

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
ALAN ROMÃO SILVA
JOSÉ LUCAS LOPES DA SILVA**

***SMART CITY* OU CIDADE INTELIGENTE**

**Taubaté - SP
2018**

**ALAN ROMÃO SILVA
JOSÉ LUCAS LOPES DA SILVA**

***SMART CITY* OU CIDADE INTELIGENTE**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia de Controle e Automação do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Profa. MSc. Patrícia
Cerávolo R. P. Nunes
Oliveira

Coorientador(a): Profa. MSc. Maria
Regina Hidalgo de
Oliveira Lindgren

**Taubaté – SP
2018**

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

S586s Silva, Alan Romão
Smart city ou cidade inteligente / Alan Romão Silva; José Lucas Lopes da
Silva. -- 2018.
46 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.

Orientação: Prof. Ma. Patrícia Cerávolo R. P. Nunes Oliveira,
Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Ma. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren,
Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Eficiência. 2. Iluminação. 3. Tecnologia. I. Título. II. Silva, José
Lucas Lopes da. III. Graduação de Controle e Automação.

CDD – 621.32

ALÂN ROMÃO SILVA
JOSÉ LUCAS LOPES DA SILVA

SMART CITY OU CIDADE INTELIGENTE

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE GRADUADO EM
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO GRADUADO EM ENGENHARIA
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. (MSc.) Luiz Ricardo Hercos
Coordenador de Trabalho de Graduação

BANCA EXAMINADORA:



Prof. (MSc.) Paulo Cesar Corrêa Lindgren
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Profa. (MSc.) Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Profa. (MSc.) Patrícia Cerávolo R. P. Nunes Oliveira
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

29 de Novembro de 2018

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a Antonio Carlos, Alessandra Guedes,
José Soares e Cleonice de Matos, nossos pais.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradecemos a Deus, fonte da vida e da graça. Agradecemos por nossas vidas, nossa inteligência, nossa família e nossos amigos.

A nossa orientadora, Profa. MSc Patrícia Cerávolo R P Oliveira por todo o incentivo e motivação na orientação deste trabalho.

A nossa coorientadora, Profa. MSc Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren e Prof. MSc Paulo Cesar Corrêa Lindgren pelas valiosas contribuições para este trabalho e para nossas vidas pessoais.

Á todos os nossos familiares pela ajuda e apoio nos momentos mais difíceis, e, principalmente, aos nossos pais, pelo apoio incondicional.

EPIGRAFE

“Quando a graça de Deus se encontra com um espírito puro e batalhador, os milagres acontecem.”
(PADRE LÉO TARCÍSIO GONÇALVES PEREIRA)

RESUMO

Smart city ou cidade inteligente, como também é conhecida, é um projeto baseado no uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação. Pode ocorrer em países e cidades que conseguem se desenvolver no quesito econômico e ao mesmo tempo aumentar a qualidade de vida das pessoas gerando eficiência em operações urbanas. Esse projeto, no contexto geral, usufrui do uso da tecnologia em massa para ser um facilitador na vida social das pessoas, modificando a gestão urbana defasada, gestão que é utilizada atualmente, para uma gestão a base de dados, tendo na automação a área principal a ser abordada e explorada para implementar melhorias constantes no planejamento da infraestrutura dos grandes centros urbanos. Entretanto, neste trabalho, pretende-se sugerir que é essencial o investimento na educação técnica e na tecnologia, para assim surgirem o desenvolvimento de novos projetos, tendo em vista que não são necessários gastos astronômicos para desenvolvimento de novos projetos. O objetivo é oferecer condições de melhorias sustentáveis elevada, dando uma melhor qualidade de vida para a população em geral, de baixa ou alta renda, criando uma interação inovadora entre a tecnologia altamente avançada dos tempos atuais e as pessoas. A metodologia escolhida para a realização dos procedimentos do projeto inicial é aperfeiçoar o sistema de iluminação vigente, tudo isso controlado por um microcontrolador Arduíno Uno, através da linguagem de programação C/C++. Analisando respectivamente os objetivos traçados e propostos do trabalho, concluímos que realmente as cidades inteligentes trazem muitos benefícios para a população, e que podemos começar esse processo de desenvolvimento tecnológico com pequenos projetos, sem a necessidade de investimentos altos. Além de que os sistemas de iluminação propostos possuem várias vantagens em relação ao usado atualmente em nossas cidades.

Palavras-chave: Iluminação. Eficiência. Tecnologia.

ABSTRACT

Smart city or smart city, as it is also known, is a project based on the intensive use of information technology and communication. It can occur in countries and cities that can develop in the economic aspect and at the same time increase the quality of life of people generating efficiency in urban operations. This project, in the general context, benefits from the use of mass technology to be a facilitator in the social life of the people, modifying the outdated urban management, management that is currently used, for a database management, having in the automation the main area to be addressed and exploited to implement steady improvements in infrastructure planning for grand urban centers. However, this paper intends to suggest that investment in technical education and technology is essential to the development of new projects, considering that astronomical expenses are not necessary for the development of new projects. The goal is to provide high sustainable improvement conditions, giving a better quality of life for the general population, low or high income, creating an innovative interaction between the highly advanced technology of the present times and the people. The methodology chosen to carry out the initial design procedures is to perfect the current lighting system, all controlled by an Arduino Uno microcontroller, using the C / C ++ programming language. Analyzing the proposed and proposed objectives of the work, we conclude that intelligent cities really bring many benefits to the population, and that we can begin this process of technological development with small projects without the need for high investments. In addition to the proposed lighting systems have several advantages over the current one used in our cities.

KEYWORDS: Illumination. Efficiency. Technology.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – POPULAÇÃO RURAL E URBANA ENTRE 1950 E 2050..... | 16 |
| FIGURA 2 - SOLUÇÕES EM DIVERSAS ÁREAS. | 17 |
| FIGURA 3 - ESQUEMA DE UM SISTEMA DE CIDADE INTELIGENTE..... | 19 |
| FIGURA 4 - SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ATUAL. | 21 |
| FIGURA 5 - ARDUINO UNO R3..... | 25 |
| FIGURA 6 - ARDUINO IDE | 26 |
| FIGURA 7 - SENSOR LDR. | 27 |
| FIGURA 8 - SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04 | 27 |
| FIGURA 9 - FUNCIONAMENTO SENSOR LDR..... | 28 |
| FIGURA 10 - LED DE ALTO BRILHO. | 29 |
| FIGURA 11 - TABELA DE CORES DO RESISTOR..... | 30 |
| FIGURA 12 - ÁREAS DE UMA PROTOBOARD | 31 |
| FIGURA 13 - FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO 1. | 32 |
| FIGURA 14 - CIRCUITO ELÉTRICO 1. | 33 |
| FIGURA 15 - FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO 2. | 33 |
| FIGURA 16 - FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO 3. | 34 |
| FIGURA 17 - CIRCUITO ELÉTRICO 2. | 34 |
| FIGURA 18 - CIRCUITO ELÉTRICO 1 COM MEDIÇÃO. | 35 |
| FIGURA 19 - CIRCUITO ELÉTRICO 2 COM MEDIÇÃO. | 36 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS CORRESPONDENTES ÀS LÂMPADAS VAPOR DE SÓDIO, VAPOR DE MERCÚRIO, VAPOR METÁLICO E LED DE POTÊNCIA.. | 23 |
| QUADRO 2 - CARACTERÍSTICAS DE IRC E TCC DAS LÂMPADAS VAPOR DE SÓDIO, VAPOR DE MERCÚRIO, VAPOR METÁLICO E LED DE POTÊNCIA..... | 23 |
| QUADRO 3 - CONSUMO DE ENERGIA (WH). | 37 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| Abilux | Associação Brasileira da Indústria de Iluminação |
| Art. | Artigo |
| CI | Circuito Integrado |
| CIMI | Cities in Motion Index (Cidades no índice de movimento) |
| EPE | Empresa de Pesquisa Energética |
| GWh | Gigawatt-hora |
| IDE | Integrated Development Environment |
| IRC | Índice de reprodutibilidade de cores |
| KHz | Quilo Hertz |
| LDR | Light Dependent Resistor (Resistor dependente de luz) |
| LED | Light Emitting Diode (Diodo emissor de luz) |
| mA | Miliampere |
| mcd | Milicandela |
| mm | Milímetro |
| MWh | Megawatt-hora |
| NA | Normalmente Aberto |
| NTC | Coeficiente de temperatura negativo |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PTC | Coeficiente de temperatura positivo |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| RJ | Rio de Janeiro |
| SI | Sistema Internacional de Unidades |
| SMD | Surface-mount device (Dispositivo de montagem em superfície) |
| S.A | Sociedade Anônima |
| TCC | Temperatura de cor correlata |
| TG | Trabalho de graduação |
| TI | Tecnologia da informação |
| UE | União Europeia |
| USB | Universal Serial Bus (Barramento serial universal) |
| Kbytes | Quilo bytes |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------|--------------------|
| A | Ampere |
| E | Consumo de energia |
| I | Corrente Elétrica |
| Lm | Fluxo Luminoso |
| P | Potência Elétrica |
| R | Resistência |
| t | Período de tempo |
| V | Tensão Elétrica |
| W | Potência |
| Ω | Ohm |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 Objetivo Geral | 15 |
| 1.1.1 Objetivo Específico..... | 15 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 16 |
| 3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA INTELIGENTE | 21 |
| 3.1 Componente eletrônicos..... | 24 |
| 3.1.1 Arduino Uno R3..... | 24 |
| 3.1.2 Sensor LDR..... | 26 |
| 3.1.3 Sensor ultrassônico HC-SR04 | 27 |
| 3.1.4 LED de alto brilho..... | 28 |
| 3.1.5 Resistor | 29 |
| 3.1.6 Protoboard | 31 |
| 3.1.7 Multímetro | 32 |
| 3.2 Princípios de funcionamento | 32 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 5 CONCLUSÕES | 38 |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 40 |
| APÊNDICE A | 43 |
| APÊNDICE B | 44 |
| APÊNDICE C | 45 |

1 INTRODUÇÃO

Smart city ou cidade inteligente, como também é conhecida, é um projeto baseado no uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação. Pode ocorrer em países e cidades que conseguem se desenvolver no quesito econômico e ao mesmo tempo aumentar a qualidade de vida das pessoas gerando eficiência em operações urbanas. Esse projeto, no contexto geral, usufrui do uso da tecnologia em massa para ser um facilitador na vida social das pessoas, modificando a gestão urbana defasada, gestão que é utilizada atualmente, para uma gestão a base de dados, tendo na automação a área principal a ser abordada e explorada para implementar melhorias constantes no planejamento da infraestrutura dos grandes centros urbanos.

O grande objetivo é oferecer condições de melhorias sustentáveis elevada, dando uma melhor qualidade de vida para a população em geral, de baixa ou alta renda, criando uma interação inovadora entre a tecnologia altamente avançada dos tempos atuais e as pessoas.

Com o aumento gradativo da população mundial nos países desenvolvidos e subdesenvolvidos fica cada vez mais difícil de suportar os avanços tecnológicos. De acordo com pesquisas feitas pela ONU (Organização das Nações Unidas) (2014), mais da metade da população do mundo vive em zonas urbanas, e a expectativa é de que até 2030 esse percentual deva subir para 70%. Com o enorme percentual de pessoas aglomeradas no mesmo espaço e no mesmo ambiente, fica cada vez mais complexo o sistema de trânsito urbano, a falta de moradia para as pessoas, os benefícios e uso da saúde pública, a poluição elevada como alto índice de gases tóxicos emitidos na atmosfera, entre outros problemas.

No Brasil esse projeto seria muito bem-vindo, pois, além do uso tecnológico para melhorar consideravelmente a estrutura urbana no país e torná-la mais eficiente, faria com que ganhássemos destaque a nível mundial, garantindo fonte e meios de lucros financeiros e incentivando a sociedade a ingressar na educação técnica. Considerando, principalmente, o momento atual que se vive no país, isso ajudaria nas melhoras do desenvolvimento econômico e da qualidade de vida dos brasileiros.

1.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo desenvolver um novo projeto de iluminação para as cidades brasileiras com o intuito de aperfeiçoar o sistema vigente, com o objetivo específico de ser mais eficiente e sustentável.

1.1.1 Objetivo Específico

No Brasil, o conceito de Smart City, ou cidade inteligente, ainda não é uma ideia muito concreta e utilizada. Ao mesmo tempo em que o avanço tecnológico está criando corpo, percebe-se que as cidades também aumentaram em população, veículos, empreendimento, habitação, consumismo, entre várias outras coisas, e parece que não houve evolução semelhante na área de melhoria destas condições. As cidades crescem constantemente, porém não evoluem muito tecnologicamente. Esse crescimento sobrecarrega a estrutura urbana que, por não sofrer um processo de atualização, acaba não sendo suficiente para suprir as necessidades das pessoas, sendo assim a justificativa para vários problemas constantes como trânsito, falta de padrão de qualidade no abastecimento de energia e água, poluição elevada no meio ambiente, etc.

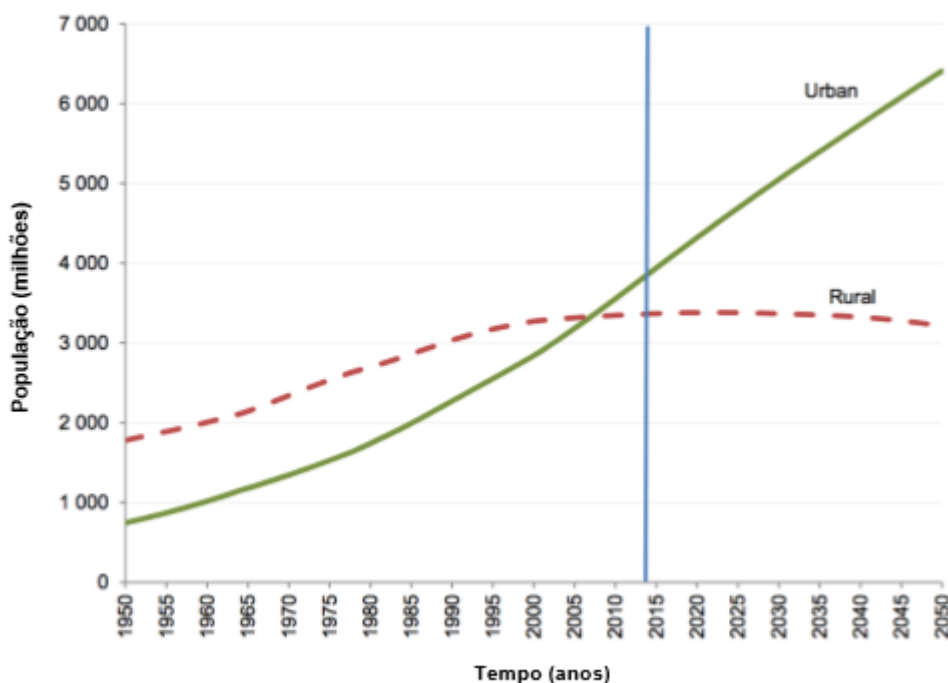
A motivação surgiu do fato de que a iluminação pública é integralmente custeada pelo cidadão, com isso acreditamos que se otimizado seria benéfico para toda a população. Dentre essas e outras coisas, a justificativa do tema abordado nesse trabalho de graduação (TG) se dá pela utilização da automatização de forma direta no projeto Smart City. Mais que isso, esse projeto vem nos mostrar que a automatização não é só utilizada no ramo industrial, mas também está presente cada vez mais em nosso dia a dia, e isso será constante e comum daqui em diante.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Cidade Inteligente, original da expressão em inglês “Smart City”, são projetos de cidades que possuem melhores condições de sustentabilidade, qualidade de vida e uma economia inovadora. Com o uso excessivo da tecnologia de comunicação e informação para criar um ambiente melhor e mais eficiente, a UE (União Europeia) (2013) define Smart Cities como: “Sistemas de pessoas interagindo e usando energia, materiais, serviços e financiamento para catalisar o desenvolvimento econômico e a melhoria da qualidade de vida”.

Como mencionado anteriormente segundo a ONU (2014), existe um crescimento da população urbana atualmente, de tal forma que as estruturas das cidades não estão preparadas, gerando assim um ambiente deficiente para a população.

Figura 1 - População rural e urbana entre 1950 e 2050.



Fonte: esa.un.org (2018)

Antigamente se imaginava como seria o futuro da humanidade, com cidades totalmente tecnológicas, sustentáveis e inovadoras, que se conectavam com os cidadãos e os oferecia aos mesmos uma vida com infinitas vantagens. Atualmente com os avanços tecnológicos já se pode imaginar que os filmes futuristas e de ficção não estavam totalmente equivocados. Pode-se verificar isso nos projetos de cidades inteligentes, como Dubai, Brisbane, Kochi e Malta (ANTHOPOULOS E FITSILIS, 2010).

Neste momento, considera-se como um assunto essencial na discussão global sobre o desenvolvimento tecnológico e sustentável em congressos pelo mundo todo, estima-se que os investimentos cheguem a US\$ 408 bilhões até 2020. Segundo o Cities in Motion Index (CIMI, 2013), do IESE Business School da Espanha, o nível de inteligência de uma cidade é classificado conforme: governança, conexões internacionais, tecnologia, mobilidade e transporte, capital humano, planejamento urbano, economia, administração pública, coesão social e meio ambiente.

Figura 2 - Soluções em diversas áreas.

Cidades Inteligentes: Soluções em diversas áreas



Fonte: Congresso “Nação Inteligente: Usando IoT para promover cidades inteligentes e infra-estrutura inteligente.” (2017)

Os países emergentes estão investindo bilhões em serviços inteligentes para o seu crescimento econômico e melhora da sua infraestrutura, porém os países

desenvolvidos também estão se aprimorando para continuarem competitivos (FGV PROJETOS, 2016).

São encontradas infinitas vantagens neste sistema, como a eficiência energética, que é a forma de realizar-se um serviço ou atividade consumindo a menor quantidade de energia possível. Com o aumento da população mundial os governos estão buscando desenvolver sistemas mais eficientes para que a falta de energia, tais como eletricidade, álcool, gasolina, etc., não interfiram tanto a vida da população tanto em relação ao consumo e ao preço do produto.

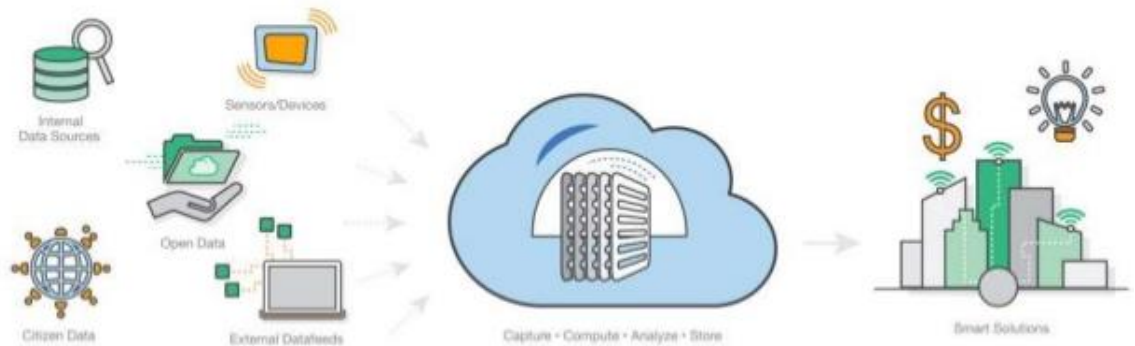
Além disso, todos os conceitos presentes caminham juntos com o termo de ética ambiental, de conscientização ambiental, preservação ambiental e conseqüentemente à melhoria da qualidade de vida individual e coletiva. Na busca do equilíbrio no desenvolvimento tecnológico sem desviar nosso olhar para o meio ambiente, e que a necessidade de pensar sempre no desenvolvimento sustentável para não danificar as condições de vida das futuras gerações (PENSAMENTO VERDE, 2014).

A Internet das Coisas é um dos campos que mais influenciam o desenvolvimento dos projetos de cidades inteligentes, já que os dados são fatores de extrema importância para a construção de uma rede eficaz de equipamentos capazes de se comunicarem entre si. O sistema possui uma tecnologia de embarcados, sensores e atuadores que coletam e transmitem dados com a finalidade de realizar ações.

O objetivo principal é criar um sistema mais eficiente e de acesso remoto, sendo capaz de gerenciar e organizar ações de operação por intermédio da internet (HEWLETT PACKARD, 2018).

Figura 3 - Esquema de um sistema de cidade inteligente.

Cidades Inteligentes: Tudo gira em torno de dados



Fonte: Congresso “Nação Inteligente: Usando IoT para promover cidades inteligentes e infra-estrutura inteligente.” (2017)

Existem vários campos de estudo em relação ao desenvolvimento de cidades inteligentes, como “Smart grids”, ou redes inteligentes, são sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica que possuem equipamento com recursos de tecnologia da informação (TI) e com grande grau de automação, com o intuito de aumentar a eficiência energética do sistema. Na Armação dos Búzios, ou popularmente conhecido como Búzios (RJ), à concessionária de energia Ampla Energia e Serviços S.A esta desenvolvendo um projeto de cidade inteligente, porém é fortemente pautado no conceito citado anteriormente, existe um grande orçamento com cerca de 18 milhões de reais de verba de P&D Aneel, além de 22 milhões de reais de patrocínio e capital próprio, outras informações podem ser obtidas pelo site do projeto em www.cidadeinteligentebuzios.com.br ou pelo e-mail cidadeinteligentebuzios@ampla.com (Cidade Inteligente Búzios, 2012). Este trabalho tem a finalidade de apresentar estes novos modelos de cidades e principalmente projetos na rede elétrica de iluminação pública, como o da cidade do Rio de Janeiro, para isso será preciso desenvolver um protótipo como objeto de estudo desta atividade.

Para prototipagem de sistema existem várias possibilidades. Um dos mais usados é o Arduino, um microcontrolador que foi criado por um grupo de 5 pesquisadores com o objetivo de criar um equipamento de baixo custo e de fácil programação. É bastante usado por estudantes e projetistas iniciantes.

Existem vários modelos de Arduinos, porém, no contexto geral, a placa sempre é composta por um microcontrolador Atmel que possui entradas e saídas que podem ser programadas por um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE), como uma linguagem que se assemelha a C/C++, com a vantagem de ser utilizado apenas utilizando um cabo USB para a conexão com o computador.

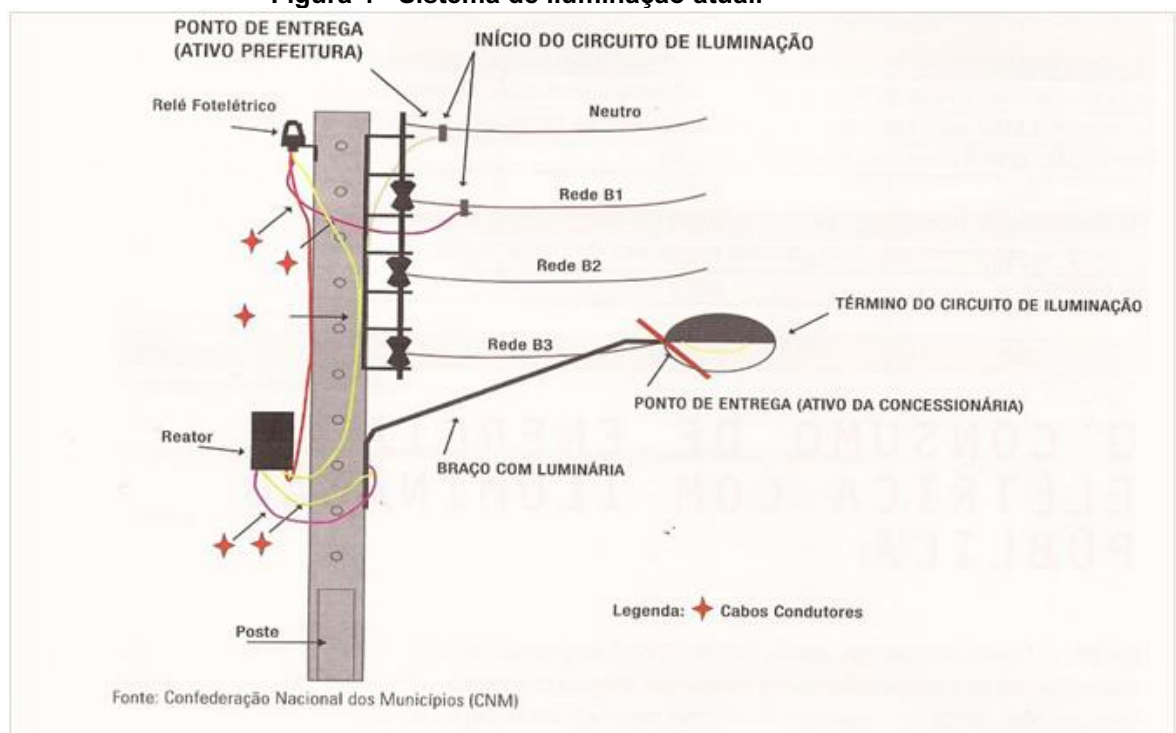
3 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA INTELIGENTE

Segundo o Ministério de Minas e Energia e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) responsáveis por formular o balanço energético nacional no Brasil, o país apresentou um consumo de cerca de 43.308 GWh no ano de 2017, mostrando que os gastos com a rede pública de iluminação são grandes, por este motivo muitas empresas atualmente estão apresentando novos dispositivos e métodos com o objetivo de solucionar os problemas presentes (PROCEL, 2018).

Neste capítulo é detalhado o funcionamento do sistema público atual na maioria das cidades do Brasil (CONSAB, 2018), provendo informações sobre o princípio de funcionamento e os equipamentos elétricos presentes. Adicionalmente são apresentadas as duas novas propostas de sistemas desenvolvidas pelos autores deste trabalho, conseqüentemente todas as referências necessárias.

No sistema de iluminação atual na maioria das cidades de nosso país é composto por um relé fotoelétrico, um reator e a lâmpada, conforme Figura 4 (CONSAB, 2018). Para realizar nossos testes utilizamos outros equipamentos eletrônicos, porém sempre levando em consideração o vigente já que nosso objetivo é apenas comprovar que é possível desenvolver algo melhor.

Figura 4 - Sistema de iluminação atual.



Fonte: Confederação Nacional dos Municípios (CNM)

O relé fotoelétrico tem como principal função ligar ou desligar um circuito automaticamente mediante a intensidade de luz no local aonde ele se encontra, todo relé tem um contato que normalmente é normal aberto (NA) e que de acordo com suas características pessoais permite a passagem de energia, o que torna isso possível é um sensor LDR (*light dependent resistor* ou no português resistor dependente de luz) (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018). Em nosso projeto foi utilizado apenas o sensor, pois acreditamos que os dados de variação de intensidade de luz são importantes.

O reator elétrico é um limitador de corrente que é utilizado em dispositivos elétricos, tem como função regular a tensão para uma potência indicada para o funcionamento dos equipamentos elétricos (TECNOGERA, 2018), em nosso trabalho não será usado um dispositivo com essas características, pois foram utilizados dispositivos de baixa potência.

A lâmpada a vapor de sódio é ainda a mais utilizada para iluminação pública, uma vez que causam menos poluição luminosa que outras tecnologias, mantendo a visibilidade do céu noturno, para representar este atuador iremos utilizar um LED (*light emitting diode*) de alto brilho, visto que as lâmpadas com tecnologia LED são consideradas como a melhor alternativa atualmente, devido à capacidade de baixo consumo de energia, baixo impacto com o meio ambiente e longo tempo de vida (LECCESE E LEONOWICZ, 2013). A Eletrobrás, por exemplo, tem um programa chamado Procel Reluz, que promove o desenvolvimento de sistemas de eficiência energética e melhoria nas condições de segurança nas vias públicas, gerando uma melhor qualidade de vida para população, e a partir de 2016, com a Lei nº 13.280/2016, começou a promoção da iluminação com tecnologia de LED, o investimento em 2017 foi de aproximadamente R\$ 17,5 milhões de recursos não reembolsáveis na chamada pública do Procel Reluz 2017 (PROCEL, 2018).

Em relação a gastos e sustentabilidade, a vida útil do produto é um fator imprescindível, para escolher um determinado tipo de lâmpada a ser utilizado para certa aplicação, devemos considerar a eficácia luminosa, o índice de reprodutibilidade de cores (IRC) e a temperatura de cor correlata (TCC). Na Tabela 1 e 2 é apresentado comparativo entre as lâmpadas existentes em nossa rede pública, quando comparamos as lâmpadas de vapor de sódio com as de LED, percebe-se

que e as lâmpadas de vapor de sódio possuem baixo índice de reprodutibilidade de cor e apesar de uma vida útil elevada ainda perdem no comparativo com as de LED de potência, além de possuir um alto IRC e TCC.

Quadro 1 - Características correspondentes às lâmpadas vapor de sódio, vapor de mercúrio, vapor metálico e LED de potência.

| Vapor de Sódio | | |
|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Potência (W) | Fluxo Luminoso (lm) | Vida média (horas) |
| 70 | 6.600 | 28.000 |
| 100 | 10.700 | 32.000 |
| 150 | 17.500 | |
| 250 | 33.200 | |
| 400 | 55.000 | |
| Vapor de Mercúrio | | |
| Potência (W) | Fluxo Luminoso (lm) | Vida média (horas) |
| 80 | 3.800 | 10.000 |
| 125 | 6.300 | 12.000 |
| 250 | 13.000 | 15.000 |
| 400 | 22.000 | |
| Vapor Metálico | | |
| Potência (W) | Fluxo Luminoso (lm) | Vida média (horas) |
| 70 | 6.300 | 12.000 |
| 150 | 15.000 | |
| 400 | 32.000 | |
| LEDs de potência | | |
| Potência (W) | Fluxo Luminoso (lm) | Vida média (horas) |
| 14 | 660 | 50.000 |
| 19 | 1000 | |
| 30 | 1600 | |
| 120 | 14100 | |

Fonte: CEMIG Manual de Distribuição – Projetos de Iluminação Pública (2012).

Quadro 2 - Características de IRC e TCC das lâmpadas vapor de sódio, vapor de mercúrio, vapor metálico e LED de potência.

| Fonte Luminosa | IRC [%] | TCC (K) |
|--------------------------|----------------|------------------------------------|
| Vapor metálico | 80 - 89 | 3.000 (Cerâmica) - 5.000 (Quartzo) |
| LED de potência | 75 - 90 | 2700 - 6500 |
| Vapor de mercúrio | 40 - 59 | 4.500 |
| Vapor de sódio | 20 - 39 | 2.100 |

Fonte: CEMIG Manual de Distribuição – Projetos de Iluminação Pública (2012).

A Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (Abilux) apresentou em 2015 uma proposta com 10 medidas que permitiria, a médio e longo prazo, uma economia de 10% do consumo atual de energia no país, dentre as propostas esta a substituição de ao menos 5 milhões de pontos de iluminação pública por lâmpadas de LED, segundo Isac Roizenblatt, diretor técnico da Abilux, "Em 4 anos, num cenário

otimista, acreditamos que seja possível reduzir pelo menos 6%", com todas estas vantagens é inevitável que as lâmpadas de nossa rede seja substituída nos próximos anos.

Além disso, foi utilizado um Arduino Uno para controle e processamento de dados do sistema, e um sensor ultrassônico para detectar a presença de pessoas no local, foi desenvolvido dois sistemas de sensoriamento de luminosidade e presença, com a função de realizar a variação de intensidade de luz. Através dos fluxogramas e circuito elétrico no capítulo 3.2 vamos demonstrar o princípio de funcionamento dos sistemas, tanto do atual como os propostos.

3.1 Componente eletrônicos

3.1.1 Arduino Uno R3

O Arduino nada mais é do que uma placa composta por um microcontrolador Atmel. Com circuitos de entrada e saída, que pode ser facilmente conectada à um computador, através de um cabo USB, e programada via IDE (*Integrated Development Environment*, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado) utilizando uma linguagem baseada em C e C++. Depois de programado, o microcontrolador pode ser usado de forma independente. Você pode colocá-lo para controlar um robô, uma lixeira, um ventilador, as luzes da sua casa, a temperatura do ar condicionado, pode utilizá-lo como um aparelho de medição ou qualquer outro projeto que vier à cabeça.

O Arduino possui uma quantidade enorme de sensores e componentes que você pode utilizar em projetos. Grande parte do material utilizado está disponível em módulos, que são pequenas placas que contém os sensores e outros componentes auxiliares como resistores, capacitores e LEDs.

O Arduino possui diferentes tipos de placas e o tipo de placa para utilização depende muito do tipo de projeto que você irá fazer e do número de entradas e saídas necessárias para te atender. As opções são várias e variam desde as mais simples, como o Arduino Uno (Figura 5) e suas 14 portas digitais e 6 analógicas, até as mais complexas com maior poder de processamento, como o Arduino Mega com

microcontrolador ATmega2560 e 54 portas digitais, e o Arduino Due baseado em processador ARM de 32 bits e 512 Kbytes de memória.

Figura 5 - Arduino Uno R3.



Fonte: <https://store.arduino.cc>

Existem também os chamados Shields, que são placas que você encaixa no Arduino para expandir suas funcionalidades.

Para algumas pessoas, escrever um programa em Arduino é muito simples, já para outras não é tão simples assim. Tudo o que você precisa fazer é conectá-lo ao computador por meio de um cabo USB e utilizar o seu ambiente de programação chamado de IDE. Nesse ambiente de programação é onde você digita o programa, faz os testes para encontrar eventuais erros e transfere o programa para a placa (dispositivo).

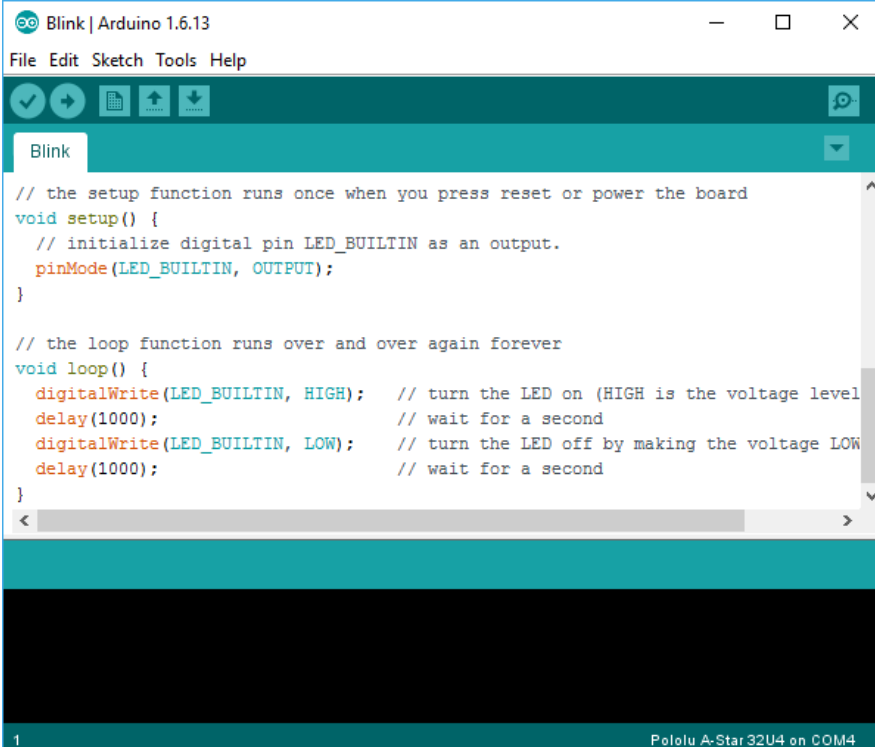
Ninguém precisa ser um exímio profissional em linguagem C para programar um Arduino. Além da grande quantidade de exemplos que você encontra em sua biblioteca disponível em seu ambiente de programação, você pode começar um programa utilizando a estrutura básica do Arduino, onde a mesma é composta por duas partes, ou dois blocos:

- `setup()` – É nessa parte do programa que você configura as opções iniciais do seu programa: os valores iniciais de uma variável, se uma porta será utilizada como entrada ou saída, mensagens para o usuário, etc.

- `loop()` – Essa parte do programa repete uma estrutura de comandos de forma contínua ou até que algum comando de “parar” seja enviado ao Arduino.

A Figura 6 mostra um exemplo bem clássico de um programa em Arduino onde um LED é aceso e apagado a cada 1 segundo, ficando assim piscando continuamente (FILIFEFLOP, 2014).

Figura 6 - Arduino IDE



```

Blink | Arduino 1.6.13
File Edit Sketch Tools Help
Blink
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
Pololu A-Star 32U4 on COM4

```

Fonte: <https://www.pololu.com/docs/0J61/6.2>

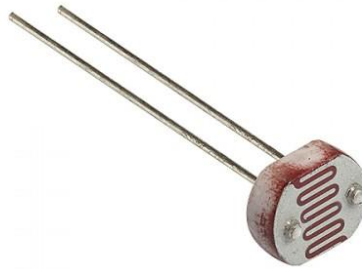
3.1.2 Sensor LDR

O sensor de luminosidade LDR (sigla em inglês de *Light-Dependent Resistor*), que significa resistor dependente de luz, nada mais é do que o que o próprio nome diz. Tipicamente, quanto maior a luz incidente nesse componente, menor será a resistência atuando sobre ele (VIDA DE SILICIO, 2017).

O LDR (Figura 7) é constituído de um semicondutor de alta resistência, que ao receber uma grande quantidade de fótons oriundos da luz incidente, ele absorve elétrons que melhoram sua condutibilidade, reduzindo assim sua resistência. Este

sensor de luminosidade pode ser utilizado em projetos com Arduino e outros microcontroladores para alarmes, automação residencial, sensores de presença e etc.

Figura 7 - SENSOR LDR.



Fonte: <https://www.vidadesilicio.com.br/quickview/index/view/id/164>

3.1.3 Sensor ultrassônico HC-SR04

O Sensor Ultrassônico HC-SR04 (Figura 8) é um componente muito comum utilizados em projetos com Arduino. O mesmo permite que você faça leituras de distâncias entre 2 cm e 4 metros, com precisão de 3 mm. Pode ser utilizado tanto para medir a distância entre o sensor e um objeto, como para acionar portas do microcontrolador, desviar um robô de obstáculos, acionar alarmes, entre outras diversas funcionalidades.

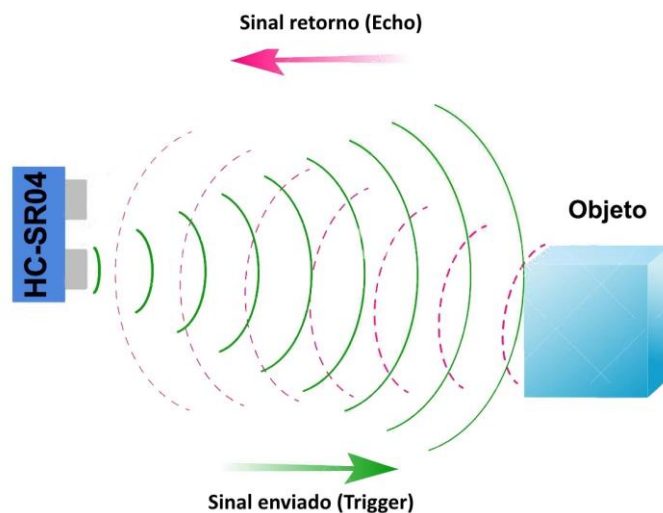
Figura 8 - Sensor Ultrassônico HC-SR04



Fonte: <https://www.filipeflop.com/produto/sensor-de-distancia-ultrassonico-hc-sr04/>

O funcionamento do HC-SR04 (é baseado em envio e recebimento de sinais ultrassônicos pelo sensor, que aguarda um retorno, e com base no tempo entre envio e retorno, calcula a distância entre o sensor e o objeto detectado. Primeiramente é enviado um pulso de 10µs, indicando o início da transmissão de dados. Depois disso, são enviados 8 pulsos de 40 KHz e o sensor então aguarda o retorno (em nível alto/high), para determinar a distância entre o sensor e o objeto, utilizando a equação $\text{Distância} = (\text{Tempo echo em nível alto} * \text{velocidade do som})$ (FILIPEFLOP, 2011).

Figura 9 - Funcionamento sensor LDR



Fonte: <http://guelltecnologic.blogspot.com/2016/05/como-utilizar-variou-sensores.html>

3.1.4 LED de alto brilho

O LED de alto Brilho (Figura 10) é bastante utilizado em circuitos eletrônicos, tanto nos mais avançados quanto nos mais simples. O LED (*Light Emitting Diode*, ou Diodo Emissor de Luz) é formado por um material semicondutor que emite luz quando uma tensão é aplicada em seus terminais. Ele possui polaridade, sendo assim, deve ser ligado de forma correta diante de seus polos, com o anodo (terminal maior) ligado ao positivo, e o catodo (terminal menor) ligado ao negativo. Via de

regra, todo LED deve ser acompanhado de um resistor que limitará a corrente que passa por ele; embora a corrente aconselhada para cada LED seja de 20mA, cada LED possui uma corrente e tensão média de trabalho, que vai variar de acordo com sua cor.

Figura 10 - LED de alto brilho.



Fonte: <https://www.curtocircuito.com.br/led-alto-brilho-amarelo-5mm.html>

Comercialmente os LEDs podem ser encontrados nos mais diversos tamanhos (de 3mm, 5mm e 10mm e SMD) e formatos (redondos – mais comuns -, triangulares, retangulares). As cores mais comuns são: Vermelho, verde, amarelo, branco, azul, violeta; e o encapsulamento pode ter a cor do LED ou pode ser também transparente. Os LEDs mais comuns não servem para iluminar, e sim para sinalizar; porém, os chamados LEDs alto brilhantes, fornecem mais ‘mcd’ (milicandela, unidade que mede a intensidade de uma fonte de LUZ). Um LED comum fornece em média 150 mcd, enquanto um LED de alto brilho fornece no mínimo 2000 mcd. Atualmente existem LEDs que se aproximam de 20 000 mcd (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

3.1.5 Resistor

Os resistores são dispositivos eletrônicos, utilizados em circuitos, cuja função é transformar energia elétrica em energia térmica, são usados como aquecedores ou como dissipadores de eletricidade. Os resistores se opõem a passagem de corrente

elétrica, ou seja, “resistem” a passagem de corrente elétrica, limitando sua intensidade. É representado pela letra R (Resistência) e no Sistema Internacional de Unidades (SI) são medidos em Ohm (Ω).

Também chamados de resistências, os resistores também estão presentes em aparelhos como chuveiros, televisores, computadores, aquecedores, ferro de passar roupa, rádios, lâmpadas incandescentes, dentre outros.

Existem dois tipos de resistores, sendo eles os fixos e os variáveis. Os resistores fixos são constituídos de filme carbono, filme metálico, fio de precisão, dentre outros. Os resistores variáveis podem ser ajustados manualmente. São exemplos: potenciômetros, LDR (*light depend resistor*), PTC (coeficiente de temperatura positivo), NTC (coeficiente de temperatura negativo), Magnetoresistores, reostato, dentre outros (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018)..

É possível determinar o valor da resistência de um resistor de duas maneiras, uma utilizando equipamentos de medição de resistência, como o multímetro, e de outro modo utilizando uma tabela de cores.

Para se determinar através da tabela de cores, o resultado se dá através das cores contidas no corpo do resistor. Visando uma fácil interpretação, o código de cores de resistores é analisado através de faixas, sendo cada faixa com sua função. Pode se ter códigos para resistores de 3 faixas, 4 faixas, 5 faixas e 6 faixas (MUNDO DA ELÉTRICA, 2018).

Abaixo se encontra um exemplo (Figura 11) de análise para determinar a resistência de um resistor.

Figura 11 - Tabela de cores do resistor.

| Cor | 1ª Faixa | 2ª Faixa | Nº de zeros/multiplicador | Tolerância |
|----------|----------|----------|---------------------------|------------|
| Preto | 0 | 0 | 0 | |
| Marrom | 1 | 1 | 1 | |
| Vermelho | 2 | 2 | 2 | |
| Laranja | 3 | 3 | 3 | |
| Amarelo | 4 | 4 | 4 | |
| Verde | 5 | 5 | 5 | |
| Azul | 6 | 6 | 6 | |
| Violeta | 7 | 7 | 7 | |
| Cinza | 8 | 8 | 8 | |
| Branco | 9 | 9 | 9 | |
| Dourado | | | x0,1 | |
| Prata | | | x0,01 | |
| Sem cor | | | | ± 20% |



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/codigo-de-cores-de-resistores/>:

Consultando a tabela de cores do resistor é possível encontrar os seguintes valores:

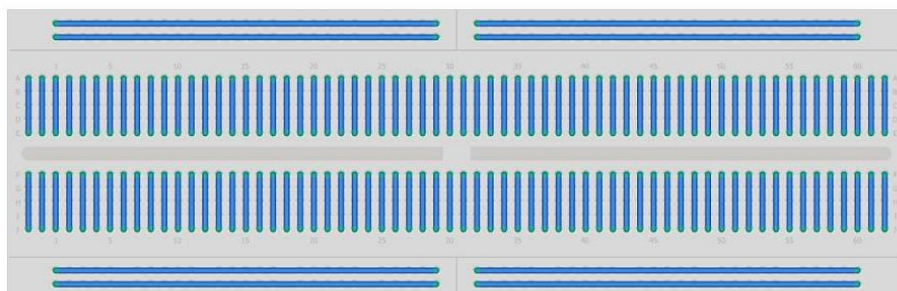
- 1ª Faixa: Marrom = 1
- 2ª Faixa: Preto = 0
- 3ª Faixa N° de zeros: Vermelho = 2 = 00
- Valor obtido: 1000 Ω ou 1 k Ω
- Tolerância: Sem cor = $\pm 20\%$ = 200 Ω

Então o resistor pode variar de 800 Ω a 1200 Ω , de acordo com a tolerância.

3.1.6 Protoboard

As protoboards, também conhecidas como placas de ensaio, talvez sejam o componente mais importante atualmente criado para utilização na área da eletrônica. Com ela é possível fazer a montagem de centenas de circuitos eletrônicos, para testes ou não, sem a necessidade de soldar nenhum componente. Antes de sair montando qualquer circuito nas protoboards é preciso conhecer muito bem suas áreas disponíveis e sua distribuição. Ilustrado na Figura 12, temos representadas as três áreas de uma protoboard: a área para montagem de CIs (parte central da protoboard), a área para distribuição da alimentação elétrica (duas linhas superiores e inferiores) e a área para montagem dos componentes (colunas).

Figura 12 - Áreas de uma protoboard .



Fonte: <https://www.robocore.net/tutorials/como-utilizar-uma-protoboard.html>

Observando a imagem observa-se que as linhas de alimentação estão separadas no meio, formando assim 4 barramentos de alimentação que permitem a utilização de diferentes fontes de energia, e que as colunas formam agrupamentos de 5 em 5 furos, ou seja, assim que inserirmos um componente em um dos furos, ele estará eletricamente conectado a todos os outros furos daquela coluna. Na parte inferior da protoboard são instalados contatos metálicos que eletricamente interligam os vários componentes inseridos por nós na placa. Geralmente esses componentes suportam de 1A a 3A (ROBOCORE, 2017).

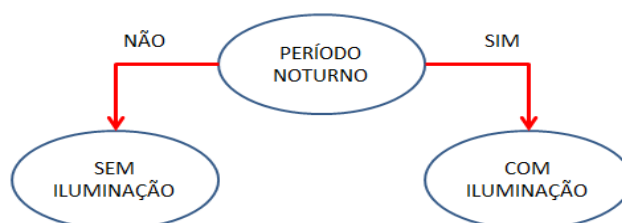
3.1.7 Multímetro

O multímetro é um aparelho muito utilizado hoje em dia, indispensável, para avaliar e fazer a medição de grandezas elétricas. Basicamente, existem dois tipos de multímetros: o analógico e o digital. Os multímetros são amplamente utilizados na área da elétrica, eletrônica e eletrotécnica, pois devido sua portabilidade são instrumentos utilizados para análise de defeitos em aparelhos eletroeletrônicos.

3.2 Princípios de funcionamento

O funcionamento do sistema de iluminação pública atual é bastante simples, e funciona ligando suas lâmpadas no período noturno (Figura 13).

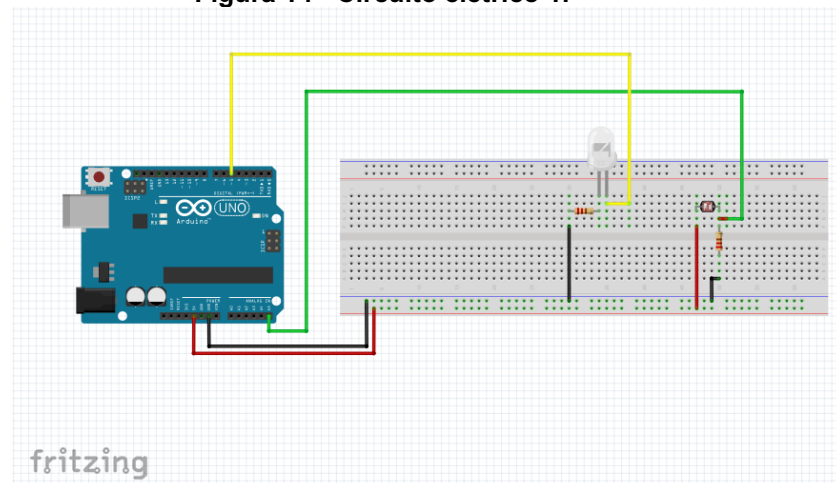
Figura 13 - Fluxograma de funcionamento 1.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No Arduino foi gravado um código que simula este funcionamento, onde se fazem presentes o sensor LDR e o LED, conforme Figura 14, de tal modo que se a intensidade de luz no local estiver pequena, o LED será ligado. O faturamento dos agentes de distribuição sobre a iluminação pública (Art. 24 da resolução 414/2010) considera um tempo de consumo diário nominal de cada ponto de luz em 11 horas e 52 minutos, em que o tempo considerado é de 24 horas, portanto nosso sistema levará em consideração esta informação, contudo foi arredondado o consumo diário para 12 horas para facilitar os cálculos futuramente.

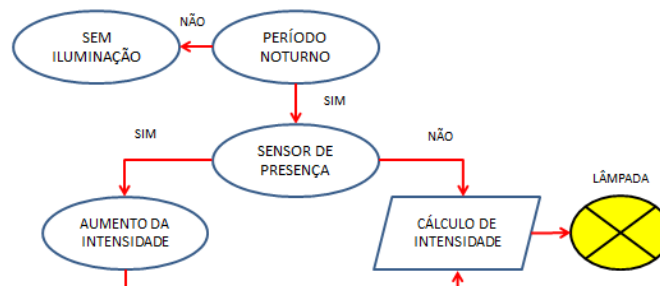
Figura 14 - Circuito elétrico 1.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira proposta de sistema de iluminação do nosso trabalho tem a finalidade de variar a intensidade de luz das lâmpadas, considerando o período do dia (sendo diurno ou noturno) e a presença de pessoas (Figura 15).

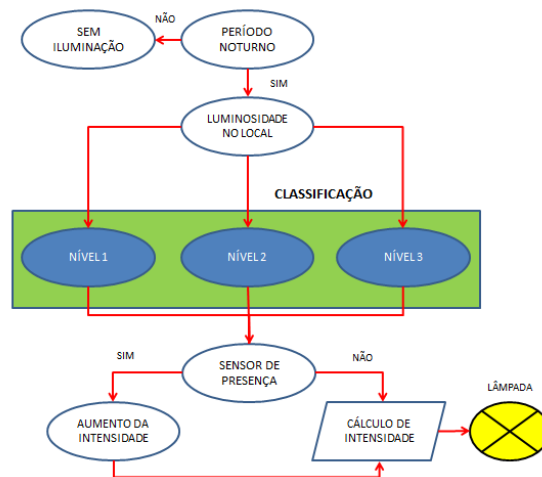
Figura 15 - Fluxograma de funcionamento 2.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na segunda proposta, a intensidade de luz das lâmpadas varia de acordo como uma classificação de nível de luminosidade do local (sendo classificados em 3 níveis) e presença de pessoas (Figura 16).

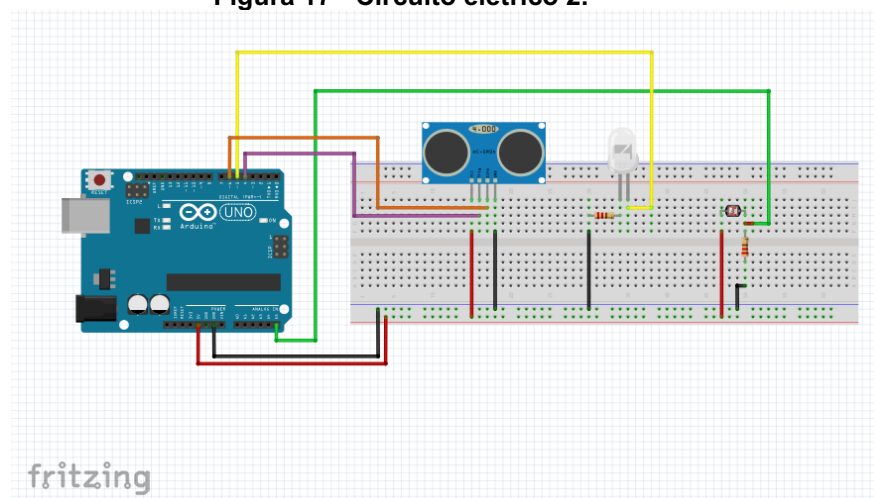
Figura 16 - Fluxograma de funcionamento 3.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com isso foram gravados dois códigos fontes diferentes no arduino, porém os dois sistemas os equipamentos eletrônicos utilizados foram os mesmos, e levando em consideração que neste projeto adicionou-se um sensor ultrassônico para detectar a presença de pessoas no local, conforme Figura 17.

Figura 17 - Circuito elétrico 2.



Fonte: Elaborado pelos autores.

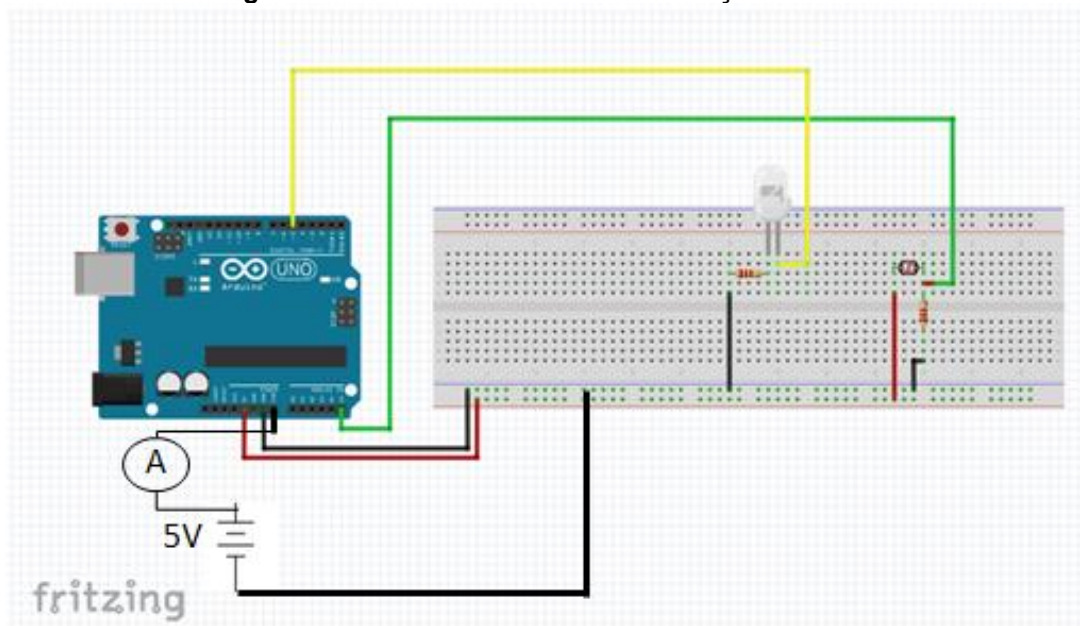
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos capítulos anteriores foram demonstradas as diversas especificações e referências necessárias para o desenvolvimento dos protótipos propostos. Portanto, neste capítulo, serão mostrados os experimentos efetuados e os resultados obtidos. Por fim, foram calculados os gastos de consumo de todos os sistemas e apresentado um comparativo entre ambos, sendo que representam os aspectos construtivos que compõe os sistemas mencionados.

Para avaliar o consumo de energia de um sistema é preciso conhecer a corrente elétrica e a tensão de alimentação, com esses valores é possível calcular a potência do circuito e conseqüentemente o consumo de energia, sendo que as concessionárias de energia do Brasil habitualmente fazem suas cobranças levando em conta a Megawatt-hora (MWh) de consumo, como efeito de estudo foi realizado a medição nos protótipos do sistema atual e propostos.

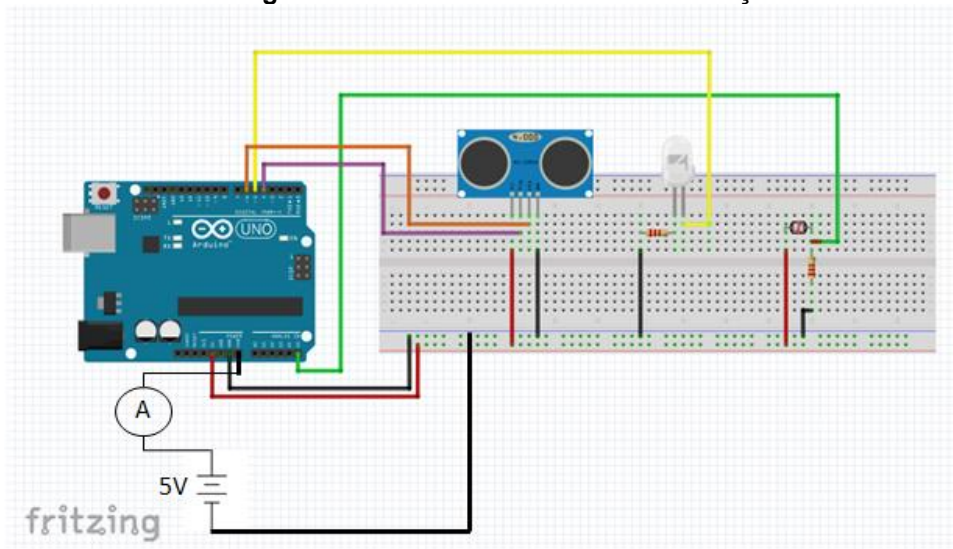
O Arduino Uno necessita de 5 volts de tensão para funcionar, com isso foi medido apenas a corrente contínua nominal dos circuitos colocando o multímetro em série com a fonte de alimentação, conforme Figuras 18 e 19.

Figura 18 - Circuito elétrico 1 com medição.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 19 - Circuito elétrico 2 com medição.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A potência elétrica de um circuito é calculado através da Equação 1:

$$P = V \times I, \quad (2)$$

Sendo:

P = Potência Elétrica (W).

V = Tensão Elétrica (V).

I = Corrente Elétrica (A).

Depois de medir a corrente elétrica para todas as opções necessárias e calcular sua potência, obtemos a grandeza indispensável para calcular o consumo de energia de um circuito elétrico, a Equação 2 exibe a fórmula utilizada para encontrar esse gasto:

$$E = (P \times t) / 1.000.000, \quad (3)$$

Sendo:

E = Consumo de energia (MWh).

t = Período de tempo (h).

Nos Apêndices A, B e C são demonstrados os códigos fontes que foi utilizado em nosso projeto, sendo que os princípios de funcionamento descritos no capítulo 3.2 foram levados em conta para o desenvolvimento. Na Tabela 3 apresentamos os

valores encontrados com os cálculos de consumo de energia e a porcentagem de economia em relação ao sistema atual.

Quadro 3 - Consumo de energia (Wh).

| Acompanhamento Diário | | | | | |
|-----------------------|-------------------------------|--------------|--------|-----------------|---------|
| Sistema | Período | | Watts | Duração (Horas) | Parcial |
| Atual | Sem Iluminação | | 0,16 | 12 | 1,92 |
| | Com Iluminação | | 0,167 | 12 | 2,004 |
| | Total | | | | 3,924 |
| Acompanhamento Diário | | | | | |
| Sistema | Período | | Watts | Duração (Horas) | Parcial |
| 1ª Proposta | Sem Iluminação | | 0,161 | 12 | 1,932 |
| | Com Iluminação / Sem presença | | 0,164 | 11 | 1,804 |
| | Com Iluminação / Com presença | | 0,175 | 1 | 0,175 |
| | Total | | | | 3,911 |
| Economia (por dia) | | | | | 0,33 |
| Acompanhamento Diário | | | | | |
| Sistema | Período | | Watts | Duração (Horas) | Parcial |
| 2ª Proposta | Sem Iluminação | | 0,161 | 12 | 1,932 |
| | Nível 1 | Sem presença | 0,164 | 3,5 | 0,574 |
| | Nível 1 | Com presença | 0,165 | 0,5 | 0,0825 |
| | Nível 2 | Sem presença | 0,1665 | 3,7 | 0,61605 |
| | Nível 2 | Com presença | 0,169 | 0,3 | 0,0507 |
| | Nível 3 | Sem presença | 0,1725 | 4,9 | 0,84525 |
| | Nível 3 | Com presença | 0,175 | 0,1 | 0,0175 |
| | Total | | | | 4,118 |
| Economia (por dia) | | | | | -4,94 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após o final das medições de potência dos sistemas, os resultados foram os seguintes, no primeiro foi possível ter uma economia no consumo de energia de cerca de 0,33%, entretanto, no segundo obteve-se um aumento de cerca de 4,94% com a classificação de luminosidade do local. Apesar de resultados poucos satisfatórios, o nosso sistema ainda apresenta um diferencial do vigente que é a utilização dos dados de presença de pessoas no local (que pode ser usado em um sistema de tráfego ou monitoramento local, se integrados).

5 CONCLUSÕES

Analisando, respectivamente, os objetivos traçados e propostos do trabalho, conclui-se que realmente as cidades inteligentes trazem muitos benefícios para a população, e que se pode começar esse processo de desenvolvimento tecnológico com pequenos projetos, sem a necessidade de investimentos altos. Além de que os sistemas de iluminação propostos possuem várias vantagens em relação ao usado atualmente em nossas cidades.

Tendo nosso sistema de iluminação como embasamento, podemos afirmar que as idéias de melhorias implementadas podem não somente serem utilizadas na iluminação pública, mas também podem ser estendidas para outros setores, como por exemplo, os setores de transporte público, saúde, segurança, entre outros, sendo evidentes todas as vantagens que um sistema fundamentado no conceito *Smart City* pode viabilizar.

A plataforma Arduino é um sistema totalmente acessível a todas as pessoas, de baixo ou alto padrão social, tendo em vista o baixo custo para a aquisição da placa (por volta de R\$30,00) e o fácil acesso das pessoas a internet, tendo assim a facilidade para adquirir o software de programação da placa. Devido a estas características, é possível que outras pessoas possam desenvolver outras idéias para melhorias semelhantes ou até mesmo melhores, auxiliando assim no desenvolvimento do nosso país.

É preciso que nossos governantes voltem seus olhares para o desenvolvimento tecnológico na infraestrutura de nossas cidades, e que por meio de projetos governamentais incentivem empresas e alunos, uma vez que a realidade do Brasil quanto à utilização de novas tecnologias em seu meio urbano é defasada e faltam investimentos, talvez esse seja o principal motivo do fracasso atual em nosso país.

Para um projeto futuro é preciso fazer a prototipagem do sistema pensando nos equipamentos que realmente seriam usados em nossas vias públicas e não para demonstrar conceito, além de implementar a comunicação com outros sistemas e um gerenciamento remoto que ajudaria na manutenção e gerenciamento da rede de iluminação. Os resultados limitados de nosso projeto, não reduz a relevância desse trabalho, já que é possível idealizar algo mais profissional quanto a equipamentos e

testes que comprovem a eficiência energética e inovação tecnológica que um novo sistema pode oferecer, tendo em consideração uma iniciativa econômica que possa atender todas as áreas do território brasileiro.

Além de tudo, com a afirmação de uma rede inteligente na luminosidade de nossas ruas pode tornar-se uma porta de entrada para novos sistemas inteligentes com a finalidade de outras aplicações.

6 REFERÊNCIAS

BUENO, E.M.; NALON, J.A. Iluminação pública inteligente utilizando rede mesh. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 19, n. 35, p. 71-81, jul./dez. 2016.

BOUSKELA, Maurício; CASSEB, Márcia; BASSI, Silvia; DE LUCA, Cristina; Facchina, Marcelo. **Caminho para as Smart Cities: Da gestão tradicional para a cidade inteligente**. Bid, 2016.

CEMIG. **Manual de Distribuição – Projetos de Iluminação Pública**. 2012.

Cidade Inteligente Búzios, **Smart Grid**. Disponível em <<http://www.cidadeinteligentebuzios.com.br/smart-grid/>>. Acesso em 27 de julho de 2018.

CONSAB, **Iluminação Pública**. Disponível em <<http://www.consabambiental.com.br/consab/iluminacao-publica/>> Acesso em 10 de junho de 2018.

FILIFELOP, **Como conectar o Sensor Ultrassônico HC-SR04 ao Arduino**. Disponível em <<https://www.filipeflop.com/blog/sensor-ultrassonico-hc-sr04-ao-arduino/>>. Acesso em 15 de abril de 2018.

FILIFELOP, **O que é Arduino?**. Disponível em <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em 15 de abril de 2018.

FGV PROJETOS, **O que é uma cidade inteligente?**. Disponível em <<http://fgvprojetos.fgv.br/noticias/o-que-e-uma-cidade-inteligente>>. Acesso em 23 de abril de 2018.

Fluxo Consultoria, **O que é eficiência energética, como funciona e formas de economizar**. Disponível em <<http://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/arquitetura-construcao/eficiencia-energetica-o-que-e-economizar/>>. Acesso em 21 de abril de 2018.

HEWLETT PACKARD, **O que é Internet das Coisas?**. Disponível em <<https://www.hpe.com/br/pt/what-is/internet-of-things.html>> Acesso em 22 de abril de 2018.

IESE, **IESE Cities in Motion Index**. Disponível em <<https://www.iese.edu/research/pdfs/ST-0396-E.pdf>>. Acesso em 21 de abril de 2018.

L. Anthopoulos and P. Fitsilis. **From digital to ubiquitous cities: Defining a common architecture for urban development**. In Proceedings of the 2010 Sixth International Conference on Intelligent Environments, IE '10, pages 301–306, Washington, DC, USA, 2010. IEEE Computer Society.

LECCESE, F.; LEONOWICZ, Z.; **Intelligent Wireless Street Lighting System**. 11th International Conference on Environment and Electrical Engineering, 2012.

MUNDO DA ELÉTRICA, **Código de cores de resistores**. Disponível em <<https://www.mundodaeletrica.com.br/codigo-de-cores-de-resistores/>> Acesso em 22 de abril de 2018.

MUNDO DA ELÉTRICA, **Relé fotoelétrico**. Disponível em <<https://www.mundodaeletrica.com.br/rele-fotoeletrico-o-que-e-e-como-instalar/>> Acesso em 22 de abril de 2018.

MUNDO DA ELÉTRICA, **Resistores fixos**. Disponível em <<https://www.mundodaeletrica.com.br/resistores-fixos/>> Acesso em 22 de abril de 2018.

MUNDO DA ELÉTRICA, **O que é um LED.** Disponível em <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>> Acesso em 22 de abril de 2018.

OFICINA DA NET, **Cidades Inteligentes: um conceito, uma realidade.** Disponível em <<https://www.oficinadanet.com.br/post/16155-cidades-inteligentes>>. Acesso em 22 de abril de 2018.

PENSAMENTO VERDE, **A importância do conceito de ética ambiental.** Disponível em <<https://www.pensamentoverde.com.br//meio-ambiente/importancia-conveito-de-etica-ambiental/>>. Acesso em 16 de setembro de 2018.

PROCEL, Reluz. **Resultados Procel 2018 ano base 2017.** 2018

ROBOCORE, **Como utilizar umas protoboard.** Disponível em <<https://www.robocore.net/tutoriais/como-utilizar-uma-protoboard.html>> Acesso em 22 de abril de 2018.

TECNOGERA, **O QUE FAZ UM REATOR DE ENERGIA?.** Disponível em <<https://www.tecnogera.com.br/blog/o-que-faz-um-reator-de-energia>> Acesso em 10 de julho 2018.

VIDA DE SILICIO, **SENSOR DE LUZ COM LDR.** Disponível em <<https://portal.vidadesilicio.com.br/sensor-de-luz-com-ldr/>> Acesso em 15 de abril de 2018.

APÊNDICE A

```
#include <Ultrasonic.h>
#define pino_trigger 4
#define pino_echo 6

Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);
int sensorPin = A5;
int ledPin = 5; // Pin led demostrativo
int sensorValue = 0;

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  float cmMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  Serial.println(sensorValue, DEC);
  //led desligado
  if(sensorValue < 500)
  {
    analogWrite(ledPin,0);
    // 12s simulando 12 horas
  }
  //led ligado
  if(sensorValue > 500)
  {
    analogWrite(ledPin,255);
    delay(12000); // 12s simulando 12 horas
  }
}
```

APÊNDICE B

```
#include <Ultrasonic.h>
#define pino_trigger 4
#define pino_echo 6

Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);
int sensorPin = A5; //
int ledPin = 5; // Pin led demonstrativo
int sensorValue = 0;

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  float cmMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  Serial.println(sensorValue, DEC);
  Serial.println(sensorValue, DEC);
  //led desligado
  if(sensorValue < 500)
  {
    analogWrite(ledPin,0);
    delay(12000); //12s simulando 12 horas
  }
  //led ligado
  if(sensorValue > 500)
  {
    analogWrite(ledPin,51); // 1V
    delay(11000); // 11s simulando 11 horas
    if(cmMsec < 5)
    {
      analogWrite(ledPin,255); // 5V
      delay(1000); // 1s simulando 1 hora
    }
  }
}
```

APÊNDICE C

```

#include <Ultrasonic.h>
#define pino_trigger 4
#define pino_echo 6

Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);
int sensorPin = A5; //
int ledPin = 5; // Pin led demostrativo
int sensorValue = 0;

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  float cmMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  Serial.println(sensorValue, DEC);
  Serial.println(sensorValue, DEC);
  //led desligado
  if(sensorValue < 500)
  {
    analogWrite(ledPin,0);
    delay(12000); //12s simulando 12 horas
  }
  //led ligado nivel 1
  if(sensorValue > 500 && sensorValue < 550)
  {
    analogWrite(ledPin,51); // 1V
    delay(3500); // 3,5s simulando 3,5 horas
    if(cmMsec < 5)
    {
      analogWrite(ledPin,76); // 1,5V
      delay(500); // 0,5s simulando 0,5 hora
    }
  }
  //led ligado nivel 2
  if(sensorValue > 550 && sensorValue < 600)
  {
    analogWrite(ledPin,102); // 2V
    delay(3700); // 3,7s simulando 3,7 horas
    if(cmMsec < 5)
    {
      analogWrite(ledPin,153); // 3V
    }
  }
}

```

```
    delay(300); // 0,3s simulando 0,3 hora
  }
}
//led ligado nivel 3
if(sensorValue > 600)
{
  analogWrite(ledPin,204); // 4V
  delay(4900); // 4,9s simulando 4,9 horas
  if(cmMsec < 5)
  {
    analogWrite(ledPin,255); // 5V
    delay(100); // 0,1s simulando 0,1 hora
  }
}
}
```