



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

SIDNEY DANILO FIRMINO BEZERRA

**SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE UM POSTE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA
AUTÔNOMA POR MEIO DE UM AMBIENTE DE PROTOTIPAGEM.**

MOSSORÓ-RN
2014

SIDNEY DANILO FIRMINO BEZERRA

**SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE UM POSTE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA
AUTÔNOMA POR MEIO DE UM AMBIENTE DE PROTOTIPAGEM.**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Departamento de Ciências Exatas e
Naturais para a obtenção do título de
Bacharel em Ciência da Computação.
Orientador: Prof. Dr. Leonardo Augusto
Casillo - UFERSA.

MOSSORÓ/RN
2014

O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade de seus autores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência

B574s Bezerra, Sidney Danilo Firmino.

Sistema de simulação de um poste de iluminação pública autônoma por meio de um ambiente de prototipagem. / Sidney Danilo Firmino Bezerra. -- Mossoró, 2014.

62 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Augusto Casillo.

Monografia (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Graduação.

1. Arduino. 2. Iluminancia. 3. Prototipagem. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /369-14 CDD (22.ed.) : 005.133

Bibliotecária: Vanessa de Oliveira Pessoa

CRB-15/453

SIDNEY DANILO FIRMINO BEZERRA

**SISTEMA DE SIMULAÇÃO DE POSTE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA AUTÔNOMA
POR MEIO DE UM AMBIENTE DE PROTOTIPAGEM**

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências Exatas e
Naturais para a obtenção do título de
Bacharel em Ciência da Computação.

APROVADO EM 27/02/2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Leonardo Augusto Casillo - UFERSA
Presidente

Prof. Dr. Dannel Cavalcante Lopes - UFERSA
Primeiro Membro

Prof. M.Sc. Ronnison Reges Vidal – Mater Christi
Segundo Membro

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai, todo poderoso, por ter me ajudado em todo o processo de desenvolvimento do projeto, me dando forças para continuar e nunca desistir, mesmos com as dificuldade apresentadas.

À minha mãe, Cacilda Firmino Bezerra, por sempre ter me cobrado pela finalização desse projeto, pela tolerância com as minhas brincadeiras sobre o projeto, deixando-a mais preocupada ainda, devido ao meu jeito brincalhão.

A meu irmão, José Diego Firmino Bezerra e a minhas irmãs, Regina Maria Firmino Bezerra, Eva Cristiane Firmino Bezerra, Antônio Patrícia Firmino Bezerra, Sava Nilane Firmino Bezerra e Sara Taciana Firmino Bezerra, que sempre se preocuparam comigo, ajudaram na minha vida e estiveram disponíveis para me auxiliar, principalmente nas correções dos meus trabalhos.

À minha tia, Maria Firmino Bezerra, que praticamente igual a minha mãe sempre cobrou pela minha formação, só que diferente da minha mãe, não levava tão a sério minhas brincadeiras.

À Dayana Rodrigues, que esteve sempre ao meu lado nos momentos fáceis e difíceis do projeto, que sempre me apoiou no desenvolvimento do trabalho e que foi a pessoa que principalmente me ajudou na montagem do sensor durante o período de coleta dos resultados.

À minha grande amiga Neyliane Moreno, que sempre esteve disponível para tirar dúvidas sobre qualquer assunto.

Ao meu orientador, Leonardo Augusto Casillo, por ter me aceitado como orientando, e por me ensinar o necessário para desenvolver esse projeto.

Aos meus familiares por acreditarem em mim, nessa fase de conclusão de mais uma fase da minha vida.

A todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho objetivou elaborar um sistema de prototipagem utilizando o arduino Uno em que simula um poste de iluminação pública automatizada utilizando sensor ultrassônico, para diminuir a iluminância no ambiente em determinados momentos, e medir a economia de energia em face ao sistema de iluminação de um poste real. Ao longo deste trabalho, são mostrados conceitos relacionados às configurações básicas sobre posicionamento dos módulos de iluminação pública, análise do tráfego de veículos e de pedestres, conceitos sobre eletricidade e iluminação pública. A partir do resultado da aplicação do sistema, foram identificadas as vantagens e desvantagens do sistema em relação a um poste de iluminação real, apresentando uma abordagem alternativa para diminuição de custos do sistema.

Palavras-Chave: Arduino. Iluminância. Prototipagem.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Acendedores de lampião	17
Figura 2 – Componentes do poste	19
Figura 3 – Posicionamento Unilateral	27
Figura 4 – Posicionamento Bilateral Alternado	28
Figura 5 – Posicionamento Bilateral Frontal	28
Figura 6 – Posicionamento em Canteiro Central	29
Figura 7 – Arduino UNO	30
Figura 8 – Sensor HC-SR04.....	32
Figura 9 – Sensor LDR	33
Figura 10 – Aplicação com o Arduino e o Sensor Ultrassônico	38
Figura 11 – Sistema Proposto	40
Figura 12 – Rua Santos Dumont, Pereiro - CE	44
Figura 13 – Sensor Instalado	50
Figura 14 – Sistema de Detecção	50
Figura 15 – Posicionamento Unilateral Utilizando o Sistema de Detecção	51
Figura 16 – Posicionamento Bilateral Alternado Utilizando o Sistema de Detecção	51
Figura 17 – Posicionamento Bilateral Frontal Utilizando o Sistema de Detecção	52
Figura 18 – Posicionamento Canteiro Central Utilizando o Sistema de Detecção ...	52

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Tipos e quantidades de lâmpadas instaladas no Brasil	19
TABELA 2 – Classificação do tráfego motorizado.....	23
TABELA 3 – Classificação do tráfego de pedestres.....	23
TABELA 4 – Iluminância média mínima em vias públicas (LUX)	23
TABELA 5 – Valores das potências das lâmpadas vapor de sódio.....	24
TABELA 6 – Resultados de uma amostra das detecções.....	36

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pontos de iluminação pública instalados no país	18
Gráfico 2 – Quantidade de detecções de objetos por hora durante um mês	43
Gráfico 3 – Quantidade de detecções de 3 de janeiro a 3 de fevereiro.....	45
Gráfico 4 – Intervalos entre as detecções dos objetos.....	47
Gráfico 5 – Intervalos de detecções menor ou maior que 1 minuto	48

LISTA DE SIGLAS

A/D – Analógico / Digital

CELG – Companhia Elétrica de Goiás

CIP – Contribuição de Iluminação Pública

COELCE – Companhia Energética do Ceará

GND – *GROUND*

IDE – *Integrated Development Environment*

LDR – *Light Dependent Resistor*

LED – *Light Emitting Diode*

ONU – Organização das Nações Unidas

PHP – *Personal Home Page*

VCC – Voltagem Corrente Contínua

LUX – Unidade de Medida de Luz

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Implementação Para Controlar o Sensor Ultrassônico.....	58
Quadro 2 – Implementação da Aplicação em PHP	59
Quadro 3 – Implementação do Sistema Para Simular um Poste de Iluminação Pública Utilizando Duas Lâmpadas.....	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.2. MOTIVAÇÃO	14
1.3. OBJETIVOS	15
1.4. HIPÓTESE	15
1.5. ORGANIZAÇÃO DO TEXTO	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. ILUMINAÇÃO PÚBLICA	17
2.2. COMPONENTES DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA	19
2.2.1. Reatores	20
2.2.2. Relés Fotoelétricos	20
2.2.3. Braço	20
2.2.4. Luminárias Públicas	21
2.2.5. Lâmpadas a Vapor de Sódio a Alta Pressão	21
2.2.6. LED (<i>Light Emitting Diode</i>)	21
2.3. COELCE	22
2.4. TÓPICOS DE ELETRICIDADE	24
2.4.1. Energia ou Trabalho	24
2.4.2. Potência Elétrica	25
2.4.3. Resistência Elétrica	25
2.4.4. Corrente Elétrica	25
2.5. CONCEITOS DE ILUMINAÇÃO	26
2.5.1. Nível de Iluminação ou Iluminância	26
2.5.2. Fluxo Luminoso	26
2.5.3. Intensidade Luminosa	26
2.5.4. Eficiência Luminosa	26
2.5.5. Luminância	26
2.6. POSICIONAMENTO DOS POSTE DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA	27
2.6.1. Posicionamento Unilateral	27
2.6.2. Posicionamento Bilateral Alternado	27
2.6.3. Posicionamento Bilateral Frontal	28

2.6.4. Posicionamento em Canteiro Central	28
2.7. ARDUINO.....	29
2.8. SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04.....	32
2.9. SENSOR LDR (RESISTOR DEPENDENTE DE LUZ)	33
2.10. SENSOR LASER	34
3. METODOLOGIA	35
4. IMPLEMENTAÇÃO	38
4.1. APLICAÇÃO DO SENSOR ULTRASSÔNICO	39
4.2. SERVIÇO WEB E APLICAÇÃO DE COMUNICAÇÃO COM O BANCO DE DADOS.....	39
4.3. APLICAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO	40
5. RESULTADOS	43
5.1. CLASSIFICAÇÃO DA RUA	44
5.2. COMPARAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DO COTIDIANO COM O DO SISTEMA	44
6. CONCLUSÃO.....	49
6.1. LIMITAÇÕES	49
6.2. SUGESTÕES	50
REFERÊNCIAS.	53
APÊNDICE	57

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde o ano de 2000, a Organização das Nações Unidas (ONU), ao verificar os maiores problemas mundiais, elaborou 8 objetivos para tentar amenizar os problemas na área da saúde, da renda familiar, da educação e de sustentabilidade. Este projeto social foi denominado de “Os 8 objetivos do Milênio – ODM”. No Brasil, este projeto é conhecido como “8 maneiras de mudar o mundo” (OBJETIVOS DO MILENIO,2013).

Esta política foi elaborada para melhorar o desenvolvimento social de vários países. Os 8 objetivos são: “Acabar com a Fome e a Miséria”, “Educação Básica de Qualidade para Todos”, “Igualdade Entre Sexos e Valorização da Mulher”, “Reduzir a Mortalidade Infantil”, “Melhorar a Saúde das Gestantes”, “Combater a Aids, a Malária e Outras Doenças”, “Qualidade de Vida e Respeito ao Meio Ambiente” e “Todo Mundo Trabalhando pelo Desenvolvimento”.

De acordo com o art. 255 da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1989), “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Por isso precisamos utilizar os recursos naturais do meio ambiente de forma consciente, em que a utilização destes recursos não afete o mesmo.

As empresas devem se auto avaliar em relação ao seu desempenho socioambiental, avaliar os seus métodos de produção e verificar se estes métodos são maléficos ao meio ambiente, e caso sejam, verificar formas alternativas para o seu manuseio. Cabe ao governo ampliar e incentivar a criação de meios de geração de energia renovável, como a eólica, e de meios tecnológicos que diminuam o consumo dos recursos elétricos.

A Constituição Federal garante que a iluminação pública é um direito de todo cidadão brasileiro e que as prefeituras devem prestar esse serviço à sociedade. Todo município arrecada de acordo com a sua legislação local, o valor da contribuição de iluminação pública (CIP/COSIP), que é cobrada à população para ser beneficiada com energia elétrica. Essa contribuição também é responsável pela manutenção e modernização de toda a iluminação pública, que deve fornecer à população conforto, segurança e melhorar o ambiente em que esteja instalada.

Diante do exposto, a questão norteadora do presente estudo é: como otimizar a iluminação pública, reduzindo custos, mas sem prejudicar a locomoção da população? Este projeto se propõe à construção de um sistema de iluminação pública automatizado, com vistas a reduzir o consumo de energia.

O estudo do aprimoramento de postes de iluminação pública utilizando mecanismo de automação deve fornecer à população um efeito mais agradável de segurança e redução do consumo de energia elétrica. Essa redução de recursos será benevolente a toda a sociedade, pois os recursos que iriam ser gastos com a iluminação pública poderão ser investidos em outras políticas públicas como educação, saúde e lazer.

1.2 MOTIVAÇÃO

Considerando que a autonomia de um poste de iluminação pública atual se baseia basicamente no relé fotoelétrico e que este gerencia o momento em que a lâmpada deve ser ligada e desligada, pensou-se em uma forma de desenvolver uma aplicação que diminua o consumo de energia, de modo a tornar o poste mais autônomo.

O engenheiro alemão Dietmar Appolt, afirma que “a capital cearense possui 150 mil luminárias públicas com potência de 300 watts cada, o que gera um consumo de 45 mil watts quando todas estão ligadas, o que representa um gasto de 100 milhões por ano” (DIÁRIO DO NORDESTE, 2013). Com isso, pode-se verificar os gastos com iluminação pública de Fortaleza e estudar meios alternativos para diminuí-los.

Portanto, pretende-se aplicar uma abordagem que utilize meios de um sistema de prototipagem que gerencie a iluminância de uma luminária utilizando duas lâmpadas de potências diferentes, para otimização da economia dos recursos elétricos.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Elaborar um sistema utilizando o ambiente prototipagem arduino que simule o funcionamento de um poste de iluminação pública gerenciando os momentos que devem mudar o chaveamento das lâmpadas de potências diferentes.

Objetivos Específicos

- Criar um ambiente de prototipagem que simule um poste de iluminação pública com o sensor ultrassônico.
- Programar a mudança de iluminação de acordo com a presença de um objeto, seja um veículo, ou um pedestre.
- Comparar o consumo de energia quando mudar o chaveamento.
- Comparar o consumo de energia cotidiano com o do sistema.
- Criar um banco de dados que armazene as informações geradas pelo arduino.

1.4 HIPÓTESE

A redução da iluminância em um sistema que utiliza dois tipos de lâmpadas de potências diferentes reduz os custos de iluminação pública, caso este sistema esteja instalado em um poste de iluminação atual.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2 são abordados os fundamentos teóricos, iniciando com uma breve descrição dos momentos históricos da iluminação pública no Brasil e seus componentes. Apresenta-se a empresa responsável pelo fornecimento de energia elétrica do estado do Ceará, com suas respectivas normas.

Para projetos de iluminação pública, tratamos de temas básicos de física e alguns conceitos sobre iluminação, os tipos de posicionamento dos postes, o ambiente de prototipagem Arduino e os sensores propostos para a utilização do projeto.

No capítulo 3, apresentam-se os materiais e métodos que descrevem como foi desenvolvido o sistema utilizando o Arduino e os sensores necessários para o seu funcionamento.

No capítulo 4, descreve-se a implementação do sistema, os códigos utilizados na aplicação do Arduino e da aplicação em PHP.

No Capítulo 5, são abordados os resultados das detecções dos objetos através de gráficos, classificação da rua do estudo, a comparação do consumo de energia do cotidiano com o do sistema proposto.

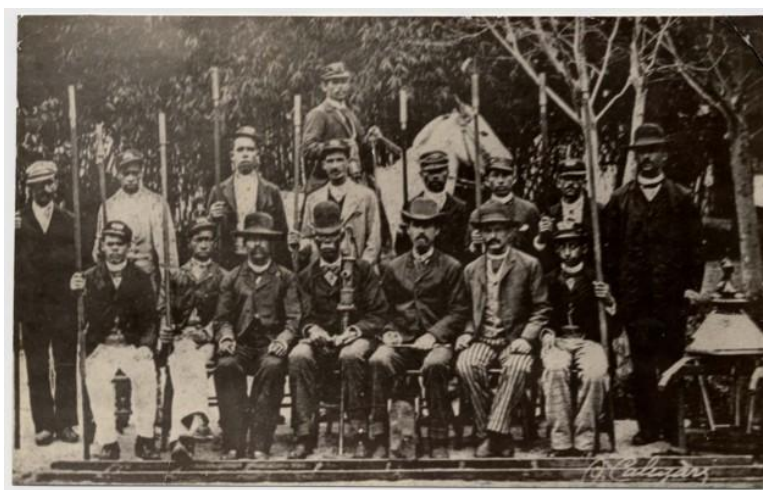
No capítulo 6, finaliza-se com as limitações do sistema e sugestões para implantação do mesmo por alguma empresa de fornecimento de energia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A iluminação pública é fundamental para que a sociedade utilize os locais públicos no período noturno e se sinta segura nesses momentos. No Brasil, em meados ao século XVIII, as luminárias utilizavam o óleo de azeite como combustível para os postes da cidade do Rio de Janeiro, em 1794. Em meados do século XX, em Porto Alegre, existiam os acendedores de lampiões, como mostra a Figura 1. Os lampiões eram distribuídos em pontos estratégicos da cidade. Ao entardecer, eles iam com suas ferramentas e acendiam o lampião, e ao amanhecer, apagavam e faziam a sua manutenção limpando os vidros, e quando necessário abasteciam o lampião (ROMANELLI; GARCIA, 2012).

Figura 1– Acendedores de lampião



Fonte: Forumfoto, 2014

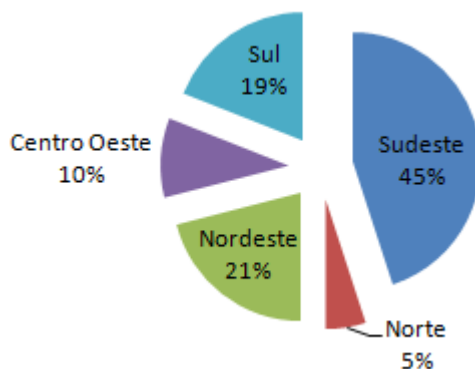
Em 1887, Porto Alegre foi a primeira capital brasileira a possuir iluminação pública elétrica, pois foi instalada a termelétrica Velha Porto Alegre, e assim começaram os primeiros serviços municipais de iluminação pública elétrica do Brasil. (MEMORIADAELETRICIDADE, 2014).

De acordo com a Eletrobrás (2014), “A iluminação pública é essencial à qualidade de vida nos centros urbanos, atuando como instrumento de cidadania, permitindo aos habitantes desfrutar plenamente do espaço público no período noturno”.

Com iluminação de qualidade, a sociedade é beneficiada no quesito segurança, prevenindo a criminalidade nos períodos noturnos. O comércio também se beneficia, pois a população se sente mais segura ao se locomover para efetuar compras no horário noturno, e o patrimônio público, monumentos, praças podem ser preservados.

Segundo o último levantamento cadastral realizado em 2008 pelo PROCEL/ELETROBRAS, há 15 milhões de pontos de iluminação pública instalados no país, aproximadamente, distribuídos conforme ilustra o Gráfico 1 (ELETROBRÁS, 2014). Em que a região Sudeste destaca-se como a região que possui maior número de pontos de iluminação pública instalados no país, com 45% em relação ao país.

Gráfico 1: Pontos de iluminação Pública Instalados no País



Fonte: Adaptado de Eletrobrás, 2014

De acordo com a Eletrobrás (2014), os tipos de lâmpadas instaladas no Brasil estão distribuídos conforme a Tabela 1. Como podemos observar o tipo de lâmpada mais utilizada é a de vapor de sódio com um percentual de 62,93 % das lâmpadas instaladas no país.

Tabela 1. Tipos e quantidades de lâmpadas instaladas no Brasil

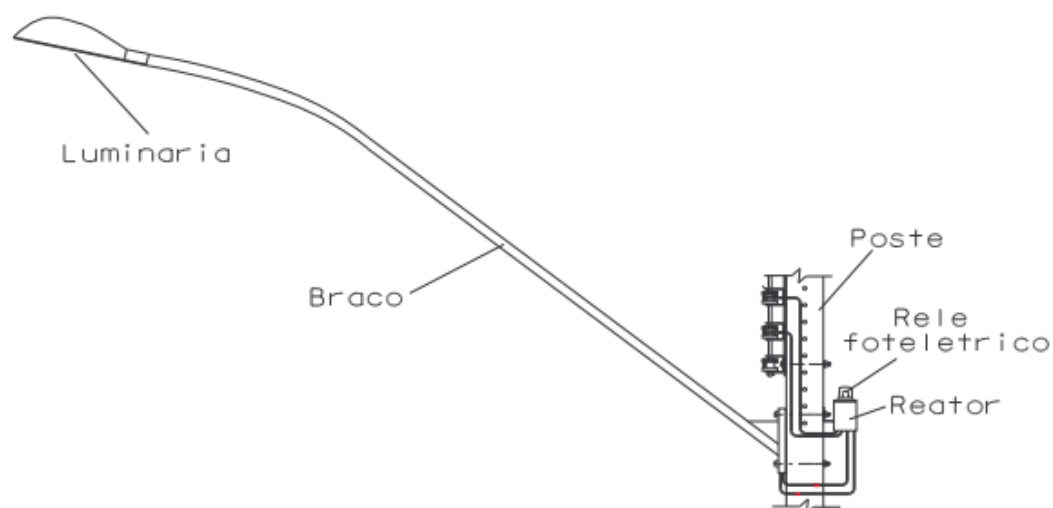
Tipo de Lâmpada	Quantidade	%
Vapor de Sódio	9.294.611	62,93
Vapor de Mercúrio	4.703.012	31,84
Mista	328.427	2,22
Incandescentes	210.417	1,42
Fluorescente	119.535	0,81
Multi-Vapor Metálico	108.173	0,73
Outras	5.134	0,003
Total	14.769.309	100

Fonte: Adaptado de Eletrobrás (2014)

2.2 COMPONENTES DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

Os componentes de um poste de iluminação pública, são apresentados na Figura 2. E a seguir cada componente será descrito individualmente.

Figura 2 – Componentes do poste



Fonte: Copel, 2014

2.2.1 Reatores

O reator é o componente do poste que limita o fornecimento de corrente elétrica para a lâmpada. Um reator eficiente garante uma vida útil maior da lâmpada, pois um dos principais motivos da queima de lâmpadas é o fornecimento de corrente além do que ela necessita. Para cada tipo de lâmpada, existe um reator, sendo o foco deste trabalho os reatores para lâmpadas a vapor de sódio. Para a lâmpada a vapor de sódio acender, o reator precisa de um ignitor e um capacitor para corrigir a potência (O SETOR ELÉTRICO, 2014).

2.2.2 Relés Fotoelétricos

A função desse dispositivo é controlar o acionamento e desligamento da lâmpada de acordo com a iluminação ambiente. A lâmpada deverá ser ligada somente quando a iluminação natural reduzir e assim precisar de uma iluminação artificial de um poste. A lâmpada deverá ser desligada quando a iluminação natural for presente. Porém, há casos em que a lâmpada se encontra ligada durante o período diurno, consumindo assim energia elétrica no momento em que deveria estar desligada. Isso acontece pelo fato do mal funcionamento, desgaste, instalação incorreta entre outros defeitos do relé fotoelétrico, causando desgaste dos componentes (O SETOR ELÉTRICO, 2014).

2.2.3 Braço

É o responsável pela sustentação da luminária. A qualidade está diretamente relacionado com as características do braço, como o avanço do braço na rua, estendendo ainda mais a sua iluminância. Outro fator é a resistência do poste, pois deve suportar o conjunto de componentes de uma luminária, e também os efeitos naturais como vento, chuvas, além de evitar qualquer tipo de deterioração do mesmo (O SETOR ELÉTRICO, 2014).

O ângulo de inclinação do poste é relevante para evitar poluição luminosa, como o brilho no céu, que é o direcionamento de uma lâmpada para o céu. Outro exemplo de poluição luminosa é o ofuscamento, que corresponde à luz excessiva, ela se torna problemática, pois pode causar cegueira momentânea, por causa de sua luz ser tão intensa (LABORATÓRIO DE ASTROFÍSICA, 2014).

2.2.4 Luminárias Pública

Inicialmente, as luminárias não tinham tantos critérios de funcionamento como atualmente. O rendimento luminoso era reduzido, algumas luminárias eram abertas com quase nenhuma proteção para a lâmpada, produziam mais poluição luminosa, entre outros fatores que prejudicavam o seu manuseio. Atualmente, existe uma padronização em relação a segurança, a eficiência e a durabilidade, já que as luminárias são fechadas, o rendimento luminoso é maior e os materiais são mais resistentes (O SETOR ELÉTRICO, 2014).

2.2.5 Lâmpadas a Vapor de Sódio a Alta Pressão

Esta lâmpada se torna mais eficiente do que outras, pelo fato de possuir eficiência luminosa de até 150lm/W, por ser de baixo consumo elétrico e por causa de seu longo intervalo para reposição. De acordo com o catálogo da PHILIPS, a lâmpada SONT PLUS 600W possui vida mediana de 32.000 horas (PHILIPS,2014).

Como a sensibilidade do olho humano está presente na frequência próxima da cor amarela, a utilização da lâmpada a vapor de sódio é justamente por causa da sua cor amarelada.

Geralmente utilizada em períodos prolongados de tempo em áreas que necessitam de iluminação constante, a lâmpada a vapor de sódio, torna-se mais apropriada para iluminação de ruas, túneis, estacionamentos, postos de gasolina, entre outros (OBSERVATORIO,2014).

Para o seu bom funcionamento, precisa de uma ignição, ou seja, de um reator para limitar a corrente e de um ignitor para dar a partida na lâmpada (O SETOR ELÉTRICO, 2014).

2.2.6 LED (*Light Emitting Diode*)

Acredita-se que o LED (*Light Emitting Diode*), poderá ser a solução como substituto das lâmpadas utilizadas atualmente, pois em comparação às demais lâmpadas, os LEDs são mais econômicos, eficientes e têm maior durabilidade do que as lâmpadas utilizadas atualmente, porém a sua substituição direta nos postes de iluminação ainda não é totalmente aceita pelo fato de não ter especificação quanto a utilização de LED em luminárias. Além disso, ainda não há estudos suficientes com a análise do seu funcionamento (O SETOR ELÉTRICO, 2014).

2.3 COELCE

A Companhia Energética do Ceará (COELCE) é a empresa responsável pela distribuição de energia elétrica no estado do Ceará, abrangendo os 184 municípios do Estado, e encerrou o ano de 2013 com 3.500.155 consumidores, com um acréscimo de +4,9% em relação a 2012. Esse acréscimo foi concentrado nas classes residenciais e rurais, com mais de 161.992 novos consumidores (COELCEa; COELCEc, 2014).

A COELCE (2014b) disponibiliza documentos com suas normas técnicas, que são divididos em manuais práticos para fins de análise de projetos. As listas de manuais que se encontram no endereço eletrônico são estes: critérios de execução, critérios de projetos, decisões técnicas, especificações técnicas, informações técnicas diversas, normas corporativas, normas técnicas, distribuição, transmissão, padrões de subestação, equipamentos, condutores, postes concretos, ferragens, isoladores e acessórios, iluminação, conectores, aterramento e materiais para ambientes agressivos.

Para fins de estudo, será utilizado o padrão de estrutura “NT-007 R-02 Iluminação Pública”. Este documento tem como objetivo fixar as características básicas das estruturas, equipamentos e materiais para as instalações de iluminação pública conectadas à rede de distribuição secundária da COELCE (COELCE, 2007).

O tráfego de pedestres e veículos, em vias, está definido em 3 (três) grupos, cada grupo representa uma característica do tráfego em um período de tempo. A CELG sugere que esses valores de tráfego sejam obtidos nos períodos compreendidos entre 18 e 21h. Para a classificação Leve, conforme é apresentado nas Tabelas 2 e 3, os valores do tráfego no período determinado, serão todos os valores entre 150 e 500 veículos ou pedestres no intervalo em hora. A mesma metodologia de contagem se aplica - classificação Médio e Intenso.

Tabela 2. Classificação do Tráfego Motorizado

Classificação do tráfego	Volume de tráfego (veículos) noturno em ambas as direções
Leve	150 - 500/hora
Médio	500 - 1200/hora
Intenso	acima de 1200/hora

Fonte: Adaptado de COELCE (2007)

Tabela 3. Classificação do Tráfego de Pedestres

Classificação do tráfego	Pedestres cruzando vias com tráfego Motorizado
Leve	150 - 500/hora
Médio	500 - 1200/hora
Intenso	acima de 1200/hora

Fonte: Adaptado de COELCE (2007)

A classificação para iluminância Média Mínima em Vias Públicas em (LUX) está representado na Tabela 4. Em que classifica-se tanto o tráfego de veículos como o tráfego de pedestres, e suas respectivas médias mínimas de iluminâncias, para cada classificação do tráfego. Acredita-se que qualquer valor menor do que o estabelecido afetará na locomoção dos pedestres e dos motoristas, afetando também a sensação de segurança.

Tabela 4 – Iluminância Média Mínima em Vias Públicas (Lux)

Tráfego de Veículos		Iluminância Média Mínima (LUX)		
		Leve	Médio	Intenso
Tráfego de Pedestres	Leve	4	8	10
	Médio	8	10	15
	Intenso	10	15	20

Fonte: Adaptado de COELCE (2007).

Podemos classificar os resultado das detecções dos objetos nas seguintes tabelas: Classificação do Tráfego Motorizado e Classificação do Tráfego de Pedestres. Utilizaremos a mesma classificação de tráfego. Porém, o valor máximo das médias horárias obtidas nos períodos compreendidos entre 00h e 05h, pois esse

horário é o momento em que o sensor estará identificando o tráfego da rua. Essa classificação se torna importante para a empresa responsável pela instalação da iluminação pública, pois assim ela saberá quais serão os melhores componentes para a instalação no local.

Torna-se importante para o estudo a informação dos tipos de lâmpadas utilizadas em luminárias instaladas nos postes de iluminação pública da COELCE, as normas técnicas também disponibilizam as indicações das potências das lâmpadas do tipo Vapor de Sódio de Alta Pressão na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores das Potências das Lâmpadas Vapor de Sódio

Potência das Lâmpadas (W)	Vapor de Sódio	
	Perdas Máximas no Reator (W)	Conjunto Lâmpada e Reator (W)
70	15	85
100	18	118
150	26	176
250	37	287
400	54	454

Fonte: Adaptado de COELCE (2007)

2.4 TÓPICOS DE ELETRICIDADE

2.4.1 Energia ou Trabalho

O Brasil se destaca na produção de energia elétrica utilizando a força da água, isto é, a energia hidrelétrica. A produção dela se realiza do seguinte modo: a água entra em tubos das usinas com uma determinada força e velocidade, e com isso faz com que aconteça o movimento das turbinas, que ficam conectadas a um gerador, o qual realiza a transformação da energia do movimento das turbinas em energia elétrica. Assim, energia elétrica é a capacidade de uma determinada corrente elétrica a produzir um trabalho (BRASIL ESCOLA, 2014).

Os aparelhos eletrônicos precisam dessa energia para o seu funcionamento; outra característica dos aparelhos é que todos possuem uma Potência Elétrica para o seu funcionamento. Para calcularmos o consumo de energia gasta por um aparelho, basta utilizarmos a potência do aparelho e multiplicarmos pelo tempo que

este deverá ficar funcionando. Normalmente essa energia é calculada em kWh de acordo com o sistema internacional de medidas, representado pela equação

$$E = \text{Pot} \cdot T \quad (1)$$

em que a Pot equivale a potência e T é o tempo em horas. (Só Física, 2014)

2.4.2 Potência Elétrica

Potência Elétrica é o produto da tensão elétrica pela corrente elétrica que percorre entre dois terminais, ou seja

$$P = I \cdot U \quad (2)$$

em que I é o valor da corrente em Ampères, U é a diferença de potencial em Volts e a potência é medida em Watts(W). (EFEITO JOULE, 2014)

2.4.3 Resistência Elétrica

“Os resistores possuem uma propriedade de limitar a intensidade da corrente elétrica que por eles circula” (SILVA, 2003, p. 260). A corrente que percorre uma resistência poderá sofrer alterações caso a tensão do circuito mude. A resistência de um sistema elétrico poderá ser calculada da seguinte equação:

$$R = U/i \quad (3)$$

em que a resistência equivale a divisão da tensão elétrica pela corrente elétrica.

2.4.4 Corrente Elétrica

Segundo Villate (2011, p. 26) “a corrente elétrica, designada por I, é o fluxo das cargas de condução dentro de um material”, pode se considerar corrente elétrica o transporte de energia em um intervalo de tempo. Podemos calcular a corrente, pela equação

$$i = Q/T \quad (4)$$

onde Q, é a carga transferida e T é o tempo para a corrente transportar essa carga.

2.5 CONCEITOS DE ILUMINAÇÃO

2.5.1 Nível de Iluminação ou Iluminância.

De acordo com a PHILIPS, empresa produtora de lâmpadas, o nível de iluminação ou iluminância “É a quantidade de luz ou fluxo luminoso que atinge uma unidade de área de uma superfície por segundo. A unidade de medida é o lux, representada pelo símbolo E. Um lux equivale a 1 lúmen por metro quadrado (lm/m^2)” (PHILIPS, 2014).

2.5.2 Fluxo luminoso

Fluxo Luminoso é a quantidade de luz emitida a cada segundo por uma fonte luminosa (PHILIPS,2014).

2.5.3 Intensidade Luminosa

É um fluxo de luz em uma determinada direção, radiada em um determinado tempo em segundos. Sua medição é feita em candelas cd. (CENTRO DE ENSINO E PESQUISA APLICADA, 2014).

2.5.4 Eficiência Luminosa

É uma relação entre o fluxo luminoso e a potência de uma lâmpada, em que se calcula a eficiência luminosa dividindo os lúmens gerados pelo fluxo luminoso por Watt da potência da lâmpada. Sua unidade de medida é o lúmen por Watt (lm/W). Uma lâmpada pode se dizer mais eficiente que outra quando a energia de consumo para realizar um fluxo luminoso é menor do que de outra (PHILIPS,2014).

2.5.5 Luminância

É uma razão entre a intensidade luminosa produzida ou refletida em uma superfície (PHILIPS,2014).

2.6 POSICIONAMENTO DOS POSTES DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A companhia elétrica de Goiás (CELG) sugere 4 tipos de configurações básicas de posicionamento dos módulos de iluminação pública que são: posicionamento unilateral, posicionamento bilateral alternado, posicionamento bilateral frontal e posicionamento em canteiro central (CELG, 2006).

2.6.1 Posicionamento Unilateral

O posicionamento unilateral é o mais comumente utilizado pelas companhias energéticas, como se pode visualizar na Figura 3. Uma das suas características é a largura da pista de aproximadamente 9 metros, sendo geralmente utilizado em tráfego não intenso de veículos ou de pedestres (COPEL, 2014).

Figura 3 – Posicionamento Unilateral

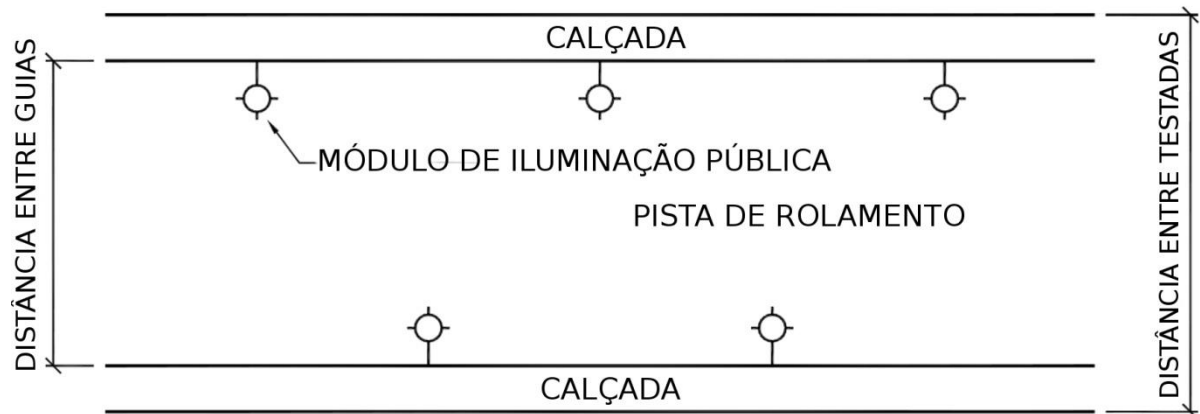


Fonte: Adaptado de CELG, 2006

2.6.2 Posicionamento Bilateral Alternado

Uma das características do posicionamento bilateral alternado é a sequência alternada dos postes em relação aos lados das ruas. Outra é que a utilização de postes se torna menor, pois abrange uma área maior de iluminância. Este posicionamento é geralmente utilizado em vias que têm o tráfego intenso de veículos e de pedestres. (CELG, 2006). Pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 – Posicionamento Bilateral Alternado

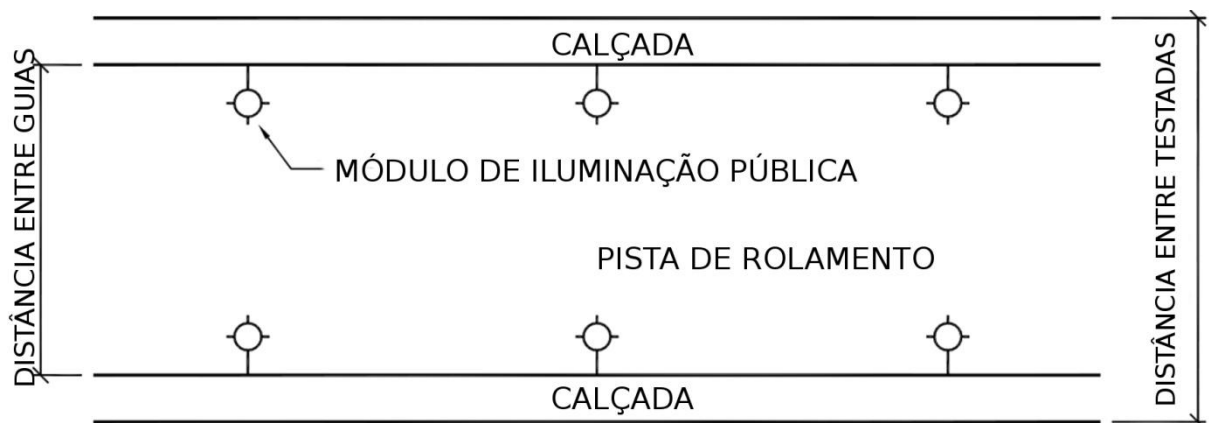


Fonte: Adaptado de CELG, 2006

2.6.3 Posicionamento Bilateral Frontal

Este posicionamento tem como configuração a disposição frente a frente em relação à pista a ser iluminada. Como se pode visualizar na Figura 5, esse posicionamento é geralmente utilizado em viadutos, pistas em que o fluxo é intenso (CELG, 2006).

Figura 5 – Posicionamento Bilateral Frontal



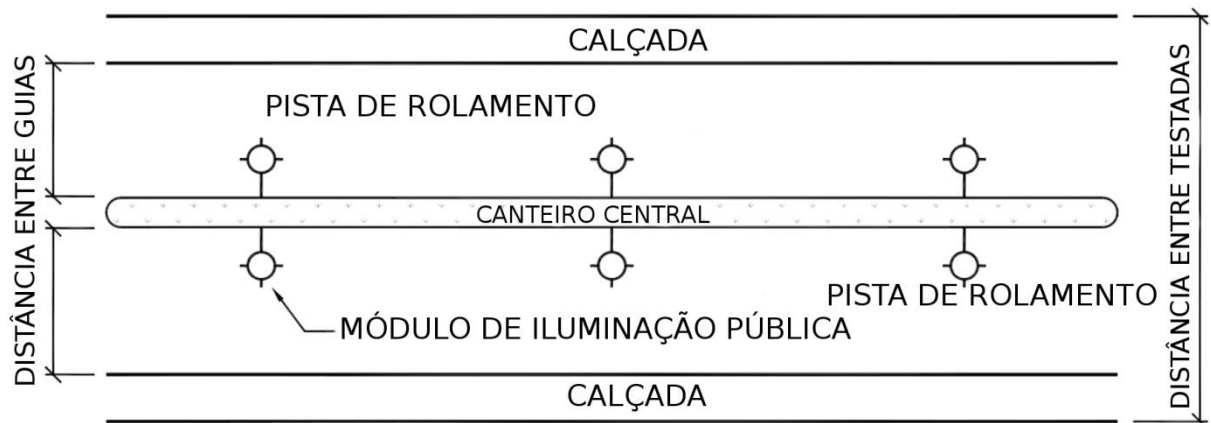
Fonte: Adaptado de CELG, 2006

2.6.4 Posicionamento em Canteiro Central

Esse posicionamento tem a característica de utilizar dois postes instalados em paralelo e divididos pelo espaçamento do canteiro. É utilizado quando o canteiro

central tem largura de 4 metros ou mais. É uma alternativa cara, pois tem que disponibilizar uma maior utilização de postes de iluminação, porém garante maior claridade na pista. Geralmente, é utilizado em avenidas (CELG, 2006) Um exemplo é mostrado na Figura 6.

Figura 6 – Posicionamento em Canteiro Central.



Fonte: Adaptado de CELG, 2006

2.7 ARDUINO

O ambiente de prototipagem Arduino foi criado na Itália em 2005 e os fundadores desse projeto foram Massimo Banzi e David Cuartielles. O objetivo era criar uma ferramenta acessível, com baixo custo e de manuseio simples. Na sua comunidade, eles explicam que trata-se de uma plataforma eletrônica *open-source* de prototipagem baseada em *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar (ARDUINO, 2014).

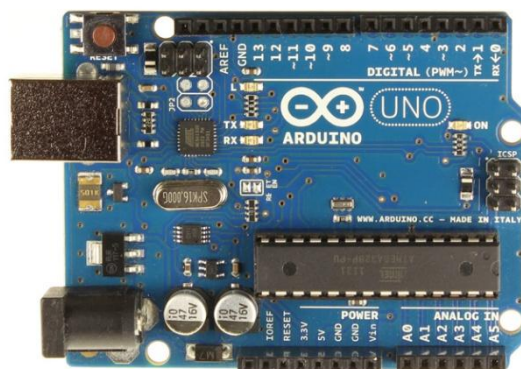
O Arduino é capaz de gerenciar aplicações por automação, ou seja, suas aplicações não precisam de ligação manual para funcionarem. Podendo interpretar valores provenientes de sensores, motores, lâmpadas, servos motores entre outros aparelhos que processam as informações e com isso podem controlar outros dispositivos através de atuadores.

Estão presentes na placa do Arduino um regulador de tensão de 5 V, em que a fonte regula a tensão de entrada para duas saídas, uma de 5 V e outra de 3,3V, essas saídas são para alimentar os componentes da placa como também alimentar um circuito externo que esteja conectado com o Arduino. Na placa contém um botão

de reset que tem como função inicializar a placa Arduino, alguns LEDs que facilitam a verificação do seu funcionamento, pinos digitais e analógicos. A alimentação do Arduino é feita pela porta USB que conecta-se ao computador ou pelo regulador da placa, que poderá ser alimentado por uma bateria de 7V a 12V. (Universidade Federal de Mato Grosso do SUL, 2014).

Existem vários modelos de Arduino compatível com a plataforma Windows, com linguagem flexível para a construção dos códigos e ser software livre. São eles: UNO, 2009, Mega 2560, nano. No entanto, selecionamos o modelo do Arduino UNO, como apresentado na Figura 7, por ter baixo custo e possuir um microcontrolador Atmega 328 de 8 bits.

Figura 7 – Arduino Uno.



Fonte: Arduino, 2014.

Os pinos digitais do Arduino Uno são 14, marcados na placa com o nome DIGITAL. Os pinos 0 e 1 digitais são conectados a USART, o qual permite a comunicação entre um computador e o chip. Os pinos 2 e 4 são para o tratamento de interrupção utilizando a função `attachInterrupt()`, os pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11 são usados para gerar sinais analógicos com meios digitais, utilizando a técnica de modulação por largura de pulso (PWM), de acordo com ERUS “consiste em manipularmos a razão cíclica de um sinal, o *duty cycle* a fim de transportar informação ou controlar a potência de algum outro circuito. Com isso, teremos um sinal digital que oscila entre 0v e 5v com determinada frequência (o Arduino trabalha com um padrão próximo a 500Hz). O *duty cycle* é a razão do tempo em que o sinal permanece em 5V sobre o tempo total de oscilação,” (ERUS, 2014) ou seja o intervalo de tempo em que o sinal permanece em 5V. Assim, podemos limitar a

potência de alguns componentes. Os pinos AREF são a entrada de tensão de conversão de analógico para digital ou vice-versa e o pino de GND é o pino para o aterramento.

Os pinos digitais possuem dois estados, o estado HIGH que representa a voltagem máxima de saída do Arduino de 5V, e o estado LOW que representa a voltagem mínima de saída do Arduino de 0 V, assim os pinos digitais apresentam apenas 2 estados, enquanto que os pinos analógicos podem assumir valores dentro da faixa máxima e mínima. Internamente o Arduino processa os dados digitalmente, precisando converter um sinal analógico em um correspondente digital, e para que essa informação seja lida corretamente pelo Arduino, a placa contém nas suas configurações um conversor Analógico/Digital (A/D) de 10 bits para realizar essa conversão (EMBARCADOS,2014). Os pinos analógicos são 6, marcados na Placa com o nome ANALOG IN, numeradas de A0 a A5, e usados para a leitura dos sinais analógicos de componentes que estejam conectados ao Arduino.

A sua linguagem de programação é a Wiring, que se assimila com a linguagem de programação C e C++, no entanto, possui algumas particularidades. Os programas escritos nessa linguagem são denominados *sketch*, escritos no ambiente de desenvolvimento do Arduino.

A estrutura de um *sketch*, são as funções void setup () e a função void loop (), com a ausência de qualquer uma delas, o código estará incoerente, e o código escrito não será compilado. A função setup () é responsável pela configuração inicial dos pinos, essa função irá funcionar somente uma vez quando iniciada, ou seja, os processos do Arduino iniciarão, e após a sua execução, terminará suas instruções. Essa função só irá funcionar novamente caso o Arduino seja resetado ou desligada a sua alimentação, e depois ligada novamente.

A função loop é responsável pela execução das operações que estão nela, é executada indefinidamente, ou seja, quando terminada a última linha dessa função ela retorna para o início da função loop e inicia novamente, e será executado até que a placa seja desligada ou que o botão do reset seja pressionado. (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014).

O software do Arduino possui um Serial Monitor, por meio do qual observam-se as informações enviadas pela placa no computador. Iniciamos uma aplicação com o comando Serial.begin (9600), o qual indica que a comunicação será iniciada

com uma taxa de 9600 bauds. O comando `Serial.println ('Texto')` envia uma mensagem para o serial monitor.

2.8 SENSOR ULTRASSÔNICO HC-SR04

Esse sensor, visualizado na Figura 8, foi escolhido para detecção dos objetos no período de teste. As razões para a sua escolha foram sua facilidade de manuseio e a precisão de leitura. No sensor Ultrassônico HC-SR04, já vem acoplado tanto a parte emissora como a receptora, ou seja, um oscilador emite uma onda ultrassônica, essa onda propaga até colidir com um objeto (UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2014). Quando existe a colisão, o receptor recebe a onda da colisão e mede o tempo de retorno do eco. Este sensor detecta objetos desde 2 cm a aproximadamente 5 metros. Este sensor é constituído por 4 pinos que são: VCC, Trig, Echo e GND. A operação de um sensor ultrassônico é basicamente a emissão e a recepção de um sinal de resposta, ou seja, o tempo gasto de ir e voltar o sinal.

Figura 8 – Sensor HC-SR04



Fonte: blogembarcado, 2014

Para iniciar a mediação do sensor HC-SR04, o *Trig* recebe um pulso de 5V e permanece durante 10 ms em nível alto, após isso irá transmitir 8 ciclos de frequência, oscilando do valor máximo para o mínimo 8 vezes em uma frequência de 40kHz. Como o Trig remete os pulsos da frequência, o pino Echo aguarda a reflexão do pulso. Assim, o Echo do sensor eleva o pulso da frequência até o momento de retorno de todo o pulso emitido pelo o Trig, detectando o objeto.

Para calcular o comprimento de onda, sabemos o valor da velocidade do som que é de 340 m/s aproximadamente. Com isso, podemos detectar o valor da distância percorrida da onda sonora.

$$\text{Distância} = [\text{Tempo ECHO em nível alto} * \text{Velocidade do Som}] / 2 \quad (5)$$

em que a velocidade do som é de aproximadamente 340m/s (MECATRÔNICA ATUAL,2014).

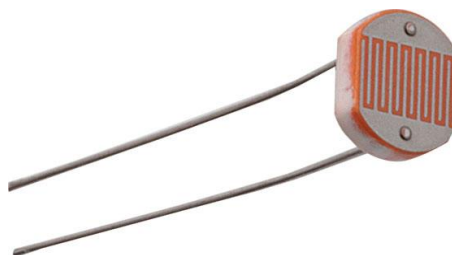
2.9 SENSOR LDR (*LIGHT DEPENDENT RESISTOR* – RESISTOR DEPENDENTE DE LUZ).

O Sensor LDR apresentado na Figura 9 é um sensor resistivo, ou seja, a resistência varia de acordo com a incidência de luz. Os sensores LDR são compostos por sulfeto de cádmio (CdS) (BRAGA, 2014). Este material é inserido na superfície do sensor, o cádmio faz com que a resistência da corrente elétrica diminua quando se depara com alguma fonte de iluminação, ou seja, um ambiente em que a iluminação seja baixa maior será a resistência exercida pelo sensor. Em ambientes mais claros, sua resistência será reduzida.

Com isso, concluímos que a resistência do LDR é inversa de acordo com a quantidade de luz incidida sobre ele. Este sensor é de fácil manuseio, baixo custo e possui pinagem no sensor e tem uma resposta rápida dos valores da resistência. Logo, com essas características utilizamos o sensor LDR para simular como podemos controlar a iluminação de um LED.

O funcionamento desse sensor é simples, alimentado com 5V. O circuito se encontra aberto quando não existe iluminação sendo inserida sobre o sensor. Ele se encontra com o circuito fechado com 0V, quando é exposto a uma fonte de iluminação brilhante (ARDUINO E CIA, 2014).

Figura 9 – Sensor LDR



Fonte: Toni Eletrônica, 2014

A sensibilidade do LDR é uma relação entre um emissor de luz incidente no dispositivo e o sinal de resistência.

2.10 SENSOR LASER

LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* ou Amplificação de Luz por Emissão Estimulada de Radiação), segundo Vicente (2002) o significado de laser é “O laser é essencialmente um amplificador óptico, composto por um meio ativo que amplifica a luz que atravessa, e uma cavidade óptica que consiste de espelhos especiais que confinam esta amplificação de luz”. Ainda de acordo com Vicente, as principais características do laser é a coerência, alta intensidade e precisão direcional da luz Laser.

Assim, o sensor laser torna-se uma opção para o desenvolvimento do sistema. Com as características de precisão do seu feixe de luz, é possível detectar uma rua de 8 a 10 metros, utilizando na outra extremidade da rua outro sensor para captar a luz emitida pelo laser. Essa abordagem resolveria o problema de detecção total da rua.

Neste estudo, essa abordagem não foi utilizada pelo fato de que os dois sensores deveriam estar alinhados para ter os resultados precisos. Outro motivo é o fato da luz do laser distrair a atenção dos pedestres, podendo alterar os resultados das detecções ou até mesmo do sensor laser.

3 METODOLOGIA

O projeto envolve a construção de um sistema que simule o funcionamento de um poste de luz, através do ambiente de prototipagem Arduino e de alguns componentes eletrônicos para montar o circuito da aplicação. A maior vantagem do Arduino sobre outras plataformas de desenvolvimento de microcontroladores é a facilidade de sua utilização (ROBERTS, 2012, p.20). O trabalho seguiu as seguintes etapas:

Programação da mudança de iluminação de acordo com a presença de indivíduos. A partir do circuito montado, o Arduino foi programado estabelecendo o código fonte no IDE (*Integrated Development Environment*, ou *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) o software utilizado para escrever o código, e depois realizou-se o upload deste código para o Arduino. O código é escrito na linguagem de programação C, o circuito é formado de cabos jumpers, resistências, sensores e um microcontroladores Arduino Uno.

O Arduino foi programado nos seguintes passos:

- 1) Programar a mudança da iluminação;
- 2) Programar o sensor ultrassônico para detectar um objeto, esse objeto será representado como um veículo ou uma pessoa;
- 3) Tratar o evento de detecção do objeto, fazendo com que a iluminação volte ao normal.

Depois de tratada toda a implementação do Arduino, foi realizada a comunicação do Arduino com um sistema de gerenciamento de banco de dados. Para que os dados recolhidos pelo ambiente de prototipagem fossem armazenados, foi utilizado o software XAMPP, pois este programa possui um servidor WEB, uma linguagem de programação PHP e um gerenciador de banco de dados MYSQL.

Após instalado, configuramos uma página PHP para que esta fosse utilizada no servidor WEB. Depois de testada a página no servidor web local, esta foi configurada para que se comunicasse com o Arduino, e que este enviasse os seus dados identificados. Depois da comunicação estabelecida, foi criado um banco de dados para que os dados recebidos do Arduino fossem gravados na página no banco de dados.

No dia 26 de dezembro de 2013, foi realizado um teste do funcionamento do sensor ultrassônico. Foi criado um código para o seu funcionamento e foi possível verificar os resultados pelo monitor serial. Com isso, foi identificado que o sensor

consegue detectar os objetos a uma distância aproximada de 5 metros de distância. Com esses resultados, como verificado na tabela 6, a Distância representa a detecção de um objeto pelo sensor em centímetro, e o Momento representa o instante em que o objeto foi detectado, essa estratégia foi realizada para monitorar a rua.

Tabela 6 – Resultados de uma amostra das detecções

Distância(cm)	Momento
241	Sexta-Feira 03 Jan 2014 17:05:40
239	Sexta-Feira 03 Jan 2014 17:05:50
9	Sexta-Feira 03 Jan 2014 17:06:00
239	Sexta-Feira 03 Jan 2014 17:06:10
249	Sexta-Feira 03 Jan 2014 17:06:20

Tendo em vista esses resultados, a coleta de dados foi realizada nos horários de 00:00 às 5:00 durante um mês. Nesse período, o sistema monitorou a rua e armazenou os dados para a pesquisa, com isso podemos estimar o quanto um poste de iluminação pública poderá diminuir o gasto quando mudarmos a sua iluminância.

No dia 2 de Janeiro de 2014, foi realizada a implantação do protótipo. Foi utilizado um cabo de rede para aumentar a distância de instalação do sensor ultrassônico. Esse cabo mede aproximadamente 5 metros. Foram utilizados 4 fios do cabo de rede, um para o VCC, outro para GND, outro para trig e outro para o echo. O sensor ficou localizado a uma distância de 50 centímetros do chão, aproximadamente.

Para cada dia de coleta de dados foi criada uma tabela para armazenar as distâncias e os horários das detecções dos objetos.

Para a verificação do consumo de uma lâmpada, realizou-se um cálculo de quanto uma lâmpada gasta com sua potência normal. Após essa etapa, foi verificado também o consumo de outra lâmpada com potência menor para estipular seu consumo, para a utilização do sistema que irá utilizar duas lâmpadas de diferentes potências. A partir daí, se chegará à conclusão quanto a vantagem, ou não, da redução da iluminância.

Após a coleta dos dados da detecção dos objetos do sensor, os dados foram organizados em uma planilha eletrônica, dividindo em várias colunas os resultados: Distância, Dia da semana, Dia do Mês, Ano, Horário e Diferença das Detecções.

Para realizar a comparação do consumo de energia do cotidiano com o do sistema que simula o poste, foram verificados o consumo de 5 (cinco) horas nos dois casos, para então realizar uma comparação e verificar se realmente o sistema reduz o consumo. Para isso, utilizamos os valores das potências das lâmpadas que a COELCE adota nos seus postes.

No primeiro caso, efetuamos os cálculos da lâmpada de maior potência que a COELCE utiliza 400W. E no segundo caso do sistema utilizarem duas lâmpadas, sendo uma de 400 W e outra de 250W.

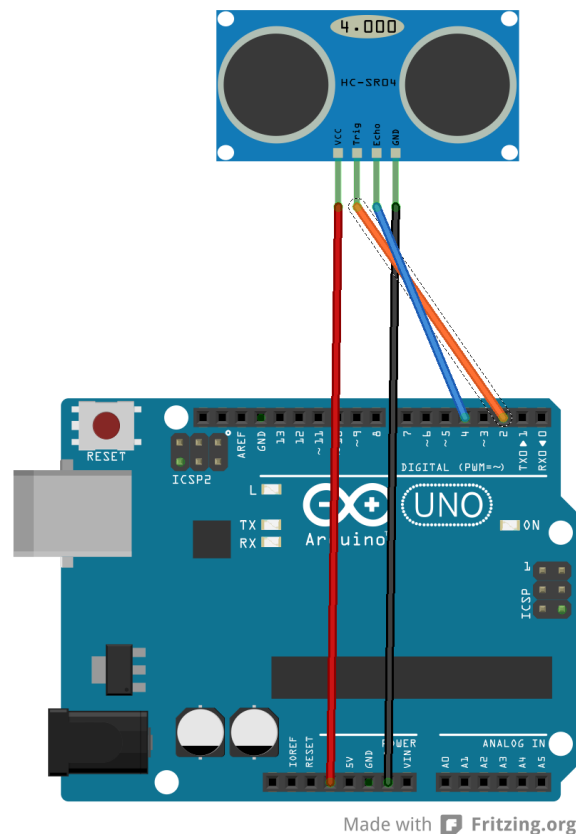
Para a verificação do consumo de energia gasto, realizamos um cálculo físico para verificarmos o quanto uma lâmpada de um poste de iluminação atualmente gasta nas 5 horas, equivalendo ao tempo que iremos estudar. Após esta etapa, calculamos quanto as duas lâmpadas gastam de energia elétrica ao utilizar o sistema. Assim, após os cálculos realizados, iremos comparar os dois modelos de iluminação e utilizaremos os valores das potências das lâmpadas para realizar o cálculo de consumo.

4 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do sistema foi dividida em duas etapas. Na primeira etapa, foi feita a detecção dos objetos durante o período de coleta de dados, entre os dias 3 de janeiro e 3 de fevereiro. Para tal fim, foi utilizado o código do sensor ultrassônico e a aplicação em PHP descritos conforme os Quadros 1 e 2.

Foi utilizado o software *Fritzing* para desenhar os esquemáticos dos circuitos utilizados nas aplicações. A implementação do código do Quadro 1, é executado no sistema representado na Figura 10. Enquanto a Figura 11, representa o sistema que simula o poste de iluminação pública utilizando duas lâmpadas, implementado no Quadro 3.

Figura 10 – Aplicação com o Arduino e o Sensor Ultrassônico



Fonte: Autoria própria

4.1 APLICAÇÃO DO SENSOR ULTRASSÔNICO

Depois de demonstrado o modo de funcionamento do sensor ultrassônico conforme visto no tópico 2.8.1, explica-se, então, a lógica de programação do sensor por meio do código indicado no Quadro 1. No código, inicialmente, são declarados os pinos *Trig* e *Echo* do sensor ultrassônico. Pode-se notar que o código possui duas funções principais que são as funções *setup* e *loop*. A função *setup* configura o pino *trig* como saída e o *echo* como entrada. A função *loop* permite que as configurações iniciais de medição do sensor sejam alternadas em alto e baixo no pino *Trig*, isso permite que as ondas de frequência do sensor sejam formadas, e após esta etapa o pino *echo* permanece ligado para receber o valor de retorno da onda de frequência do pino *Trig*.

Para que o processo de recebimento do valor de retorno no pino *echo* funcionasse, foi necessário utilizar a função *pulseIn*, pois esta tem a funcionalidade de esperar por um estado de alto ou baixo de um determinado pino, iniciando a sua contagem de tempo quando identificar um estado estabelecido. No caso deste projeto, o estado de retorno deveria estar em alto para assim iniciar a contagem. Quando não há nenhum retorno no tempo, significa que não foi encontrado nenhum objeto e o valor de retorno é especificado em zero. A partir do código da função *loop* pode-se perceber também a presença do condicional *if* que permite que o valor da distância do objeto detectado só seja mostrado na serial do Arduino quando for um valor menor do que 500 centímetros e diferente de zero no intervalo de tempo a cada 1,5 segundos.

4.2 SERVIÇO WEB E APLICAÇÃO DE COMUNICAÇÃO COM O BANCO DE DADOS.

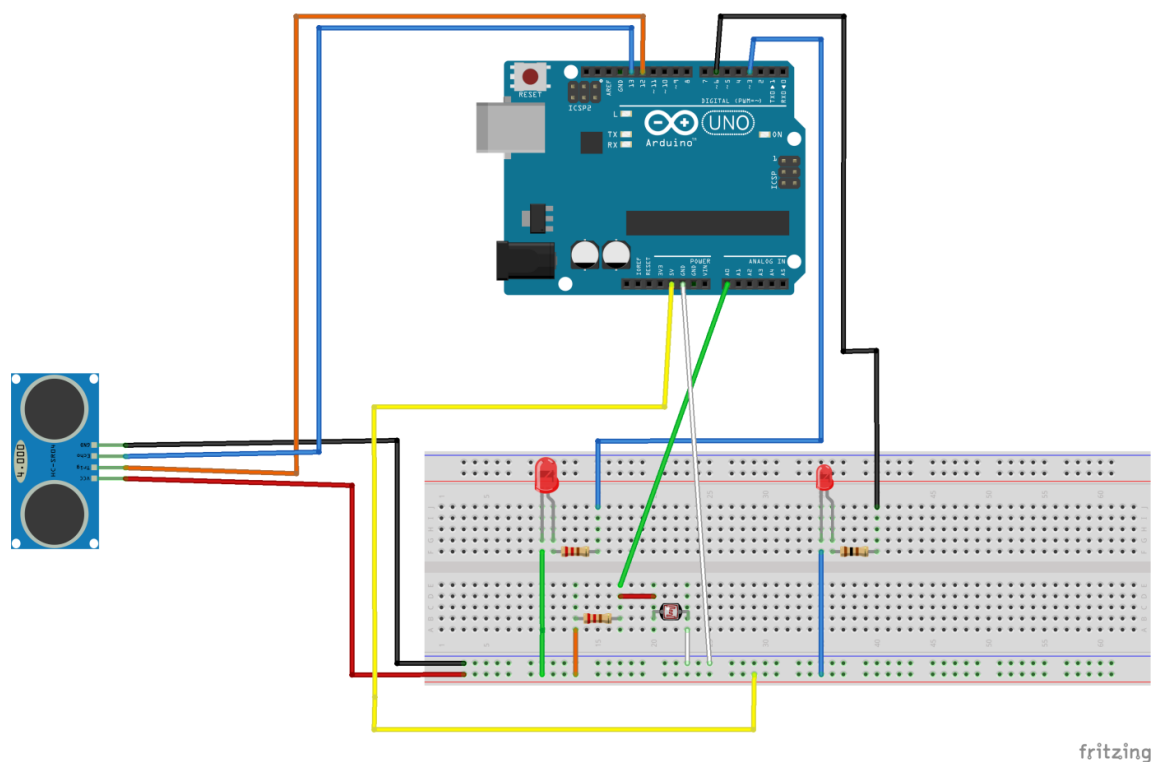
No Quadro 2, é apresentado o código da aplicação em PHP na qual as configurações básicas para a conexão entre a aplicação PHP e o Arduino são estabelecidas. Primeiramente, uma conexão no servidor Web é estabelecida e após isso uma conexão com banco de dados também é iniciada. Caso as conexões obtenham êxito, os dados obtidos pelo Arduino a partir da porta serial *COM3* são mostrados no navegador. A principal funcionalidade desta aplicação é salvar as informações de distância e o momento exato da detecção dos objetos pelo Arduino

no banco de dados. O objetivo do armazenamento destas informações é o de analisar os dados obtidos durante o período de coleta proposto e obter resultados que poderão auxiliar na economia de energia em um sistema de iluminação pública.

4.3 APLICAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

A implementação do sistema de prototipagem que simula os postes de iluminação pública automatizada está representada no Quadro 3. Nesse sistema, estão contidos os sensores, LDR e Ultrassônico, os dois LEDs representam as duas lâmpadas de potências diferentes.

Figura 11 - Sistema Proposto



Fonte: Autoria Própria

No Quadro 3, apresenta-se o código de implementação da simulação de um poste de iluminação pública levando em consideração a questão do ambiente no qual este poste está inserido e os fatores que interferem no seu sistema de

iluminação. Pode-se notar no código que as configurações iniciais determinadas para o sensor ultrassônico são as mesmas definidas no Quadro 1.

Logo, para explicar o funcionamento do código do Quadro 3, são mostradas as descrições das partes lógicas da aplicação, um sensor LDR e dois LEDs.

Na implementação do Quadro 3, o pino analógico LDR, é definido no pino analógico A0, que é responsável por armazenar os valores de resistências que podem variar de acordo com a leitura obtida pelo sensor LDR. Os LEDs Led e Led2 são inicialmente configurados nos pinos 3 e 6 do Arduino, respectivamente. Estes LEDs representam no ambiente de simulação duas lâmpadas de potências diferentes. Sendo que o Led é a lâmpada de maior potência e o Led2 é a lâmpada de menor potência.

Pode-se perceber no código que há a declaração de duas variáveis, ValorLido e PWM. A variável ValorLido é utilizada para armazenar o valor analógico obtido pelo sensor LDR, por meio do uso da função *analogRead*. Enquanto que a variável PWM simula a variação na intensidade de iluminação na lâmpada de menor potência. Na implementação, isto ocorre quando a variável PWM é incrementada.

Existem ainda as funções *setup* e *loop*. Na função *setup*, configuram-se os LEDs como pinos de saída. Na função *loop*, a variável ValorLido recebe o valor analógico reconhecido pelo sensor LDR, este valor representa a resistência que limita a corrente do sistema. Em seguida, o valor da resistência é verificado: caso seja menor que 100, o Led irá gradativamente aumentar o brilho. Em um poste de iluminação pública, este seria o momento em que a luz natural do ambiente está escurecendo e a luz do poste vai se tornando mais intensa, no sistema proposto representa o momento em que a lâmpada de menor potência seria ativada.

Quando a condição da resistência menor que 100 é verdadeira, é realizada uma segunda verificação para saber se a distância do objeto detectado é diferente de nula e menor do que 500 centímetros. No caso da segunda condição ser verdadeira, o Led1 acende e o Led2 apaga. Então, o Led1 fica aceso durante 60 segundos e desliga, e o valor do PWM é configurado para o valor 0. Após isso, o Led2 irá ficar ativo gradativamente até o seu valor máximo.

O processo descrito no parágrafo anterior simula um sistema que utiliza uma luminária com duas lâmpadas de potências diferentes: quando o sensor detecta algum objeto a lâmpada de maior potência irá acender e permanecer ligada por 60 segundos, e após isso é desligada, e a outra lâmpada de menor potência é ligada.

Ainda existe a possibilidade da distância da detecção de um objeto do sensor ultrassônico ser maior do que 5 metros. Neste caso, o Led1 permanece no estado desligado e o Led2 fica no estado ligado. Isto é simulado no sistema, como a situação em que não há detecção de objetos. Logo, a lâmpada de maior potência permanece desligada e a de menor fica ligada.

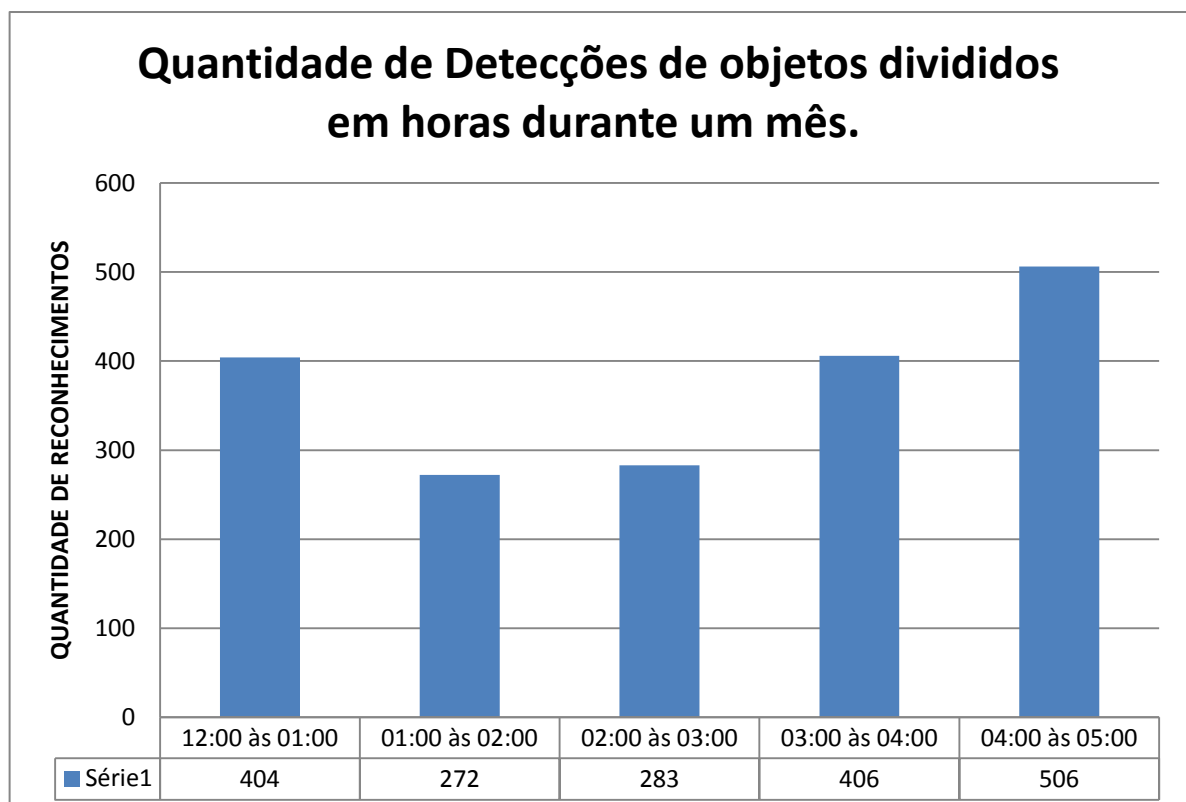
Por último pode existir a situação em que os dois LEDs permaneçam desligados. Isto ocorre quando o valor da resistência lido a partir do LDR é baixa. No sistema simulado, esta representação acontece quando existe no ambiente algum tipo de iluminação natural como nos períodos matutino e vespertino do dia. As lâmpadas permanecem, então, desligadas para que não ocorra o gasto desnecessário de energia.

5 RESULTADOS

Neste trabalho, buscou-se relacionar os resultados das detecções do sensor nos horários de teste com o consumo de energia gasto quando trocado o chaveamento das lâmpadas, comparando o consumo de energia cotidiano com a simulação de um sistema de um poste de iluminação pública. O Gráfico 2 apresenta a quantidade de detecções de objetos divididos em horas durante um mês, obtidos durante a fase de coleta de dados. Podemos observar a partir do horário de 01:00h que a quantidade de detecções aumenta de acordo com o amanhecer do dia, o horário entre 12:00h às 01:00h pode significar o momento em que a população está retornando de cidades próximas, como universitários e cursistas chegando das atividades escolares.

Entre 04:00h e 05:00h da manhã percebemos a maior movimentação na rua observada, isto ocorre devido ao horário de saída dos transportes coletivos inter-municipais e localidades municipais, o início de atividades cotidianas, padarias, limpeza urbana entre outras.

Gráfico 2 – Quantidade de Detecções de objetos divididos em horas durante um mês.



5.1 CLASSIFICAÇÃO DA RUA

Na Figura 12, pode ser vista a rua utilizada para simular o sistema de iluminação pública proposto. De acordo com os valores estabelecidos pela COELCE (2007), o posicionamento da rua é tido como posicionamento unilateral e o tráfego motorizado classificado como Leve.

Conforme visto no Gráfico 3, o maior valor de detecções de objetos, do dia 3 de Janeiro ao dia 3 de Fevereiro, ocorreu no 18º dia com 170 detecções. De acordo com a CELG (2006), para vias com tráfego menor do que 150 veículos por hora devem ser considerados as exigências mínimas do grupo Leve.

Figura 12 - Rua Santos Dumont, Pereiro- CE

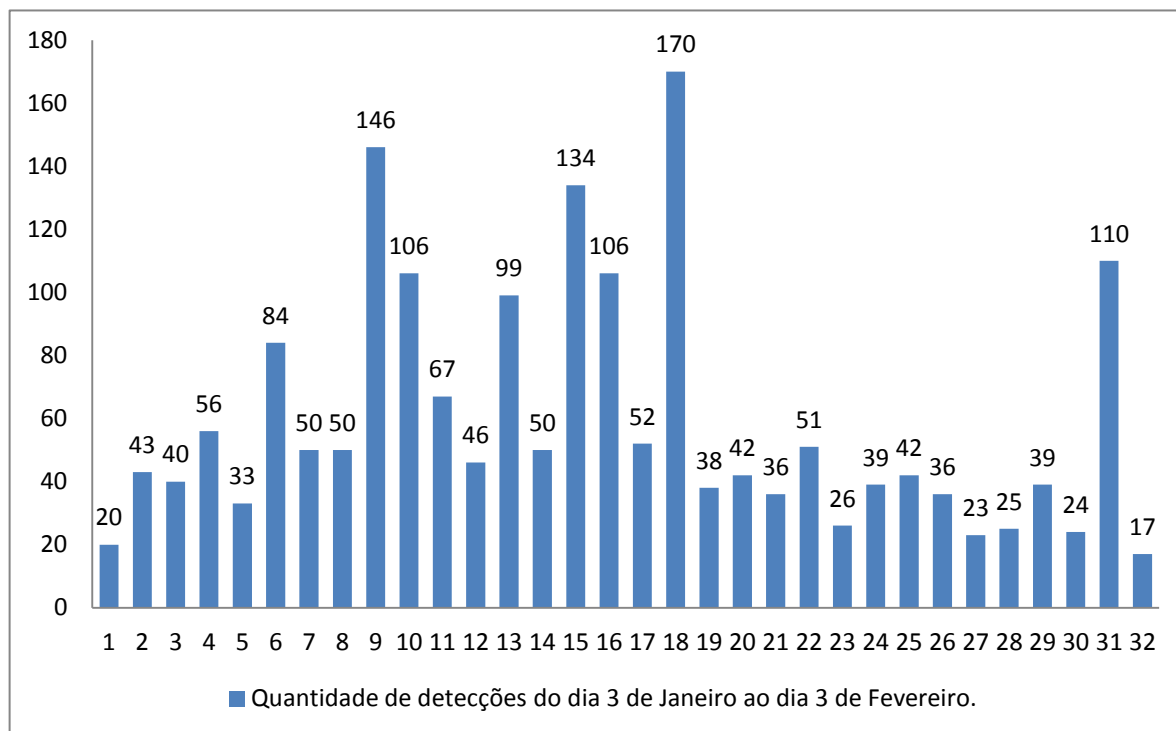


Fonte: Autoria Própria

5.2 COMPARAÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA DO COTIDIANO COM O DO SISTEMA

Como dito anteriormente, no 18º dia, que corresponde ao dia 20 de janeiro de 2014, houve um maior número de detecções de objetos durante todo período de coleta de dados. Com isso, será utilizada esta data como base de cálculo do consumo diário.

Gráfico 3 – Quantidade de detecções do dia 3 de Janeiro ao dia 3 de Fevereiro.



A partir dos dados coletados, observou-se que a primeira detecção do sensor no 18º dia foi feita às 00h03min32s e o último às 4h49min25s no horário de teste.

Supondo que uma detecção acontece a cada 1 minuto e que este minuto corresponde, no caso das duas lâmpadas, ao momento em que a lâmpada de maior potência está ligada. Como 5 horas equivale a 300 minutos, então pode-se dizer que neste período há 170 minutos de detecções, o que equivale ao momento no qual a lâmpada de maior potência fica ligada.

A partir destas informações, dar-se-á início a estimativa do consumo da lâmpada de maior potência e depois a estimativa do sistema com o funcionamento de duas lâmpadas, desprezando no cálculo qualquer tipo de perda ou consumo de outros componentes. Estes cálculos serão efetuados somente para a energia gasta pelas lâmpadas durante o intervalo de tempo em que ficam ligadas.

Para o cálculo do consumo em kWh, uma lâmpada de 400W, conforme visto na Tabela 5, é utilizada. Logo, em uma lâmpada de 400W de potência ligada durante 5 horas, obtêm-se o valor do gasto de energia, de acordo com a equação (1) da Energia, onde E representa a energia gasta em quilowatt-hora (KWh); POT é a potência da lâmpada em watt (W) e T representa o tempo em segundos (s). Como os valores de potência da lâmpada e o tempo são conhecidos, substituem-se os

valores na equação e assim obtém-se o consumo de energia, $E=0,4kW*5h$, ou seja, um consumo de 2kWh.

No sistema proposto, serão usadas duas lâmpadas com chaveamento. As lâmpadas possuem potências diferentes, uma de 400W e outra de 250W. Quando o sensor ultrassônico detectar um objeto a lâmpada de 400W fica acesa e a lâmpada de 250W fica apagada e inverte-se quando nenhum objeto é detectado. Logo, devem ser calculados os momentos em que cada lâmpada fica ligada e depois somar esses valores.

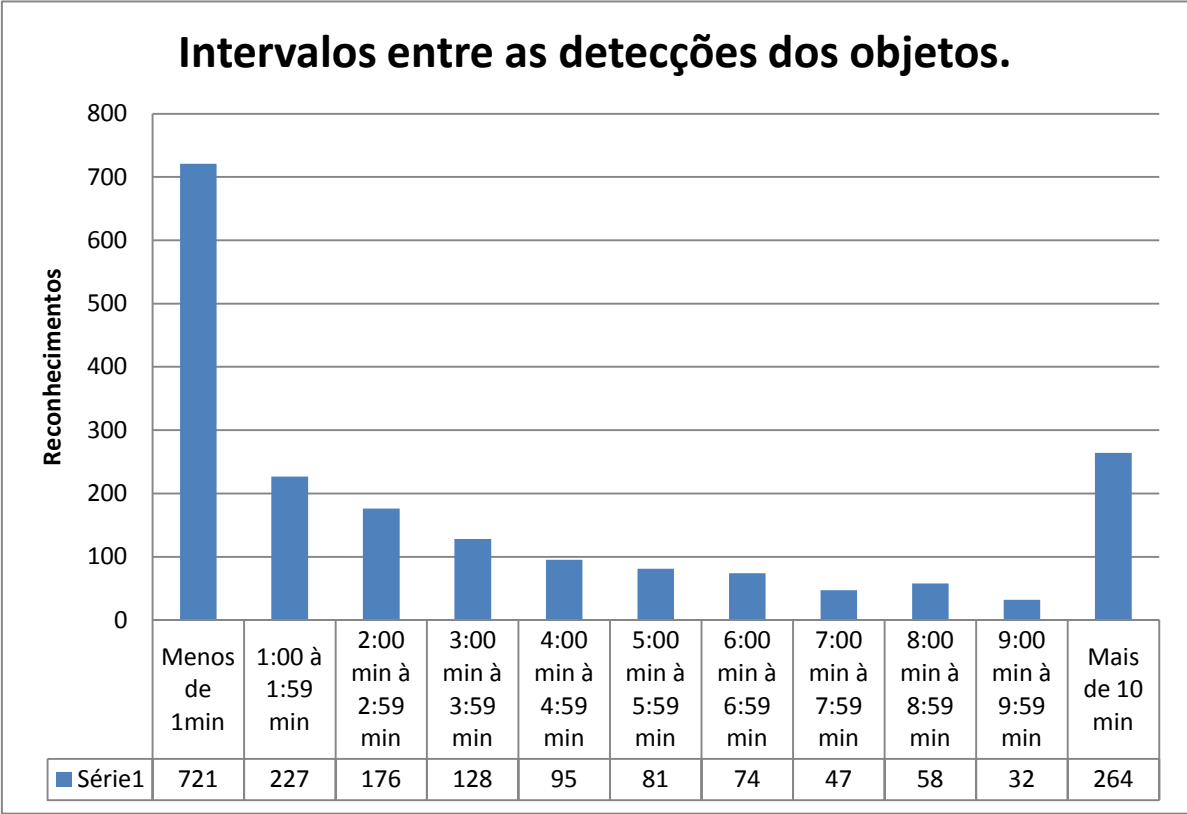
Primeiramente, é realizado o cálculo do consumo da lâmpada de 400W com o valor de detecções dos objetos, ou seja, os valores dos momentos que ela deve estar acesa, que são as 170 detecções. Como foi estabelecido que a lâmpada ficaria acesa 1 minuto durante cada detecção, durante o dia avaliado a lâmpada de 400W ficaria acesa durante 170 minutos, o que corresponde a 2,83 horas. Então, o valor do consumo é 1,132kWh ($E=0,4kW*2,83h$) para esta lâmpada.

Para a lâmpada de 250W, o tempo corresponde a 2,17 horas, ou seja, o momento em que a lâmpada de maior potência fica desligada. Isso corresponde a 5 horas menos 2,83 horas na qual a lâmpada de maior potência fica ligada resultando em um consumo de energia igual a 0,542kWh ($E=0,25kW*2,17h$). Com base nestes dois valores é possível calcular o consumo total do dia 20 de janeiro de 2014. Como a lâmpada de 400W consome 1,132kWh e a de 250W consome 0,542kWh, o seu consumo total deste dia é de 1, 67kWh.

Comparando os dois sistemas, o sistema que simula o poste de iluminação com duas lâmpadas economizaria 0.3kWh de energia elétrica durante esse dia.

Foi escolhido o tempo de 1 minuto para a lâmpada de maior potência ficar ligada, pelo fato de haver mais detecções no intervalo de 00:00:00 à 00:00:59 durante o período de coleta de dados, o que pode ser comprovado pela observação do Gráfico 4. Por este motivo, este valor é utilizado como tempo máximo que a lâmpada de maior potência deve ficar ligada.

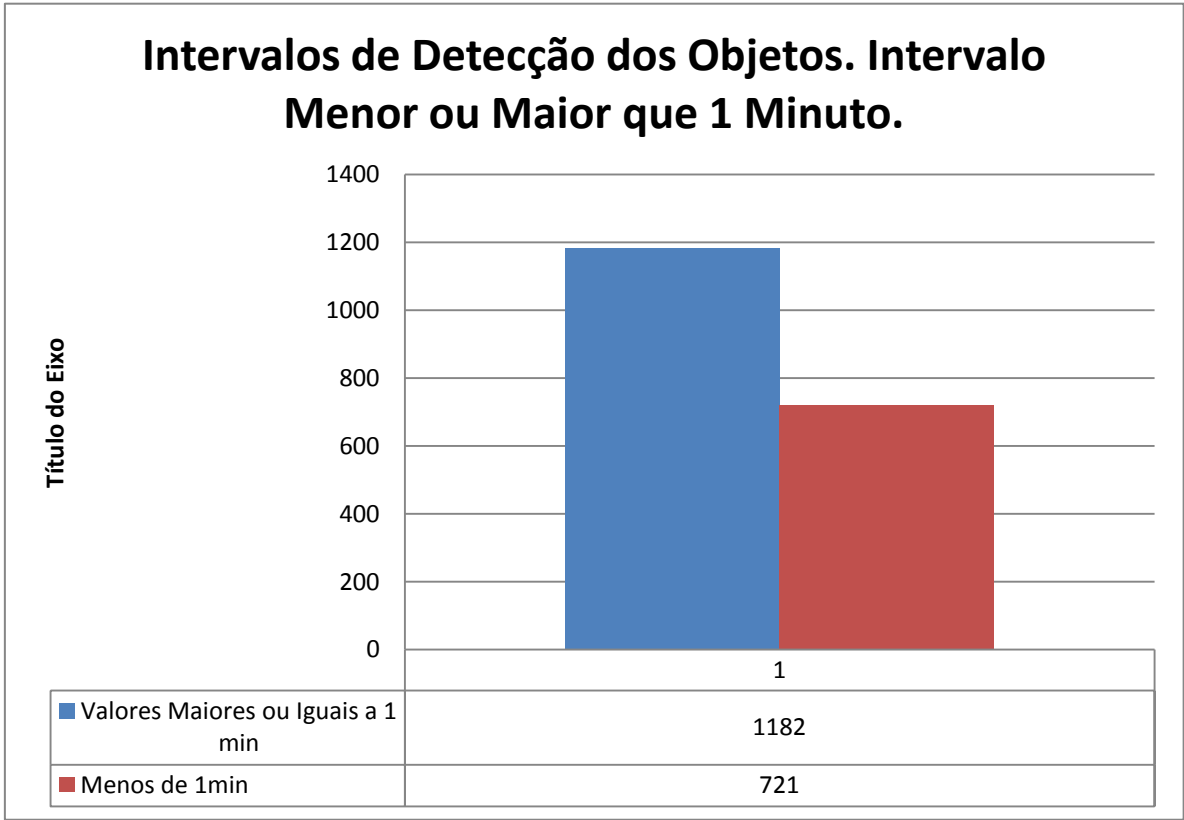
Gráfico 4 - Intervalos entre as detecções dos objetos.



Pode-se verificar no Gráfico 5 que do total de 1903 objetos detectados, 1182 foram detectados no intervalo maior ou igual a 1 minuto e 721 no intervalo menor que 1 minuto.

A soma de todos os valores das detecções no período maior do que 59s resultam em uma faixa de valores em que a lâmpada de maior potência não necessariamente precisaria estar ligada. Reforçando a ideia de que somente 1 minuto é suficiente para que a lâmpada de maior potência permaneça ligada.

Gráfico 5 - Intervalos de Detecção dos Objetos. Intervalo Menor ou Maior que 1 Minuto.



6 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi realizado um estudo sobre a iluminação pública, cujo foco é reduzir o consumo de energia elétrica das lâmpadas. Foram pesquisadas normas de empresas responsáveis pelo sistema público de iluminação. Nestas, buscou-se os posicionamentos dos postes, o tráfego de pedestres e veículos, e um dos principais conteúdos que foi a potência das lâmpadas.

No momento de realização do trabalho, procurou-se criar meios de um ambiente de prototipagem que gerenciasse a iluminância de um poste. Pensamos em alguns casos, mas o que melhor se adequou foi o sistema que simula uma luminária com duas lâmpadas com potências diferentes. Foi feito o cálculo nos dois sistemas de luminárias, resultando que o sistema com apenas uma lâmpada apresentou maior consumo de energia do que o sistema com duas lâmpadas, para o sistema proposto resultaria em uma redução de 16,5% do consumo de energia no dia de maior número de detecções.

6.1 LIMITAÇÕES

Uma das deficiências do sistema deu-se ao utilizar somente um sensor ultrassônico, o qual detecta aproximadamente 5 metros da rua.

Durante a época de coleta de dados, do dia 3 de janeiro ao dia 3 de fevereiro aconteceram somente 3 dias em que o sistema se comportou de forma inadequada, os dias 7, 17, 24.

No caso do dia 7 entre o período de 2:26:56 às 04:11:29 foram feitas leituras constantes de distância e tempo na detecção dos objetos. Nesse dia e horário, ocorreu uma pequena chuva. No momento da retirada do sensor do local de estudo, ele apresentava respingos e alguns fios estavam oxidados, devidos a um curto circuito e danos no sensor ultrassônico.

Apesar dessa ocorrência, o sensor não sofreu perdas que atrapalhassem os resultados das detecções. A partir desse dia foram tomadas medidas para proteção do sensor e das partes elétricas que o compunham, nas partes dos fios que faziam a ligação com o sensor foram vedadas com fita isolante, assim como nas extremidades do sensor, como pode-se observar na Figura 13. Depois desse dia, o sensor não teve mais nenhum problema com água.

Figura 13 – Sensor Instalado



Fonte: Autoria Própria

No dia 17, entre os períodos das 04:21:56 às 04:38:09, houve leitura praticamente constante, só que nesse caso não apareceram vestígios de gotejamento no sensor ou na parte elétrica do sistema. Acredita-se que algum objeto permaneceu estacionado durante o período.

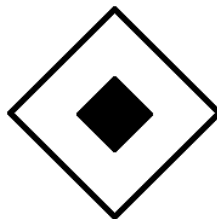
No dia 24, o último horário de detecção foi 2:26:58. Ocorreu uma falha técnica, pois um fio se encontrava desligado.

6.2 SUGESTÕES

Para um funcionamento mais preciso sobre a economia de energia usando o sistema de prototipagem, sugerimos para cada posicionamento dos módulos de iluminação pública uma alternativa.

O sistema de detecção de objetos é representado pela Figura 14 e está inserida nos posicionamentos das Figuras 15,16, 17 e 18.

Figura 14 – Sistema de Detecção



Fonte: Autoria própria

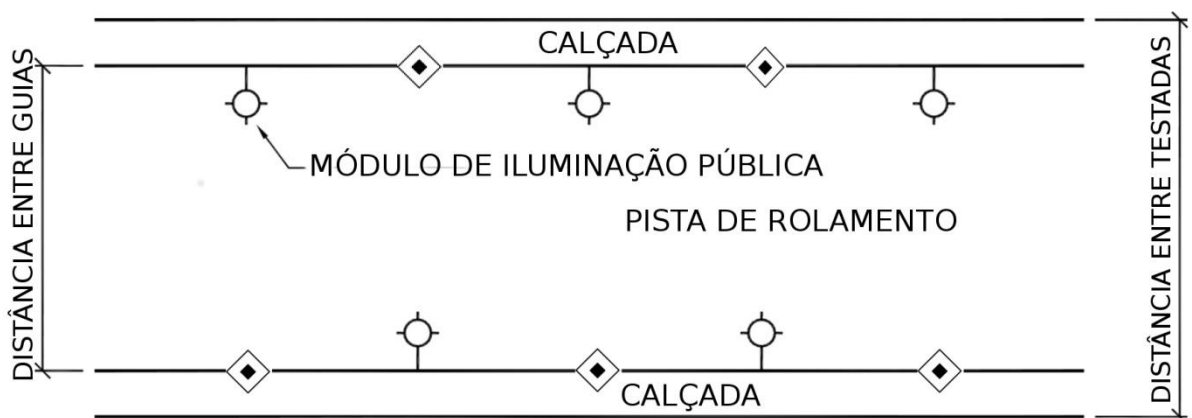
Para o caso do posicionamento unilateral, sugerimos que o sistema fique de acordo com a Figura 15, em que o sistema de detecção dos objetos ficariam a certa distância do poste de iluminação, e que utilizariam dois sensores responsáveis pela iluminação dos postes vizinhos. Eles ficariam separados frente a frente em relação a direção da rua.

Figura 15 - Posicionamento Unilateral Utilizando o Sistema de Detecção



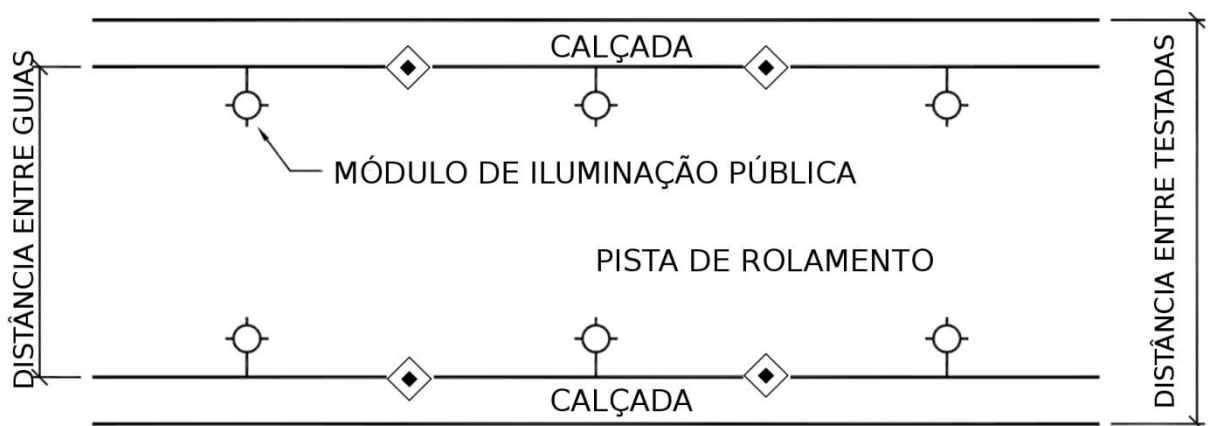
Para o caso do posicionamento bilateral alternado sugerimos a Figura 16. O sistema de detecção ficará responsável apenas pelos postes vizinhos ao sistema, e este em paralelo ao poste. Assim quando um sensor detectar um objeto ele ativará as lâmpadas de maior potência dos dois postes vizinhos em relação ao sensor que detectou o objeto, enquanto as lâmpadas da potência menor, do outro lado da rua, estarão ligadas, caso não tenha nenhuma detecção de objetos pelo sistema paralelo a esses sensores.

Figura 16 - Posicionamento Bilateral Alternado Utilizando o Sistema de Detecção



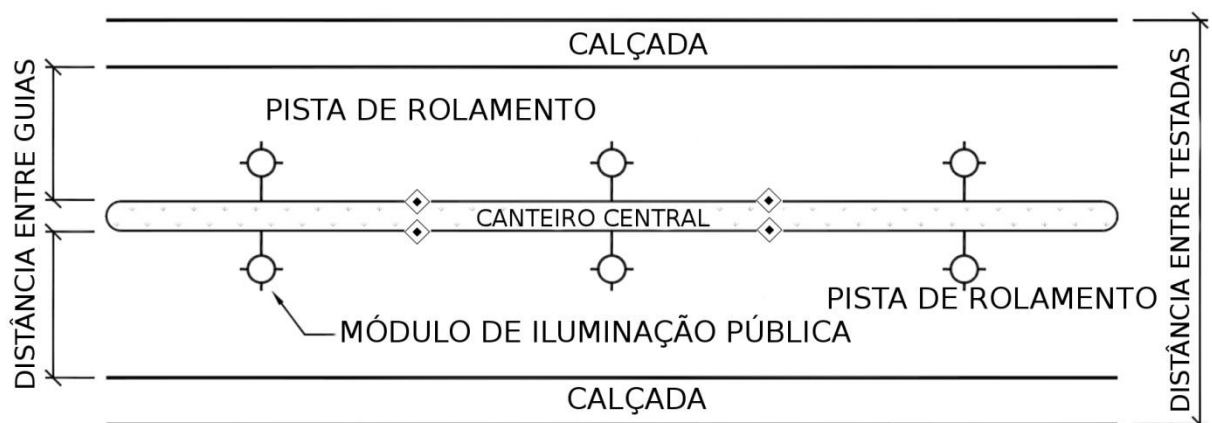
No caso do posicionamento bilateral frontal, sugerimos a Figura 17. O sistema de detecção para esse caso seguirá a mesma metodologia do posicionamento bilateral alternado. Assim, quando um sensor detectar um objeto ativará as lâmpadas de maior potência dos dois postes vizinhos em relação ao sensor que detectou o objeto, enquanto as lâmpadas da potência menor do outro lado da rua estarão ligadas caso não tenha nenhuma detecção de objetos pelos sistema paralelo a esses sensores.

Figura 17 – Posicionamento Bilateral Frontal Utilizando o Sistema de Detecção



E por último o posicionamento canteiro central, representado pela Figura 18. Em que o sistema de detecção iria ficar responsável pelo ativamento das lâmpadas de maior potência dos postes vizinhos ao sensor. Seguindo a mesma característica dos outros em relação a lâmpada de menor potência, em que elas só serão ativadas quando não for detectado nenhum objeto.

Figura 18 - Posicionamento em Canteiro Central Utilizando o Sistema de Detecção.



REFERÊNCIAS

- ARDUINO E CIA. **Controle De Luz Utilizando Ldr**. Disponível em:
<<http://www.arduinoecia.com.br/2013/09/controle-de-luz-utilizando-ldr.html>> Acesso em 16 de Fev 2014.
- ARDUINO. Disponível em : <www.arduino.cc> Acesso em 16 de Fev 2014.
- BLOGEMBARCADO. **Vamos simular o ultraSonic Sensor?**. Disponível em:
<<http://blogembarcado.blogspot.com.br/2012/12/ultrasonic-sensor-simulino.html>>. Acesso em 15 de Fev. 2014.
- BRAGA, N. C. **Como funcionam os sensores fotoelétricos (ART644)**. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/4883-art644>> Acesso em 16 de Fev. 2014.
- BRASIL. **Constituição 1988**. Rio de Janeiro: FAE, 1989. 176p.
- BRASIL ESCOLA. **Energia Hidrelétrica**. Disponível em:
<<http://www.brasilestola.com/geografia/energia-hidreletrica.htm>> Acesso em 16 de Fev 2014.
- CELG. **Norma técnica CELG: Critérios de Projetos de Iluminação Publica**, 2006. Disponível em:
<<https://www.celg.com.br/arquivos/dadosTecnicos/normasTecnicas/NTC14.pdf>> Acesso em 16 de Fev 2014.
- CENTRO DE ENSINO E PESQUISA APLICADA. **Intensidade luminosa**. Disponível em:
<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia2000/turmaA/grupo6/intensidade_luminosa.htm>. Acesso em 16 de Fev 2014.
- COELCE. **NORMA TÉCNICA NT-007/2007 R-02**, 2007. Disponível em:
<<http://www.casoe.com.br/wp-content/uploads/2012/11/g-COELCE-ILUMINA%C3%87%C3%83O-P%C3%9ABLICA-Normas-T%C3%A9cnicas-NT-007-2007-R-02.pdf>>. Acesso em 16 de Fev. 2014.
- COELCE (2014a). **Demonstrações Financeira**. Disponível em:
<<https://www.coelce.com.br/sobrecoelce/noticias/demonstra%C3%A7%C3%B5es-financeiras-2014.aspx>>. Acesso em 16 de Fev 2014.
- COELCE (2014b). **Normas Técnicas**. Disponível em:
<<https://www.coelce.com.br/sobrecoelce/normastecnicas.aspx>>. Acesso em 16 de Fev 2014.
- COELCE (2014c). **Histórico**. Disponível em:
<<https://www.coelce.com.br/sobrecoelce/conheca/historico.aspx>>. Acesso em 16 de Fev 2014.

COPEL. **Manual de iluminação pública.** Disponível em :
 <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/Id/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/M%20anuais/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf>. Acesso em 16 de Fev 2014.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Mudança de luzes reduz custo para iluminação em 40%. Fortaleza, 2013.** Disponível em:
 <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/mudanca-de-luzes-reduz-custo-para-iluminar-em-40-1.793448>>. Acesso em: 23 nov. 2013.

EFEITO JOULE. **Potência elétrica.** Disponível em: <
<http://www.efeitojoule.com/2010/06/potencia-eletrica-potencia-eletrica.html>>. Acesso em: 18 nov. 2013.

ELETROBRAS. **Iluminação pública.** Disponível em:
 <<http://www.elektrobras.com/elb/main.asp?TeamID=%7BEB94AEA0-B206-43DE-8FBE-6D70F3C44E57%7D>>. Acesso em 14 de Fev. 2014.

EMBARCADOS. **Arduino – Entradas Analógicas.** Disponível em:
 <<http://www.embarcados.com.br/arduino-entradas-analogicas/>>. Acesso em 19 de Fev 2014.

INF. **Minicurso Arduino.** Disponível em:
 <http://www.inf.ufes.br/~erus/arquivos/ERUS_minicurso%20arduino.pdf> Acesso em 19 de Fev 2014.

EXATRON. **Relés para Iluminação - Relé + Fácil.** Disponível em :
 <<http://www.exatron.com.br/content/produtos/Detalhe.aspx?c=24&sc=14&pid=66>>. Acesso em 15 de Fev. 2014.

FORUMFOTO. **Um fotógrafo na mira do tempo.** Disponível em:
 <<http://www.forumfoto.org.br/um-fotografo-na-mira-do-tempo/>>. Acesso em 14 de Fev. 2014.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL, **Introdução ao Arduino.** Disponível em:
 <http://destacom.ufms.br/mediawiki/images/9/9f/Arduino_Destacom.pdf> Acesso em 18 de Fev 2014.

GUIA DA CONSTRUÇÃO. **Poste e Braços - ORION ILUMINAÇÃO**. Disponível em : <<http://guiadaconstrucao.pini.com.br/fornecedores/orion%20iluminacao,27958/materiais/poste%20e%20bracos%20-%20orion%20iluminacao,47309/detalhe>>. Acesso em 15 de Fev. 2014.

LABORATÓRIO DE ASTROFÍSICA. **Aprendendo Mais Sobre A Poluição Luminosa**. Disponível em: <<http://www.lna.br/lp/definicao.html>>. Acesso em 16 de Fev. 2014.

LUMILANDIA. **Acessórios** . Disponível em: <<http://www.lumilandia.com.br/acessorios/assessorios.htm>>. Acesso em 15 de Fev. 2014.

MECATRÔNICA ATUAL, **Sensor de nível ultrassônico**. Disponível em: <<http://www.mecatronicaatual.com.br/artigos/1786-sensor-de-nve>> Acesso em 16 de Fev. 2014.

MEETARDUINO. **Pinos digitais, Analógicos e Alimentação do Arduino**. Disponível em: <<http://meetarduino.wordpress.com/2012/03/29/pinos-digitais-analogicos-e-alimentacao-do-arduino/>>. Acesso em 18 de Fev 2014.

MEMORIADAELETRICIDADE. **Experiências e empreendimentos pioneiros (1879-1896)**. Disponível em: < <http://www.memoriadaeletricidade.com.br/default.asp?pag=4&codTit1=44256&pagina=destaques/linha/1879-1896&menu=375&iEmpresa=Menu#44256>>. Acesso em 14 de Fev. 2014.

NPILUMINACAO. **Luminárias Públicas | NP 351**. Disponível em: <<http://www.npiluminacao.com.br/luminaria-publica-np351.html>> . Acesso em 15 de Fev. 2014.

OBJETIVOS DO MILENIO. **8 JEITOS DE MUDAR O MUNDO** .Disponível em: < <http://www.objetivosdomilenio.org.br/> > Acesso em 10 Set 2013

OBSERVATORIO. **Observando as Cores das estrelas** . Disponível em: < <http://www.observatorio.ufmg.br/dicas01.htm> > Acesso em 9 Mar 2014.

O SETOR ELÉTRICO. **Componentes Para Iluminação Pública Parte II**. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/ed39_fasciculo_desenvolvimento_da_iluminacao_publica_no_brasil.pdf>. Acesso em: 6 Fev. 2014.

O SETOR ELÉTRICO. **Leds Em Iluminação Pública: Tecnologias, Desempenho E Implantação**. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/documentos/fasciculos/Ed77_fasc_sistemas_i_luminacao_cap6.pdf>. Acesso em: 6 Fev. 2014.

PHILIPS. **Conceitos de iluminação**. Disponível em: http://www.lighting.philips.com.br/connect/support/faq_conceitos_de_iluminacao.wp
d>. Acesso em 16 de Fev 2014.

PHILIPS. **Guia Prático Philips Iluminação**. Disponível em: http://www.lighting.philips.com.br/pwc_li/br_pt/connect/Assets/pdf/GuiaBolso_Sistema_09_final.pdf >. Acesso em 16 de Fev 2014.

ROMANELLI, C; GARCIA, B. **Acendedores de Lâmpião e cocheiros**. Revista de História, 2012. Disponível em: <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/havia-vagas/acendedor-de-lampioes-e-cocheiro> >. Acesso em 14 de Fev. 2014.

SILVA, D. N. **Física da Série Novo Ensino Médio**. Ática, 2003.

SÓ FÍSICA. **Consumo De Energia Elétrica**. Disponível Em: [http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/consumo.p](http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/consumo.php)
hp >. Acesso em 16 de Fev 2014.

TONI ELETRÔNICA 1. **Circuito de sensor de luz com LDR**. Disponível em: <http://www.te1.com.br/2011/03/circuito-sensor-luz-ldr/#axzz2tRVfsaKj> >. Acesso em 15 de Fev. 2014.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Sensores**. Disponível em: <http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensores-v2.0.pdf>>. Acesso em 16 de Fev 2014.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Curso Introdutório de microcontrolador- Plataforma Arduino**. Disponível em: <http://www.pb.utfpr.edu.br/frr/pagina/Cursos/flisol.pdf>>. Acesso em 16 de Fev 2014.

VICENTE, F. S.; CASTRO, A. C. Laser: que luz é essa? **Revista Eletrônica de Ciências**. São Paulo, n.7, mai., 2002.

VILLATE, J. E. **Física 2: eletricidade e magnetismo**, 2011.

WEG. **Capacitores de Polipropileno** . Disponível em : <http://www.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Capacitores-e-Correcao-do-Fator-de-Potencia/Capacitores-de-Polipropileno> >. Acesso em 15 de Fev. 2014.

APÊNDICE

Lâmpadas HID

	Código Comercial	Corrente (A)	Potência (W)	Tensão Base (V)	Fluxo luminoso (lm)	Eficiência luminosa (lm/W)*	Temperatura de cor (K)	Índice de reprodução de cor (IRC)	Vida mediana (horas)	Dimensões em mm Ø Altura	Reator N°
	Lâmpada de Descarga de Alta Intensidade CosmoPolis CPO-T										
	CPOT 60/728	0,652	60	92	PGZ12	6.900	115	2.800	66	32.000 20,0 132,0	228, 230, 231, 232
	CPOT 140/728	1,490	140	94	PGZ12	16.500	118	2.800	66	32.000 20,0 147,0	229, 233, 234, 235
	Lâmpada de Vapor Metálico ArcColour MH-T										
	MH-T400W/VERMEL 6		380	120	E40	18.000	47	—	—	5.000 47,0 283,0	204, 205
	MH-T400W/AZUL 6		380	120	E40	10.000	26	—	—	5.000 47,0 283,0	
	MH-T400W/VERDE 6		380	120	E40	29.000	76	—	—	5.000 47,0 283,0	
	MH-T400W/VIOLET 6		380	120	E40	10.000	26	—	—	5.000 47,0 283,0	
	Lâmpada de Vapor de Sódio - SON										
	SON70W-N	0,98	70	105	E27	5.600	80	1.950	25	24.000 71,0 156,0	153, 154, 155, 174, 179, 184
	SON100W-N	1,2	100	105	E40	9.000	90	1.950	25	24.000 76,0 186,0	156, 157, 175, 180, 185
	SON150W-N	1,8	147	105	E40	14.500	99	1.950	25	24.000 91,0 226,0	158, 159, 160, 176, 181, 186
	SON250W-N	3	250	105	E40	27.000	108	1.950	25	24.000 91,0 226,0	161, 162, 163, 170, 177, 182
	SON400W-N	4,5	400	105	E40	48.000	120	1.950	25	24.000 122,0 290,0	164, 165, 166, 171, 178, 183
	Lâmpada de Vapor de Sódio - SON-H										
	SONH220W	2,2	220	120	E40	20.000	91	2.000	25	20.000 91,0 226,0	—
	SONH350W	2,6	350	117	E40	34.000	97	2.000	25	20.000 122,0 290,0	—
	Lâmpada de Vapor de Sódio - SON-T										
	SONT70W-N	0,98	70	105	E27	6.000	84	1.900	20	24.000 32,0 152,0	153, 154, 155, 174, 179, 184
	SONT100W-N	1,20	100	100	E40	9.500	95	1.950	25	24.000 47,0 211,0	156, 157, 175, 180, 185
	SONT150W-N	1,80	150	100	E40	15.000	100	1.950	25	24.000 47,0 211,0	158, 159, 160, 176, 181, 186
	SONT250W-N	3,00	250	100	E40	28.000	112	1.950	25	24.000 47,0 257,0	161, 162, 163, 170, 177, 182
	SONT400W-N	4,60	400	100	E40	48.000	122	1.950	25	24.000 47,0 283,0	164, 165, 166, 171, 178, 183
	SONT1000W	10,60	1.000	105	E40	130.000	130	1.950	25	18.000 67,0 390,0	168, 169
		Lâmpada de Vapor de Sódio - MASTER SON (T) Plus PIA									
	SON100W-PLUS	1,20	100	100	E40	10.200	102	2.000	23	32.000 76,0 186,0	156, 157, 175, 180, 185
	SON150W-PLUS	1,80	150	150	E40	17.000	113	2.000	23	32.000 91,0 226,0	158, 159, 160, 176, 181, 186
	SON250W-PLUS	3,00	250	250	E40	31.100	124	2.000	23	32.000 91,0 226,0	161, 162, 163, 170, 177, 182
	SON400W-PLUS	4,60	400	400	E40	55.500	139	2.000	23	32.000 122,0 290,0	164, 165, 166, 171, 178, 183
	SONT70W-PLUS	1,00	70	90	E27	6.600	94	2.000	23	28.000 32,0 156,0	153, 154, 155, 174, 179, 184
	SONT100W-PLUS	1,20	100	100	E40	10.700	107	2.000	23	32.000 47,0 211,0	156, 157, 175, 180, 185
	SONT150W-PLUS	1,80	150	100	E40	17.500	117	2.000	23	32.000 47,0 211,0	158, 159, 160, 176, 181, 186
	SONT250W-PLUS	3,00	250	100	E40	33.200	133	2.000	23	32.000 47,0 257,0	161, 162, 163, 170, 177, 182
	SONT400W-PLUS	4,50	400	100	E40	56.500	141	2.000	23	32.000 47,0 283,0	164, 165, 166, 171, 178, 183
	SONT PLUS 600W	5,80	600	115	E40	90.000	150	2.000	23	32.000 47,0 283,0	167

* Sem perdas do reator; eficiência só da lâmpada.

Quadro 1 - Implementação Para Controlar o Sensor Ultrassônico

```
const int trigPin = 12;

const int echoPin = 13;

void setup(){

  Serial.begin(9600);

  pinMode(trigPin,OUTPUT);

  pinMode(echoPin,INPUT);

}

void loop(){

  digitalWrite(trigPin,LOW);

  delayMicroseconds(2);

  digitalWrite(trigPin,HIGH);

  delayMicroseconds(10);

  digitalWrite(trigPin,LOW);

  unsigned long duracao=pulseIn(echoPin,HIGH);

  int distancia=duracao/58;

  if(distancia<500&&distancia!=0){

    Serial.println(distancia);

    delay(1500);

  }

}
```

Quadro 2 – Implementação da Aplicação em PHP

```

<?php

echo                                "<meta                                HTTP-
EQUIV='refresh'CONTENT='1';URL=http://localhost:8888/Arduino/sistema.php'>";//
// abre a conexão no servidor web localizado no localhost e atualizando-a a cada 1
segundo.

$conecta = mysqli_connect("localhost", "root", "mysql","tabela") or print
(mysqli_error()); // inicia a conexão com o banco, passando como parâmetros o
endereço do servidor, usuário, senha e nome da tabela do banco de dados.

$portAddress ='COM3'; // Especifica o endereço da porta serial do arduino
exec("mode com3: BAUD=9600 PARITY=N data=8 stop=1 xon=off"); // parâmetros
de configuração da porta serial do arduino
echo("<h1> Sistema de Iluminação Pública Automatizada </h1>");
$zone=3600*-2;// fuso horário adotado
$date=gmtime("D d M Y H:i:s", time() + $zone); // Armazena na variável data, os
seguintes valores: dia da semana, dia, mês e ano, hora, minuto e segundos.
echo $date;
echo("<p> Conectando, aguarde...");
$port = fopen($portAddress, 'w+');// abre a conexão com a porta $portAddress, que
foi especificado na linha , e armazena o status da conexão na variável $port.
if(!$port)
{
echo "<br /> Não foi possível abrir a porta $portAddress";
}
else
{
echo "<br />conectado com sucesso na porta $portAddress";
}
echo("</p>");

sleep(1); // tempo de espera definido para obter o valor do arduino

$a=fgets($port); // pega o valor porta serial e armazena em variável $a, o valor da
porta é uma string
$c=(int)$a;// faz a conversão do valor da variável $a para inteiro e armazena na
variável $c.
echo ("<h1>$c</h1>");
if($c>1){ se o valor da variável $c for maior do que 1, o valor de $a é salvo no banco
de dados, com a distância e as informações de data e horário.
$query ="insert into datahoram3 values ('".$c."','".$date."')";
}
?>

```

Quadro 3 - Implementação do Sistema Para Simular o Poste de Iluminação Pública Utilizando Duas Lâmpadas.

```

const int LDR = 0;
const int Led = 3;
const int Led2 = 6;
const int trigPin = 12;
const int echoPin = 13;
int ValorLido = 0;
int pwm = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigPin,OUTPUT);
  pinMode(echoPin,INPUT);
  pinMode(Led, OUTPUT);
  pinMode(Led2, OUTPUT);
}
void loop() {
  ValorLido = analogRead(LDR);
  digitalWrite(trigPin,LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin,HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin,LOW);
  unsigned long duracao=pulseIn(echoPin,HIGH);
  int distancia=duracao/58;
  if (ValorLido < 100){
    analogWrite(Led2, pwm);
    pwm++;
    delay(300);
    if(distancia!=0){
      if(distancia<500){
        digitalWrite(Led, HIGH);
        digitalWrite(Led2, LOW);
        delay(60000);
        pwm=0;
      }
    }
    if(distancia>500){
      //digitalWrite(Led, LOW);
      digitalWrite(Led2, HIGH);
    }
  }
  else
    digitalWrite(Led,LOW);
    digitalWrite(Led2, LOW);
    if(pwm > 255){
      pwm=255;
    }
  }
}

```

