

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE GRADUAÇÃO**

HÉGLIO RÁINES SILVA MUNIZ

**ESTUDO DE CASO SOBRE A EFICIÊNCIA LUMINOSA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO:
CAMPUS DE GOIABEIRAS**

VITÓRIA – ES
AGOSTO/2017

HÉGLIO RÁINES SILVA MUNIZ

**ESTUDO DE CASO SOBRE A EFICIÊNCIA LUMINOSA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO: CAMPUS DE
GOIABEIRAS**

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Héglío Ráines Silva Muniz**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Dr. Oureste Elias Batista

VITÓRIA – ES
AGOSTO/2017

HÉGLIO RÁINES SILVA MUNIZ

**ESTUDO DE CASO SOBRE A EFICIÊNCIA LUMINOSA NA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO: CAMPUS DE
GOIABEIRAS**

Parte manuscrita do Projeto de Graduação do aluno **Héglcio Ráines Silva Muniz**, apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovada em (dia), de (mês) de (ano).

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Oureste Elias Batista
UFES
Orientador

Prof. Dr. Augusto Cesar Rueda Medina
UFES
Examinador

Eng. Amanda Pereira
Examinador

A minha mãe, que sempre me apoiou nos momentos difíceis.

Agradeço a todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente no trabalho. Muitos participaram dessa jornada pessoal, oferecendo o apoio necessário. Muitos me empurraram para frente, de forma a me manter no caminho correto. Agradeço a todos.

Em especial, deixo meus agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Oureste Batista, que me acolheu em meio aos problemas existentes, dando-me a oportunidade de completar esse ciclo de minha vida.

A minha companheira, Bruna, que transformou minha vida e deu todo o suporte para findar este trabalho.

A minha mãe que nunca desistiu e sempre me acolheu de braços abertos, mostrando-me o certo e o errado e ensinando-me como ser um verdadeiro homem de valor.

RESUMO

Este trabalho busca analisar parte do sistema de iluminação externa da Universidade Federal do Espírito Santo, de forma a gerar dados sobre o consumo das luminárias e sua eficiência, bem como verificar se a atual iluminação atende os requisitos da Norma ABNT NBR 5101:2012. Com as informações levantadas, um novo projeto de iluminação foi proposto, atendendo a norma vigente, uma vez que os valores atuais não correspondem ao mínimo exigido pela NBR 5101. Tal projeto, teve como objetivo reduzir os custos com a energia e gerar ambientes mais seguros através de uma melhor iluminação do local.

Palavras Chaves: Iluminação Pública, NBR 5101:2012, segurança

ABSTRACT

This work aims to analyze part of the external lighting system of the Federal University of Espírito Santo, in order to generate data on the consumption of luminaires and their efficiency, as well as to verify if the current lighting meets the requirements of ABNT NBR 5101: 2012. With the information gathered, a new lighting project was proposed, in compliance with the current norm, since the current values do not correspond to the minimum required by NBR 5101. This project aimed to reduce energy costs and generate safer environments Through better lighting of the site.

Key Words: Public Lighting, NBR 5101: 2012, security

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Praça da Matriz, 1874, postes com iluminação a gás	19
Figura 2 - Espectro Eletromagnético	21
Figura 3 - Fluxo Luminoso	21
Figura 4 - Intensidade Luminosa	22
Figura 5 - Curva de Distribuição Luminosa	22
Figura 6 - Iluminância	23
Figura 7 - Luminância	23
Figura 8 - Comparação entre a Eficiência Energética de diferentes lâmpadas.....	25
Figura 9 - Temperatura de Cor	26
Figura 10 - Comparativo entre lâmpadas com diferentes IRCs.....	26
Figura 11 - Comparativo visual de diferentes IRCs sob uma mesma avenida	27
Figura 12 - Exemplo de Custo de Investimento	32
Figura 13 - Custo Operacional.....	32
Figura 14 - Lâmpada incandescente	34
Figura 15 - Exemplo de lâmpada de mercúrio utilizada em Iluminação Pública.....	36
Figura 16 - Exemplo de lâmpada de vapor de sódio	36
Figura 17 - Exemplo de lâmpada de vapor metálico	37
Figura 18 - Exemplo de lâmpada LED	38
Figura 19 - Exemplos de Luminárias LEDs utilizadas na iluminação pública.....	39
Figura 20 - Início corredor Norte - UFES Goiabeiras	40
Figura 21 - Mapa do corredor Norte - entrada principal	41
Figura 22 - Disposição das luminárias do corredor norte.....	42
Figura 23 - Corredor norte - foto noturna.....	42
Figura 24 - Mapa do corredor Sul - entrada sul.....	43
Figura 25 - Distribuição das luminárias no corredor sul	44
Figura 26 - Diferentes fontes luminosas no mesmo poste - corredor sul	45
Figura 27 - Corredor sul - foto noturna	46
Figura 28 - Ilustração para representação da malha de inspeção de iluminância.....	47
Figura 29 - Malha de inspeção - Corredor norte.....	48
Figura 30 - Malha de inspeção resumida - Corredor norte.....	48
Figura 31 - Corredor norte - Visão 3D - Dialux	52
Figura 32 - Corredor norte, (Gráfico de cores falsas), Potência luminosa em [lx].....	53

Figura 33 - Corredor sul - Visão 3D - Dialux.....	54
Figura 34 - Corredor sul, (Gráfico de cores falsas), Potência luminosa em [lx]	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classe de Iluminação para cada tipo de via segundo NBR 5101:12	29
Quadro 2 - Classe de iluminação para cada tipo de via (Pedestre).....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Total de energia elétrica vendida em 2015.....	15
Tabela 2 - Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação segundo NBR 5101/12.....	30
Tabela 3 - Iluminância média e fator de uniformidade mínimo (Pedestres)	31
Tabela 4 - Níveis mínimos de eficiência energética para lâmpadas incandescentes.....	35
Tabela 5 - Resumo comparativo de lâmpadas	39
Tabela 6 - Iluminância Corredor Norte – Trecho inicial – Teatro UFES até 14 metros	49
Tabela 7 - Iluminância Corredor Norte – Trecho CCHN - CT.....	50
Tabela 8 - Iluminância Corredor Sul – Trecho Centro de Educação Física	51
Tabela 9 - Tabela resumo dos resultados - simulação corredor norte	53
Tabela 10 - Tabela resumo dos resultados - simulação corredor sul	55
Tabela 11 - Economia de energia por modelo de luminária/lâmpada	56
Tabela 12 - Custo de instalação (com material) dos modelos propostos.....	56
Tabela 13 – Taxa de retorno Corredor Norte.....	56
Tabela 14 – Taxa de retorno Corredor Sul	57
Tabela 15 - Resultados obtidos das medições nos corredores norte e sul	57
Tabela 16 - Valores comparativos das iluminâncias encontradas	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCHN	Centro de Ciência Humanas e Naturais
CT	Centro Tecnológico
IRC	Índice de reprodução de cores
LDO	Lei de diretrizes orçamentárias
LED	Light emitting diode (Diodo Emissor de Luz)
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira
PROCEL/RELUZ	Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficiente
VM	Vapor de Mercúrio
VMET	Vapor Metálico
VSAP	Vapor de Sódio de Alta Pressão
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XI
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Motivação	16
1.2 Objetivo do Trabalho.....	17
1.3 Organização do Trabalho	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Evolução da Iluminação	18
2.2 Normas Vigentes	20
2.3 Conceitos de Iluminação	20
2.4 NBR 5101 – Conceitos Básicos	27
2.5 Rentabilidade de um projeto luminotécnico.....	31
2.6 Tecnologias Existentes	33
2.6.1 Lâmpadas.....	33
2.6.1.1 Lâmpada Incandescente	33
2.6.1.2 Lâmpada de Descarga.....	35
2.6.1.3 Lâmpada de Estado Sólido	38
2.6.2 Luminárias.....	39
3 ESTUDO DE CASO – ILUMINAÇÃO UFES.....	40
3.1 Corredor Norte.....	40
3.2 Corredor Sul	43
3.3 Metodologia de obtenção das Iluminâncias	46
3.4 Visão atual – Iluminância Corredor Norte	49
3.5 Visão atual – Iluminância Corredor Sul	50
3.6 Modelo Proposto – Corredor Norte	51
3.7 Modelo Proposto – Corredor Sul.....	54
3.8 Custo de Implantação x Retorno financeiro	56
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	57
5 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

APÊNDICE A – VALORES DE ILUMINÂNCIA DOS CORREDORES NORTE E	
SUL	64

1 INTRODUÇÃO

É cada vez mais comum ouvir-se falar em consumo consciente de energia. Entre 2001 e 2002 o Brasil passou por uma crise energética devido à falta de planejamento, ocorrendo o fenômeno que foi chamado de “crise do apagão”. Na década de 1970, com os choques no preço do petróleo e as discussões ambientais da década de 90, a preocupação com a eficiência energética entrou na pauta de inúmeros países da Europa (MME, 2014).

Em 2000, a Lei 9.991 foi alterada de forma a obrigar as concessionárias a fazerem investimentos em programas de eficiência energética, como destacado a seguir:

Art. 1º As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, **vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética** no uso final [...] (BRASIL, 2000. Grifo nosso)

Dessa forma, a Lei 9.991 propiciou ao setor energético capital para desenvolver soluções que visam a melhor utilização da energia elétrica.

O setor de iluminação é um dos possíveis eixos de atuação para o consumo consciente de energia. Em 2000, a Eletrobrás instituiu o Programa Nacional de Iluminação Pública e Sinalização Semafórica Eficiente (PROCEL/RELUZ), cujo objetivo era desenvolver sistemas eficientes de iluminação pública e semafórica, contribuindo para melhorar as condições de segurança e reduzir o consumo de energia elétrica (ELETROBRAS, 2015).

A Tabela 1, elaborada a partir de dados do Relatório Anual e de Sustentabilidade 2015 (ELETROBRAS 2016), indica que 4,83% da energia elétrica vendida pelas concessionárias foi destinada ao setor de Iluminação.

Tabela 1 - Total de energia elétrica vendida em 2015

CLASSE DE CONSUMO	Energia Vendida	
	2015 [MWh]	Percentual de Energia
Industrial	5.262.677,00	17,70%
Residencial	11.527.085,00	38,78%
Comercial	6.253.194,00	21,04%
Rural	2.076.915,00	6,99%
Iluminação Pública	1.436.622,00	4,83 %
Outros	2.960.647,00	9,96%
Total de Cativos	29.517.140,00	99,30%
Suprimento	207.542,00	0,70%
Total de Cativos	29.724.682,00	100,00%

Fonte: ELETROBRAS. 2016

O Relatório Anual e de Sustentabilidade 2015, indica que as ações do PROCEL/RELUZ resultaram em uma economia de energia elétrica de 120,67 milhões de kWh. Desde sua implantação, cerca de 2,78 milhões de pontos de iluminação pública em todo o país foram substituídos.

Pode ser visto então que medidas do setor de iluminação auxiliam a diminuição do consumo de energia, porém, além do fator econômico/sustentável, Aver (2013) afirma que a iluminação assume um papel fundamental na qualidade de vida e segurança da população. Nesse aspecto, uma iluminação bem projetada traz benefícios aos cidadãos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, em sua NBR 5101 (2012, grifo nosso) cita em sua Introdução:

“A Iluminação Pública tem como principal objetivo proporcionar **visibilidade para a segurança do tráfego de veículos e pedestres**, de forma rápida, precisa e confortável. Os projetos de iluminação pública devem atender aos requisitos específicos do usuário, provendo benefícios econômicos e sociais para os cidadãos, incluindo:

- a. **Redução de acidentes noturnos;**
- b. Melhoria das condições de vida, principalmente nas comunidades carentes;
- c. **Auxílio à proteção policial, com ênfase na segurança dos indivíduos e propriedades;**

- d. Facilidade do fluxo do tráfego;
- e. Destaque a edifícios e obras públicas durante a noite. [...]"

Dessa forma, o presente trabalho busca analisar a Iluminação dentro da Universidade Federal do Espírito Santo, espaço público com acesso constante de pessoas, que possui características semelhantes às utilizadas na Iluminação Pública.

.

1.1 Motivação

A Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), considerada um espaço público, possui toda uma estrutura de iluminação de vias públicas (anel viário, postes com refletores, iluminação de corredores externos), além da iluminação de ambientes internos (prédios e salas). Como espaço público, a Universidade fica sujeita a todos os problemas que a falta de uma iluminação adequada pode gerar.

Diversos casos de insegurança foram registrados na UFES com o mesmo ponto em comum: a precariedade da iluminação, dentre eles, a tentativa de estupro em abril de 2016 (NOBRES, 2016), e tentativas de assaltos no mesmo período (GORRITI, 2016).

Aliada a questão de segurança, é necessário que a Universidade Federal, como órgão público, busque formas de economizar em todas as suas áreas.

Atualmente, diversos municípios têm buscado iniciativas Público-Privadas para a substituição de suas luminárias convencionais para luminárias LEDs, cuja eficiência e custo de manutenção são melhores. Exemplos dessas cidades são: Guaratuba – Paraná (PPP BRASIL, 2016), Belo Horizonte – Minas Gerais (PPP BRASIL, 2016), São Paulo – São Paulo (PPP BRASIL, 2016) e a própria capital do Espírito Santo, que em meados de 2015 permitiu que empresas apresentassem projetos para uma parceria público-privada no setor de Iluminação Pública (PPP BRASIL, 2015).

Estudo semelhante ao desse trabalho foi realizado como dissertação de mestrado na Universidade Federal do Mato Grosso, onde foi proposta uma modificação da iluminação da

Universidade de forma a avaliar o impacto da substituição das luminárias existentes por LED (ASCURRA. 2013).

1.2 Objetivo do Trabalho

De forma a colaborar a com a segurança dos cidadãos que transitam pela UFES, campus Goiabeiras, e buscar soluções que visem à economicidade de energia, esse trabalho tem por meta propor um sistema de iluminação para o corredor que interliga a entrada principal até o Centro Tecnológico (corredor norte) e também para o corredor que interliga a entrada sul até o Restaurante Universitário (corredor sul). Apesar da Universidade possuir diversos caminhos externos para o estudo, a escolha dos corredores norte e sul se deram devido sua extensão e por iniciarem nos portões de acesso da UFES, projetando-se até seu interior.

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

- Identificar o atual sistema de Iluminação da UFES;
- Identificar o nível atual de iluminância dos corredores norte e sul;
- Identificar as normativas de iluminação para o ambiente estudado;
- Definir as tecnologias mais adequadas;
- Propor um modelo economicamente viável.

1.3 Organização do Trabalho

Esse trabalho está estruturado em cinco capítulos. No capítulo 2, será analisado o histórico da iluminação pública e seu impacto na sociedade atual, bem como serão definidos os conceitos básicos de luminotécnica. O capítulo 3 trará a visão atual da Universidade, expondo os dados coletados durante o estudo. Além disso, o capítulo trará uma proposta de mudanças para o cenário atual. O capítulo 4 analisará os principais resultados encontrados, sendo seguido pela conclusão do trabalho, em seu capítulo 5.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Iluminação Pública é um fator de grande importância para a população. Diversos órgãos reconhecidos definem a abrangência desse termo, por exemplo: a ABNT, em sua NBR 5101:2012 conceitua da seguinte forma:

3.9

Iluminação Pública

Serviço que tem por objetivo **prover de luz, ou claridade artificial, os logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais**, inclusive aqueles que necessitam de iluminação permanente no período diurno. (ABNT, 2012, grifo nosso)

A ANEEL, em sua Resolução N° 414/2010, no Artigo 5°, ao definir classes para aplicações de tarifas conceitua em seu inciso 6° a classe de Iluminação Pública da seguinte forma:

§ 6° **A classe iluminação pública**, de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público ou por esta delegada mediante concessão ou autorização, caracteriza-se pelo **fornecimento para iluminação** de ruas, praças, avenidas, túneis, passagens subterrâneas, jardins, vias, estradas, passarelas, abrigos de usuários de transportes coletivos, **logradouros de uso comum e livre acesso**, inclusive a iluminação de monumentos, fachadas, fontes luminosas e obras de arte de valor histórico, cultural ou ambiental, localizadas em áreas públicas e definidas por meio de legislação específica, exceto o fornecimento de energia elétrica que tenha por objetivo qualquer forma de propaganda ou publicidade, ou para realização de atividades que visem a interesses econômicos. (ANEEL, 2010)

Assim, o estudo da Iluminação Pública é de grande importância, uma vez que uma das características da UFES é de ser um local de livre acesso à população. A seguir será apresentada brevemente a história da iluminação bem como seus conceitos iniciais.

2.1 Evolução da Iluminação

Iluminar ambientes é uma questão antiga. Devido à necessidade de luz para enxergar objetos, o homem buscou criar dispositivos que o auxiliasse nesse aspecto. Segundo Aver (2013), foi na Inglaterra do século XV que a iluminação urbana surgiu com o intuito de amenizar a criminalidade da região. Santos (2005) complementa que no século XVII Paris ordenou que luzes fossem colocadas nas janelas de casas voltadas para a rua, também com o objetivo da redução de crimes. Foi século XVIII, em Paris, que se utilizou pela primeira vez um refletor metálico denominado *reverbere*, que permitia uma pessoa ser reconhecida a 30 passos de distância.

Até então, a tecnologia utilizava a claridade gerada pelo fogo. Rosito (2009) cita que durante o século XIX e início do século XX, lâmpadas a gás passaram a ser utilizadas em larga escala. Aver (2013) complementa que em 1854 o alemão Johann Heinrich Goebel inventou a lâmpada utilizando fibras de bambu e ampolas de vidro transparente. Treze anos após, em 1867 o engenheiro, também alemão, Werner Siemens criou o dínamo, permitindo assim a utilização industrial da eletricidade. Combinando esses dois fatores, Thomas Edison transformou a lâmpada incandescente em um produto para consumo. Por fim, o químico Carl Auer von Welsbach introduziu o filamento incandescente de metal à lâmpada de Edison.

No Brasil, o primórdio da Iluminação Pública aconteceu no século XVII, quando foram instaladas 100 luminárias a óleo de azeite na cidade do Rio de Janeiro. Já em 1874, em Porto Alegre, com a inauguração da usina do gasômetro, a Praça da Matriz, ilustrada na Figura 1, recebeu postes de iluminação pública a gás. (ROSITO, 2009).

Figura 1 - Praça da Matriz, 1874, postes com iluminação a gás



Fonte: PREFEITURA DE PORTO ALEGRE.

Disponível em < http://www2.portoalegre.rs.gov.br/vivaocentro/default.php?reg=10&p_secao=118 >

Acesso em 21 set. 2016

Aver (2013) cita que em 1887, ainda em Porto Alegre, dá-se início a operação de uma usina elétrica, iniciando assim o primeiro serviço municipal de iluminação elétrica. Essa evolução passa então a ganhar diversas cidades do Brasil.

O aumento de produção de energia, aliada ao desenvolvimento tecnológico, permitiu que diversos tipos de lâmpada fossem desenvolvidas e testadas no âmbito da iluminação pública. Lâmpadas incandescentes, de vapor de sódio, vapor de mercúrio, vapor metálico e LEDs, são exemplos dessa evolução tecnológica.

Assim, com o constante crescimento e utilização de sistemas de iluminação, normas e diretrizes foram sendo elaboradas de forma auxiliar o dimensionamento adequado para cada ambiente.

2.2 Normas Vigentes

No âmbito da Iluminação, as seguintes normas são as principais a serem consultadas de forma a auxiliar o projetista a especificar sistemas adequados:

NBR 5461 – Iluminação – Terminologia;

NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;

NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimentos;

A NBR 5410 não se aplica a Iluminação Pública, tendo pontos específicos direcionados a determinação de circuitos para iluminação de ambientes internos. A NBR 5461 é utilizada para definir todos os termos abordados nas normas de Iluminação.

Nesse trabalho, será utilizada principalmente a NBR 5101:2012, cujo escopo é definido a seguir:

1. Escopo

Esta Norma estabelece os requisitos para a iluminação de vias públicas, propiciando segurança aos tráfegos de pedestres e de veículos. (ABNT, 2012)

Para sua correta aplicação faz-se necessário entender, inicialmente, alguns conceitos básicos de iluminação.

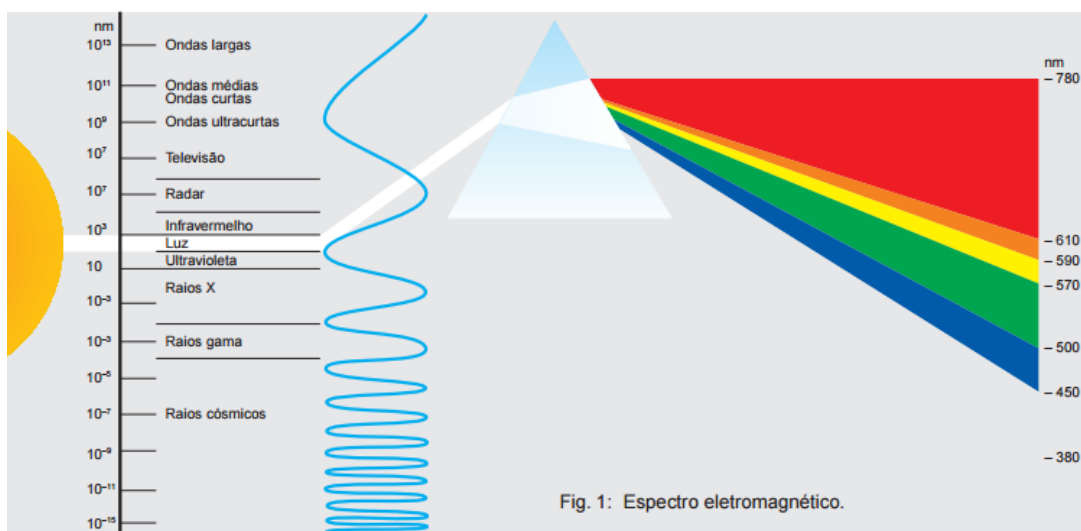
2.3 Conceitos de Iluminação

De forma a definir se uma iluminação é eficaz ou não, há de se fazer necessário à quantificação da luz emitida. Assim foram definidas grandezas que pudessem ser utilizadas para tal. A seguir estão explicados cada um dos conceitos básico de luminotécnica de acordo com o Manual de

Iluminação Eficiente, criado pela PROCEL, tomando como base as terminologias da norma NBR 5461:1991, que resume os principais elementos para cálculos luminotécnicos.

Luz - Radiação eletromagnética capaz de produzir uma sensação visual (Figura 2).

Figura 2 - Espectro Eletromagnético



Fonte: OSRAM. 2000

Fluxo Luminoso (ϕ) - Unidade [lúmen - lm]: Esse conceito representa uma potência luminosa emitida por uma fonte luminosa, por segundo, em todas as direções, sob a forma de luz, ilustrado na Figura 3.

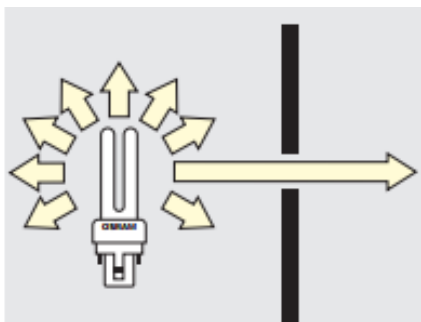
Figura 3 - Fluxo Luminoso



Fonte: OSRAM. 2000

Intensidade Luminosa (I) - Unidade [Candela - cd]: Esse conceito indica o Fluxo Luminoso irradiado na direção de um determinado ponto, conforme ilustrado na Figura 4. (OSRAM, 2000).

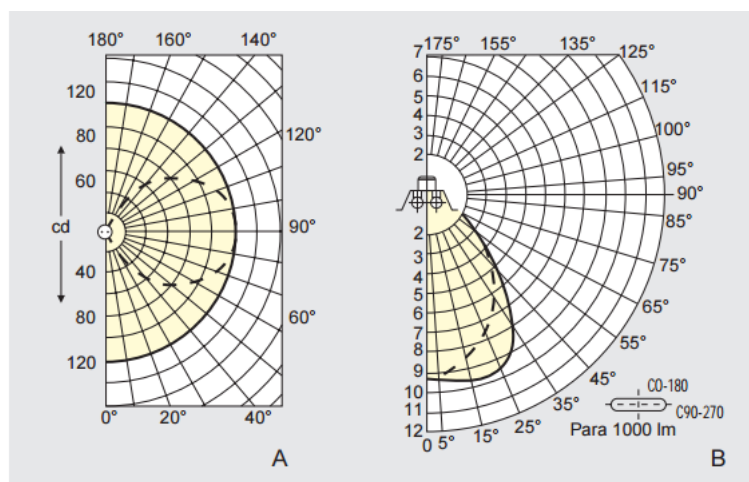
Figura 4 - Intensidade Luminosa



Fonte: OSRAM. 2000

Curva de Distribuição Luminosa (CDL) – Unidade [Candela - cd]: Essa curva representa a Intensidade Luminosa em coordenadas polares, ou seja, as intensidades luminosas nos planos transversal e longitudinal, conforme Figura 5

Figura 5 - Curva de Distribuição Luminosa



Fonte: OSRAM. 2000

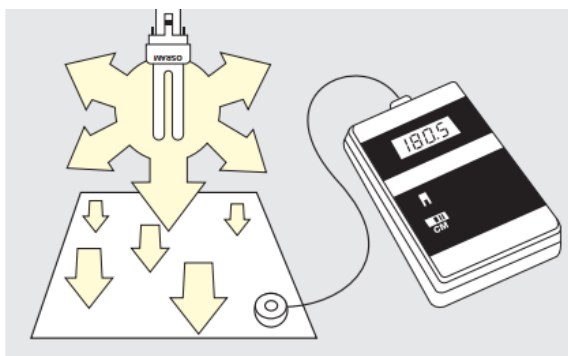
Iluminância (Iluminamento) (E) - Unidade [Lux - lx]: Pode-se definir que a iluminância é o fluxo luminoso incidente numa superfície por unidade de área. (Figura 6). A equação 1 expressa esta grandeza:

$$E = \frac{\Phi}{A} \quad \text{Eq. 1}$$

É também a relação entre intensidade luminosa e o quadrado da distância (I/d^2). Na prática, é a quantidade de luz dentro de um ambiente, e pode ser medida com o auxílio de um luxímetro.

Como o fluxo luminoso não é distribuído uniformemente, a iluminância não será a mesma em todos os pontos da área em questão. Considera-se por isso a iluminância média (E_m). Algumas das normas existentes utilizam o conceito de iluminância média para definir o valor mínimo para cada ambiente (OSRAM, 2000).

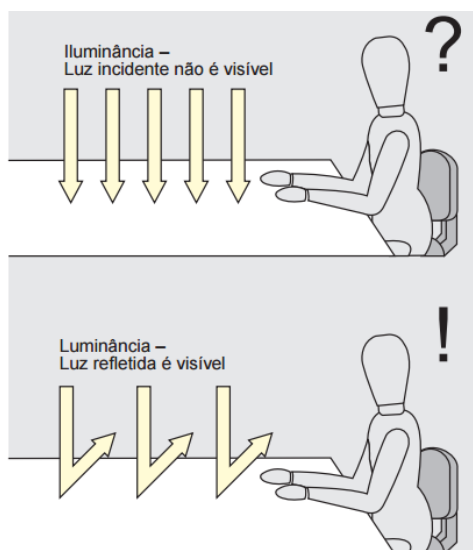
Figura 6 - Iluminância



Fonte: OSRAM. 2000

Luminância (L) - Unidade [candela / metro quadrado - cd/m^2]: Das grandezas mencionadas, nenhuma é visível, isto é, os raios de luz não são vistos, a menos que sejam refletidos em uma superfície e aí transmitam a sensação de claridade aos olhos. Essa sensação de claridade é chamada de Luminância (Figura 7). Em outras palavras, é a Intensidade Luminosa que emana de uma superfície, pela sua superfície aparente (OSRAM, 2000).

Figura 7 - Luminância



Fonte: OSRAM. 2000

A equação que permite sua determinação é:

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos(\alpha)} \quad \text{Eq. 2}$$

onde,

L = Luminância, em cd/m^2

I = Intensidade Luminosa, em cd

A = área projetada, em m^2

α = ângulo considerado, em graus

Como é difícil medir-se a Intensidade Luminosa que provém de um corpo não radiante (através de reflexão), pode-se recorrer à outra fórmula, a saber:

$$L = \frac{\rho * E}{\pi} \quad \text{Eq. 3}$$

onde,

ρ = Refletância ou Coeficiente de Reflexão

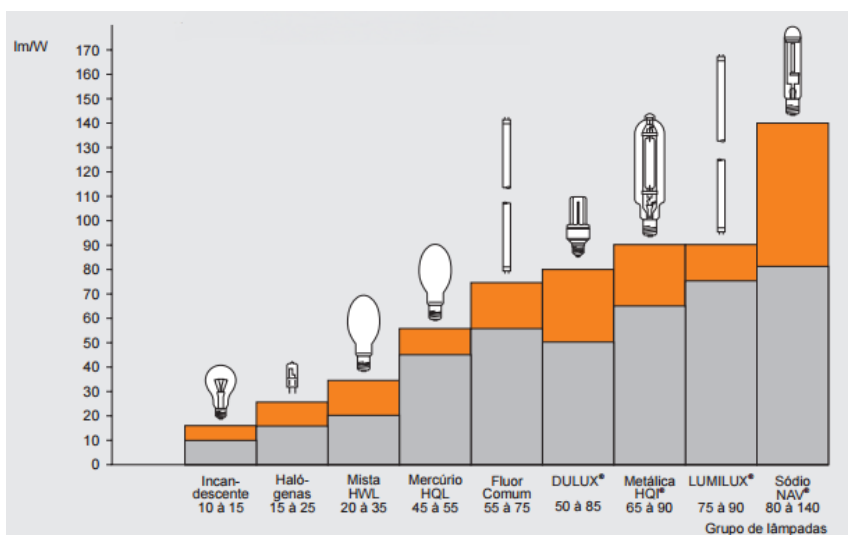
E = Iluminância sobre essa superfície

Como os objetos refletem a luz diferentemente uns dos outros, fica explicado porque a mesma Iluminância pode dar origem a Luminâncias diferentes.

Além dessas características, as diversas fontes emissoras de luz possuem grandezas próprias. Essas características devem ser levadas em conta sempre que um projeto luminotécnico for realizado, pois influenciam diretamente a percepção do espaço a ser iluminado. As características das principais fontes são descritas a seguir:

Eficiência energética (η_w) - Unidade [Lúmens por watt - lm/W]: As lâmpadas se diferenciam entre si não só pelos diferentes Fluxos Luminosos que elas irradiam, mas também pelas diferentes potências que consomem. Assim, para poder compará-las, é necessário que se saiba quantos lúmens são gerados por watt absorvido. A essa grandeza dá-se o nome de Eficiência Energética (Figura 8). (OSRAM, 2000)

Figura 8 - Comparação entre a Eficiência Energética de diferentes lâmpadas



Fonte: OSRAM. 2000

Temperatura de cor (T) - Unidade [Kelvin - K]: Essa grandeza expressa a aparência da cor da luz. Quanto maior a temperatura de cor, mais branca será a luz. Luzes definidas como “quente” são as que possuem uma aparência amarela (por exemplo, lâmpadas incandescentes) e possuem temperatura de cor baixa (3000K ou menos). As de cores “frias” tendem a aparência azul, tendo sua temperatura de cor alta (6000k ou mais). A luz emitida durante o dia, pelo sol em céu aberto, ao meio dia, possui uma temperatura de cor de 5800 K.

Um exemplo da diferença entre a mesma imagem sendo focada sob diferentes Temperaturas é visto na Figura 9.

Figura 9 - Temperatura de Cor



Fonte: OSRAM. 2000

Índice de Reprodução de cor (IRC ou R) - Unidade [R]: É a medida de correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência diante de uma determinada fonte de luz. Fontes luminosas com IRC de 100% apresentam as cores com total fidelidade e precisão. Quanto menor o índice, mais deficiente é a reprodução da cor.

Figura 10 - Comparativo entre lâmpadas com diferentes IRCs

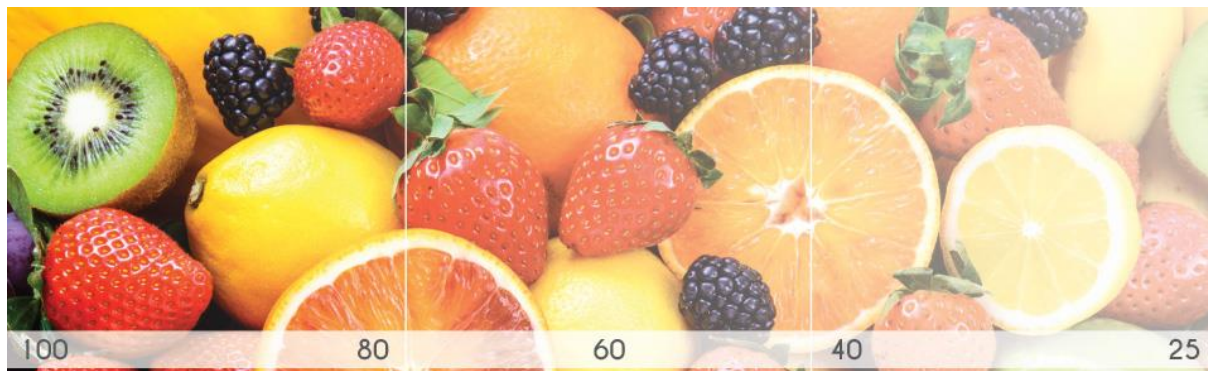


Fonte: OSRAM. 2000

Na Figura 10, a lâmpada incandescente iluminando a cena da esquerda apresenta um IRC de 100. Já a fluorescente tubular FO32/31 3000K iluminando a cena da direita apresenta um IRC de 85. Portanto, quanto maior a diferença na aparência de cor do objeto iluminado em relação ao padrão (sob a radiação do metal sólido) menor é seu IRC. Com isso, explica-se o fato de lâmpadas de mesma Temperatura de Cor possuírem Índice de Reprodução de Cores diferentes.

A Figura 11 mostra a diferença no efeito visual de lâmpadas com diferentes IRCs. Ao fundo, a iluminação pública com tecnologia LED (IRC > 70) e a frente com base na tecnologia de Vapor de Sódio (VSAP).

Figura 11 - Comparativo visual de diferentes IRCs sob uma mesma avenida



Fonte: AVANT

Disponível em: < <http://avantlux.com.br/luminotecnica/> >. Acesso em 07 de ago. 2017

Com os conceitos básicos descritos, pode-se ser trabalhada as normas que definem os valores mínimos a serem utilizados nos ambientes.

2.4 NBR 5101 – Conceitos Básicos

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), definido pela Lei Nº 9.503 de 23 de setembro de 1997, as vias públicas podem ser classificadas da seguinte forma (BRASIL, 1997):

- **Via:** superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central;
- **Via de trânsito rápido:** aquela caracterizada por acessos especiais com trânsito livre, sem interseções em nível, sem acessibilidade direta aos lotes lindeiros e sem travessia de pedestres em nível;
- **Via Arterial:** aquela caracterizada por interseções em nível, geralmente controlada por semáforo, com acessibilidade aos lotes lindeiros e às vias secundárias e locais, possibilitando o trânsito entre as regiões da cidade;
- **Via Coletora:** aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade;

- **Via Local:** aquela caracterizada por interseções em nível não semaforizadas, destinada apenas ao acesso local ou a áreas restritas;
- **Via Rural:** estradas e rodovias;
- **Via Urbana:** ruas, avenidas, vielas, ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão.

A Norma Brasileira que rege a Iluminação Pública é a NBR 5101. Esta norma fixa requisitos considerados como mínimos necessários à iluminação de vias públicas, incluindo vias para tráfego de veículos e pedestres de forma a proporcionar visibilidade e, dessa forma, aumentar a segurança dos transeuntes.

A norma brasileira ABNT NBR 5101 pode ser aplicada a sistemas de iluminação pública convencionais e também com qualquer outra nova tecnologia de iluminação, inclusive àqueles que empregam equipamentos com LEDs, já que fixa os níveis mínimos de iluminância e uniformidade das vias de acordo com sua classificação, o que não limita a sua aplicação a uma determinada tecnologia de fonte de luz.

Tendo a classificação da via, deve-se consultar a NBR 5101:2012 para verificar os níveis de iluminância e os fatores de uniformidades mínimos para cada situação. O tipo de tráfego também deve ser levado em consideração, sendo classificados como: sem, leve, médio ou intenso tanto para pedestres quanto para veículos. No Quadro 1 são apresentadas as características de cada tipo de tráfego, o que possibilitará a classificação da iluminância mínima posteriormente.

Quadro 1 - Classe de Iluminação para cada tipo de via segundo NBR 5101:12

Descrição da Via	Classe de Iluminação
Vias de trânsito rápido; vias de alta velocidade de tráfego, com separação de pistas, sem cruzamentos em nível e com controle de acesso; vias de trânsito rápido em geral; Autoestradas.	
-----	-----
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias arteriais; vias de alta velocidade de tráfego com separação de pistas; vias de mão dupla, com cruzamentos e travessias de pedestres eventuais em pontos bem definidos; vias rurais de mão dupla com separação por canteiro ou obstáculo.	
-----	-----
Volume de tráfego intenso	V1
Volume de tráfego médio	V2
Vias coletoras; vias de tráfego importante; vias radiais e urbanas de interligação entre bairros, com tráfego de pedestres elevado.	
-----	-----
Volume de tráfego intenso	V2
Volume de tráfego médio	V3
Volume de tráfego leve	V4
Vias locais; vias de conexão menos importante; vias de acesso residencial.	
-----	-----
Volume de tráfego médio	V4
Volume de tráfego leve	V5

Fonte: ABNT. 2012

Para o tráfego de pedestres, a NBR 5101 define conforme Quadro 2:

Quadro 2 - Classe de iluminação para cada tipo de via (Pedestre)

Descrição da via	Classe de Iluminação
Vias de uso noturno intenso por pedestres (por exemplo, calçadas, passeios de zonas comerciais)	P1
Vias de grande tráfego noturno de pedestres (por exemplo, passeios de avenidas, praças, área de lazer)	P2
Vias de uso noturno moderado por pedestres (por exemplo, passeios, acostamentos)	P3
Vias de pouco uso por pedestres (por exemplo, passeios de bairros residenciais)	P4

Fonte: ABNT. 2012

Feita a classificação da via e determinado o tipo de tráfego, faz-se necessário definir os parâmetros fotométricos adequados para atender a necessidade do local. Na NBR 5101 são estipulados valores mínimos para a Iluminância $E_{\min}$ e fator de uniformidade $U_{\min}$, em função do tipo da via. Estes limites estão resumidos e apresentados na Tabela 2 e Tabela 3 (COPEL, 2012).

Tabela 2 - Iluminância média mínima e uniformidade para cada classe de iluminação segundo NBR 5101/12

Classe de Iluminação	Iluminância média mínima: $E_{med,min}$ v[lux]	Fator de uniformidade mínimo: $\frac{E_{\min}}{E_{med}}$
V1	30	0,4
V2	20	0,3
V3	15	0,2
V4	10	0,2
V5	5	0,2

Fonte: ABNT. 2012

Tabela 3 - Iluminância média e fator de uniformidade mínimo (Pedestres)

Classe de Iluminação	Iluminância horizontal média (E_{med}) [lux]	Fator de uniformidade mínimo: $U = E_{min}/E_{med}$
P1	20	0,3
P2	10	0,25
P3	5	0,2
P4	3	0,2

Fonte: ABNT, 2012

A NBR 5101:2012 também recomenda, especificamente, a iluminação para espaços públicos com predominância de pedestres, como praças, parques, calçadas ou equivalentes. Segundo a norma, a distância mínima para que seja possível reconhecer algum tipo de hostilidade e que seja possível uma evasão, é de 4 metros. A essa distância, o iluminamento médio mínimo para reconhecimento facial é de 3 lux. Dessa forma, a iluminância média pode variar até 40 lux, fazendo com que o fator de uniformidade $U = E_{min}/E_{med} = 0,075$ (ABNT, 2012).

Uma vez definidos os níveis luminotécnicos, deve-se especificar os materiais a serem utilizados e a topologia de distribuição dos pontos de iluminação, de maneira a atingir os valores mínimos exigidos para cada situação sem perder de vista os custos envolvidos e principalmente a diversidade construtiva do local, por exemplo, as estruturas das redes elétricas existentes, postes, prédios, marquises, arborização ou quaisquer componentes que possam interferir na montagem do sistema de iluminação (COPEL, 2012).

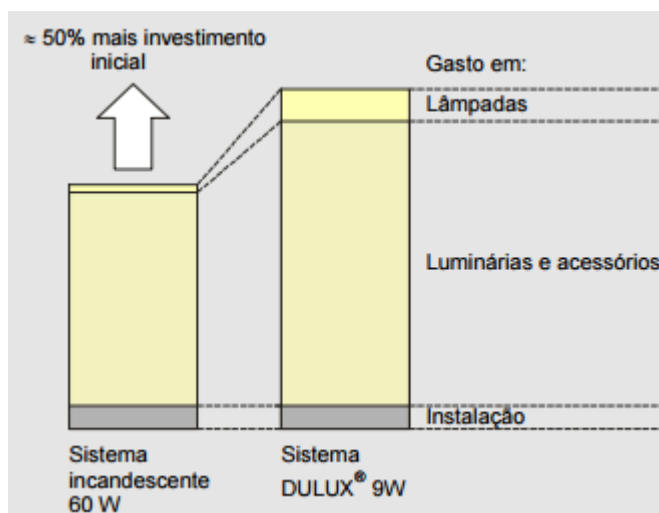
2.5 Rentabilidade de um projeto luminotécnico

Além dos fatores técnicos envolvidos na elaboração de um projeto luminotécnico, é importante que seja avaliado o custo financeiro da implantação do sistema e a economia que o mesmo irá gerar. Nesse ínterim, é importante definir-se os seguintes conceitos:

Custos de Investimento: É a somatória dos custos de aquisição de todos os equipamentos que compõem o sistema de iluminação, tais como lâmpadas, luminárias, reatores, transformadores,

ignitores e a fiação, acrescidos dos custos de mão de obra dos profissionais envolvidos, desde a elaboração do projeto à instalação final, ilustrados na Figura 12 (OSRAM. 2000).

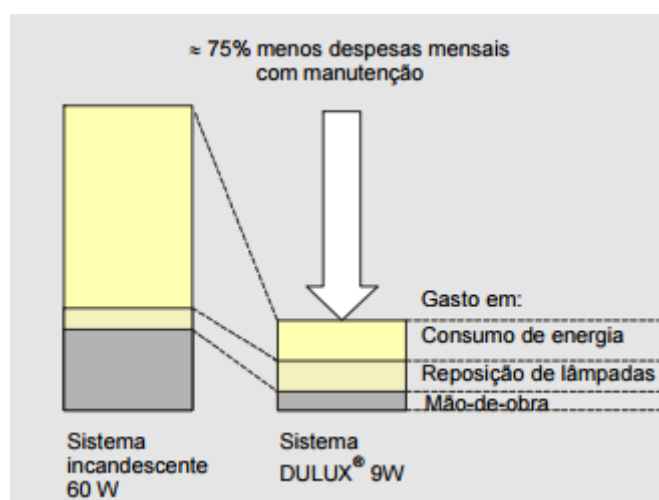
Figura 12 - Exemplo de Custo de Investimento



Fonte: OSRAM. 2000

Custos Operacionais: Segundo a OSRAM (2000), o custo operacional (Figura 13), será a somatória de todos os custos existentes após a instalação do sistema, ou seja, o custo de manutenção das luminárias (mão de obra e material), do consumo de energia do sistema. Ao se optar por um sistema mais eficiente, este custo sofre substancial redução.

Figura 13 - Custo Operacional



Fonte: OSRAM. 2000

Tendo sido calculado os Custos Operacionais e os Custos de Investimentos, é possível obter o dado se o sistema projeto será rentável economicamente.

2.6 Tecnologias Existentes

Da lâmpada incandescente ao LED. A tecnologia envolvida no ramo da iluminação evoluiu ao longo dos últimos anos. Para que haja a iluminação artificial vários itens são necessários e cada equipamento possui características específicas. A seguir, são apresentados alguns dos tipos existentes.

2.6.1 Lâmpadas

As lâmpadas, fontes de emissão de luz artificial, podem ser divididas em três grupos: incandescentes, lâmpadas de descarga e lâmpadas de estado sólido. De acordo com o ambiente e situação, uma tecnologia tende a ser mais vantajosa em relação à outra. De forma a um melhor entendimento, é mostrado a seguir as características de cada uma.

2.6.1.1 Lâmpada Incandescente

A emissão de luz na lâmpada incandescente deriva do aquecimento de um filamento espiralado devido à passagem de corrente. Segundo o MME (2010) essas lâmpadas possuem as seguintes características

[...] utilizam filamento metálico, tungstênio ou liga de tungstênio, para produzir luz por meio de incandescência gerada por passagem de corrente elétrica. O filamento de tungstênio está alojado no interior de um bulbo de vidro, cristalino ou “leitoso”, sob vácuo ou com gases quimicamente inertes em seu interior.

A Figura 14 ilustra os principais componentes de uma lâmpada incandescente.

Figura 14 - Lâmpada incandescente



Fonte: Ciência Hoje

Disponível em <<http://chc.org.br/ao-acender-a-luz/>>

A corrente elétrica atravessa o filamento de tungstênio que, ao se aquecer, emitir luz e calor. De forma que não haja a queima precoce do filamento, o bulbo possui em seu interior algum gás inerte, como argônio e nitrogênio (COPEL, 2012). Segundo Marcon (2013), apenas 10% da energia consumido é convertida em luz, o restante sendo disperso em forma de calor. Sales (2011) complementa indicando que essa lâmpada possui uma eficiência energética entre 10 e 15 lm/W.

É importante observar que a lâmpada incandescente de uso comum teve sua venda proibida ao longo dos últimos anos. Isso aconteceu, pois em 31 de dezembro de 2010, o Ministério de Minas e Energia, através da Portaria Interministerial Nº 1.007 aprovou a Regulamentação Específica de Lâmpadas Incandescentes, onde prevê níveis mínimos de eficiência energética (MME, 2010).

Conforme pode ser visto na Tabela 4, a Portaria Nº 1.007 previa que, a partir da data mencionada, apenas lâmpadas com a eficiência aludida poderiam ser comercializadas.

Tabela 4 - Níveis mínimos de eficiência energética para lâmpadas incandescentes

Lâmpadas Incandescente domésticas de 127V					
Potência (w)	Eficiência mínima				
	30/06/2012	30/06/2013	30/06/2014	30/06/2015	30/06/2016
Acima de 150	20	24			
101 a 150	19	23			
76 a 100		17	22		
61 a 75		16	21		
41 a 60			15,5	20	
26 a 40				14	19
até 40				11	15

Fonte: MME (2010)

2.6.1.2 Lâmpada de Descarga

Nessa lâmpada, a geração de luz acontece quando a corrente elétrica passa através de uma mistura de gases. Nessa categoria, as lâmpadas mais comuns são as fluorescentes (descarga de baixa pressão), vapor de mercúrio (VM), vapor de sódio (VSAP) e vapor metálico (VMET), sendo essas últimas três de alta pressão.

Lâmpada de vapor de mercúrio: Segundo COPEL (2012), essa lâmpada tem sua luz produzida através da excitação de gases pela corrente elétrica. A ionização de um gás inerte, em geral Argônio, gera o aquecimento do bulbo, de forma que o mercúrio existente evapore e gere uma luz amarelada. Após algum tempo, há a ionização do mercúrio, cujos elétrons livres colidem com o Argônio, gerando assim uma luz azulada. A Figura 15 ilustra um exemplo de lâmpada de mercúrio utilizada na Iluminação Pública.

Figura 15 - Exemplo de lâmpada de mercúrio utilizada em Iluminação Pública



Fonte: COPEL (2012)

Devido a sua composição conter altos índices de mercúrio, houve um grande incentivo para sua substituição. A substituição dessa tecnologia foi uma das principais ações do programa RELUZ.

Suas principais características são: Luz de cor branca (Temperatura de cor aproximada variante entre 3000 – 4000K), IRC entre 40 e 55 (SALES, 2011)

Lâmpada de vapor de sódio: O princípio de funcionamento da Lâmpada de Vapor de Sódio é similar à de mercúrio, tendo como diferença a utilização do Sódio em sua composição. Em termos construtivos, essa lâmpada depende de um pico de tensão na ordem de quilo Volts para ser acesa.

Figura 16 - Exemplo de lâmpada de vapor de sódio



Fonte: COPEL (2012)

Suas características são: Luz de cor amarelada (Temperatura de cor aproximada de 2000K), Baixo IRC (22) (SALES, 2011)

Uma forma de identificar visualmente a lâmpada de vapor de sódio, é que em seu interior, o tubo de descarga possui um formato de bastão contínuo, como pode ser visto na Figura 16.

Lâmpada de vapor metálico: O princípio de funcionamento dessa lâmpada é semelhante ao de vapor de sódio, sendo considerada uma evolução da tecnologia de vapor de mercúrio (COPEL, 2012). Nessa lâmpada, estão embutidos iodetos metálicos, o que confere um brilho e IRC superiores as tecnologias anteriores.

Figura 17 - Exemplo de lâmpada de vapor metálico



Fonte: Loja Elétrica.

Disponível em < <http://www.lojaeletrica.com.br/> >

Ao se observar uma lâmpada de vapor metálico, percebe-se que seu tubo de descarga não é contínuo, diferenciando-o de uma lâmpada de vapor de sódio, conforme ilustrado na Figura 17.

Principais características: Maior IRC (65 – 85), luz branca brilhante (COPEL 2012)

Lâmpada fluorescente: Apesar de seu funcionamento ser semelhante aos das lâmpadas de descarga de alta pressão citadas anteriormente, ela é classificada como uma lâmpada de baixa pressão. Para a geração de luz, uma descarga elétrica é estabilizada entre os eletrodos que ficam alojados em um invólucro de óxido de alumínio sintetizado. Nas lâmpadas fluorescentes, o invólucro apresenta uma cobertura de fósforo, que transforma a radiação ultravioleta da descarga elétrica em luz visível. (MARCON, 2013)

2.6.1.3 Lâmpada de Estado Sólido

Também conhecidas como LED (Light Emitting Diodes – Diodos emissores de luz), essa tecnologia é cada vez mais comum no ramo de iluminação. Sales (2011) afirma que a tecnologia LED se destaca por ter atingido os maiores índices de eficiência. Copel (2012) acrescenta que o LED também possui alta vida útil, elevado IRC, e que, por possuir um fecho de luz direcionado torna-se uma alternativa ao sistema de iluminação.

Figura 18 - Exemplo de lâmpada LED



Fonte: GE LIGHTING, 2015

A Figura 18 mostra um exemplo de lâmpada utilizando a tecnologia LED. Ao contrário das lâmpadas de descarga que necessitam que haja a ionização de algum gás, essa tecnologia utiliza um semicondutor que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica emite luz.

Dessa forma, a Tabela 5 resume os principais dados das lâmpadas mencionadas anteriormente. Tais informações são importantes na hora de se escolher a tecnologia a ser utilizada no local.

Tabela 5 - Resumo comparativo de lâmpadas

Tipo de Lâmpada	Temperatura de Cor [K]	IRC	Vida mediana [horas]
Incandescentes	2.700	100	1000
Vapor de Mercúrio	3000 - 4000	40-55	9000 - 15000
Vapor de Sódio	2.000	22	18000 - 32000
Vapor Metálico	3000 - 6000	65-85	8000 - 12000
Fluorescente	3000 - 6500	70 - 85	6000 - 15000
LED	2700 - 7600	>80	25000 - 40000

Fonte: Adaptado de COPEL (2012), GE (2015).

2.6.2 Luminárias

Segundo COPEL (2012), ao serem desenvolvidas, as luminárias tinham o propósito de sustentação da fonte luminosa e a conexão entre a lâmpada e a rede elétrica.

Com o desenvolvimento tecnológico, novas luminárias foram criadas buscando a proteção do conjunto ótico e um melhor direcionamento do fluxo luminoso. Existe no mercado atual diversos modelos de luminárias, cada uma com características específicas. A Figura 19 ilustra alguns modelos encontrados atualmente.

Figura 19 - Exemplos de Luminárias LEDs utilizadas na iluminação pública



Fonte: CONEXLED (2016)

Utilizando-se dos conceitos demonstrados até então, o estudo de caso específico será trabalhado nos próximos capítulos.

3 ESTUDO DE CASO – ILUMINAÇÃO UFES

A Universidade Federal do Espírito Santo, fundada em 1954, possui quatro campi universitários: um no município de Alegre, outro em São Mateus e dois campi na cidade de Vitória, um em Maruípe e outro em Goiabeiras (UFES, 2016)

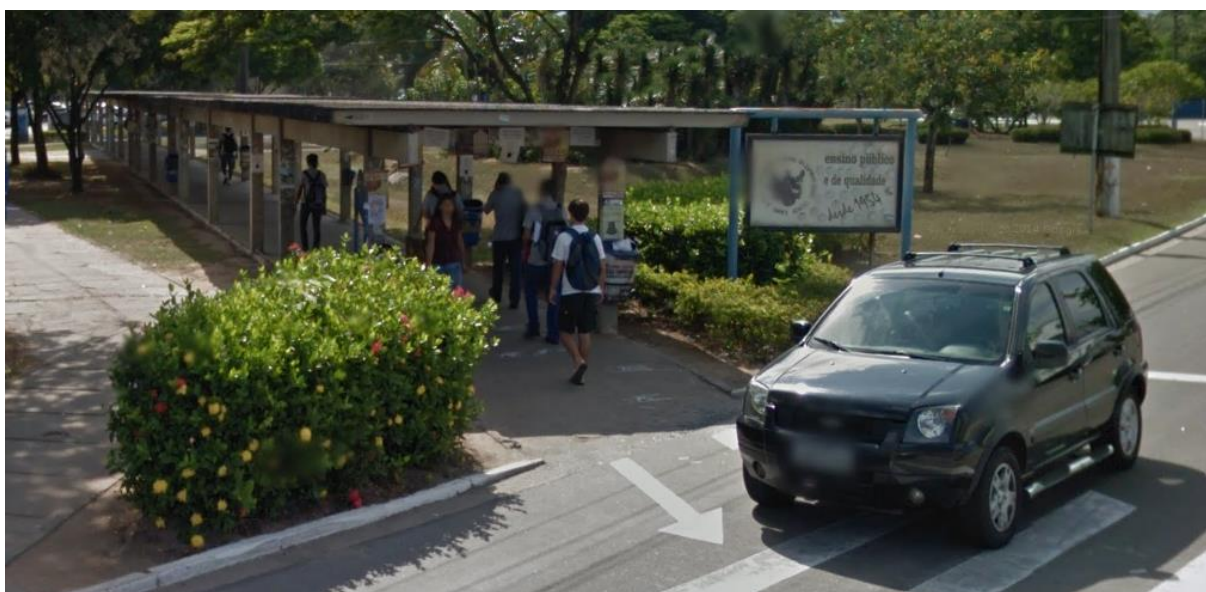
O campus de Goiabeiras, possui um fluxo diário de aproximadamente 22 mil pessoas, entre alunos, professores, servidores e visitantes (UFES, 2016). Devido ao intenso fluxo é importante que ações sejam tomadas garantindo a segurança dos transeuntes.

Nesse íterim, o presente estudo analisará a iluminação de dois corredores da Universidade que interligam suas entradas, Norte e Sul, ao interior do campus.

3.1 Corredor Norte

O corredor norte interliga a entrada principal da UFES, próximo ao Teatro Universitário, com o Centro Tecnológico. Ele possui 770 metros de comprimento, sendo iluminado por 214 lâmpadas fluorescentes tubulares de 40w distribuídas em 107 luminárias. A entrada do corredor norte está ilustrada na Figura 20.

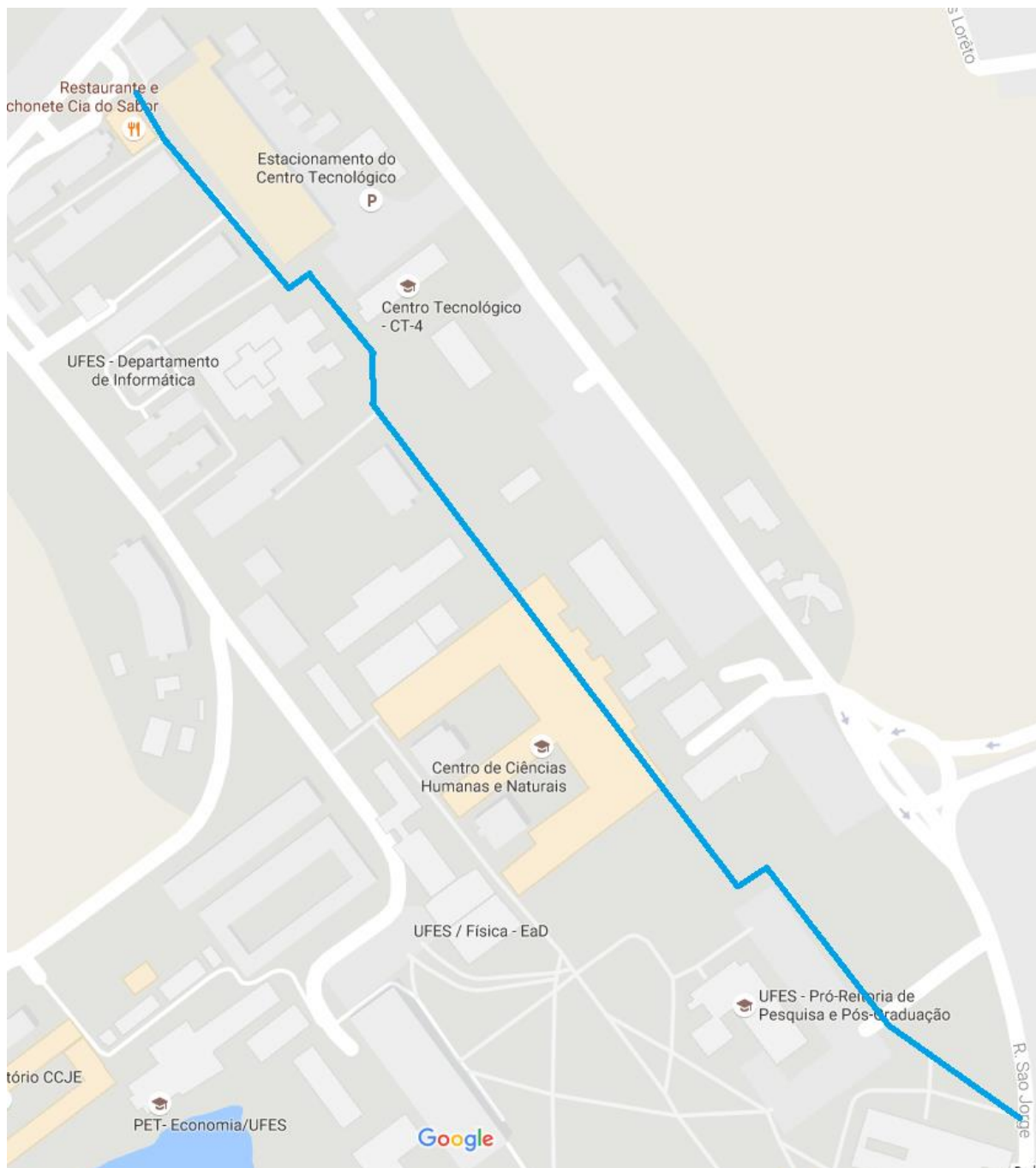
Figura 20 - Início corredor Norte - UFES Goiabeiras



Fonte: Próprio autor

A Figura 21 ilustra o percurso do corredor norte da Universidade.

Figura 21 - Mapa do corredor Norte - entrada principal



Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor

Uma das características do Corredor Norte é o fato dele ser coberto em toda sua extensão, tendo suas fontes luminosas, espalhadas de forma uniforme ao longo do mesmo. A Figura 22 ilustra a disposição das fontes luminosas do corredor norte.

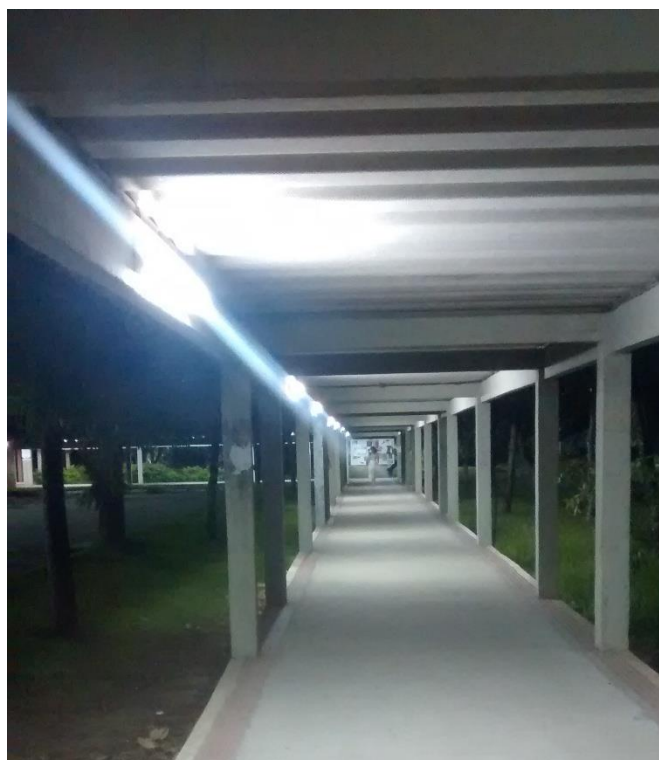
Figura 22 - Disposição das luminárias do corredor norte



Fonte: próprio autor

A Figura 23 ilustra o corredor norte a noite, mostrando a disposição das luminárias. É interessante observar os espaços escuros existentes, ou seja, áreas que possuem um baixo iluminamento.

Figura 23 - Corredor norte - foto noturna



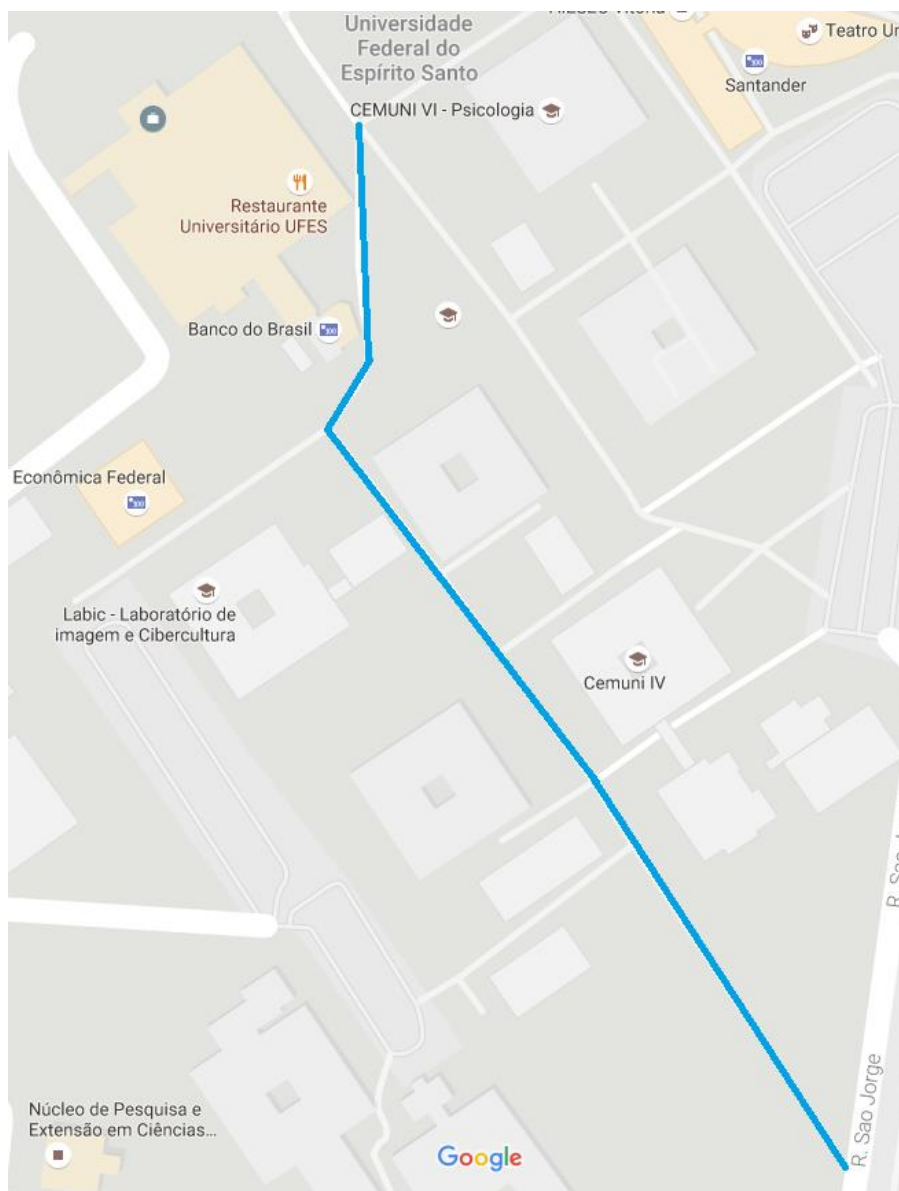
Fonte: próprio autor

3.2 Corredor Sul

O corredor sul interliga a entrada sul da UFES, próximo ao Centro de Educação Física, com o Cemuni. Ele possui 420 metros de comprimento, sendo iluminado por 16 luminárias de Vapor Metálico de 250W, espalhado em postes de aço de 6 metros de altura.

A Figura 24 indica o percurso do corredor sul da Universidade.

Figura 24 - Mapa do corredor Sul - entrada sul



Fonte: GOOGLE, modificado pelo autor

As fontes luminosas desse corredor estão dispersas de forma não homogênea ao longo do trajeto, pois, além dos postes não estarem distantes uniformemente, cada um possui mais de uma fonte luminosa, como indicado nas Figura 25 e Figura 26

Figura 25 - Distribuição das luminárias no corredor sul



Fonte: próprio autor

Figura 26 - Diferentes fontes luminosas no mesmo poste - corredor sul



Fonte: próprio autor

Pode-se observar na Figura 27 os pontos de baixo iluminamento no corredor sul. A distância elevada entre os pontos luminosos acaba por gerar zonas maiores de sombras.

Figura 27 - Corredor sul - foto noturna



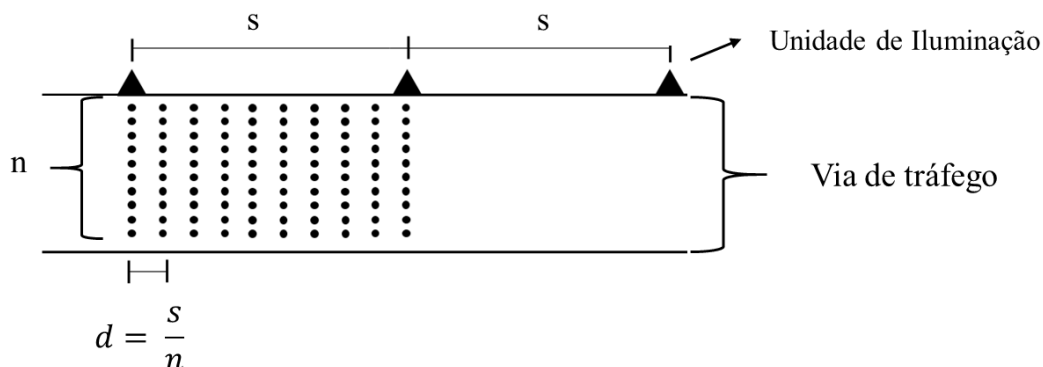
Fonte: próprio autor

Uma vez apresentado o objeto de estudo, iniciou-se o trabalho de análise dos dados obtidos e modelagem de um projeto de iluminação. Assim, com o auxílio de um luxímetro foram obtidas as quantidades de lux ao longo dos corredores. Os dados obtidos encontram-se agrupados no Apêndice A – Valores de Iluminância dos Corredores Norte e Sul. A metodologia para a obtenção dos dados encontra-se descrita a seguir.

3.3 Metodologia de obtenção das Iluminâncias

De forma a obter os valores corretos de Iluminância gerado pelas fontes luminosas, utilizou-se no trabalho um Luxímetro Digital da marca Minipa, modelo Mlm1011. A NBR 5101:2012 indica que para o cálculo da Iluminância deve-se utilizar a malha de inspeção. A Figura 28 ilustra graficamente os pontos que devem ser medidos.

Figura 28 - Ilustração para representação da malha de inspeção de iluminação



Fonte: ABNT, 2012 modificado

A equação 1 permite determinar o espaçamento longitudinal entre pontos de medição da malha de inspeção (ABNT, 2012).

$$D = \frac{S}{n} \quad (1)$$

Sendo:

S = espaçamento entre luminárias (m);

n = número de pontos transversais;

D = espaçamento longitudinal entre pontos de medição (ou cálculo) (m).

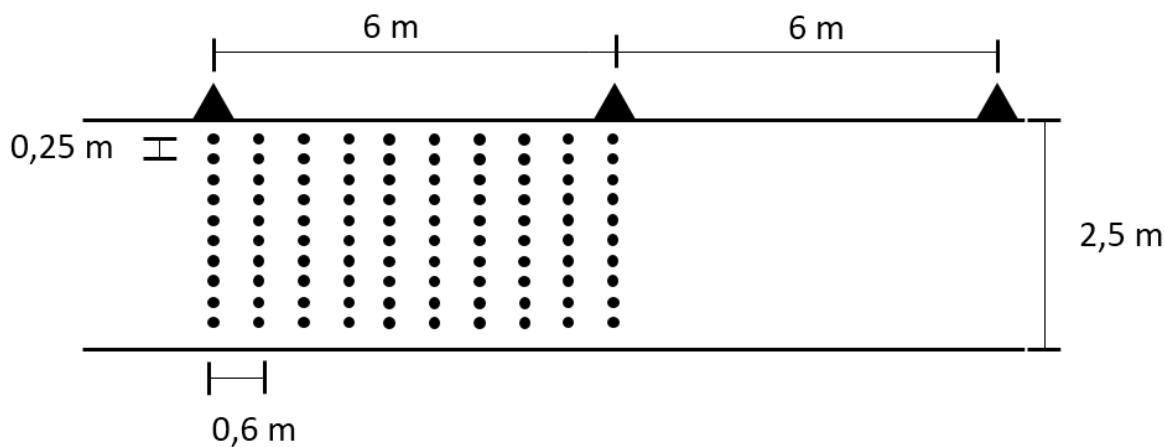
A NBR 5101:2012 recomenda também que, para distâncias de luminárias (S) inferiores ou iguais a 50 metros, (n) deve ser considerado 10 e para valores superiores a 50 metros, “ n ” é o maior inteiro dado por $D \leq 5$ ($D = \frac{S}{n}$) que é, neste caso, a distância limite entre fileiras transversais.

Para a obtenção dos dados do corredor norte, leva-se em consideração que as luminárias estão separadas numa distância de 6 metros. Assim, segundo a norma, “ n ” assumiria o valor de 10, por conseguinte, D seria:

$$D = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ m}$$

A Figura 29 ilustra como devem ser realizadas as medições no corredor norte.

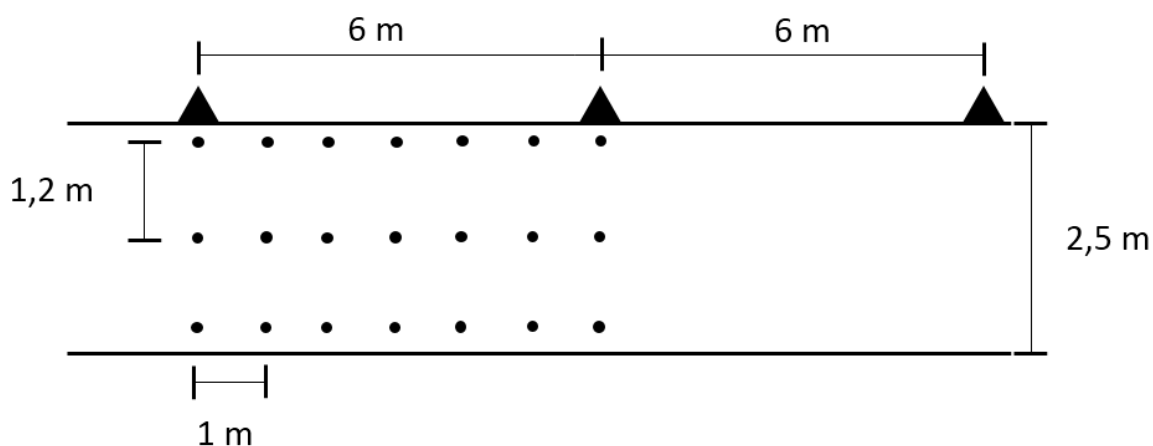
Figura 29 - Malha de inspeção - Corredor norte



Fonte: próprio autor

Porém, na prática percebeu-se que, devido a distância entre as luminárias serem bem menores do que o praticado em vias públicas, assim como a largura do corredor, os valores de iluminância não possuíam diferença entre pontos tão próximos, surgindo uma diferença significativa apenas após um metro entre si. Assim, para facilitar a leitura dos dados, unificaram-se os pontos, tornando a malha analisada conforme Figura 30

Figura 30 - Malha de inspeção resumida - Corredor norte



Fonte: próprio autor

Para o corredor sul, o cálculo de inspeção de malha teve outro fator impactante. Os postes existentes ao longo do trajeto não possuem espaçamentos uniformes, variando de distâncias de 30 a 80 metros. Utilizando a mesma regra utilizada pela NBR 5101:2012, utilizaríamos “n”

como 10 sempre que a distância fosse no máximo 50 metros, e na maior distância entre luminárias (80 metros), “n” valerá 16. Porém, assim como no caso anterior, o corredor sul possui uma largura bem menor do que a de vias de tráfego (2,5m). Dessa forma, para realizar a leitura utilizaram-se as mesmas medidas anteriores para que possam ser comparadas com os modelos que serão propostos no próximo capítulo.

De forma a obter o melhor resultado, as medições foram realizadas no período noturno, após as 22:00 horas, evitando assim a interferência luminosa natural.

O resumo dos dados obtidos nos dois corredores encontram-se no Apêndice A – Medidas de Iluminâncias – Corredores norte e sul e será abordado de forma mais específica no tópico a seguir.

3.4 Visão atual – Iluminância Corredor Norte

Como dito anteriormente, o corredor norte possui suas luminárias distribuídas de forma mais uniforme ao longo de seus 770 metros de extensão. Durante as medições, observou-se que, apesar da distribuição das luminárias serem uniformes, a posição da luminária, lateralmente a parede do corredor, faz com que a iluminância não seja bem distribuída. A Tabela 6 indica a dispersão em alguns pontos do corredor.

Tabela 6 - Iluminância Corredor Norte – Trecho inicial – Teatro UFES até 14 metros

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
0	0	0	0		
1	0	0	0		
2	0	0	0		
3	0	0	0		
4	3	2	0		
5	12	2	1		
6	740	40	13	Lâmp. Fluor. x 2	
7	76	10	6		
8	35	8	4		
9	3	2	1		
10	3	2	1		
11	3	1	1		
12	3	1	1		
13	3	1	1		
14	3	1	1		
15	24	3	1		

Fonte: Próprio autor

Observa-se uma concentração maior de iluminância nas proximidades da luminária (lado esquerdo, local instalado), e uma região sem iluminação, afastado da luminária.

Ainda no corredor norte, verificou-se um trecho com um bom iluminação. Do trecho compreendido da entrada do Centro de Ciência Humanas e Naturais – CCHN – até a proximidade do Centro Tecnológico, as luminárias encontravam-se instaladas no teto, tornando a dispersão mais uniforme, conforme indicado na Tabela 7.

Tabela 7 - Iluminância Corredor Norte – Trecho CCHN - CT

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
368	3	2	3		
369	3	2	3		
370	3	2	3		
371	3	2	3		
372	17	11	13		
373	43	48	49		
374	101	128	114		
375	240	390	280	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
376	119	240	180		
377	99	118	127		
378	47	67	60		
379	77	71	69		
380	81	94	99		
381	115	197	201		
382	221	371	287	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	

Fonte: Próprio autor

As análises mostraram também diversos trechos com baixíssimo iluminação pois os pontos luminosos não estavam funcionando, ou seja, as lâmpadas estavam queimadas. De todo o percurso do corredor norte, 74 lâmpadas encontravam-se queimadas, o que corresponde a um total de 34,57% das lâmpadas desse trecho analisado.

3.5 Visão atual – Iluminância Corredor Sul

Diferente do corredor norte, os pontos luminosos estavam distribuídos de forma disforme, o que gerou diversas regiões com baixo iluminação. A Tabela 8 indica essa disparidade encontrada.

Tabela 8 - Iluminância Corredor Sul – Trecho Centro de Educação Física

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
54	1	1	1		
55	1	1	1		
56	1	1	1		
57	1	1	1		
58	3	2	1		
59	20	10	3		
60	119	97	81	Projektor x4	Poste 2 - aqui
61	256	187	130		
62	286	188	140		
63	271	160	144		
64	200	100	98		
65	96	50	43		
66	16	7	5		
67	4	3	2		
68	3	1	1		
69	1	1	1		
70	1	1	1		
71	1	1	1		
72	1	1	1		
73	1	1	1		
74	1	1	1		
75	1	1	1		

Fonte: Próprio autor

Nos primeiros metros próximo a fonte luminosa, o iluminamento mostrou-se satisfatório conforme as normas da ABNT, porém, a medida que as medidas foram realizadas no decorrer do percurso, zonas praticamente sem iluminação surgiram. Trechos com 50 metros ou mais com apenas 1 lux, ou seja, trechos longos sem iluminação.

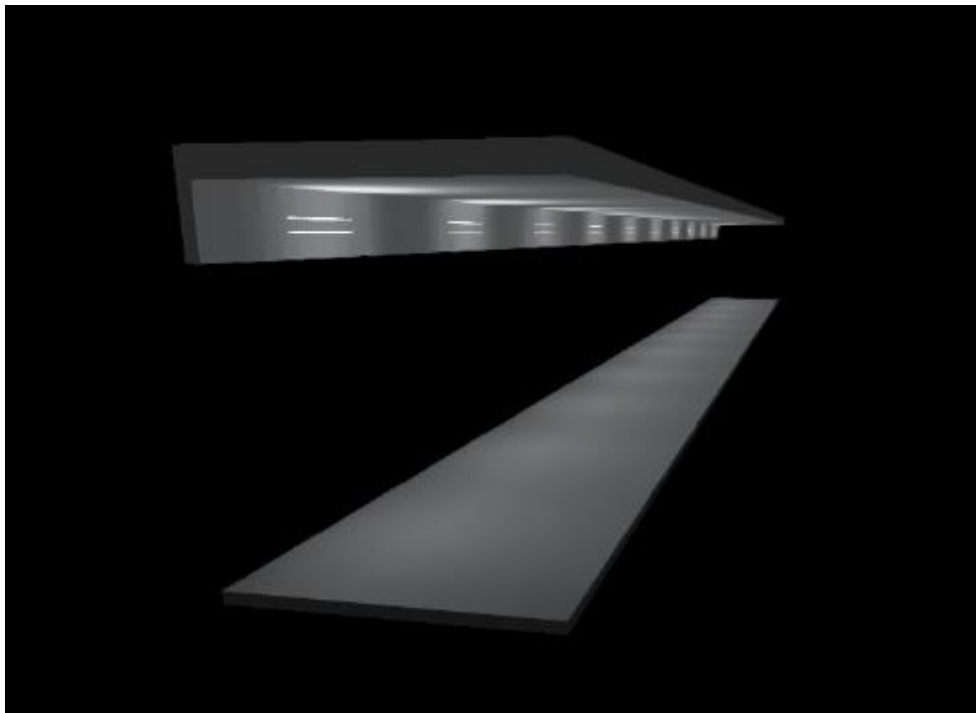
Analisada a situação atual, é necessário verificar se existe um modelo melhor para ser inserido no local. Para verificar se uma determinada tecnologia será eficiente ou não antes de sua instalação, é possível utilizar-se de softwares de simulação. Para o projeto em questão, utilizou-se o programa Dialux, distribuído gratuitamente no domínio <http://www.dial.de>.

3.6 Modelo Proposto – Corredor Norte

De forma a diminuir os custos de implantação de novas luminárias no corredor norte, o projeto tomou como base a manutenção das luminárias existentes, trocando as lâmpadas fluorescentes tubulares, por lâmpadas LEDs tubulares.

Utilizou-se o modelo computacional da lâmpada LED tubular da marca Conexled, modelo CLN T14, disponibilizada gratuitamente pelo próprio fabricante. A Figura 31 mostra a simulação das luminárias no corredor norte. Para tal simulação, mantiveram-se o número de lâmpadas (214), substituindo-as por LEDs.

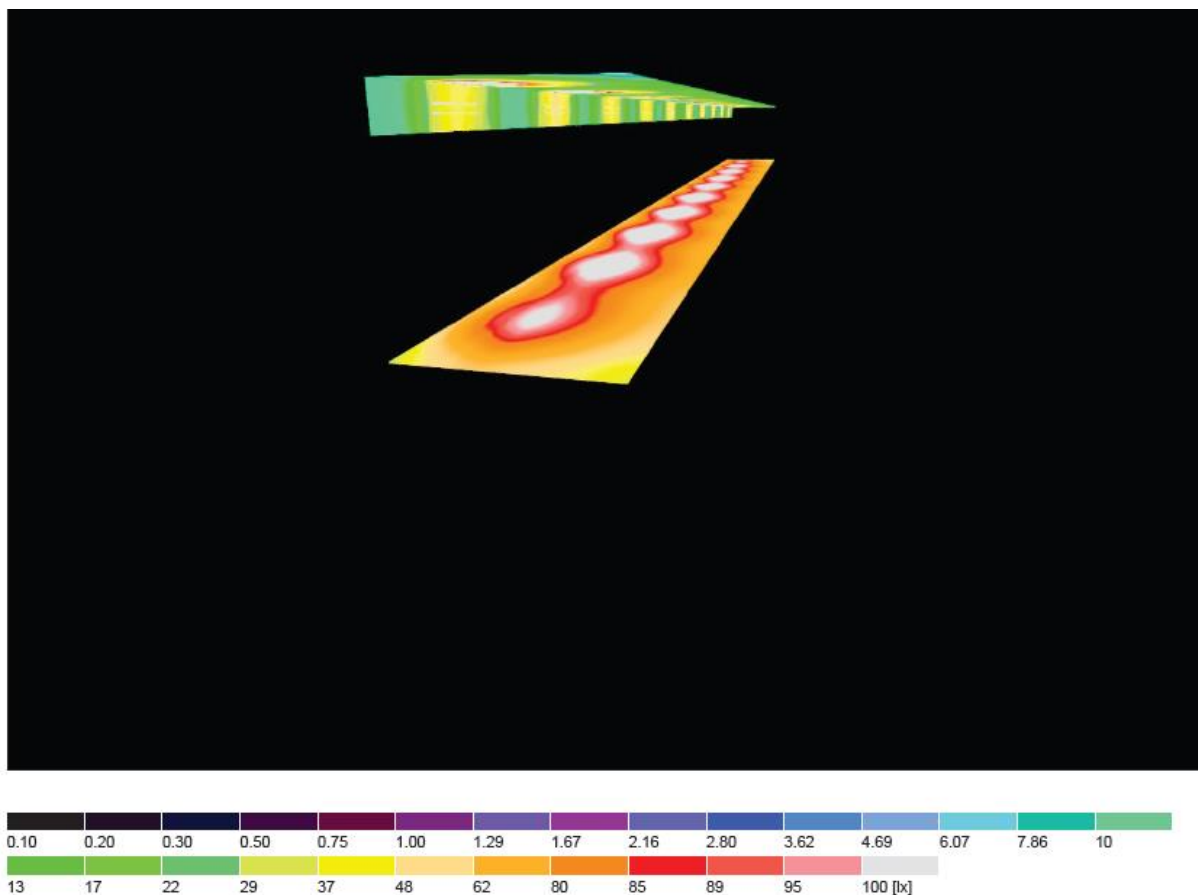
Figura 31 - Corredor norte - Visão 3D - Dialux



Fonte: Próprio autor

A Figura 32 mostra o diagrama de cores falsas da luminária utilizada. Com a luminária utilizada observou-se um excelente nível de iluminamento ao longo do corredor.

Figura 32 - Corredor norte, (Gráfico de cores falsas), Potência luminosa em [lx]



Fonte: Próprio autor

A Tabela 9 indica os valores encontrados na simulação efetuada. Percebe-se que os números alcançados ultrapassam os valores solicitados pela norma NBR 5101:2012 para iluminação para espaços públicos com predominância de pedestres, como praças, parques, calçadões ou equivalentes, quais sejam: Iluminância Média 40 lux, Fator de Uniformidade (U) 0,075.

Tabela 9 - Tabela resumo dos resultados - simulação corredor norte

Superfície	Resultado	Meio (Nominal)	Min	Máx	U = Emin/Emed
Corredor Norte	Potência luminosa [lx]	110	88	133	0,8

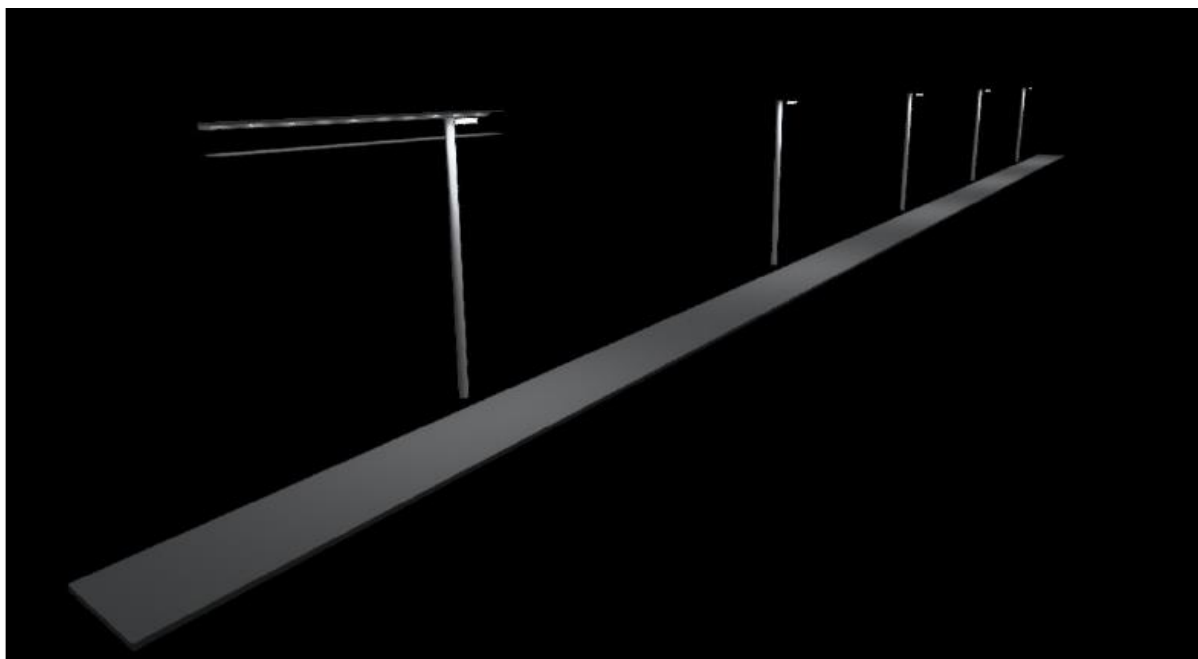
Fonte: Próprio autor

Dessa forma, a substituição por tal tecnologia, em termos de desempenho luminoso, traria grande vantagem para o corredor.

3.7 Modelo Proposto – Corredor Sul

De forma similar ao corredor norte, utilizou-se o modelo computacional da luminária LED da marca Conexled, modelo CLU M90, disponibilizada gratuitamente pelo próprio fabricante. A Figura 33 - Corredor sul - Visão 3D - Dialux mostra a simulação das luminárias no corredor norte. Para essa simulação, utilizaram-se 16 luminárias com 16 postes distantes 30 metros um do outro.

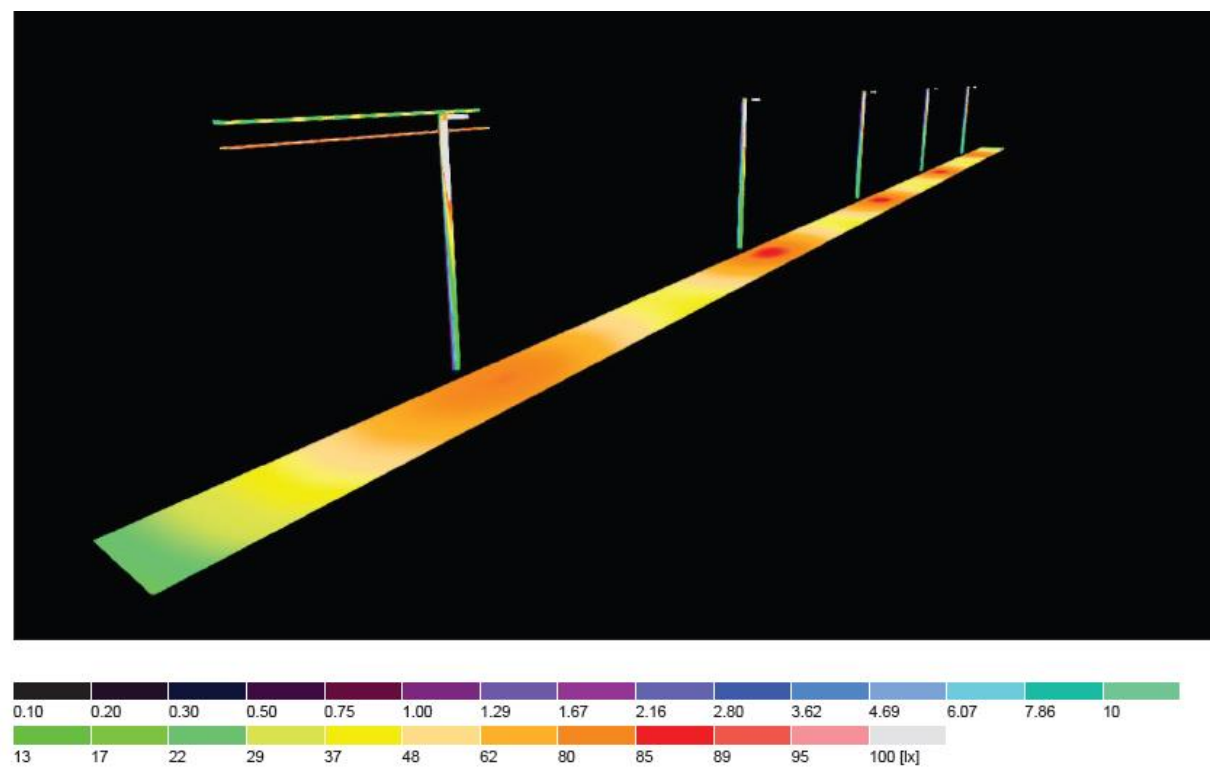
Figura 33 - Corredor sul - Visão 3D - Dialux



Fonte: Próprio autor

A Figura 34 mostra o diagrama de cores falsas da luminária utilizada.

Figura 34 - Corredor sul, (Gráfico de cores falsas), Potência luminosa em [lx]



Fonte: Próprio autor

Conforme discutido anteriormente, o corredor sul não possui homogeneidade em relação a distribuição dos postes. Para alcançar um resultado satisfatório, utilizou-se uma distribuição homogênea dos postes, estando fixados de 30 metros.

A Tabela 10 indica os valores encontrados na simulação efetuada. Assim como no corredor norte, os valores obtidos superaram o mínimo exigido na norma, mostrando-se assim uma alternativa eficiente no quesito de iluminação.

Tabela 10 - Tabela resumo dos resultados - simulação corredor sul

Superfície	Resultado	Meio (Nominal)	Min	Máx	U = Emin/Emed
Corredor Sul	Potência luminosa [lx]	69	39,7	108	0,57

Fonte: Próprio autor

3.8 Custo de Implantação x Retorno financeiro

De forma a verificar se os modelos propostos são economicamente viáveis, foram levantados os custos de instalação por projeto e o tempo de retorno do investimento. A Tabela 11 mostra os dados de economia por mês com cada um dos modelos propostos.

Tabela 11 - Economia de energia por modelo de luminária/lâmpada

Local	Potência Lum. Antiga [W]	Potência Nova [W]	Diferença de Pot. [W]	Horas Ligadas [h]	Custo Energia [Wh]*	Economia Total Mês Por Luminária [Dif. Pot * Horas Ligadas * Custo Energia * 30 dias]
Corredor Norte	40	18	22	12	R\$ 0,00077	R\$ 6,10
Corredor Sul	250	90	160	12	R\$ 0,00077	R\$ 44,35

*) Considerando custo de R\$0,77 a cada kWh, referência conta EDP Escelsa UFES - 06/2017

Fonte: Próprio autor

A Tabela 12 indica os custos de instalação com os modelos propostos com todos os materiais envolvidos, quais sejam, instalação de postes e luminárias no corredor sul e de lâmpadas no corredor norte.

Tabela 12 - Custo de instalação (com material) dos modelos propostos

Local	Potência Lum. Antiga [W]	Modelo	Potência [W]	Qtd	Preço Unitário de Material Estimado	Custo Material [R\$]	Custo de Instalação [R\$]
Corredor norte	40	Lâmpada LED CLN T14	18	214	R\$ 50,00	R\$ 10.700,00	R\$ 1.070,00
Corredor Sul	250	Luminária CLU M90	90	16	R\$ 2.104,00	R\$ 33.664,00	R\$ 1.760,00

Fonte: Próprio autor

A Tabela 13 indica a taxa de retorno da instalação das lâmpadas do corredor norte. O tempo de retorno desse sistema foi 9 meses. Ou seja, em menos de 1 ano, a substituição das 214 lâmpadas seriam pagas.

Tabela 13 – Taxa de retorno Corredor Norte

Taxa de Retorno Corredor Norte	
Custo Total Instalação [R\$]	R\$ 11.770,00
Nº Luminária	214
Economia mensal por lâmpada [R\$]	R\$ 6,10
Economia total por mês [R\$]	R\$ 1.305,06
Tempo de Retorno [mês]	9,02

Fonte: Próprio autor

A Tabela 14 mostra a taxa de retorno da instalação das luminárias do corredor sul. Nesse caso, o tempo de retorno do investimento foi de 50 meses, ou seja, 4 anos e dois meses. As fabricantes de luminárias LEDs estendem sua garantia a até 5 anos, estando economicamente viável tal projeto.

Tabela 14 – Taxa de retorno Corredor Sul

Taxa de Retorno Corredor Sul	
Custo Total Instalação [R\$]	R\$ 35.424,00
Nº Luminária	16
Economia mensal por luminária [R\$]	R\$ 44,35
Economia total por mês [R\$]	R\$ 709,63
Tempo de Retorno [mês]	50

Fonte: Próprio autor

Uma vez levantando os dados, é importante analisar se os resultados obtidos são vantajosos o suficiente para a implantação do mesmo. No capítulo a seguir, os aspectos de vantajosidade serão abordados.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para a análise dos resultados encontrados é importante observamos dois fatores passíveis de ponderação: fator econômico e fator técnico. Do capítulo anterior, verifica-se que a taxa de retorno do de ambos os projetos não ultrapassa as garantias dos produtos.

Esse resultado obtido possibilita a troca de tais tecnologias do ponto de vista econômico.

Ao analisarmos o fator técnico é interessante observar os dados encontrados. A Tabela 15 resume os dados encontrados no parque luminotécnico atual.

Tabela 15 - Resultados obtidos das medições nos corredores norte e sul

Superfície	Resultado	Meio (Nominal)	Min	Máx	U = Emin/Emed
Corredor Sul	Potência luminosa [lx]	10	1	988	0,10
Corredor Norte	Potência luminosa [lx]	43	1	867	0,02

Fonte: Próprio autor

A Tabela 16 compara os valores atuais com os valores propostos, deixando em destaque o valor referenciado na norma NBR 5101:2012.

Tabela 16 - Valores comparativos das iluminâncias encontradas

	Referência	Situação Atual		Modelo Proposto	
		Norte	Sul	Norte	Sul
E_{min}	3	1	1	88	39,7
E_{med}	40	43	10	110	69
U	0,075	0,02	0,10	0,80	0,58

Fonte: Próprio autor

Observa-se que os valores em vermelho estão abaixo da referência. Isso demonstra que a situação atual está tecnicamente errada, necessitando ser substituída. Em especial, observa-se que a situação atual do corredor Sul, em relação ao Fator de Uniformidade está acima do mínimo (0,10), esse valor é superior ao da norma pois o ambiente é uniformemente escuro. Como visto pode ser visto no Apêndice A, o corredor sul possui diversos pontos escuros, o que faz com que sua Iluminância Média seja baixa. Nesse íterim, é visível que os valores encontrados no modelo proposto superam não só os dados atuais, como a referência normativa, tornando-se viável tecnicamente.

Após as análises anteriores, é importante questionar o debate do Custo x Benefício. No caso específico, tanto economicamente, quanto tecnicamente, as substituições das tecnologias são favoráveis. Tal resultado, mostra a importância de estudos dentro do campus para a adequação de sua situação luminotécnica.

Outro ponto importante de ter sob perspectiva é que a tecnologia LED ainda está crescendo, de tal forma que seu custo tenderá a diminuir ainda mais com o avanço dos anos, assim, o acompanhamento dessa evolução deve ser realizado para que o investimento realizado possa trazer benefícios técnicos e econômicos para o campus da Universidade.

5 CONCLUSÃO

Diante do analisado e explanado, a iluminação de espaços públicos é um dos fatores que contribuem com a segurança dos transeuntes. No estudo específico, verificou-se a necessidade

técnica da substituição das luminárias atuais dos corredores norte e sul, do campus de Goiabeiras da UFES, uma vez que os níveis exigidos pela NBR 5101:2012 não são alcançados.

Observou-se também a falta de manutenção existente no parque de iluminação, uma vez que, dos pontos analisados no corredor norte, 34,57% das lâmpadas estavam apagadas. A inserção de uma nova tecnologia gera a diminuição dos custos com futuras manutenções, outro ponto a ser analisado no momento da decisão de executar determinado projeto.

Como trabalhos futuros e semelhantes, verifica-se que o estudo das diferentes tecnologias, principalmente o LED, é essencial para os projetos luminotécnicos que serão realizados nos próximos anos. O estudo do impacto econômico é importante pois permite que o projetista analise com maiores detalhes os equipamentos que podem ser inseridos nos parques de iluminação. Também é possível otimizar o estudo efetuado, uma vez que os índices dos modelos superaram, em muito, os mínimos exigidos pela norma, assim gerando uma mais economia no projeto de instalação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5101**. Iluminação Pública – Procedimento. Rio de Janeiro. 2012.

ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução 414/2010**. Set. 2010. Disponível em < <http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414.pdf> >. Acesso em 21 set. 2016.

ASCURRA, R. E. **Eficiência Elétrica em Iluminação Pública Utilizando Tecnologia LED: Um Estudo de Caso**. Cuiabá-MT, 2013. 157 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia. Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em < <http://200.129.241.80/ppgeea/sistema/dissertacoes/46.pdf> > Acesso em 15 de set. 2016

AVER, A. “A relação Iluminação Pública e Criminalidade”. **Especialize IPOG**. Jan. 2013 Disponível em < <http://goo.gl/5wU9Wb> > Acesso em 02 mai. 2016.

BRASIL. **Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503.htm >. Acesso em: 20 set. 2016

_____, **Lei 9.991, de 24 de julho de 2000**. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9991.htm >. Acesso em: 20 set. 2016.

CONEXLED, **Catálogo de Produtos 2016**. Disponível em <http://www.conexled.com.br/produtos/iluminacao-publica-led/>. Acesso em 18 de nov. 2016.

COPEL – COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Manual de Iluminação Pública**. Fev. 2012. Disponível em < http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Ilumina%E7%E3o%20P%FAblica/Manuais/manual_de_iluminacao_publica_copel_companhia_paranaense_de_energia.pdf > Acesso em 20 set. 2016

ELETROBRAS. **Resultados PROCEL 2015: Ano base 2014**. Disponível em < <http://www.procelinfo.com.br/> >. Acesso em 05 mai. 2016.

_____, **Relatório Anual e de Sustentabilidade 2015**. Jun. 2016. Disponível em < <http://www.eletrobras.com/elb/main.asp?View={79AE3C27-C7C8-4ED5-8746-AAC07B2C483E}#2015> >. Acesso em: 20 set. 2016

FORUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA, **9º Anuário Brasileiro de Segurança Pública**. 2015. Disponível em < <http://www.forumseguranca.org.br/produtos/anuario-brasileiro-de-seguranca-publica/9o-anuario-brasileiro-de-seguranca-publica> >. Acesso em 20 set. 2016.

GE LIGHTING. **Catálogo de Produtos**. 2015. Disponível em < http://www.gelighting.com/LightingWeb/br/images/catalogo-produtos-2015_tcm388-90024.pdf >. Acesso em 26 de set. 2016

GORRITI, Eliana. **Assaltos na Ufes preocupam funcionários e alunos, em Vitória**. Disponível em <http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/04/assaltos-na-ufes-preocupam-funcionarios-e-alunos-em-vitoria.html> >. Acesso em 21 set. 2016.

HESÍODO. **Os Trabalhos e os Dias**. Traduzido por Alessandro Rolim de Moura. Curitiba. Segesta Editora, 2012

MARCON, M. **Estudo da Viabilidade Econômica de Lâmpadas LED na Substituição de Lâmpadas Comerciais**. 2013. Dissertação (Projeto de Graduação – Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Oeste do Paraná – Unioeste.

MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, **Premissas e Diretrizes Básicas**. 2010

_____, **Nota Técnica DEA 26/14: Avaliação Da Eficiência energética e Geração** Distribuída para os próximos 10 anos (2014-2023). Dez. 2014. Disponível em < <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/DEA%2026%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20Distribu%C3%ADa%20para%20os%20pr%C3%B3ximos%2010%20anos.pdf> >. Acesso em 02 mai. 2016

_____, **Portaria Interministerial Nº 1.007, de 31 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre Aprovar a Regulamentação Específica de Lâmpadas Incandescentes. Disponível em < http://www.mme.gov.br/documents/10584/904396/Portaria_interminestral+1007+de+31-12-2010+Publicado+no+DOU+de+06-01-2011/d94edaad-5e85-45de-b002-f3ebe91d51d1?version=1.1 > Acesso em 25 de set. 2016

NOBRES, Juirana. **Vítima de tentativa de estupro na Ufes denuncia falta de segurança**. Disponível em < <http://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/04/vitima-de-tentativa-de-estupro-na-ufes-denuncia-falta-de-seguranca.html> >. Acesso em 21 set. 2016.

OSRAM, **Manual Luminotécnico Prático**. 2000. Disponível em < <http://joinville.ifsc.edu.br/~luis.nodari/Luminot%C3%A9cnica/Manual%20de%20Luminot%>

C3%A9cnica%20Osram/3.42___Manual_Luminotecnico_Pratico_OSRAM_(2000).pdf>. Acesso em 15 set. 2016

PPP BRASIL. **Vitória autoriza diversas empresas em PMI de iluminação pública.** 24 de Mar. 2015. Disponível em < <http://www.pppbrasil.com.br/portal/content/vit%C3%B3ria-autoriza-diversas-empresas-em-pmi-de-ilumina%C3%A7%C3%A3o-p%C3%BAblica> >. Acesso em 23 set. 2016

_____, **PPP de iluminação pública de São Paulo recebe propostas de três grupos.** 4 de Fev. 2016. Disponível em < <http://www.pppbrasil.com.br/portal/content/ppp-de-ilumina%C3%A7%C3%A3o-p%C3%BAblica-de-s%C3%A3o-paulo-recebe-propostas-de-tr%C3%AAs-grupos> >. Acesso em 23 set. 2016

_____, **Belo Horizonte assina sua quinta PPP.** 20 de jul. 2016. Disponível em < <http://www.pppbrasil.com.br/portal/content/ppp-de-ilumina%C3%A7%C3%A3o-p%C3%BAblica-de-s%C3%A3o-paulo-recebe-propostas-de-tr%C3%AAs-grupos> >. Acesso em 23 set. 2016

_____, **Guaratuba celebra contrato de PPP de iluminação pública.** 27 de Jul. 2016. Disponível em < <http://www.pppbrasil.com.br/portal/content/guaratuba-celebra-contrato-de-ppp-de-ilumina%C3%A7%C3%A3o-p%C3%BAblica> >. Acesso em 23 set. 2016

RODRIGUES, P. Manual de Iluminação Eficiente. Jul. 2012. Disponível em < http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2014/04/22/6281/Manual_Iluminacao.pdf > Acesso em 20 de set. 2016

ROSITO, L. H. **Desenvolvimento da Iluminação Pública no Brasil.** *O Setor Elétrico*. Ed. 36. Jan/2009. Disponível em < http://www.fne.org.br/upload/documentos/projetos/iluminacao-publica/desenvolvimento_i_p_no_brasil_-_luciano_haas_rosito.pdf >. Acesso em 15 set. 2016

SALES, R. P. **LED, o novo paradigma da Iluminação Pública.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Tecnologia - PRODETEC), do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), e Instituto de Engenharia do Paraná (IEP). 2011. Curitiba.

SANTOS, E, R do. **A Iluminação Pública como Elemento de Composição da Paisagem Urbana.** 2005. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, 2005. Disponível em < <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5701/000473972.pdf?sequence=1> >. Acesso em 21 set. 2016.

UFES – UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Sobre a Ufes**. 2016. Disponível em < <http://www.ufes.br/instituiação> >. Acesso em 20 de nov. 2016.

_____, **Campus de Goiabeiras**. 2016. Disponível em < <http://www.ufes.br/campus-de-goiabeiras> >. Acesso em 20 de nov. 2016.

VASCONCELLOS, L.E.M.; LIMBERGER, M.A.C. (Org.). **Iluminação Eficiente: Iniciativas da Eletrobras Procel e Parceiros**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em < <http://www.eletrobras.com/pci/main.asp?View=%7B5A08CAF0-06D1-4FFE-B335-95D83F8DFB98%7D&Team=¶ms=itemID=%7B643AD1AD-6EB5-456E-9533-FC0ACD7AD307%7D;&UIPartUID=%7B05734935-6950-4E3F-A182-629352E9EB18%7D> > Acesso em 25 de set. 2016

GOOGLE EARTH-MAPAS. Disponível em <<http://maps.google.com>>. Acesso em 01 jun. 2016

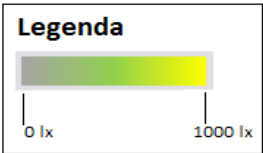
APÊNDICE A – VALORES DE ILUMINÂNCIA DOS CORREDORES NORTE E SUL

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
0	0	0	0		
1	0	0	0		
2	0	0	0		
3	0	0	0		
4	0	0	0		
5	1	1	1		
6	1	1	1		
7	1	1	1		
8	1	1	1		
9	1	1	1		
10	1	1	1		
11	1	1	1		
12	1	1	1		
13	1	1	1		
14	1	1	1		
15	1	1	1		
16	1	1	1		
17	1	1	1		
18	1	1	1		
19	1	1	1		
20	1	1	1		
21	1	1	2		
22	4	1	2		
23	18	8	4	Projeto x 2	Poste 1 - aqui
24	18	7	4		
25	30	7	6		
26	51	10	9		

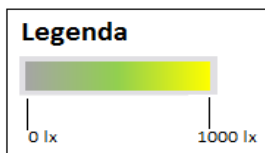
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
27	37	8	7		
28	24	6	4		
29	10	5	4		
30	9	2	1		
31	3	2	1		
32	0	0	0		
33	1	1	0		
34	1	1	0		
35	1	1	0		
36	1	1	0		
37	1	1	0		
38	1	1	0		
39	1	0	0		
40	1	0	0		
41	1	0	0		
42	1	0	0		
43	1	0	0		
44	1	0	0		
45	1	0	0		
46	1	0	0		
47	1	1	0		
48	1	1	0		
49	1	0	0		
50	1	1	0		
51	1	1	0		
52	1	1	0		
53	1	1	0		



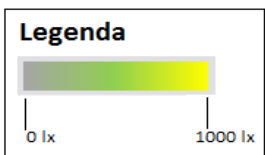
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
54	1	1	1		
55	1	1	1		
56	1	1	1		
57	1	1	1		
58	3	2	1		
59	20	10	3		
60	119	97	81	Projeto x4	Poste 2 - aqui
61	256	187	130		
62	286	188	140		
63	271	160	144		
64	200	100	98		
65	96	50	43		
66	16	7	5		
67	4	3	2		
68	3	1	1		
69	1	1	1		
70	1	1	1		
71	1	1	1		
72	1	1	1		
73	1	1	1		
74	1	1	1		
75	1	1	1		
76	1	1	1		
77	1	1	1		
78	1	1	1		
79	1	1	1		
80	1	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
81	1	1	1		
82	1	1	1		
83	1	1	1		
84	1	1	1		
85	1	1	1		
86	1	1	1		
87	1	1	1		
88	1	1	1		
89	1	1	1		
90	1	1	1		
91	1	1	1		
92	1	1	1		
93	1	1	1		
94	1	1	1		
95	1	1	1		
96	1	1	1		
97	1	1	1		
98	1	1	1		
99	1	1	1		
100	1	1	1		
101	1	1	1		
102	1	1	1		
103	1	1	1		
104	1	1	1		
105	1	1	1		
106	1	1	1		
107	1	1	1		



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
108	1	1	1		
109	1	1	1		
110	1	1	1		
111	1	1	1		
112	1	1	1		
113	1	1	1		
114	1	1	1		
115	1	1	1		
116	1	1	0		
117	1	1	1		
118	1	1	1		
119	1	1	1		
120	1	1	1		
121	1	1	1		
122	1	1	1		
123	1	1	1		
124	1	1	1		
125	1	1	1		
126	1	1	1		
127	1	1	1		
128	20	5	5		
129	30	18	11		
130	43	23	14		
131	100	77	66		
132	262	195	143		
133	345	288	230	Projeto x4	Poste 3

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
134	300	233	200		
135	340	260	240		
136	375	276	240		
137	336	254	234		
138	207	173	172		
139	70	69	50		
140	39	26	12		
141	28	15	13		
142	13	7	4		
143	7	5	2		
144	3	2	1		
145	0	1	1		
146	1	1	1		
147	1	1	1		
148	1	1	1		
149	1	1	1		
150	1	1	1		
151	1	1	1		
152	1	1	1		
153	1	1	1		
154	1	1	1		
155	1	1	1		
156	1	1	1		
157	1	1	1		
158	1	1	1		
159	1	1	1		

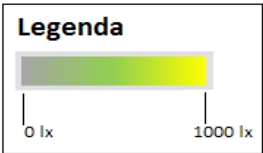


As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
160	1	1	1		
161	1	1	1		
162	1	1	1		
163	1	1	1		
164	1	1	1		
165	1	1	1		
166	1	1	1		
167	1	1	1		
168	1	1	1		
169	1	1	1		
170	1	1	1		
171	1	1	1		
172	1	1	1		
173	1	1	1		
174	1	1	1		
175	1	1	1		
176	1	1	1		
177	1	1	1		
178	1	1	1		
179	1	1	1		
180	1	1	1		
181	1	1	1		
182	1	1	1		
183	1	1	1		
184	1	1	1		
185	1	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
186	1	1	1		
187	1	1	1		
188	1	1	1		
189	1	1	1		
190	1	1	1		
191	1	1	1		
192	1	1	1		
193	1	1	1		
194	1	1	1		
195	1	1	1		
196	1	1	1		
197	1	1	1		
198	1	1	1		
199	1	1	1		
200	1	1	1		
201	1	1	1		
202	1	1	1		
203	1	1	1		
204	1	1	1		
205	1	1	1		
206	1	1	1		
207	1	1	1		
208	1	1	1		
209	1	1	1		
210	1	1	1		
211	1	1	1		



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
212	1	1	1		
213	1	1	1		
214	1	1	1		
215	1	1	1		
216	1	1	1		
217	1	1	1		
218	1	1	1		
219	1	1	1		
220	1	1	1		
221	1	1	1		
222	1	1	1		
223	1	1	1		
224	1	1	1		
225	1	1	1		
226	1	1	1		
227	1	1	1		
228	1	2	1		
229	3	2	1	Projektor x1	Poste 4 - 15m calçada
230	2	1	1		
231	2	1	1		
232	1	1	1		
233	1	1	1		
234	1	1	1		
235	1	1	1		
236	1	1	1		
237	1	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
238	1	1	1		
239	1	1	1		
240	1	1	1		
241	1	1	1		
242	1	1	1		
243	1	1	1		
244	1	1	1		
245	1	1	1		
246	1	1	1		
247	1	1	1		
248	1	1	1		
249	1	1	1		
250	1	1	1		
251	1	1	1		
252	1	1	1		
253	1	1	1		
254	1	1	1		
255	1	1	1		
256	1	1	1		
257	1	1	1		
258	1	1	1		
259	1	1	1		
260	1	1	1		
261	1	1	1		
262	1	1	1		
263	1	1	1		

Legenda



0 lx

1000 lx

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
264	1	1	1		
265	1	1	1		
266	1	1	1		
267	1	1	1		
268	1	1	1		
269	1	1	1		
270	1	1	1		
271	1	1	1		
272	1	1	1		
273	1	1	1		
274	1	1	1		
275	1	1	1		
276	1	1	1		
277	1	1	1		
278	1	1	1		
279	1	1	1		
280	1	1	1		
281	1	1	1		
282	1	1	1		
283	1	1	1		
284	1	1	1		
285	1	1	1		
286	1	1	1		
287	1	1	1		
288	1	1	1		
289	1	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
290	1	1	1		
291	1	1	1		
292	1	1	1		
293	1	1	1		
294	1	1	1		
295	1	1	1		
296	1	1	1		
297	1	1	1		
298	1	1	1		
299	1	1	1		
300	1	1	1		
301	1	1	1		
302	1	1	1		
303	1	1	1		
304	1	1	1		
305	1	1	1		
306	1	1	1		
307	1	1	1		
308	1	1	1		
309	1	1	1		
310	1	1	1		
311	1	1	1		
312	1	1	1		
313	1	1	1		
314	1	1	1		
315	1	1	1		

Legenda



0 lx

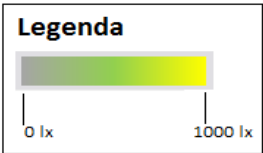
1000 lx

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
316	1	1	1		
317	1	1	1		
318	1	1	1		
319	1	1	1		
320	1	1	1		
321	1	1	1		
322	1	1	1		
323	1	1	1		
324	1	1	1		
325	1	1	1		
326	1	1	1		
327	1	1	1		
328	2	1	1	Lâmpada	Poste 5 decorativo
329	2	1	1		
330	2	1	1		
331	2	1	1		
332	1	1	1		
333	1	1	1		
334	1	1	1		
335	1	1	1		
336	1	1	1		
337	1	1	1		
338	1	1	1		
339	1	1	1		
340	1	1	1		
341	1	1	1		

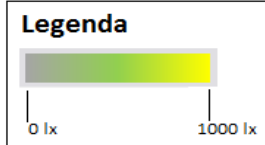
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário

Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
342	1	1	1		
343	1	1	1		
344	1	1	1		
345	1	1	1		
346	1	1	1		
347	1	1	1		
348	1	1	1		
349	1	1	1		
350	1	1	1		
351	1	1	1		
352	1	1	1		
353	1	1	1		
354	1	1	1		
355	1	1	1		
356	1	1	1		
357	1	1	1		
358	1	1	1		
359	1	1	1		
360	1	1	1		
361	1	1	1		
362	1	1	1		
363	1	1	1		
364	1	1	1		
365	1	1	1		
366	1	1	1		
367	1	1	1		



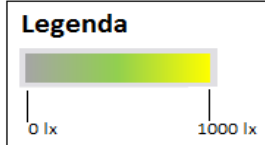
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
368	1	1	1		
369	1	1	1		
370	1	2	1		Em frente ao Banco Brasil
371	5	3	1		
372	10	6	2		
373	19	15	7	VMET	Poste 6 - Decorativo
374	36	27	14		
375	10	8	3		
376	3	2	1		
377	4	2	1		
378	10	8	4	VMET	Poste 7 - Decorativo
379	31	21	6		
380	90	84	13		
381	76	70	10		
382	34	29	19		
383	10	9	9		
384	7	5	5		
385	1	1	1		
386	1	1	1		
387	1	1	1		
388	1	1	1		
389	1	1	1		
390	1	1	1		
391	1	1	1		
392	1	1	1		
393	1	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Sul					
394	1	1	1		
395	1	1	1		
396	1	1	1		
397	1	1	1		
398	1	1	1		
399	1	1	1		
400	1	1	1		
401	1	1	1		
402	1	1	1		
403	1	1	1		
404	1	1	1		
405	1	1	1		
406	1	1	1		
407	5	4	1		
408	10	4	7		
409	36	19	10		
410	180	127	87	Projektor	Poste 8
411	120	99	74		
412	80	72	48		
413	4	5	3		
414	6	3	2		
415	0	0	0		
416	0	0	0		
417	1	1	1		
418	1	1	1		
419	1	1	1		
420	1	1	1		



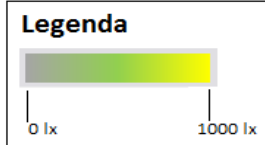
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
0	0	0	0		
1	0	0	0		
2	0	0	0		
3	0	0	0		
4	3	2	0		
5	12	2	1		
6	740	40	13	Lâmp. Fluor. x 2	
7	76	10	6		
8	35	8	4		
9	3	2	1		
10	3	2	1		
11	3	1	1		
12	3	1	1		
13	3	1	1		
14	3	1	1		
15	24	3	1		
16	87	6	1		
17	205	13	4	Lâmp. Fluor. x 2 - 1 queimada	
18	10	3	3		
19	3	2	1		
20	21	4	1		
21	675	30	7	Lâmp. Fluor. x 2	
22	34	5	3		
23	3	1	1		
24	2	1	1		
25	2	1	1		
26	2	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
27	2	1	1		
28	15	3	1		
29	50	15	6		
30	567	18	7	Lâmp. Fluor. x 2	
31	13	6	3		
32	3	2	1		
33	3	1	1		
34	3	1	1		
35	10	9	7		
36	750	39	10	Lâmp. Fluor. x 2	
37	30	10	4		
38	2	1	1		
39	2	1	1		
40	2	1	1		
41	2	1	1		
42	2	1	1		
43	2	1	1		
44	2	1	1		
45	36	14	2		
46	606	30	12	Lâmp. Fluor. x 2	
47	33	11	3		
48	2	2	2		
49	2	2	2		
50	2	2	2		
51	22	2	1		
52	612	35	15	Lâmp. Fluor. x 2	
53	15	7	2		



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
54	1	1	1		
55	1	1	1		
56	1	1	1		
57	1	1	1		
58	1	1	1		
59	1	1	1		
60	22	4	1		
61	144	37	15		
62	615	79	13	Lâmp. Fluor. x 2	
63	27	9	3		
64	3	2	1		
65	3	1	1		
66	3	1	1		
67	3	1	1		
68	60	7	3		
69	745	88	19	Lâmp. Fluor. x 2	
70	80	21	4		
71	3	1	1		
72	2	1	1		
73	1	1	1		
74	1	1	1		
75	1	1	1		
76	1	1	1		
77	2	1	1		
78	5	2	1		
79	84	11	3		
80	433	81	22	Lâmp. Fluor. x 2	

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
81	57	22	5		
82	3	3	3		
83	3	3	3		
84	3	3	3		
85	3	3	3		
86	32	4	2		
87	512	97	24	Lâmp. Fluor. x 2	
88	30	6	3		
89	3	2	1		
90	3	2	1		
91	3	1	1		
92	3	2	1		
93	3	2	1		
94	26	7	2		
95	449	101	26	Lâmp. Fluor. x 2	
96	27	10	5		
97	2	2	1		
98	2	2	1		
99	1	1	1		
100	1	1	1		
101	1	1	1		
102	1	1	1		
103	1	1	1		
104	1	1	1		
105	1	1	1		
106	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
107	1	1	1		



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
108	1	1	1		
109	1	1	1		
110	1	1	1		
111	1	1	1		
112	1	1	1		
113	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
114	1	1	1		
115	1	1	1		
116	1	1	1		
117	1	1	1		
118	2	2	1		
119	33	18	1		
120	170	20	4	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
121	22	10	1		
122	3	1	1		
123	3	1	1		
124	2	1	1		
125	2	1	1		
126	51	10	3		
127	366	64	10	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
128	42	11	3		
129	3	1	1		
130	1	1	1		
131	1	1	1		
132	1	1	1		
133	1	1	1		

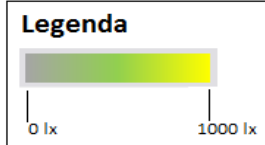
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
134	1	1	0		
135	0	0	0		
136	0	0	0	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
137	0	0	0		
138	1	0	0		
139	1	1	0		
140	1	0	0		
141	2	1	0		
142	3	2	2		
143	156	33	10		
144	612	103	18	Lâmp. Fluor. x 2	
145	54	20	8		
146	3	2	1		
147	3	2	1		
148	2	2	1		
149	2	1	1		
150	1	1	1		
151	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
152	1	1	1		
153	1	1	1		
154	1	1	0		
155	1	1	0		
156	0	0	0		
157	0	0	0		
158	0	0	0	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
159	0	0	0		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
160	1	0	0		
161	2	1	1		
162	3	2	1		
163	3	1	0		
164	4	2	1		
165	58	13	5		
166	537	37	26	Lâmp. Fluor. x 2	
167	58	14	9		
168	3	3	2		
169	3	2	1		
170	3	1	1		
171	3	2	1		
172	3	1	1		
173	3	1	1		
174	3	2	1		
175	44	11	6		
176	435	29	20	Lâmp. Fluor. x 2	
177	50	12	7		
178	3	3	1		
179	3	2	1		
180	3	2	1		
181	3	3	1		
182	3	3	1		
183	39	11	9		
184	475	35	19	Lâmp. Fluor. x 2	
185	43	11	4		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
186	2	2	2		
187	2	1	1		
188	2	1	1		
189	2	1	1		
190	2	1	1		
191	2	1	1		
192	1	1	1		
193	1	1	1		
194	1	1	1		
195	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
196	1	1	1		
197	1	1	1		
198	1	1	1		
199	1	1	1		
200	1	1	1		
201	2	1	1		
202	50	10	5		
203	412	30	15	Lâmp. Fluor. x 2	
204	24	10	3		
205	15	3	2		
206	3	3	2		
207	3	3	2		
208	3	3	2		
209	3	2	2		
210	2	2	1		
211	2	1	1		



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
212	2	1	1		
213	3	2	1		
214	40	21	8		
215	514	34	6	Lâmp. Fluor. x 2	
216	36	19	7		
217	3	3	2		
218	3	2	1		
219	66	17	6		
220	585	39	28	Lâmp. Fluor. x 2	
221	112	19	8		
222	21	5	2		
223	3	2	1		
224	3	2	1		
225	3	3	2		
226	20	5	5		
227	387	21	9	Lâmp. Fluor. x 2	
228	14	9	3		
229	3	2	1		
230	2	2	2		
231	22	11	5		
232	510	24	4	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
233	22	9	3		
234	4	2	1		
235	28	12	1		
236	57	36	11		
237	988	40	13	Lâmp. Fluor. x 2	

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
238	44	27	15		
239	20	4	3		
240	4	2	1		
241	19	5	3		
242	63	20	5		
243	196	15	5		
244	867	28	12	Lâmp. Fluor. x 2	
245	147	12	6		
246	43	11	5		
247	4	2	1		
248	2	1	1		
249	3	2	1		
250	32	2	1		
251	111	22	10		
252	421	16	6	Lâmp. Fluor. x 2	
253	122	30	6		
254	24	9	3		
255	3	2	1		
256	3	2	1		
257	3	2	1		
258	4	2	1		
259	5	3	1		
260	21	5	2		
261	107	20	6		
262	478	51	18	Lâmp. Fluor. x 2	
263	26	10	7		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
264	3	2	1		
265	3	2	1		
266	19	5	1		
267	88	24	9		
268	754	103	13	Lâmp. Fluor. x 2	
269	97	36	17		
270	30	10	2		
271	3	2	1		
272	3	2	1		
273	3	2	1		
274	4	2	1		
275	4	2	1		
276	5	3	2		
277	70	9	4		
278	573	119	27	Lâmp. Fluor. x 2	
279	61	25	10		
280	19	7	2		
281	3	2	1		
282	3	2	1		
283	26	5	2		
284	106	14	7		
285	684	111	31	Lâmp. Fluor. x 2	
286	103	19	8		
287	3	2	1		
288	2	2	1		
289	1	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
290	1	1	1		
291	1	1	1		
292	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
293	1	1	1		
294	1	1	1		
295	1	1	1		
296	1	1	1		
297	1	1	1		
298	1	1	1		
299	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
300	1	1	1		
301	1	1	1		
302	1	1	1		
303	1	1	1		
304	3	2	1		
305	70	4	3		
306	472	25	10	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
307	100	17	9		
308	24	7	2		
309	4	2	1		
310	1	1	1		
311	1	1	1		
312	1	1	1		
313	1	1	1		
314	1	1	1		
315	1	1	1		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
316	1	1	1		
317	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
318	1	1	1		
319	1	1	1		
320	1	1	1		
321	2	1	1		
322	10	2	1		
323	120	8	5		
324	574	111	22	Lâmp. Fluor. x 2	
325	150	19	10		
326	41	15	4		
327	10	5	1		
328	1	1	1		
329	1	1	1		
330	1	1	1		
331	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
332	1	1	1		
333	1	1	1		
334	1	1	1		
335	1	1	1		
336	1	1	1		
337	1	1	1		
338	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
339	10	5	2		Início Trecho CCHN
340	13	13	13		
341	15	16	15		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
342	26	27	25		
343	50	38	27		
344	84	159	82		
345	300	592	129	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
346	129	169	123		
347	49	39	50		
348	34	35	34		
349	15	19	17		
350	15	15	16		
351	22	37	26		
352	54	88	66		
353	273	573	103	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
354	100	66	65		
355	54	67	48		
356	27	43	31		
357	16	24	18		
358	46	57	51		
359	99	127	89		
360	331	491	357	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
361	123	311	143		
362	40	76	47		
363	20	20	15		
364	7	5	6		
365	3	3	3		
366	2	2	2		
367	2	2	2	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
368	3	2	3		
369	3	2	3		
370	3	2	3		
371	3	2	3		
372	17	11	13		
373	43	48	49		
374	101	128	114		
375	240	390	280	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
376	119	240	180		
377	99	118	127		
378	47	67	60		
379	77	71	69		
380	81	94	99		
381	115	197	201		
382	221	371	287	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
383	99	245	297		
384	54	115	59		
385	30	29	36		
386	14	20	26		
387	23	39	37		
388	66	87	94		
389	110	134	140		
390	262	630	200	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
391	250	230	180		
392	103	145	131		
393	53	71	63		

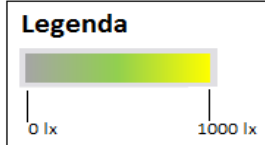
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
394	39	41	41		
395	10	16	18		
396	15	15	19		
397	39	21	31		
398	67	46	51		
399	117	134	123		
400	250	696	248	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
401	100	301	105		
402	61	97	84		
403	30	45	40		
404	15	19	24		
405	7	5	8		
406	5	5	6		
407	6	5	7		
408	6	3	3	Lâmp. Fluor. Teto x 2 - queimadas [2]	
409	9	6	6		
410	14	21	27		
411	54	59	69		
412	97	106	107		
413	197	411	210		
414	309	730	243	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
415	148	220	190		
416	94	143	156		
417	43	48	57		
418	89	217	116		
419	250	540	214	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
420	109	175	100		
421	130	175	150		
422	237	454	230	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
423	121	67	21		
424	150	340	100		
425	170	540	82		
426	201	311	115	Lâmp. Fluor. Teto x 2 - queimadas [1]	
427	173	115	100		
428	267	414	234		
429	100	138	105		
430	180	360	100		
431	300	464	181	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
432	200	180	195		
433	105	177	109		
434	67	107	100		
435	20	41	39		
436	31	49	44		
437	51	65	61		
438	82	96	75		
439	131	105	118		
440	184	216	197		
441	388	624	288	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
442	184	256	150		
443	130	240	80		
444	145	340	49	Lâmp. Fluor. Teto x 2 - queimadas [1]	
445	100	120	54		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
446	237	504	330	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
447	149	103	135		
448	60	229	150		
449	103	430	255	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
450	34	90	62		
451	40	49	31		
452	102	279	170	Lâmp. Fluor. Teto x 2 - queimadas [1]	
453	84	156	94		
454	41	93	40		
455	16	3	3		
456	4	3	3		
457	4	3	3		
458	3	3	3	Lâmp. Fluor. Teto x 2 - queimadas [2]	
459	3	3	3		
460	4	3	3		
461	29	38	34		
462	84	97	91		
463	124	200	69		
464	85	265	135	Lâmp. Fluor. Teto x 2 - queimadas [1]	
465	57	94	69		
466	200	370	190		
467	217	513	229	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
468	170	200	72		
469	198	214	149		
470	210	547	336	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
471	198	246	179		



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
472	210	547	336	Lâmp. Fluor. x 2 - teto	
473	167	299	154		
474	54	60	39		
475	15	9	10		
476	3	3	3		
477	3	2	3		
478	3	1	2		
479	1	1	1		
480	1	1	1		
481	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
482	1	1	1		
483	1	1	1		
484	1	1	1		
485	1	1	1		
486	1	1	1		
487	1	1	1		
488	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
489	1	1	1		
490	1	1	1		
491	1	1	1		
492	1	1	1		
493	1	1	1		
494	1	1	1		
495	1	1	1		
496	1	1	1		
497	1	1	1		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
498	1	1	1		
499	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
500	1	1	1		
501	1	1	1		
502	1	1	1		
503	1	1	1		
504	1	1	1		
505	1	1	1		
506	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
507	1	1	1		
508	1	1	1		
509	1	1	1		
510	1	1	1		
511	1	1	1		
512	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
513	1	1	1		
514	1	1	1		
515	1	1	1		
516	1	1	1		
517	1	1	1		
518	1	1	1		
519	1	1	1		
520	1	1	1		
521	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
522	1	1	1		
523	1	1	1		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
524	1	1	1		
525	1	1	1		
526	1	1	1		
527	1	1	1		
528	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
529	1	1	1		
530	1	1	1		
531	1	1	1		
532	1	1	1		
533	1	1	1		
534	1	1	1		
535	1	1	1		
536	1	1	1		
537	1	1	1		
538	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
539	1	1	1		
540	1	1	1		
541	1	1	1		
542	1	1	1		
543	1	1	1		
544	1	1	1		
545	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
546	1	1	1		
547	1	1	1		
548	1	1	1		
549	1	1	1		Final Trecho CCHN

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
550	34	15	8		Início trecho CT
551	100	48	20	Lâmp. Fluor. x 2	
552	40	15	5		
553	34	10	4		
554	112	47	19		
555	430	250	34	Lâmp. Fluor. x 2	
556	103	37	15		
557	15	4	2		
558	2	2	1		
559	1	1	1		
560	1	1	1		
561	4	2	1		
562	26	7	3		
563	76	14	8		
564	121	54	19		
565	370	110	41	Lâmp. Fluor. x 2	
566	101	39	20		
567	67	26	10		
568	81	21	12		
569	176	105	20		
570	500	200	40	Lâmp. Fluor. x 2	
571	191	94	19		
572	27	25	18		
573	10	4	2		
574	3	3	2		
575	3	3	2		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
576	3	2	2		
577	3	3	2		
578	21	8	3		
579	64	15	8		
580	171	44	17		
581	246	174	30	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
582	160	20	12		
583	43	16	5		
584	24	10	4		
585	15	9	2		
586	30	14	2		
587	52	23	5		
588	171	84	15		
589	361	220	30	Lâmp. Fluor. x 2	
590	130	64	17		
591	65	18	9		
592	34	9	3		
593	10	3	2		
594	5	2	1		
595	1	1	1		
596	1	1	1		
597	1	1	1		
598	1	1	1		
599	1	1	1		
600	1	1	1		
601	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
602	1	1	1		
603	1	1	1		
604	2	1	1		
605	3	2	1		
606	11	2	2		
607	64	18	9		
608	157	75	24		
609	380	199	30	Lâmp. Fluor. x 2	
610	134	64	19		
611	51	32	12		
612	10	6	2		
613	3	3	2		
614	2	2	2		
615	1	1	1		
616	3	2	2		
617	3	2	2		
618	34	21	10		
619	167	102	40		
620	436	219	35	Lâmp. Fluor. x 2	
621	133	87	30		
622	41	10	4		
623	15	5	2		
624	2	2	1		
625	2	2	2		
626	15	6	4		
627	45	15	5		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
628	124	69	12		
629	394	194	43	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
630	92	41	10		
631	41	17	6		
632	11	5	2		
633	3	2	2		
634	3	2	1		
635	3	2	1		
636	2	1	1		
637	2	1	1		
638	1	1	1		
639	1	1	1		
640	1	1	1		
641	1	1	1		
642	1	1	1	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
643	1	1	1		
644	1	1	1		
645	1	1	1		
646	3	2	2		
647	3	2	2		
648	11	7	3		
649	38	15	5		
650	111	43	15		
651	290	180	28	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
652	87	21	15		
653	24	6	2		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
654	4	3	2		
655	4	3	2		
656	4	2	2		
657	4	3	2		
658	4	3	2		
659	21	5	2		
660	71	7	3		
661	159	61	8		
662	560	300	200	Lâmp. Fluor. x 2	
663	193	100	41		
664	82	25	4		
665	20	7	2		
666	3	3	3		
667	3	2	2		
668	3	2	2		
669	2	2	2	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
670	2	2	2		
671	3	2	1		
672	15	5	2		
673	23	8	2		
674	55	14	21		
675	108	34	10		
676	147	41	26		
677	331	123	87	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
678	165	32	24		
679	84	27	7		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
680	20	5	2		
681	3	3	2		
682	3	2	2		
683	3	3	3		
684	3	3	3		
685	26	7	2		
686	84	10	7		
687	132	42	24		
688	399	230	51	Lâmp. Fluor. x 2	
689	149	41	23		
690	85	17	10		
691	34	8	4		
692	13	4	2		
693	21	6	3		
694	76	25	15		
695	121	30	21		
696	337	137	48	Lâmp. Fluor. x 2	
697	135	49	24		
698	84	43	19		
699	29	7	3		
700	10	3	2		
701	15	5	2		
702	49	15	5		
703	126	59	11		
704	435	271	80	Lâmp. Fluor. x 2	
705	111	61	20		

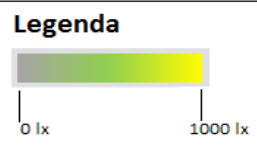
As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
706	73	21	9		
707	41	12	7		
708	29	9	4		
709	49	15	8		
710	115	26	11		
711	197	84	27		
712	445	211	109	Lâmp. Fluor. x 2	
713	185	100	84		
714	101	47	17		
715	59	15	9		
716	34	9	3		
717	13	5	2		
718	8	3	2		
719	15	6	2		
720	24	9	4		
721	61	14	7		
722	107	43	13		
723	172	57	43		
724	389	118	59	Lâmp. Fluor. x 2	
725	158	61	42		
726	78	31	18		
727	25	5	2		
728	12	4	2		
729	8	3	2		
730	3	3	2		
731	3	3	2		

Legenda



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
732	3	3	3	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
733	2	2	2		
734	2	2	2		
735	2	2	2		
736	2	2	2		
737	2	2	2		
738	3	3	2		
739	3	3	2		
740	15	5	2		
741	21	10	7		
742	76	17	9		
743	164	84	11		
744	337	169	29	Lâmp. Fluor. x 2	
745	155	94	35		
746	81	27	15		
747	21	10	3		
748	15	7	3		
749	47	21	5		
750	178	94	37		
751	429	125	39	Lâmp. Fluor. x 2	
752	152	88	26		
753	84	39	14		
754	41	24	11		
755	13	5	3		
756	20	9	3		
757	44	15	4		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
706	84	21	9		
707	172	31	13		
708	350	99	15	Lâmp. Fluor. x 2	
709	139	29	12		
710	100	24	11		
711	45	15	8		
712	25	9	3		
713	5	3	2		
714	3	3	2		
715	10	5	3		
716	14	5	3		
717	23	9	5		
718	45	21	9		
719	105	45	12		
720	197	94	24		
721	441	136	35	Lâmp. Fluor. x 2	
722	174	39	20		
723	100	26	15		
724	46	15	8		
725	25	12	3		
726	20	10	5		
727	43	14	5		
728	84	19	9		
729	261	31	11	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
730	120	20	10		
731	71	24	9		



As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
732	21	11	5		
733	41	21	10		
734	99	34	15		
735	244	106	30	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [1]	
736	93	19	9		
737	36	9	4		
738	12	5	2		
739	10	5	2		
740	3	3	2		
741	3	3	2		
742	3	2	2	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
743	3	2	2		
744	3	2	2		
745	3	2	2		
746	3	2	2		
747	2	2	2		
748	2	2	2		
749	2	2	2		
750	2	2	2	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
751	2	2	2		
752	2	2	2		
753	2	2	2		
754	2	2	2		
755	2	2	2		
756	2	2	2		
757	2	2	2		

As medidas foram feitas a cada metro, tomando-se três pontos de referência: lado esquerdo do corredor, centro e lado direito. Os pontos luminosos estão do lado esquerdo, salvo dito contrário					
Distância [m]	Iluminância Esquerda [lx]	Iluminância Centro [lx]	Iluminância Direita [lx]	Tipo luminária	Obs.
Corredor Norte					
758	21	5	3		
759	73	15	7		
760	194	31	14		
761	412	127	75	Lâmp. Fluor. x 2	
762	165	24	10		
763	84	15	3		
764	21	7	2		
765	10	3	2		
766	3	3	2		
767	2	2	2		
768	2	2	2	Lâmp. Fluor. x 2 - queimadas [2]	
769	2	2	2		
770	2	2	2		

Notas:

74 Lâmpadas fluorescentes queimadas no corredor norte;

Legenda

