



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

AMAURY MARTINS CUNHA

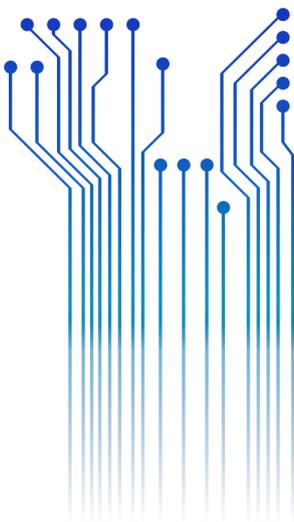


Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
PREFEITURA UNIVERSITÁRIA - UFCG



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande  
2019

AMAURY MARTINS CUNHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de estágio supervisionado submetido  
à Coordenação do Curso de Graduação de  
Engenharia Elétrica da Universidade Federal  
de Campina Grande como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do grau de  
Bacharel em Ciências no Domínio da  
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, M. Sc.

Campina Grande

2019

AMAURY MARTINS CUNHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de estágio supervisionado submetido à Coordenação do Curso de Graduação de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Leimar de Oliveira, M. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por me conduzir durante esta caminhada e me mostrar que cada obstáculo é na verdade, uma oportunidade de aprimorar a mim mesmo.

Agradeço também aos meus pais, Robert e Tâmara, por todos os esforços que realizaram, para que eu pudesse chegar a este momento, estando sempre ao meu lado em todos os momentos.

Agradeço ao professor orientador, Leimar de Oliveira, por ter aceitado colaborar com a atividade, com a sua vasta gama de conhecimentos e auxiliar na construção do relatório.

Agradeço à todos que compõem a equipe de funcionários da Prefeitura Universitária da UFCG, em especial ao Engenheiro Eletricista Jonas Agápito Rodrigues Medeiros de Oliveira. À todos por terem me dado todo o suporte necessário à construção da minha aprendizagem durante as atividades desenvolvidas.

*“A primeira e a melhor vitória é conquistar a si mesmo”*

Platão

## RESUMO

O presente relatório elaborado no ano letivo de 2019 descreve, de maneira consisa, todas as atividades desenvolvidas pelo graduando junto à Prefeitura Universitária da UFCG. O estágio foi realizado entre os dias 12 de Abril de 2019 e 07 de Junho de 2019 totalizando 180 horas. Foram conferidas como atividades: Projeto elétrico e luminotécnico para iluminação pública no âmbito da Prefeitura Universitária, no Campus de Campina Grande. Para isso foram utilizadas as ferramentas: AutoDesk AutoCAD e DIALux.

**Palavras-chave: Projeto Elétrico, DIALux, AutoDesk AutoCAD.**

# ABSTRACT

This report, prepared in the 2019 academic year, describes, in a consensual way, all the activities developed by the graduating student at the UFCG administration department. The internship was carried out between April 12, 2019 and June 7, 2019 totaling 180 hours. They were conferred as activities: Electrical and lighting design for public lighting in the scope of the University administration department, Campina Grande Campus. For this we used the tools: AutoDesk AutoCAD and DIALux..

**Keywords: Electrical Design, DiaLux, AutoDesk AutoCAD.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Prefeitura Universitária da UFCG .....	14
Figura 2 - Logomarca do Procel .....	17
Figura 3 - Economia de energia nos últimos 5 anos (bilhões de kWh).....	18
Figura 4 - Selo Procel .....	18
Figura 5 - Espectro de luz visível ao olho humano .....	19
Figura 6 – Representação do fluxo luminoso de uma fonte .....	20
Figura 7 – Ilustração da intensidade luminosa de uma fonte .....	20
Figura 8 - Curva fotométrica de uma lâmpada de 250 W .....	21
Figura 9 – A esquerda, lâmpada incandescente atual, e a direita, Thomas Edson .....	22
Figura 10 – Lâmpadas Fluorescentes .....	23
Figura 11 - Lâmpada de vapor de mercúrio .....	24
Figura 12 – Lâmpada de vapor de sódio .....	24
Figura 13 – Lâmpada de LED .....	25
Figura 14 – Projeto luminotécnico do Palácio da Liberdade, em Minas Gerais .....	26
Figura 15 – <i>Layout</i> do AutoCAD .....	27
Figura 16 – Prefeitura Universitária da UFCG.....	28
Figura 17 – Planta baixa da Prefeitura Universitária da UFCG .....	29
Figura 18 – Localização da Prefeitura Universitária no mapa da UFCG .....	31
Figura 19 – Comparativo entre a PU e o respectivo modelo no DiaLux.....	32
Figura 20 – Comparativo de uma sala da PU e o seu modelo no Dialux .....	33
Figura 21 – Representação de cores falsas na vista superior.....	33
Figura 22 – Representação de cores falsas vista externa.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados coletados na vistoria realizada no bloco PU.....	37
Tabela 2 – Lista de luminárias utilizadas para a simulação no DiaLux .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampère
Cd	Candela
Lm	Lúmen
Lx	Lux
M	Metro
Mm	Milímetro
V	Volt
W	Watt
ABNT	Agência Nacional de Energia Elétrica
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CEEI	Centro de Engenharia Elétrica e Informática
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISSO	<i>International Standard Organization</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada
PU	Prefeitura Universitária
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
SI	Sistema Internacional

# SUMÁRIO

1	Introdução .....	12
1.1	Objetivos .....	13
1.1.1	Objetivo Geral .....	13
1.1.2	Objetivos Específicos .....	13
1.2	A Prefeitura Universitária .....	13
1.3	Estrutura do Trabalho .....	14
2	Fundamentação Teórica .....	16
2.1	Normas Regulamentadoras .....	16
2.1.1	NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão .....	16
2.1.2	NBR 5413 – Iluminação de Interiores .....	16
2.2	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel .....	17
2.3	Conceitos Luminotécnicos .....	19
2.3.1	Luz .....	19
2.3.2	Fluxo Luminoso .....	20
2.3.3	Intensidade Luminosa .....	20
2.3.4	Eficiência Luminosa .....	21
2.3.5	Luminância .....	21
2.3.6	Iluminância .....	21
2.3.7	Curva Fotométrica .....	21
2.3.8	Plano de Trabalho .....	22
2.4	Lâmpadas e Luminárias .....	22
2.4.1	Incandescente .....	22
2.4.2	Fluorescente .....	23
2.4.3	Vapor de Mercúrio .....	23
2.4.4	Vapor de Sódio .....	24
2.4.5	Led .....	25
2.5	<i>Softwares</i> Utilizados .....	25
2.5.1	DiaLux Evo .....	25
2.5.2	AutoCAD .....	26
3	Atividades Realizadas .....	28
3.1	Planta Baixa da Prefeitura Universitária .....	29
3.2	Vistoria do Bloco Prefeitura Universitária da UFCG .....	29
3.3	Eficiência Energética na UFCG .....	30
3.4	Projeto Luminotécnico .....	31
4	Conclusão .....	35

Referências .....	36
APÊNDICE A – Coleta de Dados Bloco PU .....	37
Anexo A – Lista de Luminárias.....	38
Anexo B – Datasheet da Luminária Utilizada.....	39

# 1 INTRODUÇÃO

Este relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas pelo estudante Amaury Martins Cunha durante o período de estágio na Prefeitura Universitária (PU) da Universidade Federal de Campina Grande. O estágio se deu no período de 12 de Abril de 2019 a 07 de Junho de 2019 sob a supervisão dos engenheiros Jonas Agápito e Camila Guedes.

O estágio supervisionado tem como objetivo o cumprimento de uma das disciplinas obrigatórias da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica (Estágio Curricular), além de ser de fundamental importância para a consolidação dos conhecimentos adquiridos durante o curso, garante uma experiência profissional crucial para preparar o aluno para o mercado de trabalho.

Durante o estágio foram realizadas atividades referentes à aquisição de dados relacionados ao desempenho energético da Prefeitura Universitária da UFCG, projeto luminotécnico e elétrico do bloco, implementação de melhorias baseadas no programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), além de avaliação do nível de eficiência atual.

O plano do estágio teve como principais atividades:

- Estudo da viabilidade de adequação da Prefeitura Universitária às normas do PROCEL;
- Estudo de redução no consumo de energia elétrica, a fim de reduzir os gastos com energia elétrica;
- Estudo e familiarização com o *software* DIALux Evo 7.1;
- Realização do projeto luminotécnico da Prefeitura Universitária, de acordo com a norma NBR 5413, que estabelece os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizam atividades de comércio, indústria, ensino esporte e outras;
- Desenvolvimento do Projeto Elétrico a partir da ferramenta AutoCAD, segundo a norma NBR 5410;

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho a seguir tem como objetivo geral descrever, sob o ponto de vista técnico, a experiência adquirida durante o estágio supervisionado, realizado na Prefeitura Universitária da UFCG.

### 1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos consistem em transmitir de maneira eficaz uma compreensão das atividades desenvolvidas. Para isso, o relatório se inicia com uma fundamentação teórica do assunto, a fim de fornecer um conhecimento introdutório do assunto, seguido de uma explanação das atividades desenvolvidas pelo estagiário.

## 1.2 A PREFEITURA UNIVERSITÁRIA

O estágio foi realizado na Prefeitura Universitária localizada no campus da UFCG em Campina Grande - PB, onde são disponibilizadas vagas de estágios na área de projetos junto ao setor de engenharia com a supervisão e a assistência dos engenheiros eletricitas da PU, neste setor são desenvolvidos projetos de instalações elétricas e outras atividades compatíveis definidas pela PU.

A atual Prefeitura Universitária da UFCG era uma subprefeitura integrante da Prefeitura do Campus da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), antes do desmembramento da UFPB, pela Lei 10419/2002 e do consequente surgimento da UFCG. Hoje a Prefeitura Universitária faz parte da estrutura da Reitoria da UFCG em conformidade com o regimento da instituição.

O artigo 26 da Resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário da UFCG define as competências da PU. Ela deve colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento no planejamento e desenvolvimento físico da universidade, deve elaborar estudos e projetos de prédios e infraestrutura de interesse da universidade, deve solicitar a contratação, fiscalização, controle e execução de serviços de engenharia, deve manter e conservar bens da universidade, administrar o setor de

transportes, deve planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água, energia e comunicações. A PU deve, também, zelar pela segurança da comunidade acadêmica e do patrimônio da universidade e gerir os recursos a ela destinada. Ela deve atuar basicamente nas atividades relacionadas à infraestrutura da UFCG.

A missão da PU é promover ações de melhoria das condições ambientais de infraestrutura da universidade, realizando ações de planejamento, conservação, segurança, logística de transporte e telefonia. As atividades de engenharia e arquitetura da PU organizam-se em três coordenações, uma referente a projetos, outra a fiscalização e outra a manutenção.

Figura 1 - Prefeitura Universitária da UFCG



Fonte - Próprio autor

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresenta a seguinte distribuição dos conteúdos:

O Capítulo 1 é introdutório e apresenta uma contextualização do tema, apontando o objetivo do trabalho e fazendo uma alusão ao local do estágio.

O Capítulo 2 busca inteirar o leitor a despeito dos conceitos básicos relativos aos principais temas que fizeram parte do período de estágio, necessários para que as

atividades pudessem ser realizadas. O que incluem normas técnicas, principais tecnologias e *softwares* utilizados.

O Capítulo 3 descreve as atividades realizadas durante o período de estágio. Apresentando as principais dificuldades, os trabalhos realizados e os resultados obtidos.

O Capítulo 4 é conclusivo. Ressalta a importância do estágio para o aluno e por fim encerra este trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo discorre sobre os fundamentos teóricos do tema tratado, sobretudo no que diz respeito a fotometria e suas normas regulamentadoras, além dos programas de incentivo do governo.

### 2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS

As normas regulamentadoras possuem a função de estabelecer padrões mínimos de segurança a fim de garantir a integridade física de pessoas, animais e bens. Além disso, visam estabelecer referências na elaboração e execução de projetos a fim de uniformizá-los.

#### 2.1.1 NBR 5410 – INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) elaborou a Norma Brasileira (NBR) com o objetivo de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Esta norma aborda temas como a proteção a ser instalada, o sistema de aterramento da instalação, o correto dimensionamento do circuito e a quantidade máxima de condutores permitidos nos eletrodutos.

#### 2.1.2 NBR 5413 – ILUMINAÇÃO DE INTERIORES

Também elaborada pela ABNT, a Norma Brasileira 5413 estabelece os requisitos mínimos necessários para a iluminação artificial de interiores onde se realizam diversas atividades, sejam elas indústria, comércio, esporte e outras. A iluminação é um fator importante para garantir que os serviços básicos do ambiente possam ser executados.

## 2.2 PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - PROCEL

O aspecto elétrico das linhas de transmissão está vinculado essencialmente à classe de tensão especificada no transporte de energia elétrica, bem como, ao nível de potência a ser transmitida. Com base em tais grandezas é possível estabelecer um procedimento para tomada de decisão quanto ao uso de condutores, cadeias de isoladores, distâncias básicas de isolamento e parâmetros elétricos básicos, a qual define sua funcionalidade.

O Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica é um programa de governo, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME e executado pela Eletrobras. Este programa foi instituído em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial nº 1.877, com o intuito de promover o uso eficiente de energia elétrica e combater o seu desperdício.

Figura 2 - Logomarca do Procel



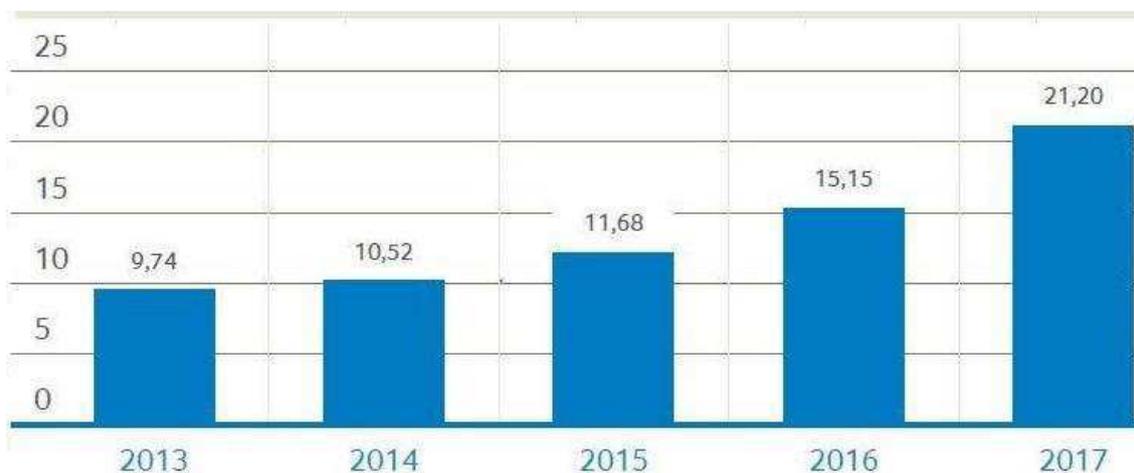
Fonte - Procel Info

O Procel possui ações que contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia, com isto reduz os impactos ambientais e colabora para um Brasil mais sustentável.

No Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais e comerciais, de serviços e públicas corresponde a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país, segundo o site do Procel, com as medidas adotadas pelo

programa os resultados acumulados no período 1986 até 2017 em economia de energia total giram em torno de 128,6 bilhões de kWh, na Figura 3 é mostrado um gráfico relativo aos ganhos energéticos anuais dos últimos 5 anos.

Figura 3 - Economia de energia nos últimos 5 anos (bilhões de kWh)

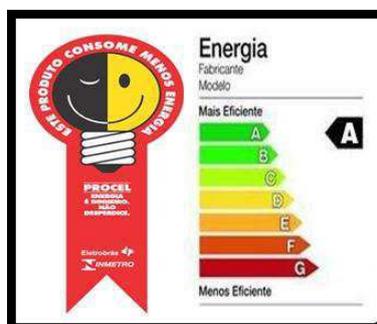


Fonte: Procel Info

Uma das criações do Procel foi o Selo Procel de Economia de Energia, ou simplesmente Selo Procel, este selo foi instituído por Decreto Presidencial em 8 de dezembro de 1993, este selo tem a finalidade de permitir ao consumidor saber entre os equipamentos e eletrodomésticos à disposição no mercado, os que possuem maior eficiência e menor consumo de energia.

Após a criação do Selo Procel, foram firmadas parcerias com o Inmetro, agentes de fabricantes e pesquisadores de laboratórios e universidade, com a finalidade de aumentar a disponibilidade de equipamentos mais eficientes no mercado brasileiro.

Figura 4 - Selo Procel



Fonte - Procel Info

Para receber o Selo Procel semelhante ao da Figura 5, o equipamento deve ser submetido a ensaios em laboratórios indicados pela Eletrobras e ser compatível com os índices de consumo e desempenho para cada categoria de equipamento.

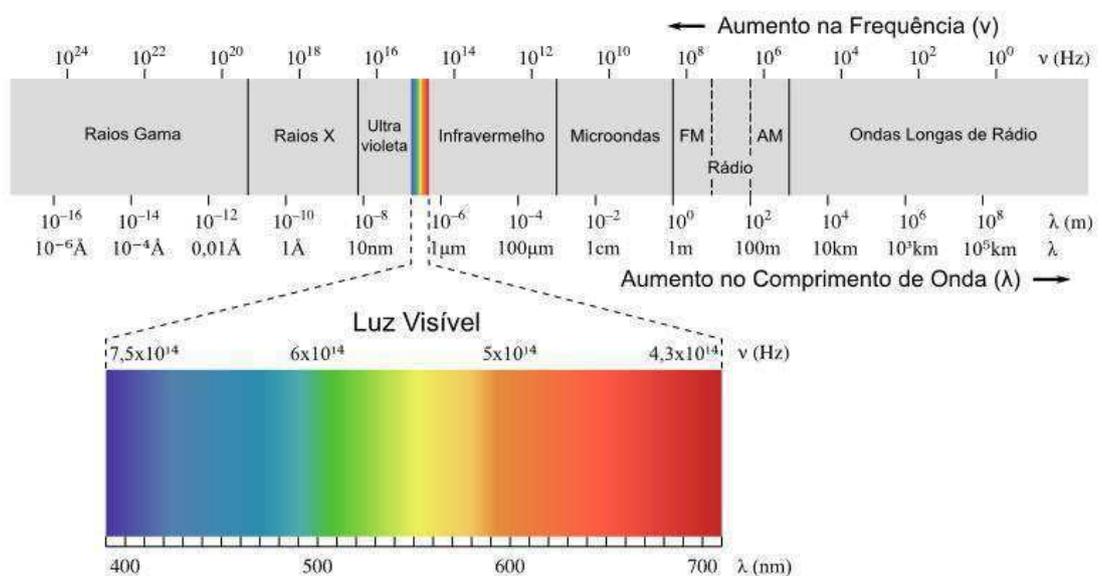
## 2.3 CONCEITOS LUMINOTÉCNICOS

Durante o período de estágio foram utilizados conceitos luminotécnicos para a realização das atividades propostas. Portanto, os principais conceitos referentes ao estudo de iluminação serão apresentados a seguir.

### 2.3.1 LUZ

Pode-se afirmar que é a energia radiante detectada pela visão humana, que ocorre a partir de um estímulo ocular.

Figura 5 - Espectro de luz visível ao olho humano



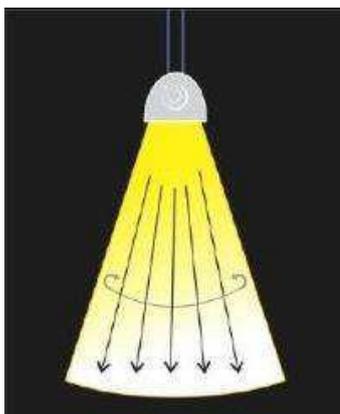
Fonte - Dan Scientia (2010)

Os comprimentos de onda da luz visível são classificados segundo a cor, do violeta, que possui comprimento de onda de  $\lambda = 400 \text{ nm}$ , ao vermelho, que possui comprimento de onda de  $\lambda = 700 \text{ nm}$ .

### 2.3.2 FLUXO LUMINOSO

Representa a quantidade total de luz emitida por uma fonte e que é capaz de estimular a retina ocular humana à percepção da luminosidade. Sua unidade no Sistema Internacional (SI) é o lúmen (lm).

Figura 6 – Representação do fluxo luminoso de uma fonte

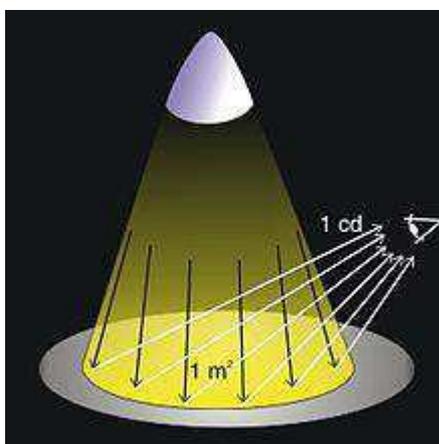


Fonte - LinkedIn (2017)

### 2.3.3 INTENSIDADE LUMINOSA

A fração do fluxo luminoso de uma fonte luminosa, contida num ângulo sólido e em uma dada direção é definida como a intensidade luminosa ( $I$ ). Pode-se afirmar que a intensidade luminosa é o limite da relação entre o fluxo luminoso em um ângulo sólido, cuja unidade no SI é o Candela (cd).

Figura 7 – Ilustração da intensidade luminosa de uma fonte



Fonte - Wikipédia (2009)

### 2.3.4 EFICIÊNCIA LUMINOSA

É um parâmetro que indica o quão eficiente uma fonte luminosa converge a energia que recebe. Relaciona o fluxo luminoso emitido pela fonte em relação à potência despendida para alimentá-la. A unidade de medida é o lúmen por Watt (lm/W).

### 2.3.5 LUMINÂNCIA

Luminância é uma medida da densidade de uma luz refletida numa dada direção, cuja unidade no SI é o Candela por metro quadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ). A luminância também indica o quanto de energia luminosa pode ser percebida pelo olho humano. Isso significa que a luminância indica o brilho da luz emitida ou refletida de uma superfície.

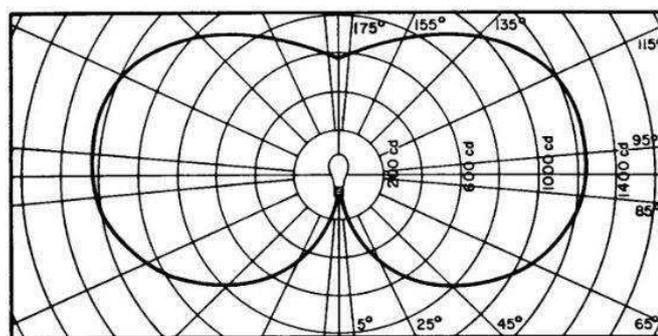
### 2.3.6 ILUMINÂNCIA

Iluminância é o termo que descreve a medição da quantidade de luz que rescinde sobre uma determinada área de superfície. É a grandeza mais considerada no cálculo luminotécnico e é expressa em lux (lx).

### 2.3.7 CURVA FOTOMÉTRICA

As curvas fotométricas são gráficos que indicam a distribuição espacial de luz em um plano cartesiano que conta com variáveis de distância e intensidade luminosa. Cada luminária conta com uma curva de distribuição particular, por este motivo, deve-se escolher a mais adequada de acordo com o caso da aplicação. A Figura 8 exemplifica uma curva fotométrica de uma lâmpada de vapor de mercúrio de 250 W.

Figura 8 - Curva fotométrica de uma lâmpada de 250 W



Fonte - Ilunato (2017)

### 2.3.8 PLANO DE TRABALHO

Representa a altura estabelecida para determinar onde vai ser realizado o trabalho. Desta forma sendo a altura de referência de iluminação do ambiente.

## 2.4 LÂMPADAS E LUMINÁRIAS

Lâmpadas são equipamentos eletrônicos que fornecem luz artificialmente e utilizam as luminárias como auxiliares para obter uma melhor distribuição de luminosidade.

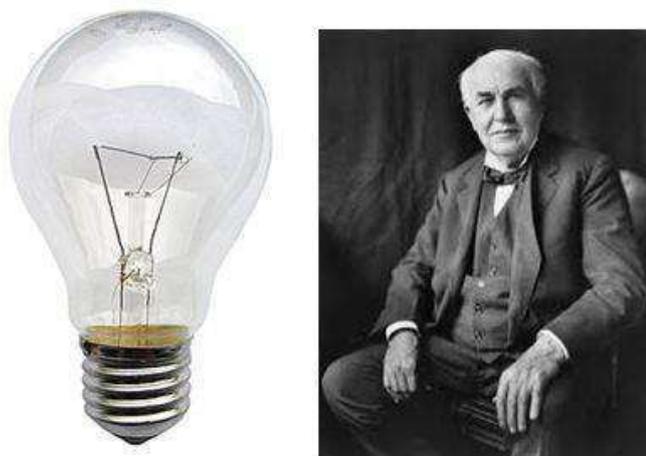
A fim de se obter uma boa qualidade nos projetos luminotécnicos, é necessário analisar bem as lâmpadas e luminárias que se deseja instalar. Por esse motivo, existem alguns pontos a serem levados em conta, como, por exemplo, a vida útil, o rendimento e a eficiência energética.

Os principais tipos de lâmpadas existentes no mercado serão abordados nos tópicos a seguir, bem como suas principais características.

### 2.4.1 INCANDESCENTE

A lâmpada incandescente foi o primeiro dispositivo prático que permitiu utilizar eletricidade para gerar iluminação. Foi desenvolvida por Thomas Edison, em 1879.

Figura 9 – A esquerda, lâmpada incandescente atual, e a direita, Thomas Edson



Fonte - Revista Galileu (2019)

As lâmpadas incandescentes como princípio de funcionamento a passagem de uma corrente elétrica por um filamento condutor. O filamento se aquece e passa a brilhar. Esse é o modelo de lâmpada que apresenta menor vida útil, em torno de mil horas e menor eficiência, devido as perdas por efeito Joule.

#### 2.4.2 FLUORESCENTE

Seu tubo de vidro é coberto com um material à base de fósforo, que quando excitado com radiação ultravioleta gerada pela ionização dos gases, produz luz visível. Possuem uma vida útil acima de dez mil horas de uso, podendo chegar até à vinte mil horas. Suas aplicações vão desde o uso doméstico, industrial e até no uso laboratorial.

Figura 10 – Lâmpadas Fluorescentes



Fonte - Ivomax (2014)

#### 2.4.3 VAPOR DE MERCÚRIO

Como o próprio nome sugere, essas lâmpadas utilizam vapor de mercúrio como fonte de descarga com um adicional de gás inerte, o argônio, para facilitar o arranque da descarga. As lâmpadas de vapor de mercúrio não podem ser ligadas diretamente a uma rede elétrica e sim a um reator, porém não necessitam de ignitor para partida. São mais aplicadas em iluminação pública e de áreas externas. Sua vida útil varia entre quinze a vinte e cinco mil horas.

Figura 11 - Lâmpada de vapor de mercúrio



Fonte - Ferramentas Gerais (2016)

#### 2.4.4 VAPOR DE SÓDIO

Utiliza o plasma do vapor de sódio para produzir luz. Possui uma luz monocromática do que os outros modelos, o que a torna mais aplicada para iluminação pública ou onde se deseja manter a iluminação reduzida. Possui uma vida útil em torno de dezoito mil horas.

Figura 12 – Lâmpada de vapor de sódio



Fonte - Licerri (2019)

#### 2.4.5 LED

São formadas por uma fita de LED (*Light Emitting Diode*) que produz luz quando é percorrido com energia elétrica. Possui um consumo menor do que as lâmpadas fluorescentes e tem uma vida útil em torno de quinze mil a vinte mil horas.

Figura 13 – Lâmpada de LED



Fonte - Energia Extra (2018)

## 2.5 SOFTWARES UTILIZADOS

A seguir são apresentados os *softwares* utilizados durante o período de estágio, que incluem o DiaLux Evo, utilizado para realizar simulações e cálculos luminotécnicos das áreas em questão e o AutoCad, que possibilitou a construção de plantas baixas do terreno a fim de formar suporte para o projeto tridimensional no DiaLux Evo.

### 2.5.1 DIALUX EVO

O DiaLux é atualmente um dos *softwares* de simulação mais populares no mundo. Pode ser baixado gratuitamente e está disponível em 26 idiomas. Um dos fatores de destaque do DiaLux está em sua variedade de cenários. Enquanto vários *softwares* calculam somente a iluminação natural ou artificial, não permitindo a integração entre ambas, o DiaLux permite simular ambientes externos e internos sob qualquer fonte de luz.

Outra vantagem que o programa apresenta, em virtude do sistema de parcerias, é a variedade de luminárias disponíveis ao projetista. Além disso, uma ferramenta bastante útil, diz respeito a possibilidade de importação e exportação projetos de arquivos DWG, provenientes do *software* AutoCad. A Figura 14 ilustra um exemplo de um projeto realizado no DiaLux.

Figura 14 – Projeto luminotécnico do Palácio da Liberdade, em Minas Gerais



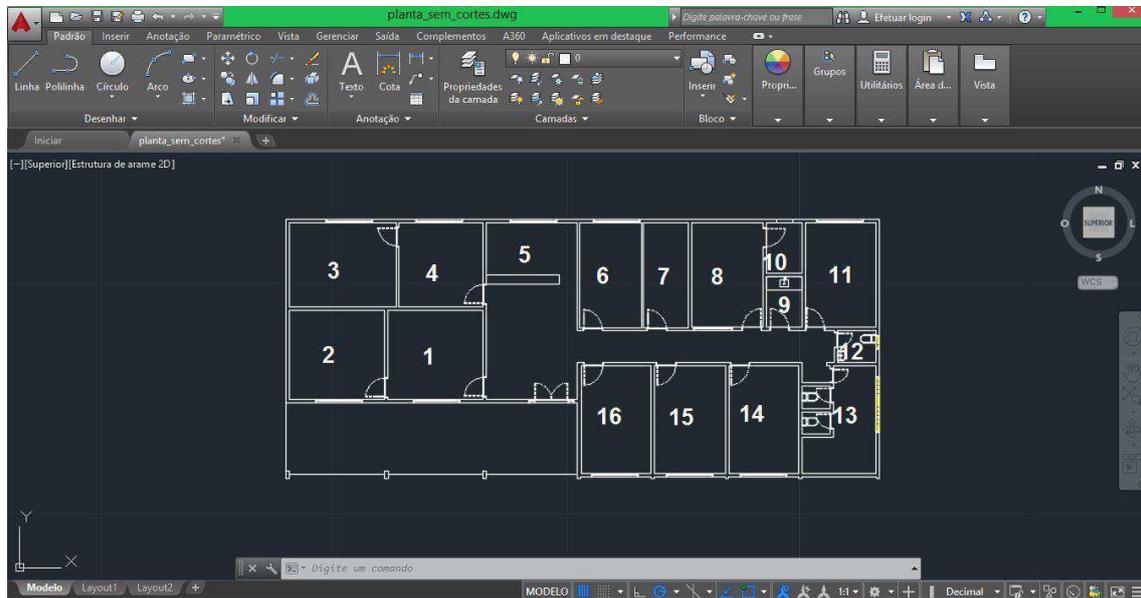
Fonte – Ceilux (2015)

### 2.5.2 AUTOCAD

O AutoCAD é um software focado em desenho técnico e de peças industriais. Utilizado em diversas áreas, este programa pode ser usado tanto na criação de projetos 2D como em projetos tridimensionais (3D).

Foi desenvolvido e comercializado pela Autodesk, em 1982. Vale salientar que o programa está dentro do conceito de tecnologia do tipo CAD (*computer aided design*).

Com respeito ao estágio, o AutoCAD foi utilizado principalmente para que seus arquivos fossem importados pelo DiaLux. A seguir, é apresentado o *layout* de um projeto no AutoCAD.

Figura 15 – *Layout* do AutoCAD

Fonte – Próprio autor

### 3 ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades realizadas durante o período de estágio se sucederam com uma carga horária mínima de 23 horas semanais, as quais foram supervisionadas pelo engenheiro Jonas Agábito Rodrigues de Medeiros e Oliveira. O estagiário em questão ficou responsável pelo projeto de iluminação interna do bloco Prefeitura Universitária da UFCG.

As principais atividades desenvolvidas pelo estagiário foram:

- Realização de uma vistoria do aspecto elétrico da PU;
- Estudo do software DiaLux;
- Pesquisa e estudo de normas e projetos luminotécnicos;
- Elaboração do projeto luminotécnico da PU;

Na Figura 16 é apresentado o local do projeto.

Figura 16 – Prefeitura Universitária da UFCG

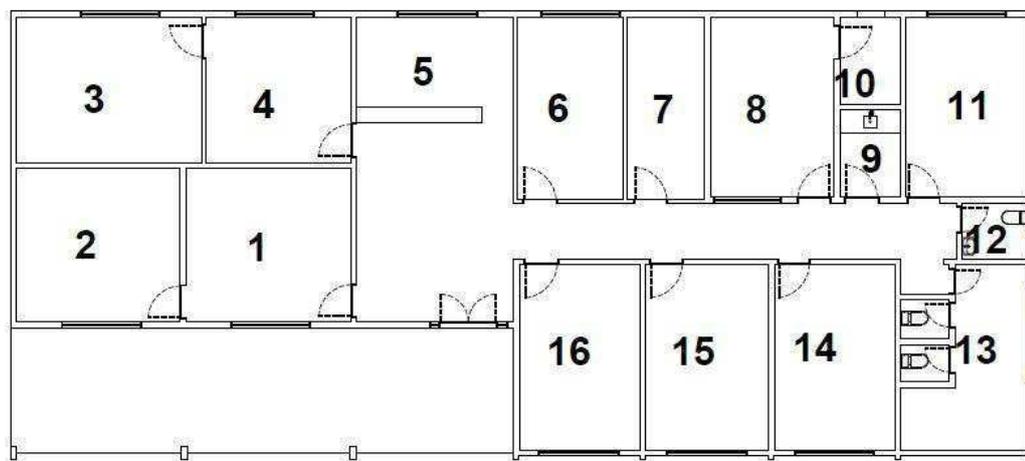


Fonte – Prefeitura UFCG

### 3.1 PLANTA BAIXA DA PREFEITURA UNIVERSITÁRIA

Para que fosse possível realizar um estudo de eficiência energética e o projeto luminotécnico da PU, inicialmente foi realizado o projeto da planta baixa da mesma. Na Figura 17 é possível visualizar um esquema da PU.

Figura 17 – Planta baixa da Prefeitura Universitária da UFCG



Fonte – Próprio autor

### 3.2 VISTORIA DO BLOCO PREFEITURA UNIVERSITÁRIA DA UFCG

Como os custos de energia elétrica no Brasil vem aumentando, ano após ano, devido aos períodos de seca prolongados, a análise de alternativas que evitam o desperdício de energia se torna necessário. Além disso, devido as recentes medidas orçamentárias tomadas pelo governo federal, de contingenciamento de verbas para as universidades públicas criaram um panorama onde e faz urgente reduzir os gastos públicos com energia elétrica.

A partir daí, a PU da UFCG iniciou um estudo de eficiência energética na universidade, com o objetivo de detectar “desperdícios de energia” e buscar formas de melhor aproveitar o recurso energético.

De início foi realizado uma pesquisa com o propósito de buscar soluções e aprender sobre eficiência energética. O governo possui um programa de conduta que auxilia na realização de novos projetos ou modernização de antigos (*Retrofit*). Esse programa fornece guias, que incluem o Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética em Edificações Comerciais e de Serviço Público (RTQ-C), que fornece diretrizes para a construção de uma edificação energeticamente eficiente além de indicar os critérios de avaliação para o processo de etiquetagem.

Para iniciar o estudo de eficiência energética foi demandado a realização de uma vistoria no bloco da PU, com o intuito de se coletar dados, tais como: lâmpadas queimadas, posicionamento de luminárias, distribuição dos circuitos, instalação dos aparelhos de ar condicionados e consumo dos computadores.

Uma tabela em Apêndice A contém as principais informações observadas durante a vistoria. A numeração das salas coincide com a numeração da planta baixa desenhada no AutoCAD, que foi mostrada na Figura 18.

### 3.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA UFCG

Inicialmente foi realizado um estudo de artigos e trabalhos desenvolvidos que possam trazer informações pertinentes que guiem as medidas a serem adotadas.

Os principais tópicos que foram temas da pesquisa foram:

- Pesquisas que retratem qual a temperatura de conforto térmico;
- Pesquisas que possam sugerir o horário para ligar os aparelhos de ar sem perda de conforto térmico;
- Buscar formas de reduzir o consumo de energia em computadores e lâmpadas;

Como forma de colaborar com a imediata necessidade de se reduzir o consumo de energia na universidade e após serem realizadas pesquisas acerca do assunto, algumas sugestões foram apresentadas aos engenheiros responsáveis como possíveis medidas de redução na conta de energia elétrica da UFCG, dentre as principais, tem-se:

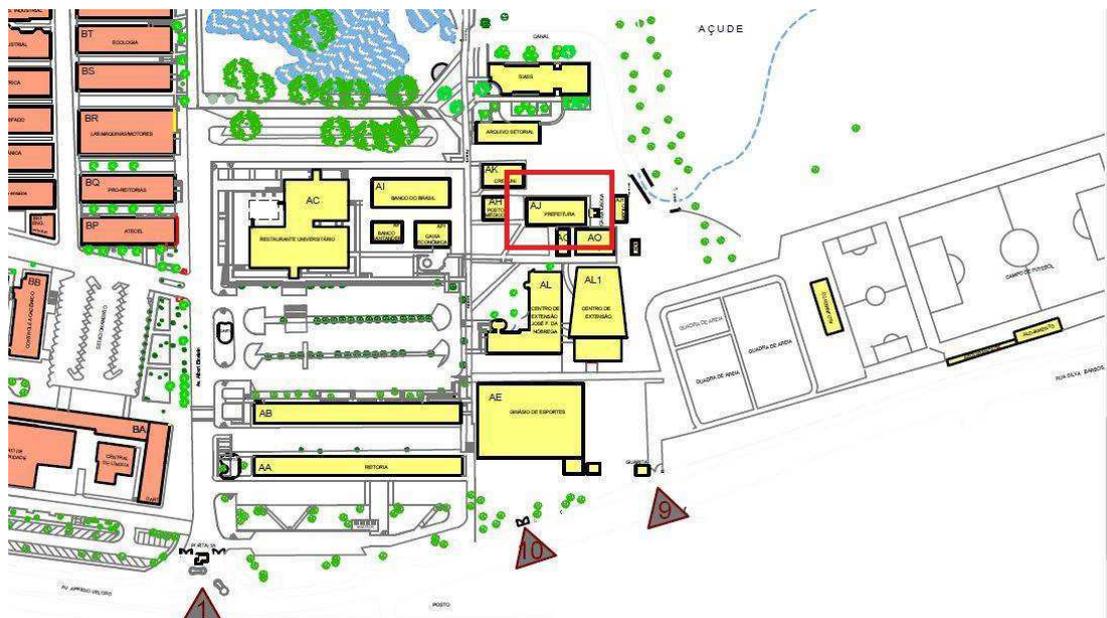
- Promover a elaboração de um manual de economia de energia e divulgação na mídia por meio da assessoria da UFCG;
- Elaborar panfletos informativos sobre a necessidade de se reduzir o consumo de energia na universidade;

- Nas salas de aula, ligar os aparelhos de ar somente entre as aulas de 10 horas e 17h30. Além disso, manter em temperatura de conforto térmico;
- Avaliação das faturas de energia. Renegociação de contratos com a Energisa;
- Programar computadores para suspenderem a partir de 5 min;
- Substituir ou retirar lâmpadas queimadas;

### 3.4 PROJETO LUMINOTÉCNICO

O projeto luminotécnico demandado ao estagiário foi referente a Prefeitura Universitária da UFCG. A Figura 18 apresentada a planta da Universidade Federal de Campina Grande e a localização da PU dentro do terreno

Figura 18 – Localização da Prefeitura Universitária no mapa da UFCG



Fonte - Prefeitura da UFCG (2017)

Após realizar o projeto da planta baixa da PU no *software* AutoCAD, o mesmo foi exportado para o *software* Dialux para facilitar a projeção em 3D do ambiente. Em seguida, efetuando testes no projeto, notou-se como a presença de objetos, a influência

de iluminação externa, a cor das paredes exerce potencial influência na iluminação do ambiente.

No que se refere à qualidade da iluminação, outro fator importante é a escolha das lâmpadas e luminárias. Cada modelo de lâmpada possui uma curva fotométrica específica, que representa a distribuição da intensidade luminosa no espaço. A escolha da luminária pode influenciar na canalização dessa intensidade luminosa.

Segundo a NBR 5413, de acordo com as características do bloco PU, este se classifica como sendo: Classe de Iluminação B, tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria e escritórios. Para essa classificação, tem-se uma quantidade Lux recomendada variando entre 500 a 1000 lux.

Para executar o projeto no DiaLux foram escolhidas luminárias adequadas para atender as especificações da NBR 5413. Durante o período de vistoria, observou-se que para melhorar a eficiência da iluminação, seria necessário a inserção de algumas lâmpadas e a realocação de diversas outras, que se encontravam em posições que desfavoreciam a sua capacidade de iluminação.

Em seguida, para tornar o projeto o mais realista possível, foram inseridos objetos semelhantes aos objetos reais que fazem parte da PU. Procurando obedecer as suas características, pois, a partir do estudo de luminotécnica, observou-se que a cor, posição e tamanho dos objetos contidos em um ambiente possui influência direta na iluminação do ambiente. Isso ocorre porque os objetos possuem níveis de reflexão da luz absorvida, afetando a iluminação ao redor. Um comparativo entre a PU e o modelo no DiaLux é mostrado nas Figuras 19 e 20.

Figura 19 – Comparativo entre a PU e o respectivo modelo no DiaLux



Fonte – Próprio autor

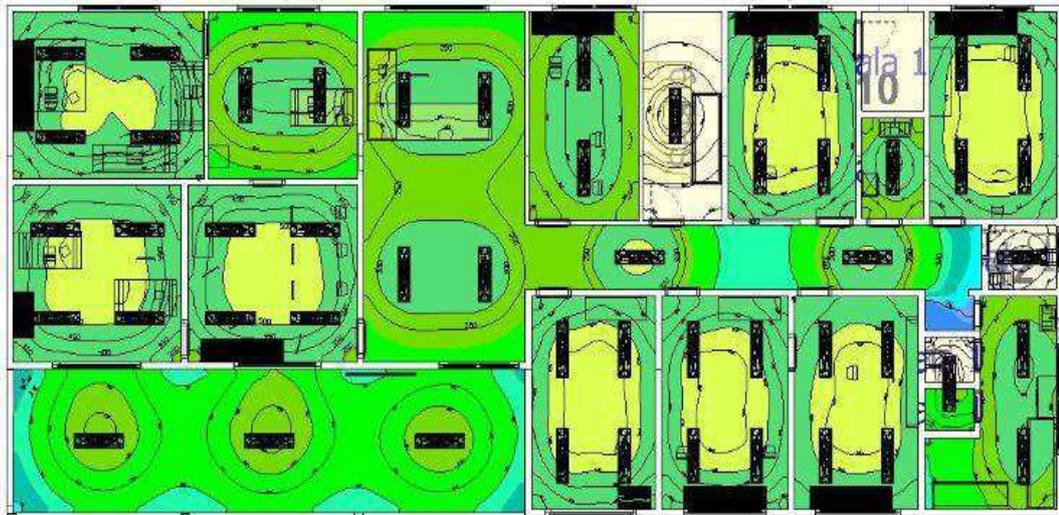
Figura 20 – Comparativo de uma sala da PU e o seu modelo no Dialux



Fonte – Próprio autor

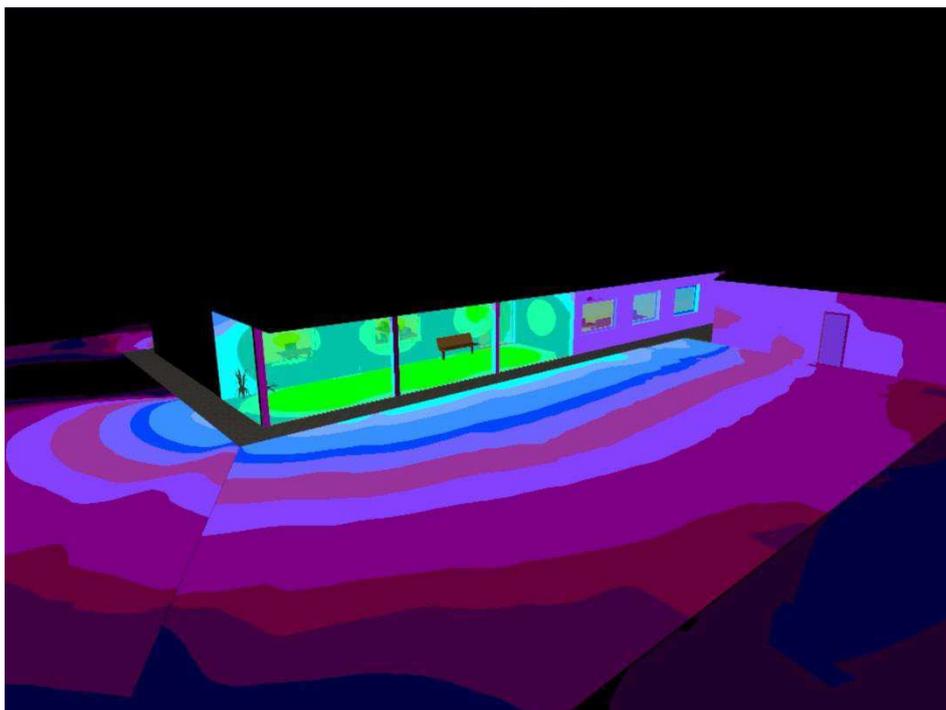
O próximo passo foi distribuir os pontos de iluminação de modo a iluminar a área em concordância com os valores mínimos de iluminância previsto na norma. Para isso, foi utilizado a ferramenta de cores falsas do DiaLux. A visualização em cores falsas permite identificar em uma escala de cores o nível de iluminação de cada ponto do projeto como pode observado nas Figuras 21 e 22.

Figura 21 – Representação de cores falsas na vista superior



Fonte – Próprio autor

Figura 22 – Representação de cores falsas vista externa



Fonte – Próprio autor

A luminária que melhor atendeu às especificações foi a Philips RC 165V W30L120 1Xled23s/830 PSD. As informações desta luminária estão descritas no Apêndice B.

## 4 CONCLUSÃO

O estagiário em questão colaborou com a Prefeitura Universitária determinando as melhores características para encontrar luminárias de maior eficiência energética, além de fornecer alternativas que visam melhorar a eficiência energética da UFCG e consequentemente reduzir os custos com energia.

De fato, o estágio supervisionado foi de grande importância para a consolidação de muitos conceitos vistos ao longo do curso de Engenharia Elétrica. Ressalta-se que foi importante para o estagiário trabalhar em equipe interdisciplinar e com uma hierarquia estruturada de acompanhamento e gerenciamento das atividades desenvolvidas. Destaca-se ainda a oportunidade de familiarizar-se com conteúdo novo, principalmente o aperfeiçoamento do conhecimento dos softwares DiaLux e AutoCAD.

Por fim, o estágio supervisionado atendeu as expectativas depositadas, concretizando os conhecimentos adquiridos durante a graduação em Engenharia Elétrica.

## REFERÊNCIAS

COSTA, E. G.; MOREIRA, V. D. **Guia de fotometria**. Universidade Federal de Campina Grande, departamento de engenharia elétrica, Campina Grande.

ABNT. (2004, Versão Corrigida: 2008). NBR 5410 - **Instalações elétricas de baixa tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT. (2013). NBR ISSO/CIE 8995-1 - **Iluminação de ambientes de trabalho**, Parte 1: Interior. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Prefeitura Universitária. (s.d.). Prefeitura Universitária, UFCG. Disponível em <<http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/index.php/2015-04-27-17-54-31/sobre>>, 2019.

PROCEL INFO/ELETROBRÁS. **Regulamento do selo Procel**. Disponível em <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BB70B5A3C-19EF-499D-B7BC-D6FF3BABE5FA%7D>>, 2019.

Dialux 2017. Disponível em <<https://www.dial.de/en/dialux-desktop/download/>>

REGIMENTO DA REITORIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Disponível em <<http://www.ufcg.edu.br/administracao-documentos-Oficiais/regimentoDaReitoria.htm>>, 2019.

DAN SCIENTIA. Disponível em <<http://dan-scientia.blogspot.com/2010/03/relacao-da-frequencia-com-o-comprimento.html>>, 2013.

INFAIMON. Disponível em <<https://blog.infaimon.com/pt/curvas-fotometricas-que-son-usos/>>, 2018.

LICERI. Disponível em <<https://www.liceri.com.br/casa-e-construcao-iluminacao-lampadas-lampada-vapor-de-sodio-250w-tubular-e-40-ge-lucalox>>, 2019.

CEILUX. Disponível em <<http://ceilux.com.br/projetos/>>, 2015.

## APÊNDICE A – COLETA DE DADOS BLOCO PU

Tabela 1 – Dados coletados na vistoria realizada no bloco PU

Sala	Nº de lâmpadas	Ar condicionado	Dados	Sugestão
1	4	Sim	Controle de ar desaparecido	Realizar ajuste de temperatura por aplicativo de celular
2	4	Sim	2 lâmpadas queimadas	Realocar distribuição das lâmpadas
3	6	Sim	1 lâmpada queimada	Realocar distribuição das lâmpadas
4	2	Sim	-	-
5	6	Não	-	-
6	2	Sim	-	-
7	2	Não	1 lâmpada queimada	-
8	4	Sim	1 interruptor acionando todas as lâmpadas	Instalar 1 interruptor para cada lâmpada
9	1	Não	-	-
10	1	Não	-	-
11	4	Sim	1 interruptor acionando todas as lâmpadas	Instalar 1 interruptor para cada lâmpada
12	1	Não	-	-
13	2	Não	-	-
14	4	Sim	-	-
15	2	Sim	-	-
16	2	Sim	Ar condicionado sem com dano	Realizar manutenção corretiva no aparelho de ar

## ANEXO A – LISTA DE LUMINÁRIAS

Tabela 2 – Lista de luminárias utilizadas para a simulação no DiaLux

Quantidade	Luminária (Emissão luminosa)
46	<p>Philips - RC165V W30L120 1xLED34S/830 PSD</p> <p>Emissão luminosa 1</p> <p>Equipagem: 1xLED34S/830/-</p> <p>Grau de actuação operacional: 99.89%</p> <p>Fluxo luminoso de lâmpada: 3400 lm</p> <p>Fluxo luminoso da luminária: 3396 lm</p> <p>Potência: 41.0 W</p> <p>Rendimento luminoso: 82.8 lm/W</p> <p>Indicações colorimétricas</p> <p>1xLED34S/830/-: CCT 3000 K, CRI 100</p>

Fonte – DiaLux (2019)

## ANEXO B – DATASHEET DA LUMINÁRIA UTILIZADA

### Philips RC165V W30L120 1xLED34S/830 PSD 1xLED34S/830/-



CoreView Panel – smooth surface of light People appreciate indoor spaces that are easy on the eye and at the same time refreshing to the mind. This is especially relevant for spaces where you want to ensure a relaxing yet energizing atmosphere, e.g. in working environments, retail and healthcare.

CoreView Panel is a LED-based luminaire with an innovative, slim shape that delivers a uniform surface of light – a truly attractive proposition. Suitable for recessed (lay-in only) and suspended mounting, the range offers a choice of sizes, color temperatures and DALI dimming. In addition, it comes with all the benefits of LED technology: it is, for example, long-lasting and energy-efficient. In short, CoreView Panel represents an excellent deal for those looking for pleasant and efficient lighting.

Grau de actuação operacional: 99.89%  
 Fluxo luminoso de lâmpada: 3400 lm  
 Fluxo luminoso da luminária: 3396 lm  
 Potência: 41.0 W  
 Rendimento luminoso: 82.8 lm/W

Indicações colorimétricas  
 1xLED34S/830/-: CCT 3000 K, CRI 100

### Emissão luminosa 1 / CDL polar

