



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS CERRO LARGO**  
**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**GUILHERME HENRIQUE RIMBANO NOVAES**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELA POLUIÇÃO LUMINOSA NO  
MUNICÍPIO DE CERRO LARGO**

**CERRO LARGO**

**2018**

**GUILHERME HENRIQUE RIMBANO NOVAES**

**ANÁLISE DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELA POLUIÇÃO LUMINOSA NO  
MUNICÍPIO DE CERRO LARGO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul

Orientador. Prof. Dr. Tiago Vecchi Ricci

**CERRO LARGO**

**2018**

### **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Novaes, Guilherme Henrique Rimbano  
Análise dos Impactos Provocados pela Poluição  
Luminosa no Município de Cerro Largo / Guilherme  
Henrique Rimbano Novaes. -- 2018.  
31 f.:il.

Orientador: Doutor Tiago Vecchi Ricci.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro Largo, RS ,  
2018.

1. Poluição Luminosa. I. Ricci, Tiago Vecchi, orient.  
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

GUILHERME HENRIQUE RIMBANO NOVAES

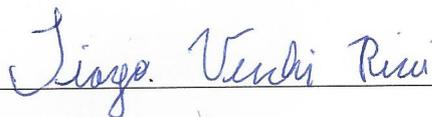
ANÁLISE DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELA POLUIÇÃO LUMINOSA NO  
MUNICÍPIO DE CERRO LARGO

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Graduação de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira sul.

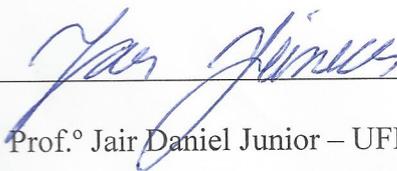
Orientador. Prof. Dr. Tiago Vecchi Ricci

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 06 / 12 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Prof.º Tiago Vecchi Ricci



Prof.º Jair Daniel Junior – UFFS



Prof.º Márcio do Carmo Pinheiro – UFFS

## RESUMO

A poluição luminosa é um fato do nosso cotidiano cuja a sua complexidade passa despercebida, pois ela não tem características visíveis ou, por muitas vezes, impacto direto com a população, diferentemente de outras poluições. Tal irrelevância não é só por parte das pessoas, é também na neutralidade da política, já que atualmente não há no Brasil legislações que regem nesse tema. O presente trabalho tem o intuito de analisar se há poluição luminosa no município de Cerro Largo e seus impactos, e como podemos mitigar essas situações e quais serão seus benefícios. O município apresenta poluição luminosa, especificamente na praça da cidade. Conclui-se que a cidade deve se planejar para um futuro de progressão urbana para que não haja maiores malefícios dessa poluição, e que de forma direta deve-se trocar as luminárias quais projetam luz para cima ou ainda as que não tenham dispersão de iluminação adequada no solo, qual é o caso dos postes. O tema de poluição luminosa deve ser abordado e compartilhado com a população para que haja mudança em larga escala e que a mesma compreenda essa problemática que é tão pouco estudada.

Palavras-chave: Poluição luminosa. Iluminação pública. Luminárias.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 CLASSIFICAÇÃO DA POLUIÇÃO LUMINOSA .....	7
2.1.1 BRILHO DO CÉU OU LUZ DIFUSA (SKY GLOW).....	7
2.1.2 OFUSCAMENTO OU BRILHO INTENSO (GLARE) .....	8
2.1.3 LUZ INTRUSA OU INVASORA (LIGHT TRESPASS OR NUISANCE).....	10
2.1.4 LUZ DESORDENADA (LIGHT CLUTTER).....	10
2.1.5 LUZ ESBANJADA OU DESREGRADA (LIGHT PROFLIGACY).....	11
2.2 O CERTO E O ERRADO EM ILIMINAÇÃO EXTERNA.....	12
2.3 ORIENTAÇÃO E TIPOS DE PROJETORES E LUMINÁRIAS.....	13
3. OBJETIVO.....	14
3.1 OBJETIVO GERAL .....	14
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	14
4. MATERIAS E MÉTODOS.....	15
4.1 ÁREA DE ESTUDO .....	15
4.2 MEDIÇÕES .....	16
4.2.1 LUXÍMETRO.....	16
4.2.2 ANÁLISES NO CENTRO DA CIDADE. ....	17
4.2.3 ANÁLISES NA UNIVERSIDADE .....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	21
5.1 ILUMINAÇÃO NOS POSTES PUBLICOS.....	21
5.2 LUMINÁRIAS NA PRAÇA E NA UNIVERSIDADE.....	24
6. CONCLUSÕES.....	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas ocorreu um sublime crescimento populacional, onde segundo o senso das Nações Unidas realizado em 2016, a população mundial atingiu 7,2 bilhões de pessoas com potencial que este valor cresça 33,3% em 2050 totalizando o número de 9,6 bilhões de habitantes no mundo (Araújo, 2017).

O crescimento populacional arrecada consigo o desenvolvimento da área urbana e também a sua expansão. Esse crescimento populacional originou várias preocupações entre o meio ambiente e a população, onde tais problemas podemos chamar de poluição (Araújo, 2017).

As poluições afetam direta e indiretamente os seres humanos, fauna, flora, economia e entre outros. Há diversos tipos de poluição, e estão entre elas a poluição do ar, poluição das águas e poluição do solo. Como essas poluições diretamente interagidas com a população, chamam maior atenção para o seu controle, mas nem toda poluição é claramente notada como as citadas acima. Uma dessas poluições é a luminosa (Araújo 2017).

Quando se trata da poluição luminosa, a legislação brasileira é bastante tímida, onde se apresentam somente em três oportunidades, sendo dois em âmbito municipal e um em âmbito federal. As primeiras citadas são das cidades de Campinas e Caeté, já a última é a Portaria do IBAMA ligada ao projeto Tamar, relacionado à vida das tartarugas.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), responsável pela normalização técnica do Brasil, contém algumas normas quais padronizam meios que podem resultar na diminuição da poluição luminosa, tais como:

- ABNT NBR 5101 / 1992 - Iluminação Pública - Fixa requisitos mínimos necessários à iluminação de vias públicas, os quais são destinados a propiciar algum nível de segurança ao tráfego de pedestres e veículos;
- ABNT NBR 5181/2013– Iluminação de túneis;
- ABNT - NBR IEC 60598 / 1999 - Luminárias;
- ABNT - NBR 15129/ 2004 - Luminárias para iluminação pública;
- ABNT NBR - IEC 60662 / 1997 - Lâmpadas a vapor de sódio a alta pressão;
- ABNT NBR IEC 1167 – Lâmpadas a vapor metálico;
- ABNT NBR – 13593 / 2003 - Reator e ignitor para lâmpada a vapor de sódio a alta pressão;

- ABNT NBR - 5123 / 1998 - Relé fotoelétrico e tomada para iluminação;
- Outras : Postes, lâmpadas a vapor de mercúrio, capacitores, conectores, etc.

A Organização Internacional de Normalização estabelece padrões para um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) dentro de diversos aspectos, tais como os resíduos sólidos, emissões atmosféricas e entre outros, sendo um desses a poluição luminosa. Para um SGA, um de seus requisitos de implementação é a aplicação da Portaria Ibama nº 11 de 30/1/95, qual está relacionada ao projeto Tamar já citado.

A ISO 14001 tem como objetivo sanar ou mitigar todos, ou quase todos, problemas que possam prejudicar o meio ambiente e solucionar de forma sustentável. Se tratando da poluição luminosa, qual afeta o meio ecológico, social e econômico, a ISO 14001 pode agregar na despoluição luminosa, assim, minimizando seus impactos. (Gargaglioni, 2007)

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 CLASSIFICAÇÃO DA POLUIÇÃO LUMINOSA**

A poluição luminosa pode ser classificada em decorrência de sua atividade humana. Há estudiosos que classificam de forma distintas, mas para esse estudo realizaremos será abordado a linha de pensamento do Chui (2009) que entende a poluição luminosa por cinco categorias: brilho (glare), luz transgressora (light trespass), luz desordenada (light clutter), luz esbanjada (light profligacy) e brilho do céu (skyglow).

Sabendo da existência de classificação da poluição luminosa, o presente trabalho apresenta cada uma das classes com sua definição e seus impactos. (Araújo, 2017)

#### **2.1.1 BRILHO DO CÉU OU LUZ DIFUSA (SKY GLOW)**

O espalhamento de luz de diferentes fontes, naturais e artificiais, na atmosfera, cria uma camada ofuscante na observação do céu. Tal cenário é chamado então de brilho do céu. Esse efeito diminui a possibilidade de enxergar os astros, como ilustra a Figura 1.

Figura 1 – Impacto da luz difusa.



Fonte: <http://diogomeira89.wixsite.com/ee07125?lightbox=image1fzn>.

Esse fenômeno varia muito com as condições climáticas, qualidade do ar e da quantidade de luz direcionada de maneira equivocada. A combinação desses fatores pode ter como exemplo a seguinte situação: dia conturbado climaticamente, ocasionando levantamento de poeiras, agregando com má qualidade atmosférica qual contem partículas, aumenta e espalha mais luz ascendente, a partir de fontes luminosas que não direcionam a luz corretamente.

O brilho de luz vem de uma crescente devido as atividades humanas junto com o crescimento populacional em grandes centros urbanos e também com projetos equivocados de iluminação pública e privada.

A astronomia tem impacto direto com esse tipo de efeito, que restringe a capacidade de analisar os objetos celestes, prejudicando o desenvolvimento de pesquisas na área.

### 2.1.2 OFUSCAMENTO OU BRILHO INTENSO (GLARE)

O ofuscamento é a porção de luz que vem em direção horizontal, que segue a linha dos olhos das pessoas que causa a cegueira momentânea, ou ainda, distração, como ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Poluição luminosa (a) antes da cobertura da fonte de luz; (b) depois da cobertura da fonte de luz.



(a)



(b)

Fonte: <http://www.lna.br/lp/definicao.html>

Esse tipo de poluição afeta a segurança da população, impedindo que um indivíduo possa observar obstáculos ou até mesmo precaver um perigo de uma pessoa mal-intencionada, ou ainda, um veículo em sua direção.

O brilho intenso é bem contraditório com a sua proposta, onde a luz que seria um artifício para auxiliar na visão das pessoas resulta em um contraste excessivo entre o claro e escuro, impossibilitando o campo de visão do indivíduo.

### 2.1.3 LUZ INTRUSA OU INVASORA (LIGHT TRESPASS OR NUISANCE)

Esse tipo de classificação pode ser relacionada como uma derivação do brilho do céu, onde consiste em uma luz qual é projetada para iluminar um determinado espaço ou objeto acaba se estendendo para outro espaço, como por exemplo uma luz de um anúncio público refletindo a janela de uma residência, perturbando os moradores na sua privacidade em seu momento de descanso, como ilustra a Figura 3.

Figura 3–Ilustração de uma Luz Intrusa ou Invasora



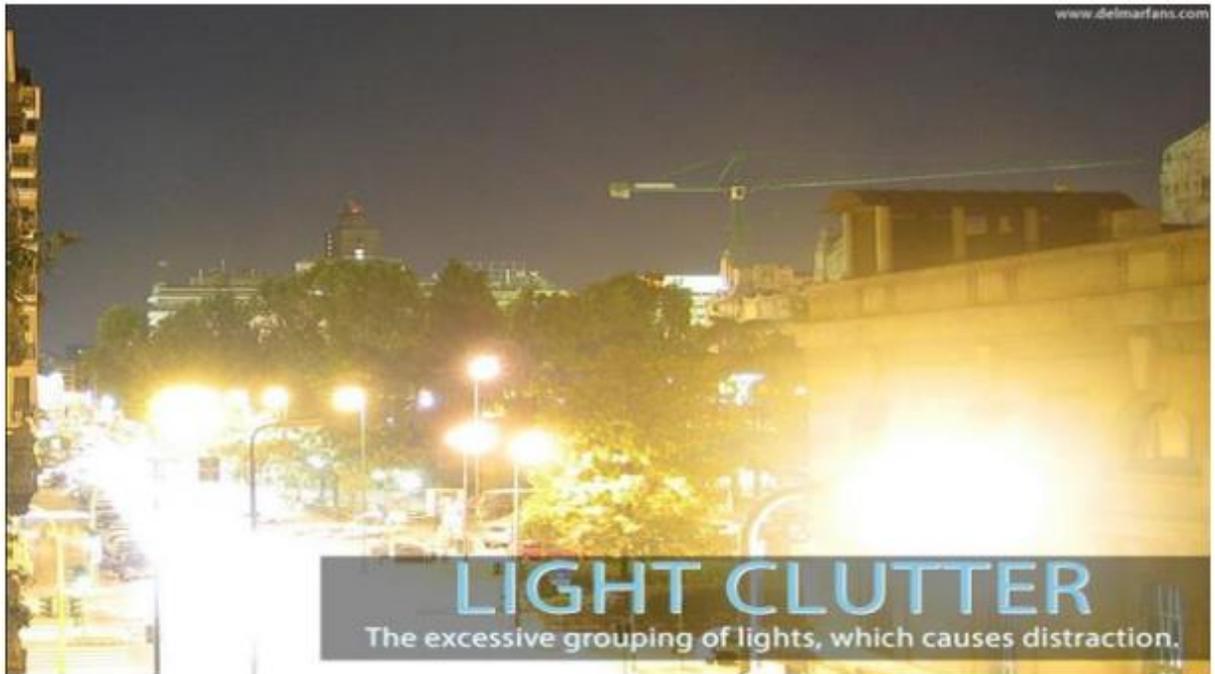
Fonte: <http://eugestor.com/editoriais/2014/07/poluicaoluminosa/>

Quando se trata do bem-estar do indivíduo, é fácil de associar à saúde do mesmo. O desconforto afeta a saúde física e psicológica do ser humano, podendo o perturbar, causando distúrbios comportamentais e até mesmo modificar o bioprocessamento de seu metabolismo, resultando em falta de apetite e produção do hormônio de crescimento.

### 2.1.4 LUZ DESORDENADA (LIGHT CLUTTER)

A luz desordenada se dá pelo excesso de fontes de luz artificial, concentrando em único espaço, resultando em um agrupamento abrasador de luzes, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Exemplo de Luz Desordenada



Fonte: <https://escidarksky.wordpress.com/types-of-lightpollution/>

A concentração excessiva de fontes de luz pode gerar distrações nos tráfegos, ocasionando acidentes. Mas tratando de parte econômica, é evidente o desperdício de energia, ocasionando um prejuízo financeiro.

#### 2.1.5 LUZ ESBANJADA OU DESREGRADA (LIGHT PROFLIGACY)

A luz esbanjada é a poluição oriunda de uma iluminação que não tem intuito de iluminar o trajeto das pessoas, simplesmente ela tem o objetivo estético, qual gera gastos, projetando a luz em sentido vertical, onde não agrega às necessidades da população. A Figura 5 ilustra como é a poluição luminosa de uma luz esbanjada.

Figura 5 – Luz Esbanjada ou Desregrada.



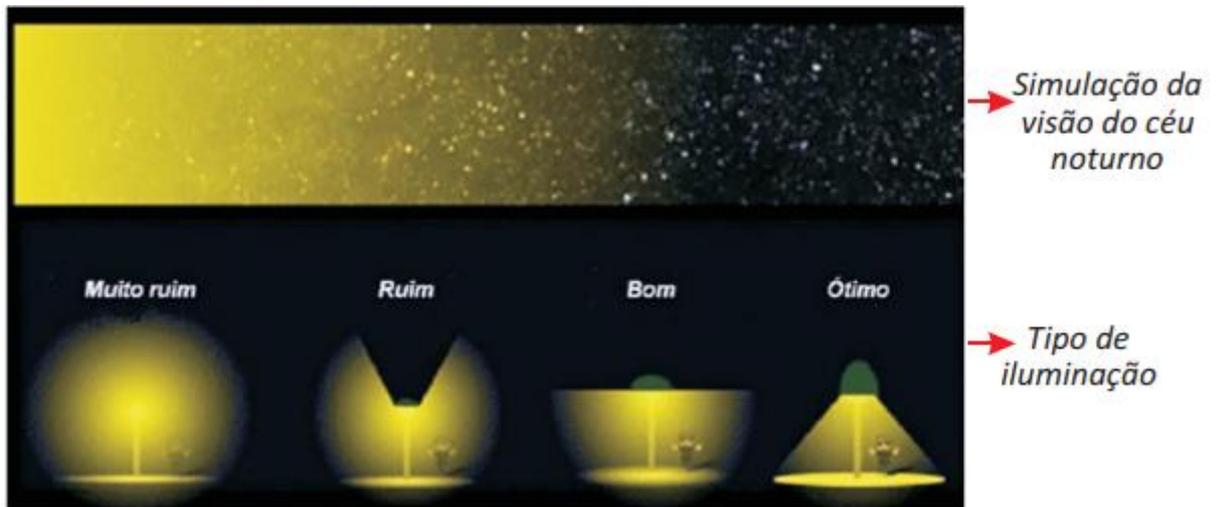
Fonte: <http://english.cntv.cn/program/china24/20130324/105100.shtml>

## 2.2 O CERTO E O ERRADO EM ILIMINAÇÃO EXTERNA

É taxado como correto a luz que incide somente no local onde há necessidade de ser iluminado, durante o tempo que não haja a iluminação natural naquele espaço. Também é utilizado as lâmpadas quais proporcionam a melhor condição de nitidez das cores.

Uma boa iluminação pode ser associada com a observação dos astros, como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Relação do tipo de iluminação com a visão do céu.



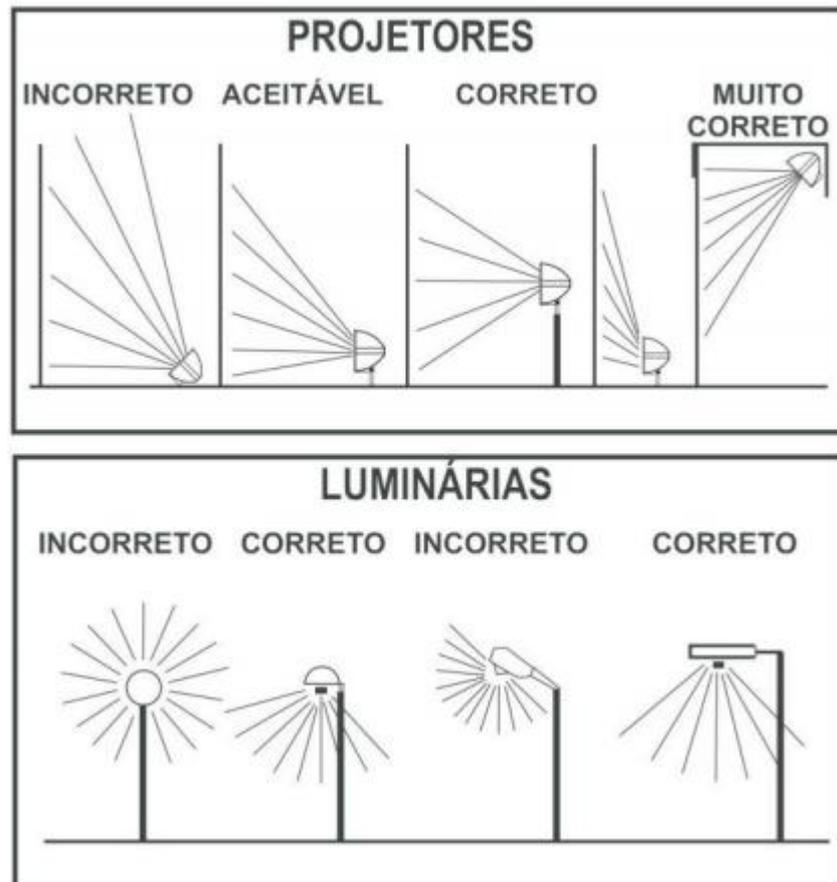
Fonte: [http://www.lna.br/lp/apostila\\_pl.pdf](http://www.lna.br/lp/apostila_pl.pdf)

A figura acima mostra que a melhor projeção de luz está totalmente direcionada para baixo, proporcionando maior visibilidade para os indivíduos, aumentando sua segurança, facilitando sua transição e conforto.

### 2.3 ORIENTAÇÃO E TIPOS DE PROJETORES E LUMINÁRIAS

Para que não ocorra a poluição luminosa, é preciso assegurar que as projeções de luzes estejam orientadas corretamente, evitando que a luz não seja direcionada em lugares indesejados (LNA, 2018). Os projetores e luminárias não podem ser instalados de maneira equivocada, ou em outras palavras, plantadas em um local sem direcionamento calculado. Para ilustrar uma boa instalação de direção das fontes artificiais de luz, a Figura 7 demonstra exemplos de más e boas práticas.

Figura 7 – Qualidade de instalações de fontes artificiais de iluminação pública.



Fonte: [http://www.lna.br/lp/apostila\\_pl.pdf](http://www.lna.br/lp/apostila_pl.pdf)

A figura acima ilustra que os feixes de luz projetados para cima são um sinônimo de má prática de iluminação. Isso deve-se ao fato de que a luz projetada para o céu causa os malefícios já citados ao decorrer do trabalho. Todavia, as projeções de luz voltadas para baixo apresentam boa prática de iluminação. (LNA, 2018). Vale ressaltar o equívoco da utilização da luminária esférica, quais são frequentemente usadas em locais públicos de lazer, como parques e praças. Como mostra a figura, a luminária esférica é uma forte contribuidora para a poluição luminosa. (LNA, 2018)

### 3. OBJETIVO

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar se há poluição luminosa no município de Cerro Largo, no estado do Rio Grande do Sul, onde fica um dos *campus* da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS

#### 3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Propor melhorias para mitigar os problemas da poluição luminosa da cidade de Cerro Largo.

## 4. MATERIAS E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO

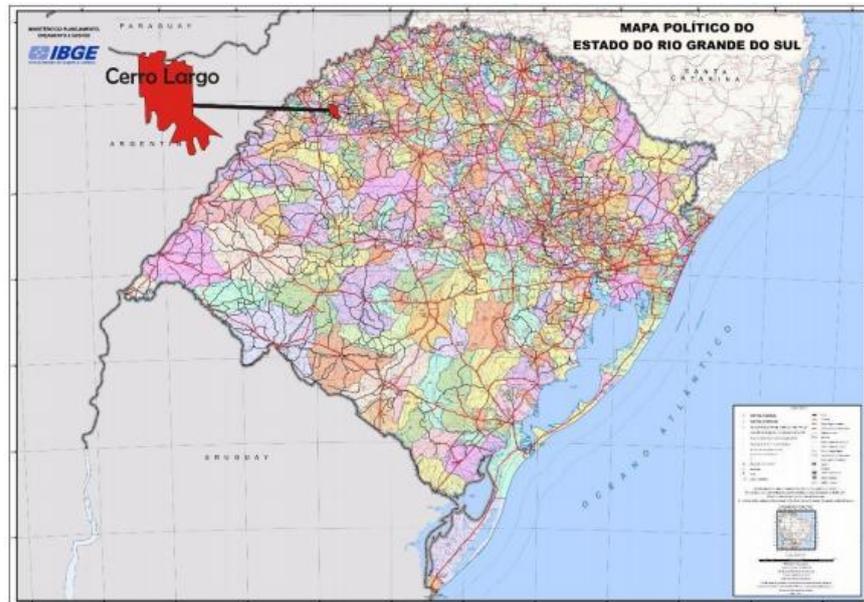
A análise da iluminação pública foi realizada no município de Cerro Largo, no estado do Rio Grande do Sul – Brasil, na latitude 28°08'49" sul e longitude 54°44'17" oeste. Na Figura 8 e 9 é apresentada geograficamente a localização do estado e o município do estudo.

Figura 8 – Estado do Rio Grande do Sul representado no mapa do território nacional.



Adaptado IBGE, 2010.

Figura 9 – Município de Cerro Largo representado no estado do Rio Grande do Sul.



Adaptado IBGE, 2010

## 4.2 MEDIÇÕES

### 4.2.1 LUXÍMETRO

Para medir o fluxo luminoso da iluminação pública de Cerro Largo, foi realizada medições através o instrumento Luxímetro Display.

Figura 10 – Luxímetro



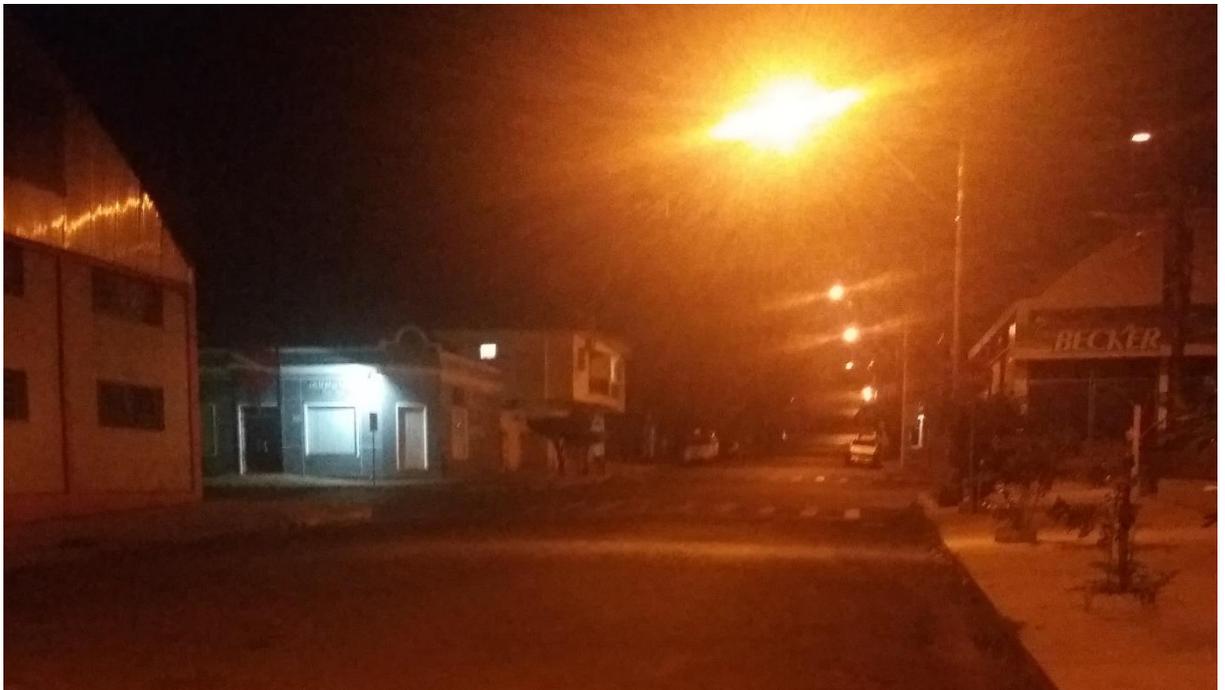
Fonte: [https://www.tecnoferramentas.com.br/luximetro-com-datalogger-e-interface-usb-minipa-mlm\\_1020/](https://www.tecnoferramentas.com.br/luximetro-com-datalogger-e-interface-usb-minipa-mlm_1020/)

#### 4.2.2 ANÁLISES NO CENTRO DA CIDADE.

No dia 22 de outubro de 2018, eu e o professor orientador, realizamos medições na região do centro. Com o luxímetro, as medições anotadas se apresentam na Tabela 1, 2, 3 e 4 nos resultados. A seguir são apresentadas imagens do local das análises.

Na praça da cidade, foi realizada medições de luminosidade das luminárias lá presentes. Da mesma forma foi realizado as medições para os postes públicos. Tais distâncias são apresentadas no item de resultados. Essa metodologia teve como intuito de observar a dispersão de iluminação na sua área ao redor.

Figura 11 – Local das análises da iluminação pública.

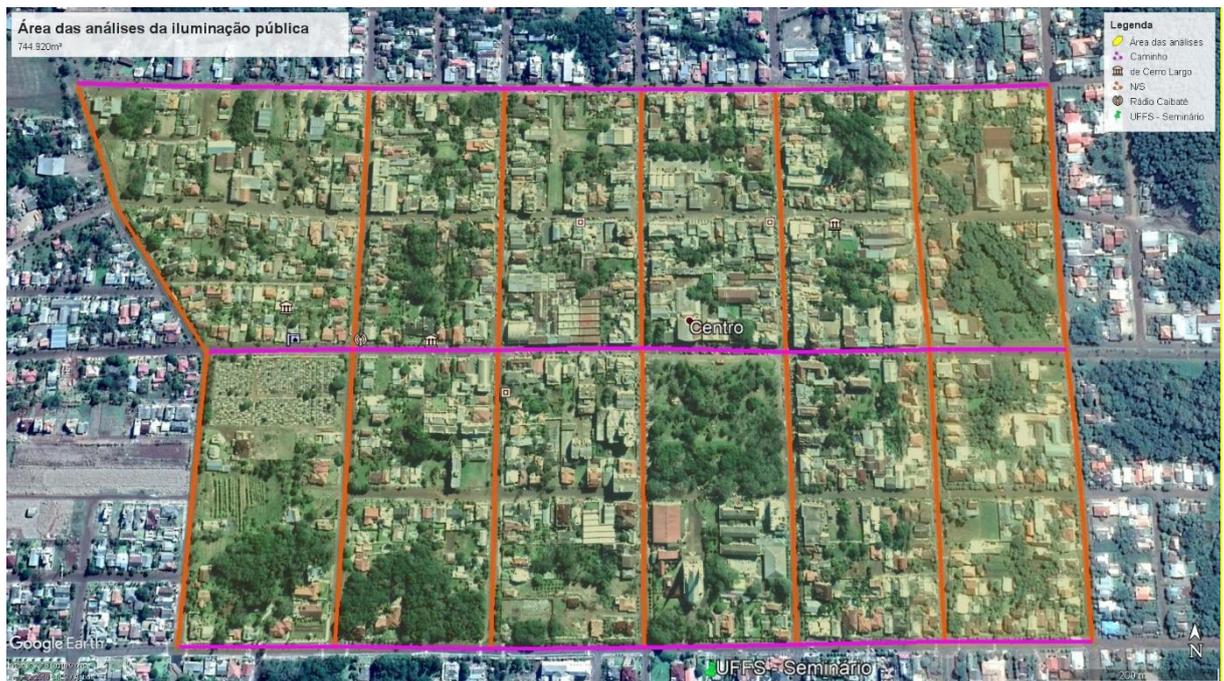


Fonte: Autor

Há de se ressaltar que análises qualitativas são bastantes significativas, e tais análises foram discutidas entre o aluno e professor com suas respectivas percepções no momento, qual o estudo tem a percepção que na iluminaria onde há vidro de proteção, a projeção de luz ela fica dispersa, diferentemente dos postes sem a tal proteção, onde supreendentemente projetam melhor a iluminação pública.

Dessa forma, foi realizado análises de todas iluminações dos postes de uma determinada região, qual se apresenta na Figura 12.

Figura 12 – Delimitação da região das análises.



Fonte: Google Earth

As ruas analisadas foram: R. Gen Daltro Filho, R. Neco Jenuário, R. Mal. Floriano, R. Sete de Setembro, R. Dr. João Sebastiany, R. Sen. Pinheiro Machado, Rua Dr Oto Flach, Av. Jacob Reinaldo Haupenthal, R. Helmuth Schmidt, Av. Cel. Jorge Frantz, R. Padre Maximiliano e R. Maj. Antônio Cardoso.

As informações das medições (quantidades de luminárias com/sem proteção em vidro) da análise das iluminações públicas com ênfase nos postes públicos, são apresentados nas Gráfico 2 no item de resultados.

#### 4.2.3 ANÁLISES NA UNIVERSIDADE

No dia 14 de novembro de 2018, nós realizamos medições com as luminárias do *campus* da Universidade, situada na Rua Jacob Reinaldo Haupenthal, 1580, Bairro São Pedro. No local encontra-se luminárias, de formato cone chinês, que se julgam melhores adequadas, devido sua parte superior ser fechada, como mostra a Figura 13.

Figura 13 – Exemplo idêntico da luminária da universidade



Fonte: <https://www.solostocks.com.br/venda-produtos/iluminacao-exterior/iluminacao-jardim/luminaria-cone-chines-6130322>

As medições na Universidade foram separadas em duas etapas, sendo elas:

- Medições com luminárias com acabamento superior (tampa);
  - Análises em solo;
  - Análises no andar superior.
- Medições com luminárias sem acabamento superior (tampa).
  - Análises em solo;
  - Análises no andar superior.

As análises em solo têm como intuito demonstra a eficácia da projeção de iluminação qual a luminária oferece. Já as análises no andar superior buscam medir a luminância projetada a cima da altura da luminária, qual essa luminância se enquadra como poluição luminosa, como visto na revisão bibliográfica. A seguir, a Figura 14 apresenta o local das análises.

Figura 14 – Local das análises das luminárias com e sem tampa.



Fonte: Autor

Para essas análises, foi medido a luminância entre as luminárias que são apresentadas na Figura 13, logo, 4 luminárias resultaram 3 amostras, sendo essas separados da seguinte forma:

- Medição 1 = medições da luminância entre 1ª luminária e 2ª luminária
- Medição 2 = medições da luminância entre 2ª luminária e 3ª luminária
- Medição 3 = medições da luminância entre 3ª luminária e 4ª luminária

No solo, cada medida foi recolhida a cada 1m de distância, perpendicularmente em direção à outra luminária ao lado, com o luxímetro no chão. A distância foi calculada com o uso de trena.

Se tratando das análises no 1º andar, nós nos instalamos na varanda do Blocos dos Professores, o mesmo que se apresenta na Figura 13, e lá realizou-se 3 diferentes medidas:

- Medições 1 = medições da luminância próximas à esquerda da sacada

- Medições 2 = medições da luminância próximas à direita da sacada
- Medições 3 = medições da luminância variando a direção

Na sacada do prédio, foi medido 1,20m de distância do início do parapeito (para as Medições 1 e 2) e 2,40m a partir do lado esquerdo da sacada para a Medição 3. O luxímetro foi direcionado para fora da sacada, perpendicular ao solo, em direção a luminária

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ILUMINAÇÃO NOS POSTES PUBLICOS

A seguir são apresentados os valores de lux dos postes com proteção de vidro e sem proteção de vidro:

Tabela 1 - Poste sem vidro (pra esquerda)		Tabela 2 - Poste sem vidro (pra esquerda)		Tabela 3 - Poste com vidro (pra direita)		Tabela 4 - Poste com vidro (esquerda)	
Distancia (m)	Luminância (lux)	Distancia (m)	Luminância (lux)	Distancia (m)	Luminância (lux)	Distancia (m)	Luminância (lux)
0,0	74,0	0,0	74,0	0,0	16,0	0,0	16,0
3,0	49,0	3,0	51,0	3,0	28,0	3,0	59,0
6,0	22,0	6,0	23,0	6,0	9,0	6,0	21,0
9,0	14,0	9,0	13,5	9,0	8,0	9,0	11,0

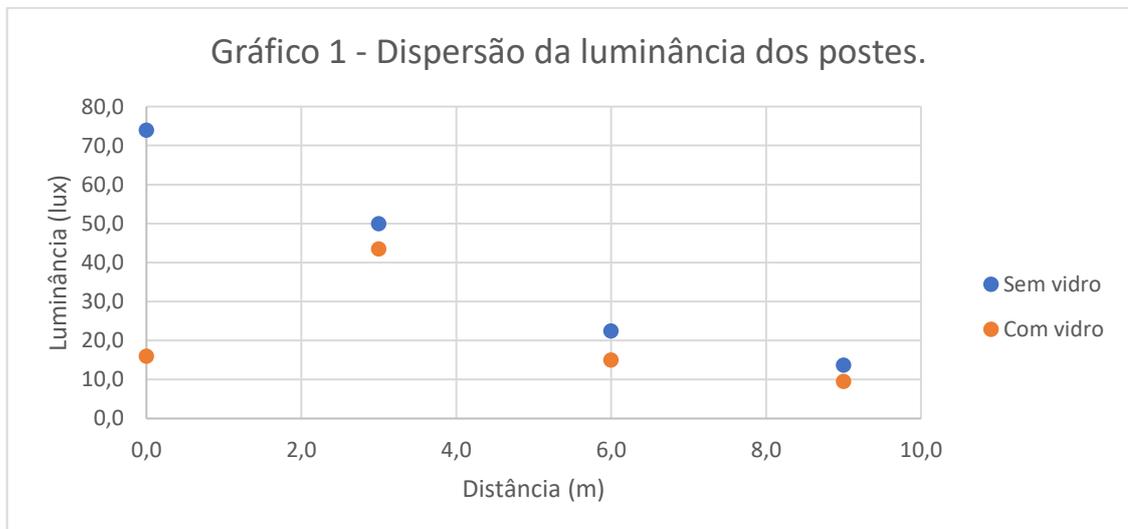
Fonte: Autor.

Como já dito no item anterior, impressionantemente os postes quais não continham a proteção de vidro apresentam melhores valores de luminosidade. Para correlacionar essa tese, com os valores medidos apresentados a cima, foi plotado um gráfico de dispersão com as médias de lux dos postes com e sem vidro, para que se possa analisar a dispersão de luminosidade.

Tabela 5 - Sem vidro		Tabela 6 - Com vidro	
Distancia (m)	Lux	Distancia (m)	Lux
0,0	74,0	0,0	16,0
3,0	50,0	3,0	43,5
6,0	22,5	6,0	15,0
9,0	13,8	9,0	9,5

Fonte: Autor

logo, o gráfico de dispersão:



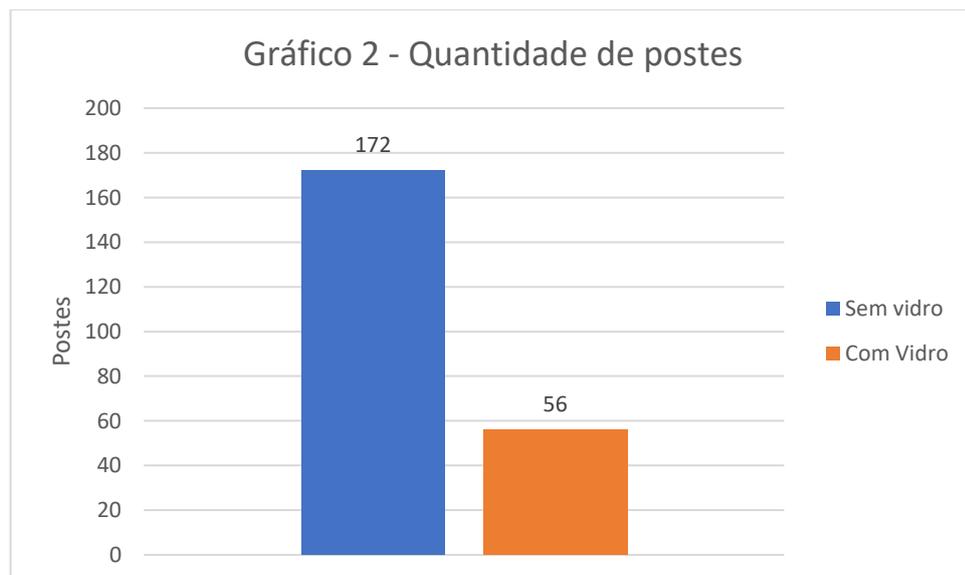
É notável a incongruência dos valores das iluminância das luminárias com vidro, onde na distância 0m onde é abaixo da própria lâmpada, não contém iluminação que poderia conter, como acontece nos postes sem vidro. Na Figura 15 pode-se notar o contraste que luminosidade que se encontra nas redondas de postes com a proteção de vidro

Figura 15 – Contraste de luz causado pelo vidro de proteção.



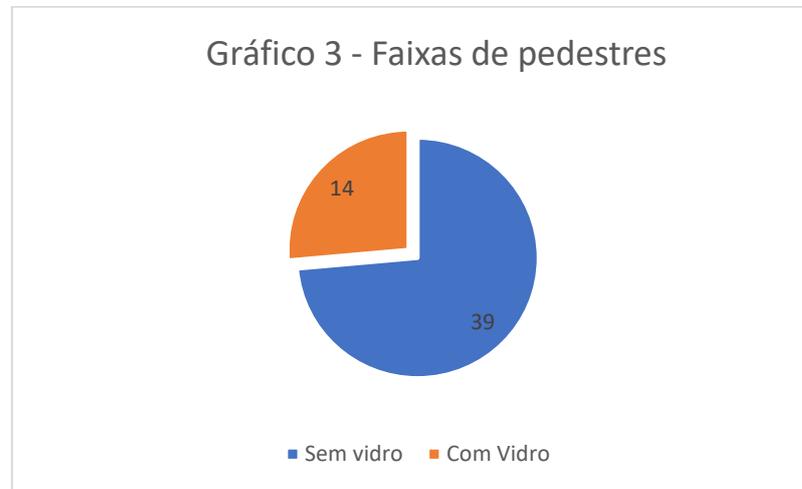
Fonte: Autor

Então, tendo em mente a eficácia qual a ausência do vidro proporciona para a iluminação pública, o levantamento de iluminação pública no do centro da cidade se apresenta pela seguinte forma:



Fonte: Autor

Junto com as quantidades de postes com iluminação pública, foi quantificado nas faixas de pedestres se a luminária mais próxima continha ou não a proteção de vidro.



Fonte: Autor

Os gráficos acima apontam que há uma parcela de 36% de postes com iluminação não adequadas na área estudada, logo, isso impacta diretamente nos gastos públicos de energia e principalmente na segurança de quem circula na região, principalmente nas faixas de pedestre que apresentam 33% de iluminação com a proteção de vidro.

## 5.2 LUMINÁRIAS NA PRAÇA E NA UNIVERSIDADE

Já se tratando na praça da matriz do município, nota-se na Figura 16 as luminárias qual projeta equivocadamente a iluminação, sendo elas as luminárias esféricas.

Figura 16 – Luminárias na praça de Cerro Largo.



Fonte: Autor

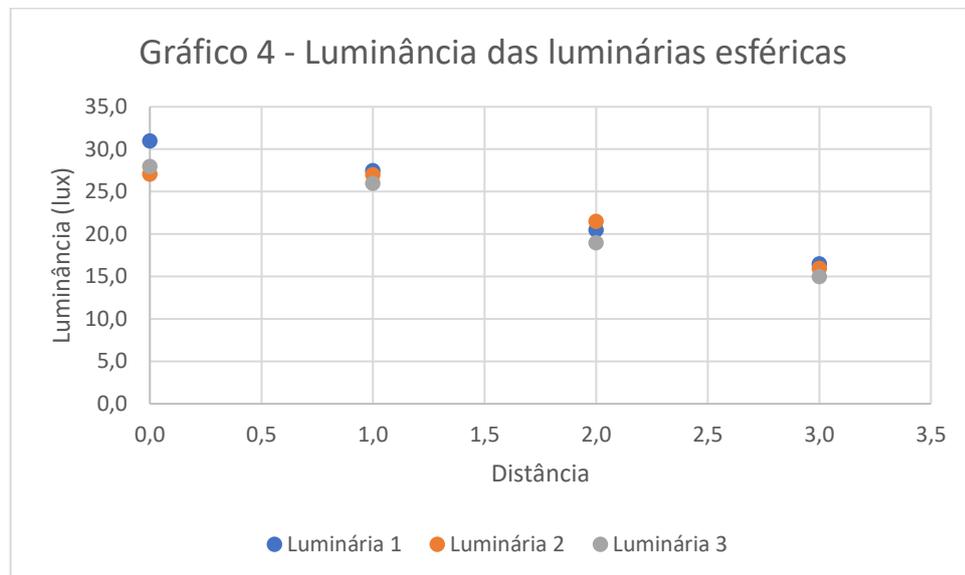
É de suma importância na região da praça do município que haja eficácia na iluminação, pois atribui para segurança da população, tendo em vista que nessa região há maior fluxo de pessoas.

As medições realizadas na praça são apresentadas em tabela seguidamente em gráfico de dispersão para análise da distribuição a luminosidade.

Tabela 7 - Luminárias esféricas

<b>Distância (m)</b>	<b>Luminária 1</b>	<b>Luminária 2</b>	<b>Luminária 3</b>
<b>(m)</b>	<b>(lux)</b>	<b>(lux)</b>	<b>(lux)</b>
3,0	16,5	16,0	15,0
2,0	20,5	21,5	19,0
1,0	27,5	27,0	26,0
0,0	31,0	27,1	28,0

Fonte: autor.



Fonte: autor.

Aparentemente a dispersão de luminosidade no solo da praça se apresenta razoável, onde há um crescimento de lux conforme se aproxima na luminária, ou em outras palavras, a iluminação decresce conforme se afasta da luminária, como é de se esperar.

A análise do parágrafo anterior parece ser simples e rasa, porém, é importante lembrar que o comportamento de luminosidade dos postes não são os mesmos, qual o pico de luminosidade é posterior à distância 0m.

Para que haja um parâmetro de comparação, segue as medições das luminárias da universidade de formato cone chinês.

Tabela 8 - Medida 1 das luminárias cone chinês com tampa

<b>Distancia (m)</b>	<b>Luminância (lux)</b>
0,0	229,0
1,0	44,2
2,0	9,0
3,0	8,0
4,0	7,5
5,0	8,9
6,0	11,3
7,0	14,8
8,0	66,5
8,7	147,0
<b>Média</b>	<b>54,6</b>

Tabela 9 - Medida 2 das luminárias cone chinês com tampa

<b>Distancia (m)</b>	<b>Luminância (lux)</b>
0,0	155,0
1,0	44,7
2,0	12,1
3,0	12,6
4,0	10,1
5,0	10,2
6,0	13,2
7,0	14,9
8,0	37,0
8,7	154,5
<b>Média</b>	<b>46,43</b>

Tabela 10 - Medida 3 das luminárias cone chinês com tampa

<b>Distancia (m)</b>	<b>Luminância (lux)</b>
0,0	182,5
1,0	34,1
2,0	9,9
3,0	9,6
4,0	8,1
5,0	8,4
6,0	10,7
7,0	12,0
8,0	50,5
8,7	240,0
<b>Média</b>	<b>56,58</b>

Com base das médias pode-se suspeitar que as luminárias da universidade são mais eficientes quando comparados as luminárias esféricas apresentadas na praça do município, e para comprovar essa hipótese, são apresentados os valores de luminâncias das mesmas luminárias sem o seu acabamento superior (tampa), que pode-se correlacionar com um modelo de luminária esférica.

Tabela 11 - Medida 1 das luminárias cone chinês sem tampa

<b>Distancia (m)</b>	<b>Luminância (lux)</b>
0,0	2,2
1,0	3
2,0	4,6
3,0	7
4,0	6,8
5,0	8,2
6,0	8
7,0	5,7
8,0	5,7
8,7	4,9
<b>Média</b>	<b>5,6</b>

Tabela 12 - Medida 2 das luminárias cone chinês sem tampa

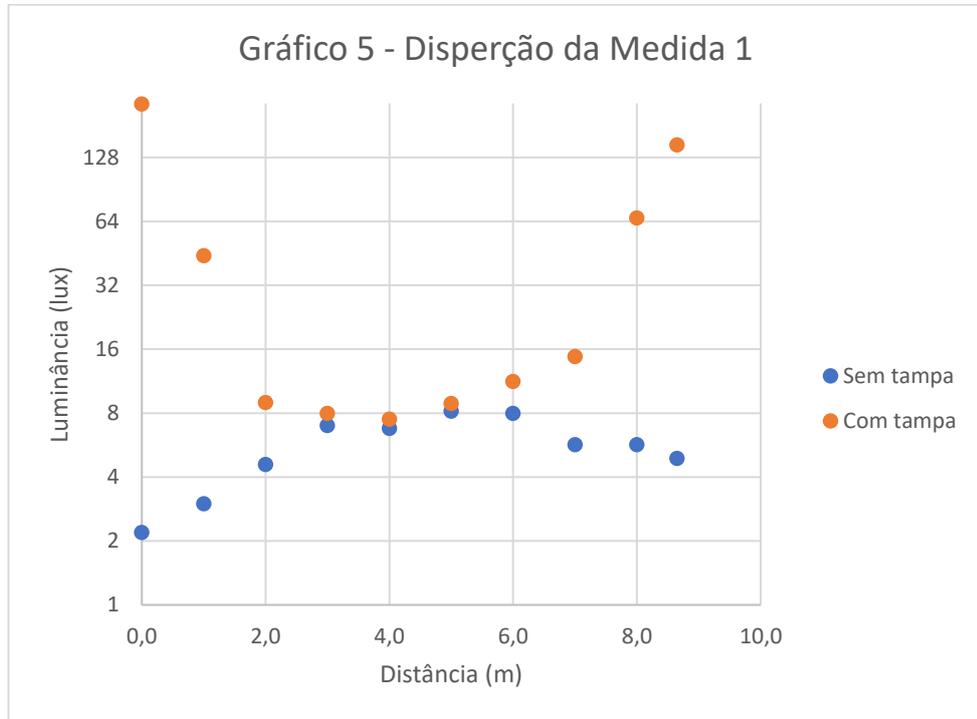
<b>Distancia (m)</b>	<b>Luminância (lux)</b>
0,0	5,2
1,0	5,4
2,0	6,2
3,0	9,5
4,0	9,1
5,0	9,2
6,0	11
7,0	10,2
8,0	4,5
8,7	3,4
<b>Média</b>	<b>7,4</b>

Tabela 13 - Medida 3 das luminárias cone chinês sem tampa

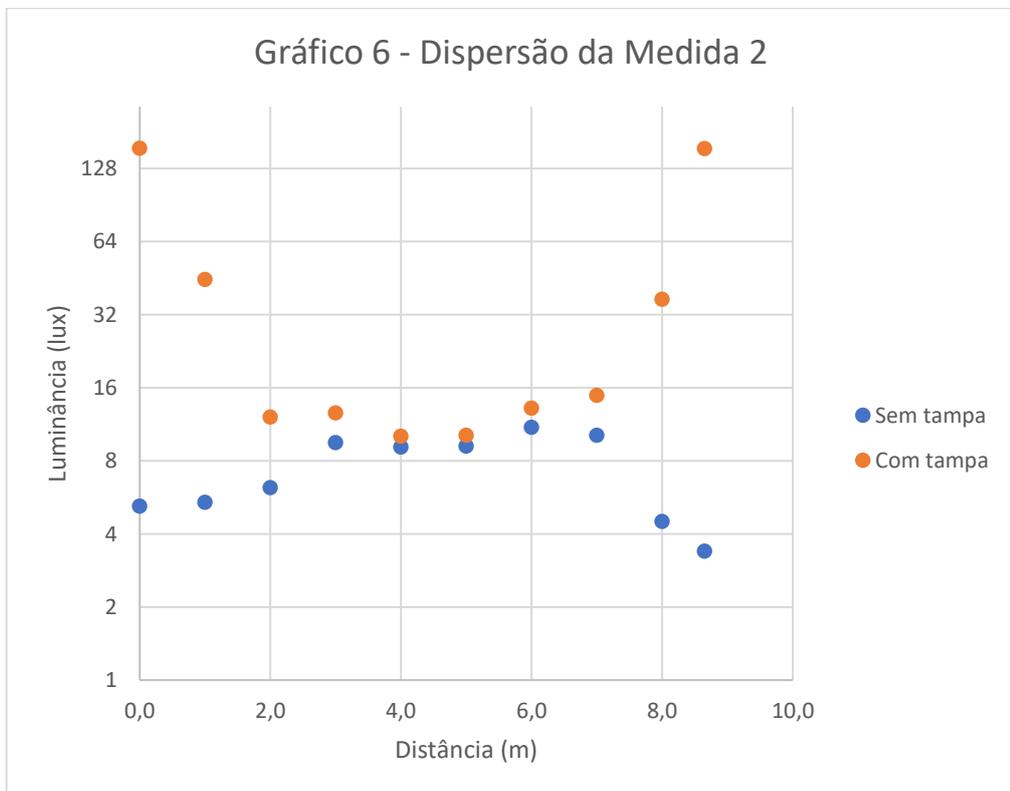
<b>Distancia (m)</b>	<b>Luminância (lux)</b>
0,0	3,8
1,0	4,4
2,0	5,5
3,0	7,6
4,0	7,3
5,0	7,3
6,0	8
7,0	5,7
8,0	2,4
8,7	1,6
<b>Média</b>	<b>5,4</b>

É perceptível a caída de rendimento quando comparado com as luminárias com tampa, isso deve-se ao fato que a luz que tem a sua direção para cima é refletida para baixo quando há acabamento superior, mas como não é o caso das medidas anteriores, a luminância de dispersa,

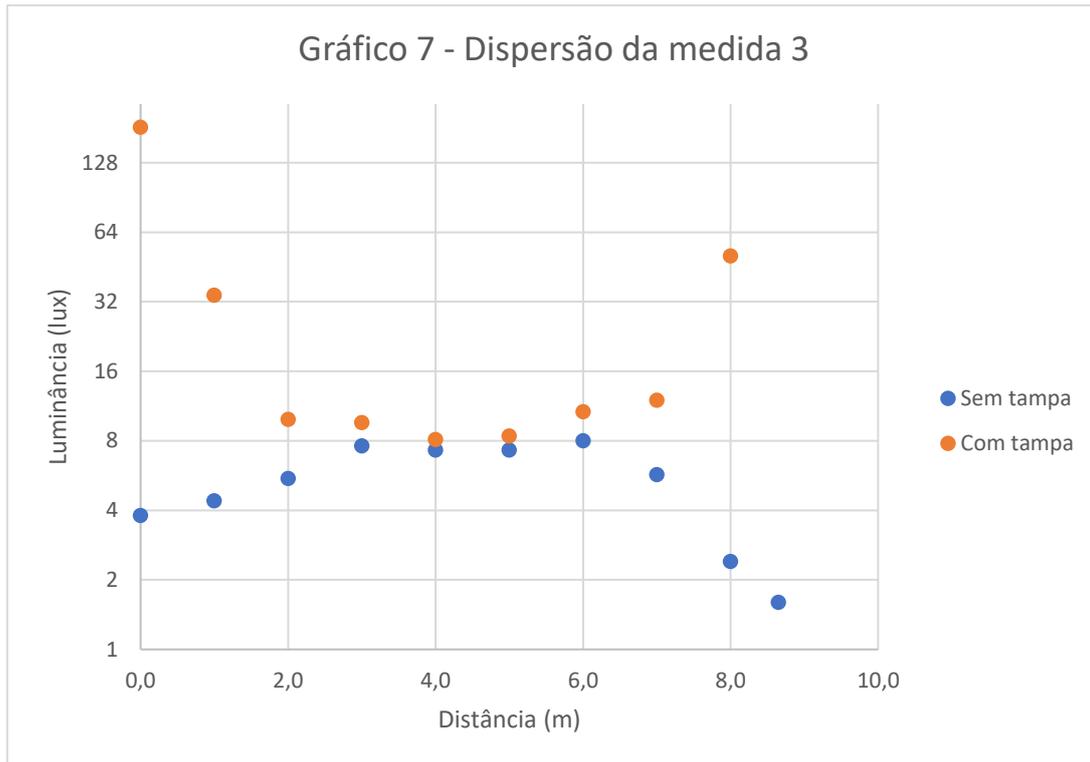
sendo então direcionada para cima equivocadamente. A seguir é apresentado gráficos de dispersão das medidas agregadas, respectivamente com a sua ordem numérica.



Fonte: Autor



Fonte: Autor



Fonte: Autor

Em todas as amostras os comportamentos com tampa se mostraram mais eficientes em relação as que se ausentam da tampa, provando cada vez mais que a luminária com acabamento superior melhora a eficácia de iluminação para baixo.

Para analisar se a iluminação é projetada para cima, é apresentado a seguir as medições realizadas acima das luminárias.

Tabela 14 - Medições na sacada com luminárias sem tampa

<b>Luminância (lux) para esquerda</b>	10,8	12	13,2	13,4	13,5	13,2	12,6	13,5	12,8	13	média 12,8
<b>Luminância (lux) para direita</b>	8,6	8,7	8,1	8,5	8,5	8,1	7,5	7,6	7,8	8,5	média 8,19
<b>Luminância (lux) variando</b>	5,3*	8*	4,5*	4*	8,4*	9,2*	6,1*	4*	4,5*	9,5*	média 6,35
*direção	meio	esquerda	direita	direita	esquerda	esquerda	meio	direita	direita	esquerda	-

Fonte: Autor

Tabela 15 - Medições na sacada com luminárias com tampa

<b>Luminância (lux) para esquerda</b>	0,7	0,8	0,8	0,3	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	média 0,75
<b>Luminância (lux) para direita</b>	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	média 0,4
<b>Luminância (lux) variando *direção</b>	0,6* meio	0,5* direita	0,4* direita	0,4* direita	0,5* direita	0,8* esquerd a	0,7* esquerd a	0,8* esquerda	0,8* esquerda	0,6* meio	média 0,61 -

Observa-se a diferença notória de luminância das luminárias com tampa em relação a sem tampa, que confirma o fato que quando não há acabamento superior na luminária, a iluminação qual poderia ser projetada para baixo ela é desperdiçada sendo lançada para cima, como acontece nas luminárias esféricas da praça de Cerro Largo.

## 6. CONCLUSÕES

Muitas das luminárias públicas da região do centro do município de Cerro Largo são equivocadas, quantificadas no item anterior e com isso já conclui-se que há poluição luminosa na região, porém, devido sua dimensão urbana ser pequena, Cerro Largo ainda não sofre ofuscamento do céu, porém, para um planejamento futuro de expansão, é de considerar com bons olhos o tema da luminosidade.

De forma imediata, a melhor maneira de aumentar a eficácia da iluminação hoje em Cerro Largo seria igualar a condição dos postes de luz, retirando então a proteção de vidro que lá estão mal planejadas. Outra medida é a troca das luminárias de forma esféricas da praça da cidade por uma que projete sua grande maioria de luminosidade para baixo, assim como as luminárias de cone chinês. Essas medidas refletem diretamente no conforto das pessoas, nos gastos públicos da cidade e na segurança.

O trabalho teve êxito em seu objetivo, onde conseguiu-se analisar em experimentos e visualmente a problemática da poluição luminosa no nosso município. A falta de referencial bibliográfico brasileiro dificultou o rendimento, de até mesmo de qual metodologia utilizar para a realização das análises, contudo, as medições realizadas convergem com o que a teoria apresenta, podendo reafirmar a importância de se abordar o assunto de poluição luminosa.

Seria ingenuidade abordar que a maior meta deste trabalho é buscar medidas mitigatórias reais para a cidade de Cerro Largo, embora isso não seja uma inverdade, mas o maior legado deste trabalho é de compartilhar o conhecimento do assunto que é tão pouco abordado e conhecido pela comunidade, devido ao fato que não há estímulo de estudos para tal tema e também falta de leis a nível federal.

O processo de mudança de uma sociedade ela pode ser imposta pelo Estado, como as leis, ou por conhecimento e participação da população. Logo, como já citado no trabalho que nosso país que é carente de legislação para tratar a poluição luminosa, o incentivo acadêmico é um ótimo passo para a desenvoltura para uma mudança pelo incentivo da população.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Araújo, J. L. **A POLUIÇÃO LUMINOSA, SUAS IMPLICAÇÕES NA CIÊNCIA E NA SOCIEDADE**. Dissertação de Mestrado, USP, 2017

Gargaglioni, S. **ANÁLISE LEGAL DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELA POLUIÇÃO LUMINOSA NO AMBIENTE**, Dissertação de Mestrado, UNIFEI, 2007

LNA, 2018, <http://www.lna.br/lp/>