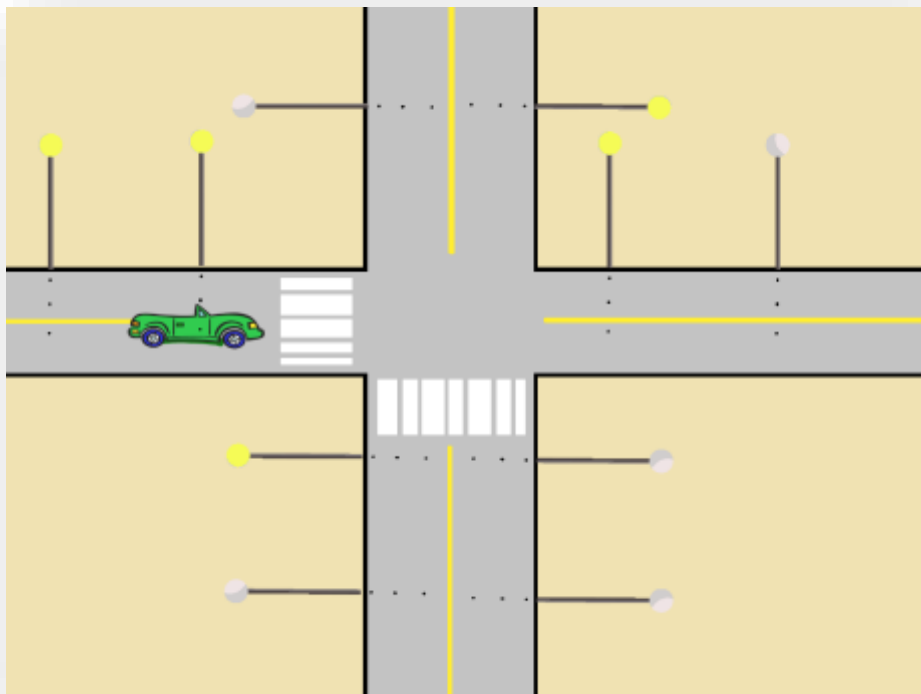


Figura 8. Protótipo na rua. Disponível em <<https://scratch.mit.edu/projects/449907076>>

No exemplo acima temos um carro transitando pela Rua Floriano Peixoto (rua na horizontal), conforme avança em seu trajeto, os possíveis caminhos que ele poderá escolher são iluminados, assim como no exemplo da praça.

No caso de um veículo, transitando pela Alameda Barão do Rio Branco (rua na vertical) de madrugada, em direção ao cruzamento, e se o motorista tiver por hábito a prática de não respeitar a sinalização do semáforo devido ser de madrugada, as luzes se iluminando no trajeto dos usuários podem alertá-lo que a frente encontrará um veículo ou pedestre, devendo prosseguir com cautela.

E na ausência de usuários, a iluminação se apagaria, gerando economia ao município em questão.

#### **4.CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No decorrer da realização desse projeto enfrentamos bastante dificuldade no tema proposto, mas com o empenho de todos do grupo, com as pesquisas realizadas de modo geral e reuniões com o tutor do nosso grupo, chegamos a conclusão do nosso Projeto Integrador.

Sabemos que a iluminação pública, em muitos municípios ainda estão com sistemas muitos defasados, tanto no tipo de lâmpada usada quanto no sistema usado atualmente onde tem-se um enorme gasto de energia devido ao não Gerenciamento da iluminação.

O presente projeto teve por objetivo desenvolver um Sistema de Gerenciamento de Iluminação pública, em busca de melhorar a eficiência operacional.

No terceiro capítulo é possível constatar a eficiência do Projeto do Sistema de Gerenciamento de Iluminação pública, a fim de buscar soluções operacionais, reduzindo os gastos para os cofres públicos e trazendo economia, segurança e conforto para os munícipes.

Diante dos resultados, pode-se evidenciar que o objetivo proposto para este estudo foi devidamente atingido e que a ideia poderá contribuir muito para a cidade.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. **Utilização de Redes Neurais artificiais para detecção de padrões de vazamento em dutos**. Universidade Estadual de São Paulo. São Carlos. 2010. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-17012011-160008/publico/Dissertacao\\_Revisada.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-17012011-160008/publico/Dissertacao_Revisada.pdf)>. Acesso em 25/09/2020.

ANEEL - Agência Reguladora de Energia Elétrica – **Resolução nº456**. Condições gerais de fornecimento de Energia Elétrica. 2000. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf> >. Acesso em 01/09/2020.

ANEEL - Agência Reguladora de Energia Elétrica – **Resolução nº888**. Condições gerais de fornecimento de Energia Elétrica. 2020. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2020888.pdf> >. Acesso em 15/09/2020

BRASIL ENGENHARIA. **GE realiza projetos de Cidades Inteligentes em dois municípios dos Estados Unidos**. 2016. Disponível em: <<http://brasilengenharia.com/portal/noticias/destaque/12436-ge-realiza-projetos-de-cidades-inteligentes-em-dois-municipios-dos-estados-unidos>>. Acesso em 27/09/2020

BROWN, T. **Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. 1ed. Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli, 2017.

BUENO, E. M.; NALON, J. A. **Iluminação pública inteligente utilizando rede mesh**. **Revista Ciência e Tecnologia**. Centro Universitário Salesiano de São Paulo. Campinas. 2016. Disponível em: <<http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/540/377>>. Acesso em 27/08/2020.

CASTRO, L. N. de; ZUBEN, F. J. V. **Redes neurais artificiais**. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em <[ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/ia006\\_03/topico5\\_03.pdf](ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/vonzuben/ia006_03/topico5_03.pdf)>. Acesso em 12/11/2020.

CBIE – Centro Brasileiro de Infraestrutura. **Como funciona a iluminação pública.** 2020  
Disponível em: <<https://cbie.com.br/artigos/como-funciona-a-iluminacao-publica/>> Acesso em 28/09/2020.

COHEN, C. A. M. J. **Padrões de consumo: desenvolvimento, meio ambiente e energia no Brasil.** 2002. 224 p. Tese (Doutorado em Ciência em Planejamento Energético) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002

DIAS, R. **Gerenciamento de Energia – Tudo sobre.** 2019. Disponível em:  
<<https://www.cubienergia.com/gerenciamento-energia/>>. Acesso em 28/09/2020.

GOLDEMBERG, J. **Energia e sustentabilidade.** Revista de Cultura e Extensão USP, São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9060.v14i0p33-43>>. Acesso em 23/09/2020

INTER ACADEMY COUNCIL. **Um futuro com energia sustentável: iluminando o caminho.** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo; tradução, Maria Cristina Vidal Borba, Neide Ferreira Gaspar. – [São Paulo]: FAPESP; [Amsterdam]: Inter Academy Council; [Rio de Janeiro]: Academia Brasileira de Ciências, 2010.

LAMBERTS, R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.192p.

LUPETTI, M. **Gestão Estratégica da Comunicação Mercadológica.** 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007.

MUSE, L. P. **Iluminação pública no contexto das cidades inteligentes: Matriz Multicritério para Aplicação do LED e da IoT no Brasil.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana. Rio de Janeiro. 2019

REVISTA GALILEU. **Iluminação em rede de San Diego gera economia e eficiência.** 2015.

Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/Energia/noticia/2015/07/iluminacao-em-rede-de-san-diego-gera-economia-e-eficiencia.html>>. Acesso em 28/09/2020.

SANTOS, F.; BARROS, A. T. M. P. **Incursões da propaganda no imaginário: revisitando o brainstorm.** Sessões do Imaginário. 2012. Disponível em:

<<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/famecos/article/view/11841/8704>>. Acesso em 12/09/2020.

SELLI, M. F.; SELEGHIM, P.J. **On-line identification of horizontal two-phase flow regimes through Gabor transform and neural network processing.** Heat Transfer Engineering, v.28, n°6, p 541-548. 2007.

SILVA, L. L. F. **Iluminação pública no Brasil: Aspectos energéticos e institucionais.**

Dissertação programa de pós-graduação de engenharia da universidade federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2006.