

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA ELÉTRICA

LUCAS ALEXANDRE DE OLIVEIRA

**ESTUDO SOBRE A ILUMINANCIA EM LOCAIS DE TRABALHO E CRIAÇÃO DE
UM PROTÓTIPO DE LUXÍMETRO**

PROPOSTA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2020

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA ELÉTRICA

LUCAS ALEXANDRE DE OLIVEIRA

**ESTUDO SOBRE A ILUMINANCIA EM LOCAIS DE TRABALHO E CRIAÇÃO DE
UM PROTÓTIPO DE LUXÍMETRO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Miguel Angel Chíncaro Bernuy.

CORNÉLIO PROCÓPIO
2020



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Elétrica
Curso de Engenharia Elétrica



FOLHA DE APROVAÇÃO

Lucas Alexandre de Oliveira

ESTUDO SOBRE A ILUMINÂNCIA EM LOCAIS DE TRABALHO E CRIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE LUXÍMETRO

Trabalho de conclusão de curso apresentado às 16:00hs do dia 18/11/2020 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Eletricista no programa de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Prof(a). Dr(a). Miguel Angel Chincaro Bernuy - Presidente (Orientador)

Prof(a). Me(a). Marco Antonio Ferreira Finocchio - (Membro)

Prof(a). Esp. Carlos Alberto Paschoalino - (Membro)

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação do curso.

RESUMO

Este trabalho visa investigar um problema comum e negligenciado em ambientes de trabalho quando se trata de iluminação. Baseando-se na NBR 8995, busca-se uma solução para este problema, utilizando a metodologia Design Thinking, construindo um protótipo de luxímetro e propondo soluções baratas, porém muito eficientes, desde um projeto de luminotécnica até o uso de garrafas PET.

Palavra-chave: luxímetro, NBR 8995, luz elétrica, baixo custo.

ABSTRACT

This work aims to investigate a common and neglected problem in work environments when it comes to lighting. Based on NBR 8995, a solution to this problem is sought. Using the Design Thinking methodology, building a lux meter prototype and proposing economical yet very efficient solutions, from a lighting project to the use of PET bottles.

Keywords: lux meter, NBR 8995, electric light, low cost.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Questionário de Avaliação	11
Tabela 2 - Lista de componentes do protótipo	29
Tabela 3 - Comparação de Preços de Luxímetros	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Carros com faróis ligados	6
Figura 2 - Reflexos do sol em telas de computadores	8
Figura 3 - Arduino UNO.....	13
Figura 4 - Sensor TSL2561	14
Figura 5 - Display OLED 0.96"	14
Figura 6 - Esquema de ligação do protótipo de luxímetro	15
Figura 7 - Diagrama do Circuito Elétrico	19
Figura 8 - Fluxograma do Funcionamento do Luxímetro.....	20
Figura 9 - Leituras do Luxímetro para luz ambiente	22
Figura 10 - Luz Ambiente em um quarto de hóspedes e cozinha, respectivamente.	23
Figura 11 - Leitura variável de uma sala de estar	24
Figura 12 - Protótipo construído	24
Figura 13 - Iluminância média no plano de trabalho medido	26
Figura 14 - Local de ensaio utilizado no estudo	26

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Justificativa.....	1
1.2. OBJETIVOS GERAIS.....	2
1.2.1. Objetivos Específicos	2
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1. POR QUE A BOA ILUMINAÇÃO NO TRABALHO É IMPORTANTE	3
2.2. CUSTO DA MÁ ILUMINAÇÃO PARA OS NEGÓCIOS	3
2.3. QUEM É RESPONSÁVEL PELA ILUMINAÇÃO NO TRABALHO E QUAIS SUAS RESPONSABILIDADES LEGAIS?	3
2.4. GERENCIANDO A SAÚDE E RISCOS DE SEGURANÇA DA ILUMINAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO.....	4
2.4.1. Planejamento.....	4
2.4.2. Organização	4
2.4.3. Controle	5
2.4.4. Monitoramento.....	5
2.4.5. Avaliação de risco.....	5
2.5. EFEITOS DA LUZ	6
2.5.1. Brilho	6
2.5.2. Efeitos da Cor	6
2.5.3. Efeito Estroboscópico	7
2.5.4. Cintilação.....	7
2.5.5. Reflexos.....	7
2.5.6. Radiação	8
2.5.7. Radiação Visível.....	8
2.6. BOAS PRÁTICAS DE ILUMINAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO	9
2.6.1. Redução de acidentes e problemas de saúde.....	9
2.6.2. Melhora de performance.....	9
3. METODOLOGIA	10
4. DESENVOLVIMENTO	12
4.1. ARDUINO.....	12
4.2. SENSOR DE LUZ	13
4.3. DISPLAY	14
4.4. CONEXÃO DO SENSOR AO ARDUINO	14

4.5.	COLETA DE DADOS	15
4.5.1.	Empresa A.....	15
4.5.2.	Empresa B.....	16
4.5.3.	Empresa C.....	16
4.5.4.	Dados Tabela	16
5.	IDEAÇÃO.....	17
5.1.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO	17
5.2.	O QUE É MEDIÇÃO.....	17
5.3.	FOTODIODO	18
5.4.	CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR.....	18
5.5.	DIAGRAMA DE LIGAÇÃO DO PROTÓTIPO	19
6.	PROTOTIPAÇÃO	20
6.1.	FLUXOGRAMA DO FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO	20
6.2.	CALIBRAÇÃO E AJUSTE DO PROTÓTIPO.....	21
6.3.	POSSÍVEIS SOLUÇÕES	25
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
7.1.	LISTA DE CUSTO DO PROTÓTIPO	29
7.2.	COMPARAÇÃO DE LUXÍMETROS	29
8.	BIBLIOGRAFIA.....	30

1. INTRODUÇÃO

Um ambiente apropriadamente iluminado tem uma função extremamente importante quando se fala em manter a segurança e saúde dos empregados semelhante a que possam desempenhar seus trabalhos de forma confortável e eficiente, além de permitir que consigam ler rótulos ou advertências de produtos químicos para prevenir que haja perigo no ambiente de trabalho.

Existe um nível apropriado de luminosidade, pois, ter uma iluminância exagerada pode causar contraste excessivo, brilho forte e cintilação de luz no campo de visão que também são inapropriados.

Os riscos de segurança em locais de trabalho acontecem com certa frequência devido a um projeto de iluminação incorreto ou apenas uma instalação simples de lâmpadas econômicas com o intuito de economizar. Muitas vezes proprietários arrendam seus prédios ou galpões vazios já com um pré iluminação instalada que muitas vezes não é suficiente para o trabalho que será realizado naquele local, devido aos obstáculos como máquinas, estantes que podem reduzir os níveis de luz drasticamente (NEEDHAM, 2015).

Sendo assim, trabalhos simples que não apresentariam nenhuma periculosidade e insalubridade podem passar a existir devido à má iluminação do ambiente.

Para que haja uma iluminação adequada ao ambiente de trabalho, o responsável pelo ambiente de trabalho deverá se informar sobre as normas de iluminação de interiores, a NBR 8995.

1.1. Justificativa

Um ambiente bem iluminado, sem reflexos ou sombras pode reduzir a fadiga e as dores de cabeça proveniente desse ambiente mal iluminado, além de destacar maquinário em movimento e outros perigos, além de reduzir a chance de acidentes onde você pode ter uma “cegueira momentânea” enquanto seus olhos ajustam o brilho ou a escuridão do ambiente.

Todo esse ambiente pode ainda proporcionar tensão ocular, fazendo com que seus funcionários tenham que forçar a vista causando irritação, vermelhidão ou olhos secos, causando fadiga e estresse desnecessário, além de falta de foco visual, má percepção de profundidade que podem acarretar em acidentes de trabalho e visão dupla.

Além do fato de que muitas empresas, geralmente de pequeno e médio porte desconhecem a norma, e procuram sempre lâmpadas de baixa potência afim de economizarem na instalação e na conta de luz, não levando em consideração todo o fato apresentado acima.

1.2. OBJETIVOS GERAIS

Realizar um estudo sobre a iluminância em locais de trabalho onde verificaremos se estão adequadas conforme a NBR 8995 e a criação de um protótipo para medição de iluminância.

1.2.1. Objetivos Específicos

- Estudo do problema de luminotécnica em ambientes de trabalho.
- Construir um protótipo luxímetro de acordo com os padrões normativos de calibração e ajuste.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. POR QUE A BOA ILUMINAÇÃO NO TRABALHO É IMPORTANTE

Iluminação no trabalho é muito importante para a saúde e segurança de todos os locais de trabalho. Quanto mais rápido e fácil é ver um perigo, mais fácil é evitado. Os tipos de perigo presentes no trabalho determinam, portanto, a iluminação requisitos para operação segura.

A falta de iluminação pode não apenas afetar a saúde das pessoas no trabalho, sintomas como fadiga ocular, enxaqueca e dores de cabeça, mas também está ligada à doença Síndrome do Edifício Doente (SED) em edifícios novos e reformados. Os sintomas disso incluem dores de cabeça, letargia, irritabilidade e baixa concentração. (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

2.2. CUSTO DA MÁ ILUMINAÇÃO PARA OS NEGÓCIOS

A falta de iluminação no trabalho pode representar um custo significativo para os negócios na forma de:

- Tempo afastado do trabalho como afastamento de acidentes e lesões
- Aumento do absenteísmo
- Produtividade e eficiência reduzida da equipe

2.3. QUEM É RESPONSÁVEL PELA ILUMINAÇÃO NO TRABALHO E QUAIS SUAS RESPONSABILIDADES LEGAIS?

Empregadores, trabalhadores independentes e pessoas que controlam instalações não domésticas tem o dever de garantir que a iluminação seja segura e não represente um risco à saúde dos funcionários e outras pessoas que podem usar suas instalações.

Nos casos em que representantes de segurança foram nomeados por uma empresa é parte de sua função aconselhar durante o processo de consulta. Os funcionários também têm o dever de não colocar em risco a própria saúde ou a de outras pessoas.

2.4. GERENCIANDO A SAÚDE E RISCOS DE SEGURANÇA DA ILUMINAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO

2.4.1. Planejamento

Os empregadores precisam identificar prioridades e estabelecer metas de melhoria. Por exemplo, eles precisarão avaliar se o design da iluminação é adequado e seguro para o tipo de trabalho que está sendo realizado. Eles também precisam considerar quaisquer alterações futuras nas condições de trabalho, pois isso pode exigir um design de iluminação diferente. Os custos e os benefícios de diferentes projetos de iluminação precisarão ser considerados juntamente com o adequação da iluminação ao local de trabalho.

2.4.2. Organização

A organização da saúde e segurança envolve a provisão de pessoal com o treinamento necessário e equipamento adequado para realizar seu trabalho com segurança. Isso inclui responsáveis pela manutenção da iluminação. Por exemplo, é importante que os funcionários notifiquem seus empregadores, ou responsáveis pela saúde e segurança como um técnico em segurança do trabalho, se a iluminação estiver com defeito ou danificada, e os empregadores envolverem funcionários, eles garantirão que os funcionários estão comprometidos com a melhoria da saúde e segurança no trabalho.

2.4.3. Controle

O controle dos riscos à saúde e segurança inclui o estabelecimento de normas e sua manutenção. As normas estabelecidas precisam ser realistas e mensuráveis e podem incluir manutenção de iluminação, que pode coincidir com a manutenção geral, para que não interfira nas atividades de trabalho. Isso garantiria que a iluminação fosse verificada regularmente e que os níveis corretos de iluminação fossem mantidos.

2.4.4. Monitoramento

O monitoramento e a revisão das condições de iluminação são importantes para garantir o desempenho adequado de saúde e segurança. O monitoramento envolve verificar até que ponto os padrões estabelecidos foram atendidos. A revisão envolve a verificação dos padrões, o planejamento, o controle e a organização e a alteração deles quando necessário para melhorar a saúde e a segurança. Por exemplo, a instalação de novos projetos de iluminação pode criar diferentes riscos à saúde e segurança; portanto, os padrões podem precisar ser trocados ou alterados.

2.4.5. Avaliação de risco

Os empregadores devem avaliar (se possível) possíveis riscos no local de trabalho. Na prática, isso inclui considerar se os arranjos de iluminação do trabalho são satisfatórios ou se apresentam riscos significativos para a equipe que utiliza o local de trabalho. Onde houver um risco possível para os funcionários, é necessário tomar medidas para remover, reduzir ou controlar o risco.

2.5. EFEITOS DA LUZ

2.5.1. Brilho

O brilho ocorre quando uma parte do campo visual é muito mais brilhante que o brilho médio ao qual o sistema visual é adaptado. Quando há interferência direta na visão, a condição é conhecida como reflexo de incapacidade. Onde a visão não é diretamente prejudicada, mas há desconforto, aborrecimento, irritabilidade ou distração, a condição é chamada brilho ofensivo. Este último está relacionado a sintomas de fadiga visual. Ambos os tipos de brilho podem surgir da mesma fonte (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

Figura 1 - Carros com faróis ligados



Fonte: Your Sight Matters, 2009

2.5.2. Efeitos da Cor

Uma superfície iluminada por diferentes fontes artificiais de luz ou pela luz do dia sob condições variáveis do céu pode ocorrer variações na cor. Onde a discriminação de cores é necessária (como em alguns trabalhos elétricos), isso pode afetar a segurança, mas com a maioria das fontes de luz a alteração na aparência da cor é insuficiente para criar problemas. Sob fontes de luz monocromáticas, como lâmpadas de descarga de sódio de baixa pressão, as cores não são identificáveis e um risco pode passar despercebido. Em luminâncias muito baixas, a visão de cores

falha e todas as cores são vistas como tons de cinza (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

2.5.3. Efeito Estroboscópico

Lâmpadas que operam a partir de uma fonte elétrica alternada podem produzir oscilações na emissão de luz. Quando a magnitude dessas oscilações é grande, as máquinas parecerão estacionárias ou se movendo de maneira diferente. Isso é chamado de efeito estroboscópico. Não é comum em sistemas de iluminação modernos, mas onde ocorre, pode ser perigoso; portanto, ações apropriadas devem ser tomadas para evitá-lo. (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

2.5.4. Cintilação

A modulação da luz em frequências mais baixas (cerca de 60 Hz ou menos), que é visível para a maioria das pessoas, é chamada cintilação. O olho é particularmente sensível a tremulações e é especialmente detectável nas bordas do campo de visão do sistema visual. A cintilação pode, dependendo da sensibilidade individual, ser fonte de desconforto e fadiga. Pode até causar convulsões epiléticas em algumas pessoas. Portanto, precisa ser evitado ao máximo. (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

2.5.5. Reflexos

Reflexos de alta luminância cobrem os detalhes da tarefa. Tais reflexões podem ter contornos nítidos ou vagos, mas, independentemente da forma, podem afetar o desempenho da tarefa e causar desconforto (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

Figura 2 - Reflexos do sol em telas de computadores



Fonte: Pixabay, 2020

2.5.6. Radiação

A radiação óptica pode ser prejudicial. A maioria das pessoas está ciente dos riscos de queimaduras solares e câncer de pele associados a muita exposição aos raios ultravioletas prejudiciais do sol. Também é importante entender que as emissões visíveis do sol danificariam nossa visão se nos forçássemos a encará-la por um período prolongado (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

2.5.7. Radiação Visível

Como o sol, a radiação óptica emitida por equipamentos de iluminação fabricados são de comprimentos de onda visíveis. Consequentemente, é muito difícil superpor as pessoas, porque elas automaticamente desviam o olhar quando deslumbradas por uma fonte excessivamente brilhante. A radiação da maioria dos equipamentos de iluminação é, portanto, bastante segura e os empregadores não precisarão concluir uma avaliação da produção de radiação (HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, 2006).

2.6. BOAS PRÁTICAS DE ILUMINAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO

2.6.1. Redução de acidentes e problemas de saúde

Com a iluminação adequada, o risco de acidentes diminuiria, pois objetos ficaram melhor visíveis, além da saúde ocular de quem trabalha no ambiente, não será prejudicada, já que não seria necessário forçar a vista, que pode acarretar em dores de cabeça, olhos ressecados, etc.

2.6.2. Melhora de performance

Ao longo de nossas vidas, pode notar-se como pessoas ficam mais dispostos em ambientes bem iluminados, em ambientes de luz branca (fria) proporciona uma melhor performance para trabalho, enquanto a luz amarela (quente) proporciona mais conforto.

3. METODOLOGIA

Foi utilizado o Design Thinking (DT) para identificar e abordar problemas, o DT é baseado em 3 passos.

- Imersão: Onde iremos encontrar o que origina o problema, onde são realizadas diversas pesquisas, entrevistas, busca de tendências, observação direta, etc. Podemos dizer que a imersão é basicamente um primeiro contato com o problema.
- Ideação: onde teremos uma tempestade de ideias criadas para solucionar o problema sendo assim, convidaremos diferentes pessoas de diferentes setores para compartilharem suas ideias afim de analisarmos todas as propostas para solucionar o problema
- Prototipagem: “Prototipar é tangibilizar uma ideia, é a passagem do abstrato para o físico de forma a representar a realidade - mesmo que simplificada - e propiciar validações” (MJV Technology & Innovation, 2018)

Será feito uma inspeção visual no ambiente junto a um questionário elaborado para verificar possíveis problemas na empresa que não apresentem um ambiente satisfatório para o trabalho.

Também será feito o uso de sistemas embarcados que são utilizados para aplicações mais específicas por terem maior segurança e usabilidade, que é constituído de um sistema microprocessador no qual se encontra dentro de uma capsula ou embutido em um sistema ou dispositivo que o mesmo controla.

Diferente dos computadores que utiliza-se no dia a dia, que possuem um propósito geral, os sistemas embarcados já são previamente especificados com tarefas predefinidas dependendo dos requisitos, e como é um sistema dedicado, a engenharia procura sempre otimizar este projeto, sendo mais eficiente, reduzindo seu tamanho, seu custo e adição de recursos computacionais (EMBEDDED ARCHITECTS, 2015).

Para a aplicação do mesmo, iremos escolher a plataforma Arduino que possui um baixo custo e é uma plataforma aberta de protótipos para a construção de projetos eletrônicos.

A princípio, foi elaborado o questionário da Tabela 1 a fim de obter tendências de um problema que possa ocorrer nas empresas onde o mesmo será aplicado.

Tabela 1 - Questionário de Avaliação

Descrição	Sim	Não
É realizada manutenção regular nas luminárias e janelas?	()	()
Lâmpadas cintilante são trocadas o mais rápido possível?	()	()
A iluminação geral através da empresa é boa?	()	()
Quando necessário, existem cortinas para evitar ofuscamento ?	()	()
Existe iluminação local para evitar a fadiga ocular?	()	()
As paredes e tetos são pintadas em cores claras e limpas?	()	()
As áreas externas são satisfatórias para trabalho e acesso em horário noturnos?	()	()
A Empresa possui um luxímetro para a medição da luz?	()	()

Fonte: Autoria Própria

4. DESENVOLVIMENTO

Para a análise do ambiente, foi elaborado um questionário da Tabela 1 para auxiliar na identificação dos problemas que a empresa possuía.

Foram coletados dados de maneira visual das empresas a fim de responder a um questionário, especialmente em ambientes que existiam maior maquinário e número de pessoas.

4.1. ARDUINO

A definição que se encontra na internet é que o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica open-source que se baseia em hardware e software flexíveis e fáceis de usar. É destinado a artistas, designers, hobbistas e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos. O Arduino pode sentir o estado do ambiente que o cerca por meio da recepção de sinais de sensores e pode interagir com os seus arredores, controlando luzes, motores e outros atuadores. O microcontrolador na placa é programado com a linguagem de programação Arduino, baseada na linguagem Wiring, e o ambiente de desenvolvimento Arduino, baseado no ambiente Processing. Os projetos desenvolvidos com o Arduino podem ser autônomos ou podem comunicar-se com um computador para a realização da tarefa, com uso de software específico (ex: Flash, Processing, MaxMSP).

Figura 3 - Arduino UNO

Fonte: Próprio site da Arduino

4.2. SENSOR DE LUZ

Utilizaremos o sensor de luminosidade TSL2561 é um sensor avançado que detecta não só a faixa de luz normal, captada pelo olho humano, como também a luz infravermelha, em uma faixa de 0.1 a 40.000 lux. É um módulo extremamente econômico em termos de energia, consumindo apenas 0,5mA quando está recebendo luz, e 15 μ A em modo de espera (standby). que diferente de um LDR (Resistor Dependente de Luz em português) que é um componente cuja resistência varia de acordo com a incidência de luz. Apesar de conseguirmos realizar algum tipo de medição com ele, não temos precisão na leitura.

O módulo TSL2561, por sua vez, é muito mais preciso, podendo detectar luz desde a faixa do infravermelho até a faixa total de luz (espectro) percebida pelo olho humano. Com o TSL2561, é possível calcular a quantidade exata de luz que atinge um certo ponto (lux), já que ele é um conversor que transforma a intensidade de luz em um sinal digital que pode ser interpretado por um microcontrolador.

Figura 4 - Sensor TSL2561



Fonte: Adafruit, 2020

4.3. DISPLAY

O display utilizado para a visualização da medição é um Display OLED 0.96" I2C Azul Amarelo, que é ótimo para visualizar pouca informação, mas ainda com muita nitidez. Isso é possível devido ao alto contraste dos displays OLED (Organic Light-Emitting Diode).

Figura 5 - Display OLED 0.96"



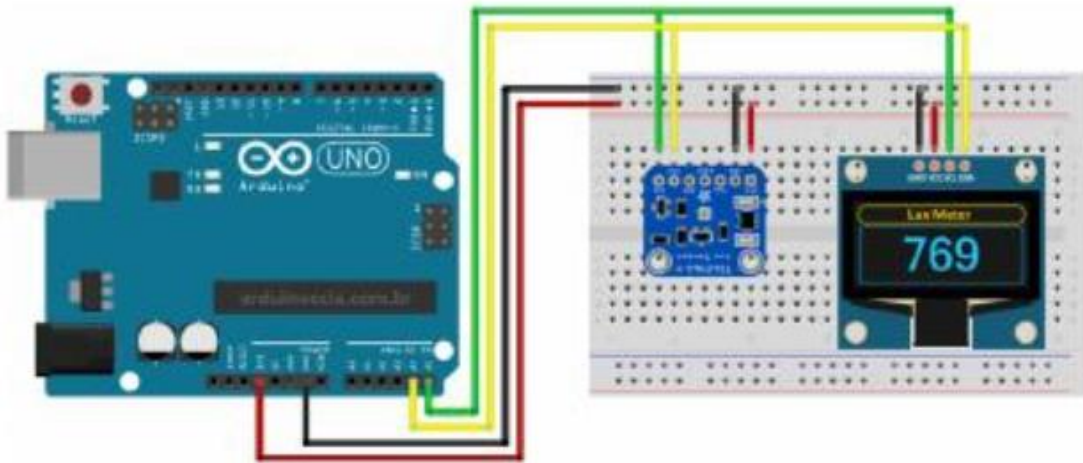
Fonte: Adafruit, 2020

4.4. CONEXÃO DO SENSOR AO ARDUINO

Para ligar o TSL2561 ao Arduino Uno vamos utilizar somente os pinos de alimentação e interface I2C (portas analógicas A4 e A5), deixando o pino ADDR sem conexão (floating), utilizando assim o endereço 0x39.

O módulo pode ser ligado diretamente aos pinos SCL e SDA do Arduino, pois ele é compatível tanto com nível de sinal de 3,3V como de 5V.

Figura 6 - Esquema de ligação do protótipo de luxímetro



Fonte: Adafruit, 2020

4.5. COLETA DE DADOS

A fim de obter-se dados, será realizado visitas em empresas onde será inspecionado o ambiente de trabalho como um todo em busca de irregularidades que não condizem com a norma NBR 8995.

4.5.1. Empresa A

É uma empresa que envasa água potável e serve como uma distribuidora, a princípio a empresa não aparentava ter problemas de iluminação, possuía boa luz natural através de toda empresa, mas a manutenção das luminárias estava precária, com restos de insetos e poeira, além de que no ambiente de refeitório existiam lâmpadas cintilantes, que aparentavam estar ali a um bom tempo, proporcionando desconforto visual durante o horário de almoço, e era comum a luz natural refratar nas garrafas de água em determinado momento do dia, provocando um pequeno desconforto, às áreas externas era pessimamente iluminada durante o horário noturno, funcionários utilizavam as lanternas de seus próprios celulares para se locomover.

4.5.2. Empresa B

Empresa que produz pastilha de freios para carros, tratores, caminhões, veículos em geral, os problemas devido à má iluminação estão espalhados pela empresa, até mesmo durante o dia, a empresa é escura, pois não possui janelas para luz natural, devido ao pó produzido das pastilhas, no chão, parede, teto, além das luminárias brancas emitirem luz negra de tão sujas que se encontram, não existe manutenção ou limpeza do ambiente, funcionários de carga e descarga sofrem com a diferença de luz, já que precisam esperar os olhos se adaptarem ao ambiente, causando cegueira momentânea.

4.5.3. Empresa C

Ambiente sem luz natural, devido à falta de entradas de luz, além do ambiente ser coberto em pó de serra, com lâmpadas de baixa luminosidade, além de vários pedaços de madeira pelo chão que são difíceis de se enxergar devido a escuridão, era nítido que a empresa não fazia qualquer tipo de manutenção nas janelas e luminárias para ter uma melhor eficiência.

4.5.4. Dados Tabela

Nota-se que nenhuma das 3 empresas analisadas faziam manutenção nas luminárias ou a troca quando necessário. 33% das empresas analisadas possuíam uma boa iluminação geral, enquanto 66% das empresas possuíam uma iluminação deficiente. Nenhuma das empresas possuíam cortinas para evitar ofuscamento e apenas 33% delas possuíam iluminação local para evitar a fadiga ocular além de paredes e tetos claros limpos.

Apenas uma empresa possuía horário noturno, e a iluminação nas áreas externas era praticamente nula e nenhuma das 3 empresas possuíam luxímetro para a medição de luz.

5. IDEAÇÃO

Para entender como construir um protótipo, será necessária uma pequena fundamentação teórica, materiais a serem utilizados e como será o funcionamento.

5.1. PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO

Para construir o protótipo de luxímetro precisamos entender o que é e como funciona, que é basicamente um mini amperímetro, sendo o mesmo ligado a um fotodiodo ou célula fotoelétrica. Assim, quando alguma luz incidir sobre essa célula, existirá uma corrente circulando que vai carregar positivamente o semicondutor fotodiodo e a parte metálica fica carregada negativamente, o aparelho em si, vai ler este valor e apresentará um valor equivalente em Lux, tanto em aparelhos digitais ou analógicos.

5.2. O QUE É MEDIÇÃO

Para entender um pouco do que é uma medida, basta ler a citação abaixo de Lord Kelvin.

Quando você pode medir aquilo de que fala e expressá-lo em números, você sabe alguma coisa sobre isto. Mas quando você não pode medi-lo, quando você não pode expressá-lo em números, o seu conhecimento é limitado e insatisfatório. Se você não pode medir algo, não pode melhorá-lo.

Para ter essa confiabilidade, de expressar a nossa medição em números devemos entender que precisamos fazer a calibração e o ajuste do medidor, segundo a definição da RDC 217/2010, Art, 5º, X.

Calibração é o conjunto de operações que estabelece, sob condições especificadas, a relação entre os valores indicados por um instrumento ou sistema de medição ou valores representados por uma medida materializada ou um material de referência, e os valores correspondentes das grandezas estabelecidos por padrões.

Assim poderemos conhecer se o medidor, comparado ao padrão pode ser utilizado para efetuar medições com alta confiabilidade, em seguida, faremos o ajuste do mesmo, para que possamos corrigir pequenos desvios e obtermos o valor esperado para aquele medidor.

5.3. FOTODIODO

Referenciando a explicação sobre fotodiodo da UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR), pode-se dizer que:

Fotodiodo é um diodo de junção construído de forma especial, de modo a possibilitar a utilização da luz como fator determinante no controle da corrente elétrica. Quando a junção é inversamente polarizada, na ausência de luz incidente na mesma, a corrente é praticamente nula. O número de portadores dessa junção, e com ele a corrente elétrica, aumenta com o aumento da intensidade luminosa no cristal.

O funcionamento do fotodiodo baseia-se no fato de que os fótons que se chocam com a junção produzem pares de elétron-lacuna, por cederem sua energia, facilitando a corrente elétrica. O feixe de luz incidente na junção tem efeito semelhante ao da corrente de base em um transistor convencional, quando a luz incide exatamente na junção, a resposta do fotodiodo é maior, reduzindo-se rapidamente de cada lado da junção, à medida que se afasta dela.

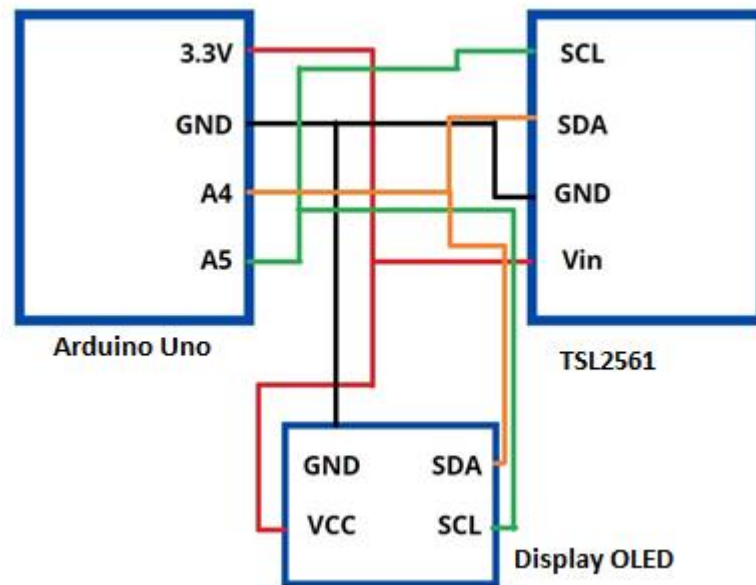
5.4. CALIBRAÇÃO DO MEDIDOR

Deve-se realizar a calibração e ajuste do medidor, para a calibração do luxímetro, precisamos de uma lâmpada padrão que possui certificação para a calibragem, com uma intensidade luminosa conhecida, então a colocamos em frente ao luxímetro de forma que, sua orientação seja uniforme no sensor, as medições deverão ser feitas a cinco distâncias diferentes para que possamos determinar uma iluminação de referência, e a média dessas medições é somada a um fator de correção da lâmpada de referência e ao fator de correção da resolução do medidor, de forma que possamos alinhar a escalada do luxímetro.

5.5. DIAGRAMA DE LIGAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para entender melhor como a conexão foi feita, utilizaremos um desenho mais amigável para saber quais portas foram ligadas, de acordo com a Figura 7.

Figura 7 - Diagrama do Circuito Elétrico



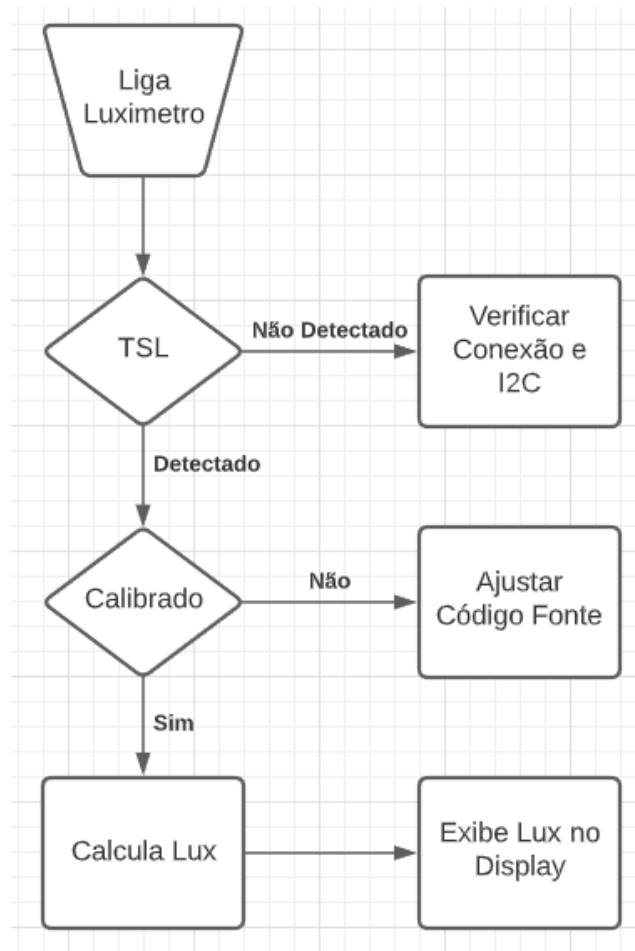
Fonte: Autoria Própria

6. PROTOTIPAÇÃO

6.1. FLUXOGRAMA DO FUNCIONAMENTO DO PROTÓTIPO

Aqui, temos um fluxograma do comportamento do luxímetro, onde ele irá verificar se o código executado está certo e consegue proporcionar a comunicação entre todos os componentes do protótipo.

Figura 8 - Fluxograma do Funcionamento do Luxímetro



Fonte: Autoria Própria

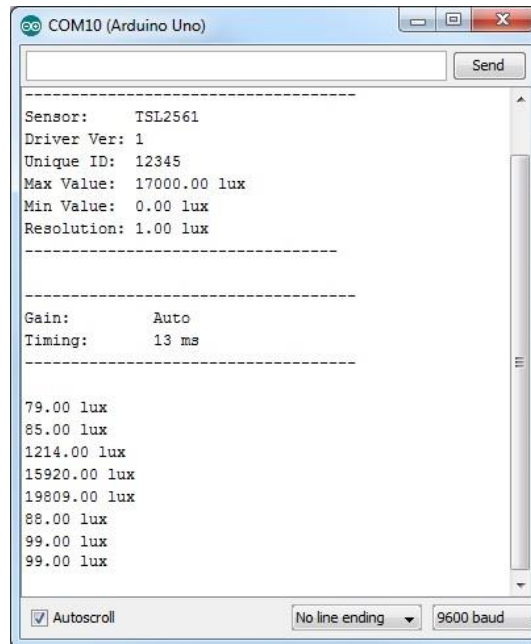
O próprio sensor TSL2561 possui uma biblioteca onde existe uma função que já calcula a quantidade de lux, a biblioteca em questão é a biblioteca do próprio sensor, <Adafruit_TSL2561_U.h> utilizando a linha de código **tsl.getEvent(&event)** não sendo necessário atribuir valores ao código, entretanto, pode-se ver a equação (1) para o cálculo do mesmo de acordo com a literatura.

$$Iluminância(lx) = \frac{\text{Fluxo Luminoso } (\phi)}{\text{Area em } m^2(A)} \quad (1)$$

6.2. CALIBRAÇÃO E AJUSTE DO PROTÓTIPO

Existe todo um processo controlado em laboratórios para maior precisão quando calibra-se um instrumento, a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, a mais conhecida norma técnica internacional sobre competência de laboratórios de ensaio e calibração, assim pode possibilitar que os laboratórios produzam resultados muito confiáveis e, dessa forma, demonstrem que são tecnicamente competentes, como não possui-se uma estrutura similar à de um laboratório certificado de acordo com a norma, será utilizado um ambiente mais próximo possível, para verificar se o protótipo estava calibrado, foi colocado uma lâmpada LED de 744 lm em um ambiente de aproximadamente 10m², durante a noite, sem interferência de luzes externas, o protótipo foi colocado em baixo da lâmpada para as medições.

A princípio o resultado era errôneo, e de forma empírica o ajuste foi feito somente pela alteração do código fonte até que a leitura fosse satisfatória, os valores mais altos da Figura 9, foi pelo motivo de ter sido direcionado uma luz direta de uma lanterna diretamente no sensor para garantir que ele continuaria a exibir as medições corretamente depois de ler um valor muito alto e não sofresse saturação e acabasse apresentando leituras erradas, para um trabalho futuro poderá ser adicionado um ajuste que possa ser local e não necessite de um computador para o mesmo.

Figura 9 - Leituras do Luxímetro para luz ambiente

Fonte: Autoria Própria

Foi realizado algumas medições em ambientes de uma casa, sendo um quarto de hóspedes e cozinha, obtendo-se os valores apresentados na Figura 10, o protótipo foi colocado paralelamente ao emissor de luz.

Figura 10 - Luz Ambiente em um quarto de hóspedes e cozinha, respectivamente.

COM6	COM6
Light Sensor Test	Light Sensor Test
-----	-----
Sensor: TSL2561	Sensor: TSL2561
Driver Ver: 1	Driver Ver: 1
Unique ID: 12345	Unique ID: 12345
Max Value: 17000.00 lux	Max Value: 17000.00 lux
Min Value: 1.00 lux	Min Value: 1.00 lux
Resolution: 1.00 lux	Resolution: 1.00 lux
-----	-----
Gain: Auto	Gain: Auto
Timing: 13 ms	Timing: 13 ms
-----	-----
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
76.00 lux	142.00 lux
72.00 lux	142.00 lux
66.00 lux	141.00 lux
	141.00 lux

Fonte: Autoria Própria

Na Figura 11, pode-se notar uma variação na medição do protótipo, pois a medição foi realizada em diversos pontos da área a fim de obter leituras diferentes, pois se encontrariam a uma distância e ângulo de incidência diferente. Abaixo na Figura 12, pode-se ver como foi construído o protótipo.

Figura 11 - Leitura variável de uma sala de estar

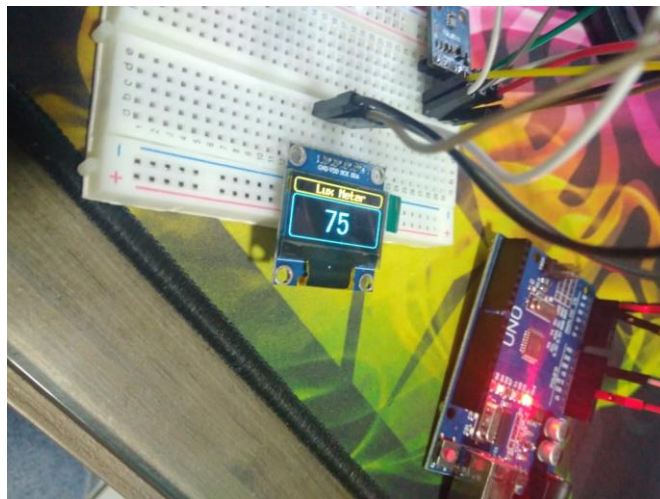
COM6

Gain: Auto
Timing: 13 ms

76.00 lux
67.00 lux
56.00 lux
55.00 lux
60.00 lux
85.00 lux
90.00 lux
96.00 lux
102.00 lux
103.00 lux
102.00 lux
98.00 lux
93.00 lux
84.00 lux
74.00 lux
66.00 lux
57.00 lux
53.00 lux
44.00 lux
18.00 lux
21.00 lux
26.00 lux
21.00 lux
41.00 lux
64.00 lux
79.00 lux
91.00 lux
93.00 lux

Fonte: Autoria Própria

Figura 12 - Protótipo construído



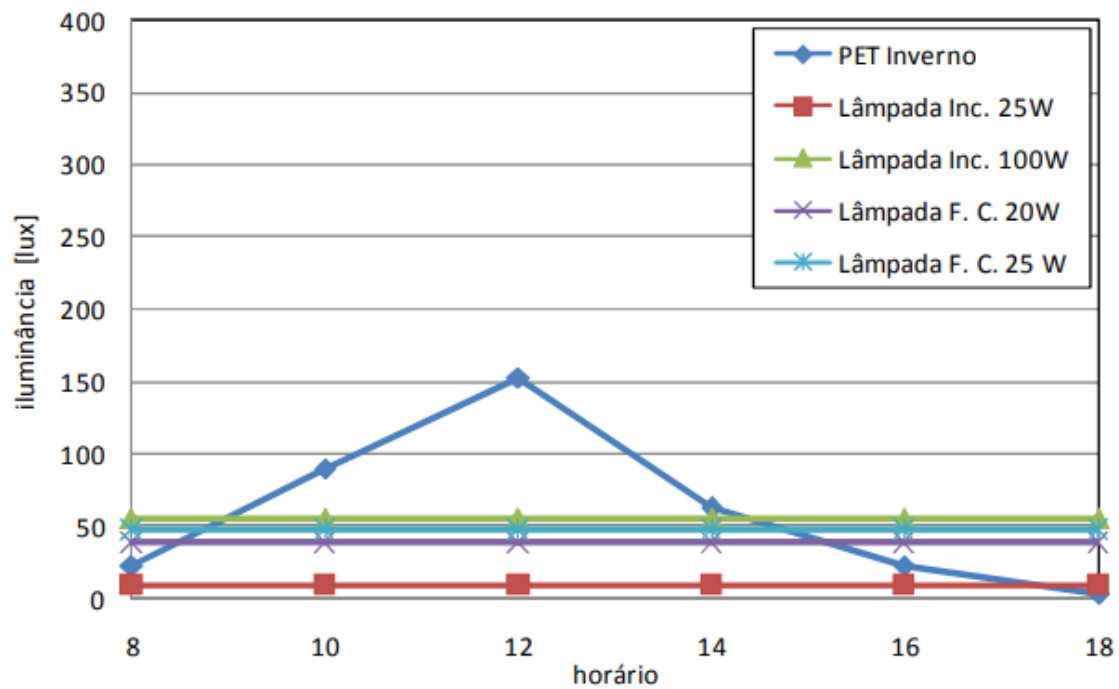
Fonte: Autoria Própria

6.3. POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Durante a fase de ideação, foi proposto elaborar um luxímetro de baixo custo e propor a realização de um projeto de luminotécnica para adequarem o ambiente que será estudado, podemos fazer um cálculo rápido e simples que utilizaremos o fluxo luminoso da lâmpada em (lm) e dividiremos pela área em (m²) do local de trabalho, e teremos o resultado em Lux. Outro método mais utilizado e mais elaborado seria a utilização do método dos lúmens onde levará em conta vários aspectos, como que tipo de luminária será utilizada, o tipo de cores no ambiente, fatores de utilização, eficiência luminosa e etc. Assim auxiliaria a empresa a ter um projeto ideal e acesso ao equipamento para que consigam se enquadrar na norma e não haver riscos à segurança dos trabalhadores do ambiente.

Outra maneira de baixo custo seria a instalação das chamadas garrafas PET (Politereflato de etila) utilizados para luz natural, sendo um investimento muito barato e ecológico, conseguem fornecer uma boa luminosidade, sua eficácia se dá quando existe a maior incidência de radiação, um estudo realizado sobre a viabilidade das mesmas em comparação com lâmpadas fluorescentes e incandescentes na Figura 13 mostra que durante o período das 9h às 14h conseguimos bons níveis de luminância, este estudo foi realizado no período de inverno na cidade de Santa Cruz do Sul – RS por (VETTORAZZI. 2008; PIZZUTTI. 2008; STANGARLIN. 2008).

Figura 13 - Iluminância média no plano de trabalho medido



Fonte: Análise do emprego de garrafas PET para o aproveitamento de luz natural.

Figura 14 - Local de ensaio utilizado no estudo



Fonte: Análise do emprego de garrafas PET para o aproveitamento de luz natural.

Como pode-se notar, na Figura 13, a iluminação média no período de inverno com a garrafa PET é superior aos outros tipos de lâmpada entre as 9h às 14h, o que é a maior parte do tempo no horário de expediente de uma empresa.

Para enxergarmos essa economia supõe-se um barracão, onde existem 30 lâmpadas fluorescentes de 25W onde o horário de expediente é das 8h às 18h e são 22 dias úteis trabalhados no mês, existiria um consumo de 132kWh no mês.

Com a instalação das garrafas PET sendo aproveitada durante o período em que possui mais iluminância do que as demais lâmpadas, esse consumo passaria de 132kWh para 49,5kWh, uma redução de 62,5% no consumo de energia.

Desde 2008 quando esse artigo foi publicado, existiram alguns avanços nessa tecnologia ecológica, como líquidos que melhoram a iluminação do ambiente, vedação e durabilidade.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Geralmente, os fatores que afetam a eficácia da iluminação são a quantidade e a qualidade da luz, quantidade de cintilação, quantidade de brilho, contraste e sombras. Cada fator deve ser ajustado de forma diferente para otimizar a iluminação em situações de emergência, segurança, operações e proteção, por exemplo. Os Padrões de Iluminação que se encontram na NBR 8995 também servem para abordar a infinidade de outras preocupações associadas a colocação, instalação e alocação eficiente de iluminação em diferentes locais com diferentes finalidades, contando também como a eficiência, durabilidade, custo e manutenibilidade.

Durante a fase de inspeção nas empresas, foi possível levantar dados que fortaleceram a ideiação do problema, que um alto número de empresas não segue as recomendações, e que era necessário se adequar a norma, para evitar problemas de saúde dos funcionários.

Para auxiliar na solução deste problema, um protótipo de luxímetro foi construído, a princípio foi necessário realizar calibração do conjunto utilizando uma fonte luminosa conhecida, e de forma empírica foi sendo ajustado até o valor lido pelo instrumento fosse condizente com o valor que deveria apresentar

As soluções apresentadas são no geral de baixo custo e bem eficientes, contudo, para o luxímetro, seria um pouco trabalhoso sempre precisar ajusta-lo, pois precisaria de um computador para isso, e quanto a iluminação de garrafa PET, seria eficiente apenas durante um período do dia das 9h às 14h em um dia com céu limpo, em dias nublados e chuvosos não seria tão eficiente, além de que a estética do sistema não seria das mais bonitas.

7.1. LISTA DE CUSTO DO PROTÓTIPO

Tabela 2 - Lista de componentes do protótipo

Componente	Preço	
Arduino UNO	R\$	22,50
Sensor TSL2561	R\$	17,90
Display OLED 0.96"	R\$	29,90
Fios	R\$	3,00
<i>Total</i>	R\$	73,30

Fonte: Mercado Livre

7.2. COMPARAÇÃO DE LUXÍMETROS

Colocando o protótipo de luxímetro contra outros luxímetros que existem no mercado, existem algumas diferenças, desde uma melhor interface, resolução e precisão melhores

Tabela 3 - Comparação de Preços de Luxímetros

Luxímetro	Preço	
Protótipo de Luxímetro	R\$	70,00
Instrubras KR912 (Entrada)	R\$	175,00
Instrubras KR852 (Intermediário)	R\$	725,00
Gossen 5032C (Premium)	R\$	5.390,00

Fonte: Mercado Livre

Como pode-se notar, o protótipo proposto consegue ter qualidade de medição por um custo bem menor do que um luxímetro de entrada. No futuro poderá ser realizado uma pesquisa de feedback em relação aos possíveis usuários e retomar o ciclo de aperfeiçoamento do projeto.

8. BIBLIOGRAFIA

ECOLIGHTING - IS POOR LIGHTING PUTTING YOUR WORKFORCE'S HEALTH AT RISK? Disponível em <ecolightinguk.com/blog/poor-lighting-putting-workforces-health-risk/> Acesso em: 20 nov 2018.

FINOCCHIO, Marco Antônio Ferreira **LUMINOTÉCNICA E LÂMPADAS ELÉTRICAS** Apostila do Curso de Engenharia Elétrica, Disciplina Engenharia de Iluminação. Publicação interna, UTFPR-CP, 2010.

INMETRO – **CONCEITO DE METROLOGIA**, Disponível em <www.inmetro.rs.gov.br/cicmac/material_didatico/polig_conceito_metrologia.pdf> Acesso em: 20 nov 2018.

SABER ELÉTRICA – **LUXIMETRO, O QUE É E COMO USAR ESSE APARELHO**, Disponível em: <www.sabereletrica.com.br/como-usar-luximetro/> Acesso em: 20 nov 2018.

UFPR – **FOTODIODO**, Disponível em <www.eletrica.ufpr.br/edu/Sensores/2000/taijun/fotodiodos.htm> Acesso em: 20 nov 2018

EMBEDDED ARCHITECTS – **SISTEMAS EMBARCADOS**, Disponível em <<http://www.embarc.com.br/p1600.aspx>> Acesso em: 20 nov 2018

ENGINEERING360 – **LUX METER INFORMATION**, Disponível em <https://www.globalspec.com/learnmore/optics_optical_components/optoelectronics/lux_meters_light_meters> Acesso em 20 nov 2018

VETORAZZI, Egon; PIZZUTTI, Joaquim; STANGARLIN, Henrique. **ANÁLISE DO EMPREGO DE GARRAFAS PETS PARA O APROVEITAMENTO DA LUZ NATURAL EM EDIFICAÇÕES DA CIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL - RS. X Encontro nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**, Natal, 16 a 18 de setembro de 2009

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Lighting at work**. HSE, 2006. Disponível em <www.hse.gov.uk/pubnS/priced/hsg38.pdf> Acesso em 25 Janeiro 2020.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Essentials of health and safety at work**. 4ed, Reino Unido, HSE, 2014. Disponível em <<https://www.hse.gov.uk/pubns/priced/hsg268.pdf>> Acesso em 26 Janeiro 2020.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **The radiation safety of lasers used to display purposes**. HSE, 2020. Disponível em <<https://www.hse.gov.uk/pubns/indg224.htm>> Acesso em 26 Janeiro 2020.

CHARTERED INSTITUTE OF BUILDING SERVICES ENGINEERS. **Code for lighting**. CIBSE, 2004. Disponível em <<https://www.cibse.org/knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q20000008l6xiAAC>> Acesso em 26 Janeiro 2020.

CHARTERED INSTITUTE OF BUILDING SERVICES ENGINEERS. **The Industrial Environment**. CIBSE, 1999. Disponível em <<https://www.cibse.org/knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q20000008l7kDAAS>> Acesso em 26 Janeiro 2020.

CHARTERED INSTITUTE OF BUILDING SERVICES ENGINEERS. **Lighting Guide 7: Office lighting**. CIBSE, 2005. Disponível em <<https://www.cibse.org/knowledge/knowledge-items/detail?id=a0q20000008K5T2AAK>> Acesso em 14 Fevereiro 2020.

LIGHTNING INDUSTRY FEDERATION. **Lamp guide**. LIF, 2001. Disponível em <www.lif.co.uk> Acesso em 14 Fevereiro 2020.

ABNT. **ABNT NBR ISO 17025**., 2020. Disponível em < www.abnt.org.br/noticias/5694-publicada-a-versao-abnt-nbr-iso-17025> Acesso em 30 Outubro de 2020

MJINNOVATION. **Desing Thinking**., 2020. Disponível em <www.mjvinnovation.com/pt-br/design-thinking/> Acesso em 30 de Outubro de 2020

MERCADO LIVRE. **Mercado Livre, 2020**. Disponível em < www.mercadolivre.com.br> Acesso em 30 de Outubro de 2020

ANEXOS

Código Fonte Luxímetro

```
//Programa: Medidor de Luminosidade Lux com sensor TSL2561
//Autor: Arduino e Cia

#include <Wire.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <Adafruit_TSL2561_U.h>
#include <U8glib.h>

//Definicoes do display Oled
U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_NO_ACK);

//Definicoes do sensor TSL2561
Adafruit_TSL2561_Unified tsl=Adafruit_TSL2561_Unified(TSL2561_ADDR_FLOAT,12345);

int valor = 0;
String str;
int tamanho;

void draw()
{
    //Comandos graficos para o display devem ser colocados aqui
    u8g.drawRFrame(0, 16, 128, 48, 4);
    u8g.drawRFrame(0, 0, 128, 16, 4);
    u8g.setFont(u8g_font_8x13B);
    u8g.setColorIndex(0);
    u8g.setColorIndex(1);
    u8g.drawStr( 30, 13, "Lux Meter");
    u8g.setFont(u8g_font_fur25);
    str = String(valor);
    tamanho = str.length();
    u8g.setPrintPos(64-(tamanho*10), 53);
    u8g.print(valor);
}
```

```

void displaySensorDetails(void)
{
    //Informacoes basicas do sensor TSL2561
    sensor_t sensor;
    tsl.getSensor(&sensor);
    Serial.println("-----");
    Serial.print ("Sensor:      "); Serial.println(sensor.name);
    Serial.print ("Driver Ver: "); Serial.println(sensor.version);
    Serial.print ("Unique ID:  "); Serial.println(sensor.sensor_id);
    Serial.print ("Max Value:  "); Serial.print(sensor.max_value);
    Serial.println(" lux");
    Serial.print ("Min Value:  "); Serial.print(sensor.min_value);
    Serial.println(" lux");
    Serial.print ("Resolution: "); Serial.print(sensor.resolution);
    Serial.println(" lux");
    Serial.println("-----");
    Serial.println("");
    delay(500);
}

/*****
/*
    Configures the gain and integration time for the TSL2561
*/
*****/

void configureSensor(void)
{
    /* You can also manually set the gain or enable auto-gain support */
    /* No gain. use in bright light to avoid sensor saturation */
    // tsl.setGain(TSL2561_GAIN_1X);
    /* 16x gain. use in low light to boost sensitivity */
    // tsl.setGain(TSL2561_GAIN_16X);
    /* Auto-gain. switches automatically between 1x and 16x */
    tsl.enableAutoRange(true);
}

```

```

/* Changing the integration time gives you better
   sensor resolution (402ms = 16-bit data) */
/* fast but low resolution */
tsl.setIntegrationTime(TSL2561_INTEGRATIONTIME_13MS);
/* medium resolution and speed */
// tsl.setIntegrationTime(TSL2561_INTEGRATIONTIME_101MS);
/* 16-bit data but slowest conversions */
// tsl.setIntegrationTime(TSL2561_INTEGRATIONTIME_402MS);

/* Update these values depending on what you've set above! */
Serial.println("-----");
Serial.print ("Gain:          "); Serial.println("Auto");
Serial.print ("Timing:        "); Serial.println("13 ms");
Serial.println("-----");
}

void setup(void)
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Light Sensor Test"); Serial.println("");

  //Inicializa o sensor TSL
  if (!tsl.begin())
  {
    Serial.print("TSL2561 nao detectado,verifique a conexao e o endereco I2C");
    while (1);
  }
  //Exibe as informacoes basicas do sensor TSL
  displaySensorDetails();
  //Configura o sensor TSL
  configureSensor();
  Serial.println("");

  if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_R3G3B2 ) {
    u8g.setColorIndex(255);    // white
  }
}

```

```

else if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_GRAY2BIT ) {
    u8g.setColorIndex(3);          // max intensity
}
else if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_BW ) {
    u8g.setColorIndex(1);          // pixel on
}
else if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_HICOLOR ) {
    u8g.setHiColorByRGB(255, 255, 255);
}
}

void loop(void)
{
    Calcula_Lux();
    //Chama a rotina de desenho na tela
    u8g.firstPage();
    do
    {
        draw();
    }
    while ( u8g.nextPage() );
    delay(150);
}

void Calcula_Lux()
{
    sensors_event_t event;
    tsl.getEvent(&event);
    //Mostra os resultados no serial monitor
    //Intensidade da Luz medida em Lux
    if (event.light)
    {
        valor = event.light;
        Serial.print(event.light); Serial.println(" lux");
    }
    else

```

```
{  
  Serial.println("Sensor overload");  
}  
delay(250);  
}
```