



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**CARLOS JUACYR ANACLETO DE OLIVEIRA FILHO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

CAMPINA GRANDE – PB

FEVEREIRO DE 2017

CARLOS JUACYR ANACLETO DE OLIVEIRA FILHO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à  
Unidade Acadêmica 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 George Rossany Soares de Lira, D. Sc

CAMPINA GRANDE – PB

FEVEREIRO DE 2017

CARLOS JUACYR ANACLETO DE OLIVEIRA FILHO

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à  
Unidade Acadêmica 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

**Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais, que por mim tudo fizeram sem medir esforços.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado perseverança e coragem para enfrentar dificuldades que muitas vezes ultrapassaram os contornos acadêmicos.

Aos meus pais, Juacyr Anacleto e Wilca Oliveira, por todos os ensinamentos e conselhos dados durante toda a minha vida. Foram os principais personagens da minha caminhada até esse momento. Sem eles eu jamais teria conseguido dar os passos que dei ou sequer ser a pessoa que sou.

À minha irmã, Maria Clara, por todo o companheirismo e amizade em todos os momentos.

Ao professor George Lira, pelos ensinamentos e conselhos prestados como professor e orientador de monitoria na disciplina de Laboratório de Instalações Elétricas, como também na orientação do trabalho de conclusão de curso (TCC) e das atividades de pesquisa desenvolvidas no Laboratório de Alta Tensão (LAT).

Ao professor Célio Anésio por todo apoio e ensinamento durante o desenvolvimento desse trabalho.

Ao engenheiro e supervisor do estágio Jonas Agápito, por todo o acompanhamento e ensinamentos prestados durante o desenvolvimento das atividades.

À companheira de estágio Larissa Diniz e à engenheira Camila Guedes por toda a amizade e conhecimento desenvolvido durante as atividades.

Aos meus amigos Jovy Araújo e Danilo Leite, com quem tive a honra de dividir o teto assim que comecei o curso. Agradeço por todo o apoio e amizade prestados. Grandes amigos!

Aos meus amigos de curso, Fábio Brilhante, Ruam Carlos, Rodrigo Pereira, entre outros, que dividiram comigo dias difíceis durante essa trajetória. Sem vocês a caminhada seria bem mais complicada. Obrigado por tudo.

À todos os meus amigos que fizeram parte dessa história.

Enfim, à todas as pessoas que de alguma forma contribuíram nessa minha jornada.

Carlos Juacyr Anacleto de Oliveira Filho

*“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade”*

Albert Einstein

## RESUMO

O presente trabalho aborda as atividades desenvolvidas durante o estágio curricular supervisionado no projeto luminotécnico do estacionamento do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), alocado no setor C da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus I, Campina Grande – PB. O estágio compreendeu o período de 15 de janeiro de 2017 a 15 de fevereiro de 2017, com duração total de 182 horas e jornada de trabalho de 40 horas semanais. Serão mostrados, de forma introdutória, alguns conceitos luminotécnicos e os principais tipos de lâmpadas, bem como o software utilizado para o projeto de iluminação do estacionamento. Posteriormente será apresentado o projeto executado, juntamente com o memorial de cálculo e o memorial descritivo.

**Palavras-chave:** luminotécnica, LED, luminária, curva fotométrica

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Prefeitura Universitária da UFCG.....	02
Figura 2 – Temperatura de cor.....	05
Figura 3 – Índice de reprodução de cor.....	05
Figura 4 – Lâmpada incandescente convencional.....	07
Figura 5 – Lâmpada incandescente halógena.....	07
Figura 6 – Lâmpada fluorescente tubular.....	09
Figura 7 – Lâmpada fluorescente compacta.....	09
Figura 8 – Lâmpada a vapor de sódio de baixa pressão.....	10
Figura 9 – Lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão.....	11
Figura 10 – Lâmpada a vapor de sódio de alta pressão.....	12
Figura 11 – Lâmpada a vapor metálico de alta pressão.....	13
Figura 12 – Lâmpada de luz mista.....	13
Figura 13 – Lâmpada LED bulbo/tubular.....	14
Figura 14 – Luminária Philips BPP435T15.....	15
Figura 15 – Curva fotométrica da luminária escolhida.....	16
Figura 16 – Representação das superfícies de cálculo.....	17
Figura 17 – Superfícies de cálculo do estacionamento.....	17
Figura 18 – Resultado da simulação em cores falsas.....	19
Figura 19 – Legenda de cores.....	19
Figura 20 – Iluminação em cores reais.....	20
Figura 21 – Iluminação em cores reais.....	20
Figura 22 – Vista panorâmica do estacionamento do CCT.....	28
Figura 23 – Estacionamento do CCT.....	28
Figura 24 – Estacionamento do CCT.....	29
Figura 25 – Estacionamento do CCT.....	29
Figura 26 – Planta da instalação elétrica do sistema de iluminação.....	30
Figura 27 – Quadro de cargas/diagrama unifilar.....	31
Figura 28 – Detalhes da caixa de inspeção/caixa de passagem/aterramento.....	32
Figura 29 – Detalhes dos postes curvo duplo e curvo simples com chumbadores e base.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação das cores com o comprimento de onda visível.....	03
Tabela 2 – Superfícies de cálculo e seus índices.....	18
Tabela 3 – Especificações gerais da luminária e da lâmpada.....	25
Tabela 4 – Critério da Seção Mínima.....	26
Tabela 5 – Critério da capacidade de condução de corrente.....	26
Tabela 6 – Critério da capacidade de condução de corrente.....	27
Tabela 7 – Área total ocupada pelos condutores.....	27
Tabela 8 – Diâmetro nominal do eletroduto.....	28
Tabela 9 – Dimensionamento para trecho de eletroduto com 3 circuitos.....	28
Tabela 10 – Dimensionamento para trecho de eletroduto com 2 circuitos.....	28

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

CCT	Centro de Ciências e Tecnologia
LED	<i>Light Emitting Diodes</i>
NBR	Norma Brasileira
NDU	Norma de Distribuição Unificada
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

## LISTA DE SÍMBOLOS

A	Ampère
cd	Candela
cd/m <sup>2</sup>	Candela por metro quadrado
E <sub>max</sub>	Iluminância máxima
E <sub>med</sub>	Iluminância média
E <sub>min</sub>	Iluminância mínima
K	Kelvin
lm	Lúmen
lx	Lux
m	Metro
nm	Nanômetro
PC	Peça
U	Fator de uniformidade de iluminância
V	Volt
VA	Volt-Ampère
W	Watt

# SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b> .....	01
1.1. Objetivos.....	01
1.2. Local do Estágio.....	01
<b>2. Grandezas da Luminotécnica</b> .....	03
2.1. Luz.....	03
2.2. Cor.....	03
2.3. Intensidade Luminosa.....	04
2.4. Fluxo Luminoso.....	04
2.5. Iluminância.....	04
2.6. Luminância.....	04
2.7. Temperatura de Cor.....	05
2.8. Índice de Reprodução de Cor.....	05
<b>3. Lâmpadas Elétricas</b> .....	06
3.1. Lâmpadas Incandescentes.....	06
3.1.1. Lâmpadas Incandescentes Convencionais.....	06
3.1.2. Lâmpadas Incandescentes Halógenas.....	07
3.2. Lâmpadas de Descarga.....	08
3.2.1. Lâmpadas de Descarga de Baixa Pressão.....	08
3.2.1.1. Lâmpadas Fluorescentes.....	09
3.2.1.2. Lâmpadas a Vapor de Sódio de Baixa Pressão.....	10
3.2.2. Lâmpadas de Descarga de Alta Pressão.....	10
3.2.2.1. Lâmpadas a Vapor de Mercúrio de Alta Pressão.....	10
3.2.2.2. Lâmpadas a Vapor de Sódio de Alta Pressão.....	12
3.2.2.3. Lâmpadas a Vapor Metálico de Alta Pressão.....	12
3.2.2.4. Lâmpadas de Luz Mista.....	13
3.3. Lâmpadas de Estado Sólido (LED).....	14
<b>4. Projeto Luminotécnico no DIALux</b> .....	15
<b>5. Projeto Elétrico do Sistema de Iluminação</b> .....	21
<b>6. Memorial Descritivo</b> .....	22
6.1. Identificação.....	22
6.2. Disposições Gerais.....	22

6.3.	Normas.....	22
6.4.	Pranchas.....	22
6.5.	Iluminação.....	23
6.6.	Condutores.....	23
6.7.	Eletrodutos.....	23
6.8.	Dispositivos de Proteção.....	24
6.9.	Caixas.....	24
6.10.	Quadro de Distribuição.....	24
<b>7.</b>	<b>Memorial de Cálculo.....</b>	<b>25</b>
7.1.	Especificações Gerais.....	25
7.2.	Dimensionamento dos Condutores.....	25
7.2.1.	CrITÉrio da Seção MÍNima.....	25
7.2.2.	CrITÉrio da Capacidade de Condução de Corrente.....	26
7.2.3.	CrITÉrio da Queda de Tensão.....	26
7.3.	Dimensionamento dos Eletrodutos.....	27
<b>8.</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>29</b>
	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>30</b>
	<b>APÊNDICE A – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO INSTALADO.....</b>	<b>31</b>
	<b>APÊNDICE B – DETALHES DA INSTALAÇÃO ELETRICA.....</b>	<b>33</b>
	<b>APÊNDICE C – LISTA DE MATERIAIS.....</b>	<b>37</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

O estágio supervisionado foi realizado na Prefeitura Universitária na UFCG, campus I, Campina Grande – PB. O mesmo foi realizado entre 15 de janeiro de 2017 e 15 de fevereiro de 2017, totalizando uma carga horária de 182 horas e jornada de trabalho de 40 horas semanais. As atividades estiveram sob orientação do professor George Rossany Soares de Lira e supervisão do engenheiro Jonas Agápito Rodrigues de Medeiros e Oliveira.

As atividades desenvolvidas durante o estágio contemplaram inicialmente a familiarização com o software DIALux. Este programa foi utilizado para a determinação das luminárias e lâmpadas, bem como dos índices de iluminância do projeto. Após essas especificações, deu-se início ao projeto elétrico de instalação das lâmpadas, complementado por um memorial descritivo e um memorial de cálculo.

### **1.1. OBJETIVOS**

O estágio supervisionado realizado na Prefeitura Universitária teve como objetivo principal o projeto luminotécnico do estacionamento do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da UFCG. Esse projeto, por sua vez, contou de simulações realizadas no software DIALux, de planta baixa com as instalações elétricas das lâmpadas, de memorial de cálculo e de memorial descritivo.

### **1.2. LOCAL DO ESTÁGIO**

A atual Prefeitura Universitária da UFCG, mostrada na Figura 1, antes subprefeitura do Campus da UFPB, passou, após um processo de desmembramento definido pela lei 10.419/2002 e criação da UFCG, a ter status de Prefeitura Universitária. Esta última, tem como missão a promoção de ações de melhoria das condições ambientais de infraestrutura do Campus, implementando ações de planejamento, conservação, segurança, logística de transporte e telefonia.

Atualmente a Prefeitura Universitária pertence à estrutura da Reitoria da UFCG por força do Estatuto e Regimento da Instituição, com atribuições definidas pela resolução

06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário que dispõe sobre o regimento da Reitoria.

Figura 1 – Prefeitura Universitária da UFCG.



Fonte: O próprio autor.

De acordo com o Art. 26 da Resolução 06/2005 do Colegiado Pleno do Conselho Universitário da UFCG, são competências da Prefeitura Universitária:

- I. Colaborar com a Secretaria de Planejamento e Orçamento, no planejamento e desenvolvimento físico dos campi da Universidade;
- II. Elaborar estudos e projetos de edificações e infraestruturas nos campi ou fora deles quando do interesse da Universidade;
- III. Solicitar a contratação, fiscalizar, executar e controlar obras e serviços de engenharia;
- IV. Manter e conservar bens móveis e imóveis da universidade;
- V. Gerenciar o setor de transportes;
- VI. Planejar, fiscalizar, controlar e operar os serviços públicos de água, energia e comunicações;
- VII. Determinar o setor de exercício dos servidores lotados na Secretaria;
- VIII. Zelar pela segurança da comunidade acadêmica, no âmbito dos campi, bem como pelo patrimônio da Universidade;
- IX. Gerir os créditos provisionados e os recursos repassados, que se destinem à execução de suas atividades.

## 2. GRANDEZAS DA LUMINOTÉCNICA

Antes de ser apresentada qualquer característica das lâmpadas ou luminárias utilizadas no projeto, faz-se necessário tomar conhecimento das grandezas fundamentais da luminotécnica.

### 2.1. LUZ

Entende-se por luz como sendo o aspecto da energia radiante que um observador humano constata pela sensação visual, determinado pelo estímulo da retina ocular (CREDER, H.). O olho humano é capaz de perceber radiações situadas entre os comprimentos de onda de 380 a 760 nm.

### 2.2. COR

A cor do espectro de luz é determinada pelo comprimento de onda. De acordo com a faixa visível ao olho humano (380 a 760 nm), a luz violeta é a de menor comprimento de onda visível do espectro e a vermelha é a de maior comprimento de onda. As demais cores estão situadas entre as duas últimas. A tabela abaixo relaciona as cores de acordo com o comprimento de onda visível.

Tabela 1 – Relação das cores com o comprimento de onda visível

COR	COMPRIMENTO DE ONDA (nm)
Vermelho	620 – 760
Laranja	585 – 620
Amarelo	550 – 585
Verde	510 – 550
Azul	450 – 510
Violeta	380 – 450

Fonte: O próprio autor

### 2.3. INTENSIDADE LUMINOSA

Pode-se definir intensidade luminosa como sendo a intensidade em que a luz é radiada em uma dada direção. Essa grandeza tem como unidade de medida a candela (cd).

### 2.4. FLUXO LUMINOSO

É a quantidade de luz emitida em todas as direções por uma fonte luminosa durante determinado tempo. Sua unidade de medida é o lúmen (lm). A relação que quantifica o fluxo luminoso é mostrada na equação (1).

$$\phi = \frac{Q}{t}. \quad (1)$$

Onde  $\phi$  é o fluxo luminoso,  $Q$  é a quantidade de luz e  $t$  é o tempo.

### 2.5. ILUMINÂNCIA

É a quantidade de luz que incide por unidade de área em uma superfície. Sua unidade de medida é o lux.

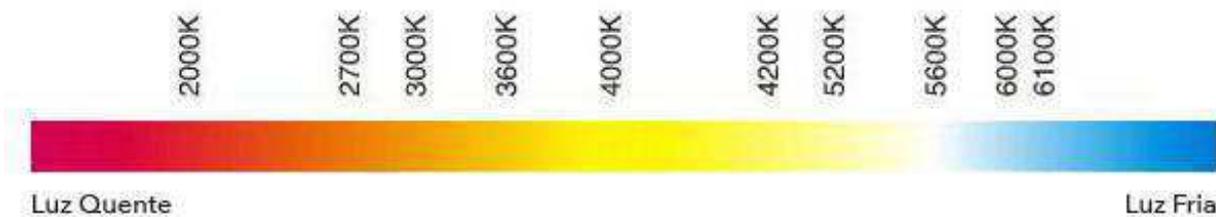
### 2.6. LUMINÂNCIA

É a medida de intensidade luminosa refletida por uma superfície. Sua unidade de medida é a candela por metro quadrado (cd/m<sup>2</sup>).

### 2.7. TEMPERATURA DE COR

Diz respeito à tonalidade de cor emitida pela fonte de luz. Sua unidade de medida é o Kelvin (K). É comum a utilização dos termos luz quente e luz fria, no entanto estes não se referem ao calor físico da fonte, mas sim à tonalidade de cor apresentada no ambiente. Quanto mais alta a temperatura de cor, mais clara é a tonalidade da luz. Isso pode ser verificado na Figura 2 a seguir.

Figura 2 – Temperatura de cor.



Fonte: <http://www.newline.ind.br/voce-sabe-o-que-e-temperatura-de-cor/>

## 2.8. ÍNDICE DE REPRODUÇÃO DE COR

Quantifica a fidelidade com que as cores são reproduzidas sob uma determinada fonte luminosa. É uma medida adimensional que varia de 0 a 100. Na Figura 3 encontra-se uma demonstração de uma visualização com diferentes índices de reprodução de cor.

Figura 3 – Índice de reprodução de cor.



Fonte: <http://www.bluelux.com.br/observar-na-hora-de-comprar-lampadas/>

### **3. LÂMPADAS ELÉTRICAS**

Normalmente as lâmpadas são classificadas de acordo com o seu mecanismo de produção de luz. Existem basicamente três mecanismos principais que definem as características básicas das lâmpadas, são eles: lâmpadas que produzem luz por incandescência, por descarga e as de estado sólido (LED).

#### **3.1. LÂMPADAS INCANDESCENTES**

A lâmpada incandescente foi a primeira a ser desenvolvida, tornando-se o tipo de lâmpada mais utilizada no mundo. A luz é produzida devido a passagem de corrente elétrica em um filamento metálico. Os primeiros modelos de lâmpadas incandescentes possuíam filamento de bambu carbonizado, que por sua vez foi substituído por um filamento de carbono. No entanto, por possuir uma característica de emissão mais eficiente, melhores propriedades mecânicas e um elevado ponto de fusão, o tungstênio passou a ser utilizado na fabricação de filamentos para lâmpadas incandescentes (FREITAS, P. C. F.). Existem dois tipos básicos de lâmpadas incandescentes, as convencionais e as halógenas.

##### **3.1.1. Lâmpadas Incandescentes Convencionais**

A estrutura básica das lâmpadas incandescentes convencionais consta de um filamento de tungstênio localizado no interior de uma ampola de vidro preenchido com gás inerte. A passagem de corrente elétrica aquece o filamento a temperaturas superiores a 2000°C, liberando assim energia em forma de luz e calor.

As lâmpadas incandescentes convencionais são caracterizadas por possuírem uma baixa eficiência luminosa (em torno de 17 lm/W), vida útil de cerca de 1000 horas de uso e um baixo custo. Um fato relevante é que apenas 5% da energia elétrica é aproveitada como forma de luz, sendo restante convertido em energia térmica.

Na Figura 4 encontra-se toda a estrutura interna da lâmpada incandescente convencional. No detalhe é possível notar os fios de níquel e de molibdênio dando suporte ao filamento de tungstênio.

Figura 4 – Lâmpada incandescente convencional.



Fonte: <http://blogdalu.magazineluiza.com.br/tag/lampada/>

### 3.1.2. Lâmpadas Incandescentes Halógenas

O princípio de funcionamento das lâmpadas incandescentes halógenas é basicamente o mesmo das incandescentes convencionais, a diferença é que dentro do bulbo destas primeiras é introduzido um gás halógeno, normalmente o iodo ou o bromo. A Figura 5 apresenta um modelo desse tipo de lâmpada.

Figura 5 – Lâmpada incandescente halógena.



Fonte: <http://www.lojaeletrica.com.br/halogenas,dept,13003.aspx>

As principais vantagens em relação ao modelo convencional é uma maior eficiência energética, vida útil mais longa (entre 2000 e 4000 horas), luz mais branca e uniforme ao longo da vida e dimensões menores. Como desvantagens, pode-se dizer que são lâmpadas pressurizadas, podendo estilhaçar-se, além de ter uma alta temperatura de operação.

## **3.2. LÂMPADAS DE DESCARGA**

Nas lâmpadas de descarga a luz é confeccionada pela passagem da corrente elétrica através de uma mistura gasosa composta de gases inertes e vapores metálicos. Estes últimos encontram-se armazenados em um invólucro translúcido com extremidades conectadas a eletrodos.

Para que ocorra a descarga elétrica no gás, é necessário que um valor de tensão suficientemente elevado seja aplicado para que a rigidez da coluna gasosa seja rompida. No entanto, a tensão fornecida pela rede não atende a essa condição, sendo assim necessário um equipamento auxiliar que produza pulsos de tensão suficientes para a partida. Esse equipamento é chamado de reator, que além de proporcionar uma tensão adequada para o surgimento da descarga, serve também para estabilizar a corrente em regime permanente.

As lâmpadas de descarga são classificadas de acordo com a pressão interna, podendo assim ser de baixa pressão ou de alta pressão.

### **3.2.1. Lâmpadas de descarga de baixa pressão**

As lâmpadas de descarga são de baixa pressão quando a pressão interna é praticamente igual a pressão externa (atmosférica). Elas podem ser classificadas em lâmpadas de descarga de baixa pressão de vapor de mercúrio, conhecidas como lâmpadas fluorescentes, e como lâmpadas de descarga de baixa pressão de vapor de sódio.

### 3.2.1.1. Lâmpadas fluorescentes

As lâmpadas fluorescentes são normalmente classificadas em dois tipos: tubulares e compactas. As primeiras foram desenvolvidas na década de 1940 e são conhecidas como tubulares devido a geometria do seu tubo de descarga. Esse tubo é feito de vidro transparente revestido por um pó fluorescente, conhecido como fósforo. Este, por sua vez, a depender de sua composição e espessura, é determinante para algumas características da lâmpada, como a temperatura de cor e a reprodução de cores. Na Figura 6 é apresentado um modelo desse tipo de lâmpada.

Figura 6 – Lâmpada fluorescente tubular.



Fonte: <http://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/eletricidade-e-eletronica/eletrica-copeli/produtos/construcao/lampada-fluorescente-tubular>

O modelo fluorescente compacto, mostrado na Figura 7, foi introduzido no mercado no início da década de 1980 como substituto da lâmpada incandescente. Possuem tamanho reduzido em relação às fluorescentes tubulares, além de serem fabricadas em vários formatos, sendo os mais usuais o modelo com um tubo único curvado em “U” e dois tubos independentes unidos por uma ponte.

Figura 7 – Lâmpada fluorescente compacta.



Fonte: <http://www.severoroth.com.br/lampada-fluorescente-compacta-luz-amarela-3u-25w-220v-taschibra.html>

### 3.2.1.2. Lâmpadas a vapor de sódio de baixa pressão

As lâmpadas a vapor de sódio de baixa pressão são formadas por um tubo de descarga interno dobrado em U, que contém gás neônio, argônio e sódio metálico. No intuito de evitar a variação do fluxo luminoso com a temperatura ambiente, o tubo de descarga é envolvido por uma câmara externa de vácuo. A Figura 8 ilustra um modelo dessa lâmpada.

Figura 8 – Lâmpada a vapor de sódio de baixa pressão.



Fonte: <http://www.sofazquemsabe.com/2013/08/comparacao-qualitativa-caracteristicas-tipos-de-lampadas.html>

Os modelos mais modernos das lâmpadas a vapor de sódio de baixa pressão possuem eficiências luminosas da ordem de 180 lm/W e vida útil em torno de 18000 horas. Devido sua luz ser amarela, seu uso não é aproveitado em ambientes interiores, sendo aplicadas normalmente na iluminação de ruas e túneis.

### 3.2.2. Lâmpadas de descarga de alta pressão

As lâmpadas de descarga são de alta pressão quando a pressão dentro do bulbo é maior que a pressão atmosférica. Elas podem ser classificadas em lâmpadas a vapor de mercúrio de alta pressão, a vapor de sódio de alta pressão, a vapores metálicos de alta pressão e lâmpadas mistas.

#### 3.2.2.1. Lâmpadas a vapor de mercúrio de alta pressão

A lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão, ilustrada na Figura 9, é formada por um tubo de descarga transparente inserido em um bulbo de vidro. Este último, por

sua vez, possui um revestimento interno de fósforo, utilizado para fazer a correção do índice de reprodução de cor.

O tubo de descarga é projetado para suportar temperaturas da ordem de 350°C e para evitar que a radiação ultravioleta produzida e emitida pela descarga seja absorvida. Para atender a esses requisitos, o quartzo é o material utilizado na estrutura do tubo de descarga.

Figura 9 – Lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão.



Fonte: <http://www.decorwatts.com.br/lampada-mercúrio-ovoide.php>

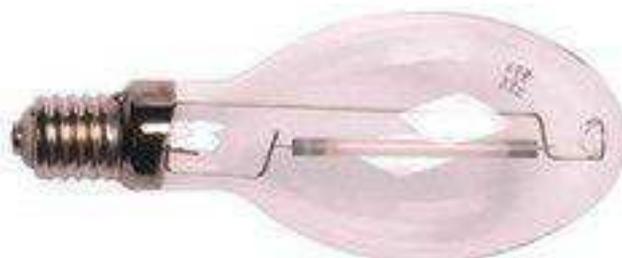
No que diz respeito ao funcionamento da lâmpada a vapor de mercúrio de alta pressão, a tensão aplicada faz com que o argônio seja descarregado entre o eletrodo auxiliar e o principal, vaporizando o mercúrio líquido e formando um arco entre o eletrodos principais. Dessa forma, o calor produzido pela descarga principal e o aumento da pressão no tubo fazem o restante do mercúrio vaporizar e atingir a luminosidade máxima. Esse processo dura em torno de 6 a 7 minutos.

As principais vantagens desse tipo de lâmpada é uma vida útil longa, em torno de 18000 horas, e uma excelente estabilidade de cor. Como desvantagens pode-se citar a baixa eficiência luminosa, variando entre 45 e 55 lm/W, além de que precisam de um certo tempo (de 3 a 10 minutos) para serem religadas.

### 3.2.2.2. Lâmpadas a vapor de sódio de alta pressão

A lâmpada a vapor de sódio de alta pressão é formada por um tubo de descarga cilíndrico e translúcido contendo vapor de sódio a 0,13 atm, vapor de mercúrio a pressão de 0,5 a 2 atm e xenônio. Este último, por sua vez, é o gás responsável pela partida, fazendo com que seja gerado calor suficiente para vaporizar o mercúrio e o sódio. Um modelo desse tipo de lâmpada pode ser visto na Figura 10 a seguir.

Figura 10 – Lâmpada a vapor de sódio de alta pressão.



Fonte: <http://alessandroazuos.blogspot.com.br/2010/08/equipamentos-lampadas-de-vapor-metalico.html>

As características técnicas da lâmpada a vapor de sódio de baixa pressão apontam um baixo índice de reprodução de cor, em torno de 20, uma eficiência luminosa de até 180 lm/W e uma vida útil muito longa, podendo chegar até 24000 horas. Outro fato relevante em relação a esse tipo de lâmpada demora cerca de 15 minutos para atingir sua condição normal de funcionamento, além de que necessita de um certo tempo para ser religada, entre 3 e 7 minutos.

### 3.2.2.3. Lâmpadas a vapor metálico de alta pressão

A lâmpada a vapor metálico é uma lâmpada a vapor de mercúrio aperfeiçoada, possuindo, além do mercúrio, o argônio como gás de ignição e haletos metálicos. Todos esses compostos estão confinados em um tubo de descarga de sílica fundida, o qual encontra-se no interior de um bulbo transparente de quartzo.

As principais vantagens da lâmpada a vapor metálico baseiam-se em um índice de reprodução de cores superior a 80, vida útil de até 8000 horas, e uma eficiência luminosa

de 65 a 100 lm/W. Um diferencial em relação às lâmpadas a vapor de mercúrio e a vapor de sódio, é que as lâmpadas a vapor metálico podem ser religadas a quente, ou seja, não é necessário um tempo de esfriamento e de redução de pressão.

Figura 11 – Lâmpada a vapor metálico de alta pressão.



Fonte: <http://www.induspar.com/lampada-vapor-metalico-150w-lilas-bipino-padrao-hqi-xelux>

#### 3.2.2.4. Lâmpadas de luz mista

A lâmpada de luz mista, apresentada na Figura 12, é uma combinação da lâmpada a vapor de mercúrio com a incandescente, possuindo assim um tubo de descarga de mercúrio em série com um filamento de tungstênio. Esse filamento produz cerca de 20% do fluxo luminoso da lâmpada, além de controlar a corrente no tubo de arco.

Figura 12 – Lâmpada de luz mista.



Fonte: <http://cerroazulme.com.br/blog/lampada-mista/>

As lâmpadas de luz mista apresentam um índice de reprodução de cor que pode variar entre 50 e 70, uma vida útil em geral de 6000 a 10000 horas e uma eficiência luminosa relativamente baixa devido à energia dissipada no filamento. Outra característica relevante desse tipo de lâmpada é que ela pode ser acionada com a tensão direta da rede, não necessitando de equipamentos auxiliares, como reator, ignitor e starter.

### 3.3. LÂMPADAS DE ESTADO SÓLIDO (LED)

A iluminação de estado sólido começou a ser utilizada na década de 1960 com a invenção dos LED's (diodos emissores de luz). Nesses componentes a transformação de energia elétrica em luz é feita na matéria, por isso é chamado de estado sólido.

O princípio de produção de luz em um dispositivo LED é baseado na aplicação de tensão nos terminais de dois semicondutores, sendo que um deles contém elétrons livres em excesso, e o outro lacunas em excesso. Dessa forma, quando submetidos a uma diferença de potencial, surge uma corrente elétrica que flui entre os semicondutores movendo os elétrons livres em direção oposta às lacunas. A combinação de um elétron livre com uma lacuna resulta na liberação de uma quantidade de energia emitida como radiação luminosa.

Hoje são comercializados vários modelos de lâmpadas LED, entre os quais estão a lâmpada LED tubular, bulbo, par, rosca, etc. Na Figura 13 abaixo encontra-se a representação do modelo LED bulbo e LED tubular.

Figura 13 – Lâmpada LED bulbo / tubular.



Fonte: <http://www.lojaeletrica.com.br/lampada-led-tubular-19w-bivolt-1200mm-g13-philips,product,2560102790158,dept,0.aspx>

Apesar do barateamento contínuo da tecnologia LED, a instalação de sistemas com iluminação de estado sólido ainda custa caro. No entanto, o principal incentivo para o sua utilização concentra-se na eficiência energética. Em comparação com a lâmpada incandescente, esta converte em luz apenas 5% da energia elétrica utilizada, enquanto uma lâmpada LED converte até 40%. Outro fator de grande vantagem nas lâmpadas LED é a baixa depreciação de lumens, ou seja, a diminuição da quantidade de luz emitida por uma fonte luminosa. Para uma lâmpada LED de vida útil de 50000 horas, o seu fluxo luminoso é mantido entre 70 e 80%.

#### 4. PROJETO LUMINOTÉCNICO NO DIALUX

O DIALux é um software empregado para projetar sistemas de iluminação em ambientes internos e externos. O programa possui grande capacidade gráfica que é de suma importância para a representação das lâmpadas e luminárias, bem como do efeito destas no plano de trabalho.

Devido à incentivos para melhorar a eficiência energética do sistema, no projeto em questão foram utilizadas lâmpadas de estado sólido (LED). Os principais parâmetros da lâmpada, como a potência e o fluxo luminoso, foram determinados de acordo com os índices de interesse calculados nas simulações. Tais índices compreendem a iluminância média e o fator de uniformidade de iluminância.

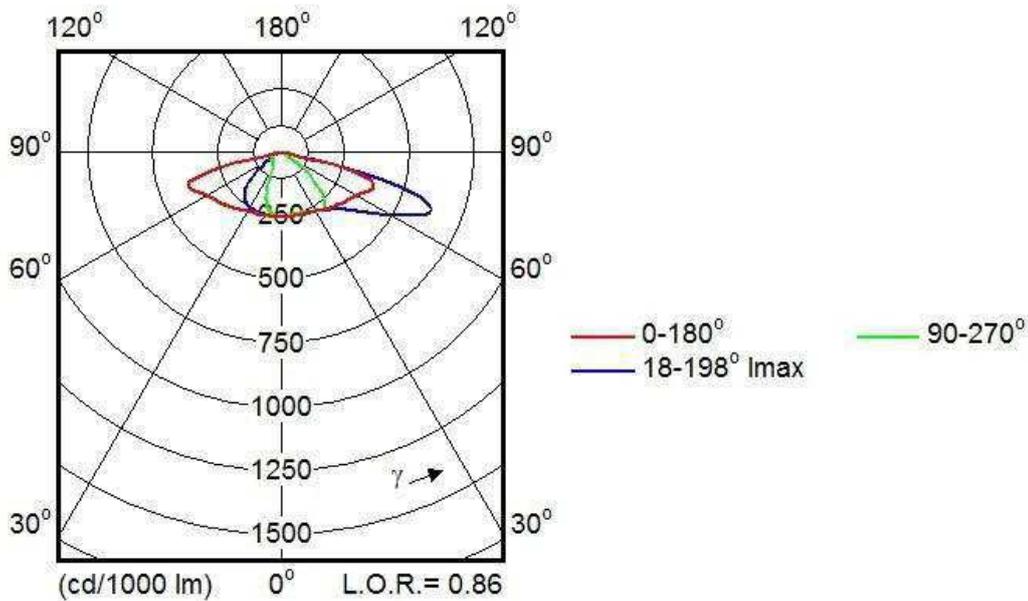
No que diz respeito à luminária, foi escolhido um modelo cuja curva fotométrica atendesse a necessidade de manter bom nível de iluminamento em 180°. A luminária utilizada, bem como sua curva fotométrica, são apresentadas nas Figuras 14 e 15, respectivamente.

Figura 14 – Luminária Philips BPP435T15.



Fonte: Fonte: <http://www.usa.lighting.philips.com/home>

Figura 15 – Curva fotométrica da luminária escolhida.



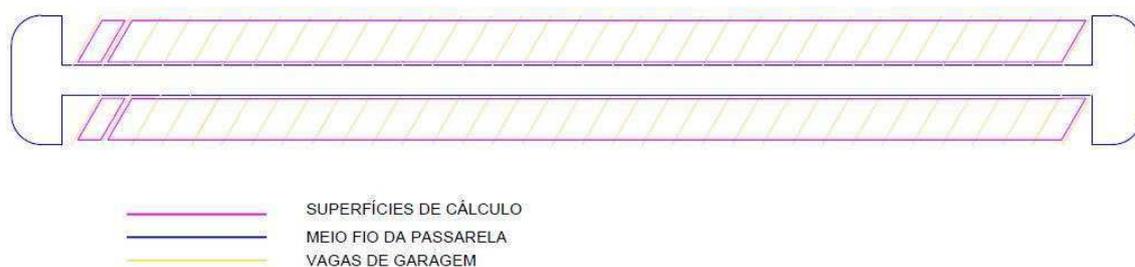
Fonte: <http://www.usa.lighting.philips.com/home>

Não existem normas específicas para iluminação de estacionamentos, dessa forma foram tomados como base recomendações da NBR 5101. Esta norma estabelece critérios mínimos de iluminância média e fator de uniformidade de iluminância de acordo com o tipo de via e seu volume de tráfego.

A partir da planta baixa fornecida, foram postas as superfícies de trabalho a serem analisadas. Essas superfícies representam a área do estacionamento que deverão atender aos requisitos mínimos de iluminância média e do fator de uniformidade de iluminância. As orientações passadas, inicialmente, recomendaram que o iluminamento médio seria de 100 lux e o fator de uniformidade de iluminância mínimo de 0,7. Comparando esses valores com os da Tabela 5 da NBR 5101, constata-se que atendem de forma bastante satisfatória para o caso de uma via com tráfego leve.

Na Fig. 16 encontra-se a representação das superfícies de cálculo consideradas. É possível notar que a superfície menor abrange apenas uma vaga de garagem, enquanto a maior engloba todo o restante. Isso foi motivado justamente para mostrar que os índices mínimos seriam alcançados considerando cada unidade de vaga individualmente, assim como uma superfície considerando toda a uniformidade da iluminação ao longo do estacionamento.

Fig. 16 – Representação das superfícies de cálculo.



Fonte: O próprio autor.

A planta baixa do estacionamento compreende quatro passarelas iguais à da Figura 16. Dessa forma, foram distribuídas as superfícies de cálculo como mostra a Figura 17.

Figura 17 – Superfícies de cálculo do estacionamento.



Fonte: O próprio autor.

Após a definição das superfícies de cálculo, o próximo passo foi escolher uma lâmpada cujos parâmetros (potência e fluxo luminoso) fornecessem aproximadamente a iluminância média desejada (100 lux) ao longo dessas superfícies. Foi escolhida então a quantidade de 18 lâmpadas, com espaçamento de 6 metros entre si, para serem distribuídas em cada passarela. A altura das luminárias foi definida de acordo com o

critério de facilitar o serviço de manutenção nas mesmas. Sendo assim, a altura considerada nas simulações variou entre 3 e 4 metros.

Foram então realizadas simulações até que os parâmetros de interesse (iluminância média e fator de uniformidade de iluminância) apresentassem os valores desejados. Os resultados obtidos em todas as superfícies de cálculo com a lâmpada de 38 W de potência e 4000 lúmens de fluxo luminoso, à altura de 3,30 metros, atenderam aos requisitos. Esses resultados são mostrados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Superfícies de cálculo e seus índices.

Superfície de cálculo	$E_{med}[lx]$	$E_{min}[lx]$	$E_{max}[lx]$	$U$
1	101	71	121	0,705
2	102	71	122	0,702
3	100	71	119	0,704
4	102	74	120	0,724
5	101	76	119	0,746
6	102	78	119	0,759
7	104	73	124	0,703
8	105	76	125	0,729
9	103	73	123	0,702
10	105	74	125	0,709
11	101	71	121	0,705
12	102	72	122	0,712

Fonte: O próprio autor.

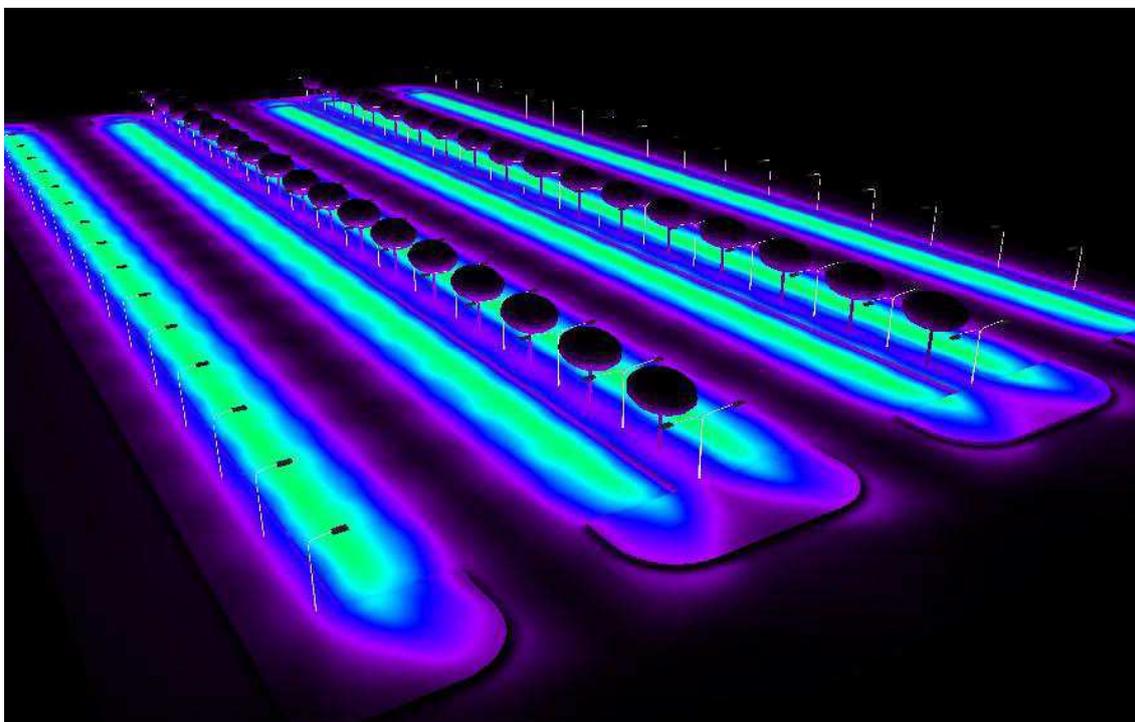
Onde  $E_{med}[lx]$ ,  $E_{min}[lx]$ ,  $E_{max}[lx]$  e  $U$  especificam a iluminância média, iluminância mínima, iluminância máxima e o fator de uniformidade de iluminância, respectivamente, obtidos para cada superfície de cálculo.

Na Tabela 2 observa-se que para todas as superfícies de cálculo a iluminância média atingiu valores bem próximos ao desejado (100 lx). Além disso, o fator de uniformidade de iluminância atendeu ao valor mínimo recomendado (0,7), assim como ao valor mínimo presente na Tabela 5 da NBR 5101 para vias de tráfego leve.

A distribuição de iluminância ao longo de todo o estacionamento pode ser visualizada com o resultado da simulação em cores falsas, como é ilustrado na Figura 18. Com esse tipo de visualização pode-se distinguir quais áreas estão sendo iluminadas com maior ou menor intensidade.

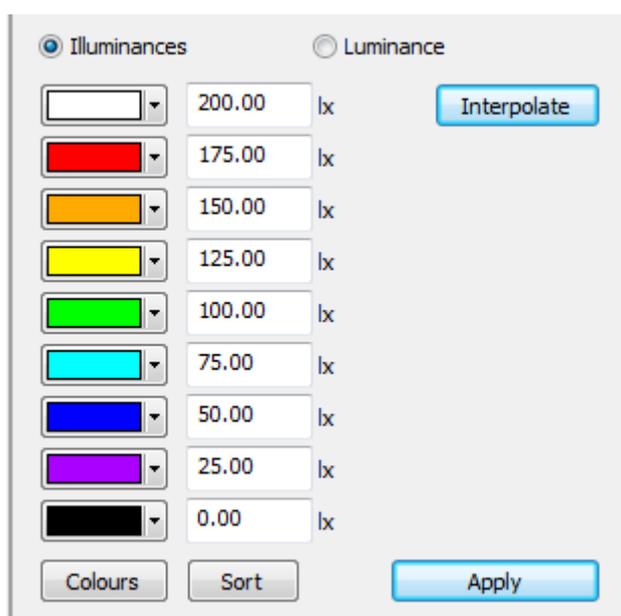
A visualização em cores falsas é acompanhada de uma legenda de cores na qual é atribuído um valor de iluminância para determinada cor. Para o projeto em questão, a legenda fornecida pelo software é como mostra a Figura 19 .

Figura 18 – Resultado da simulação em cores falsas.



Fonte: O próprio autor.

Figura 19 – Legenda de cores.

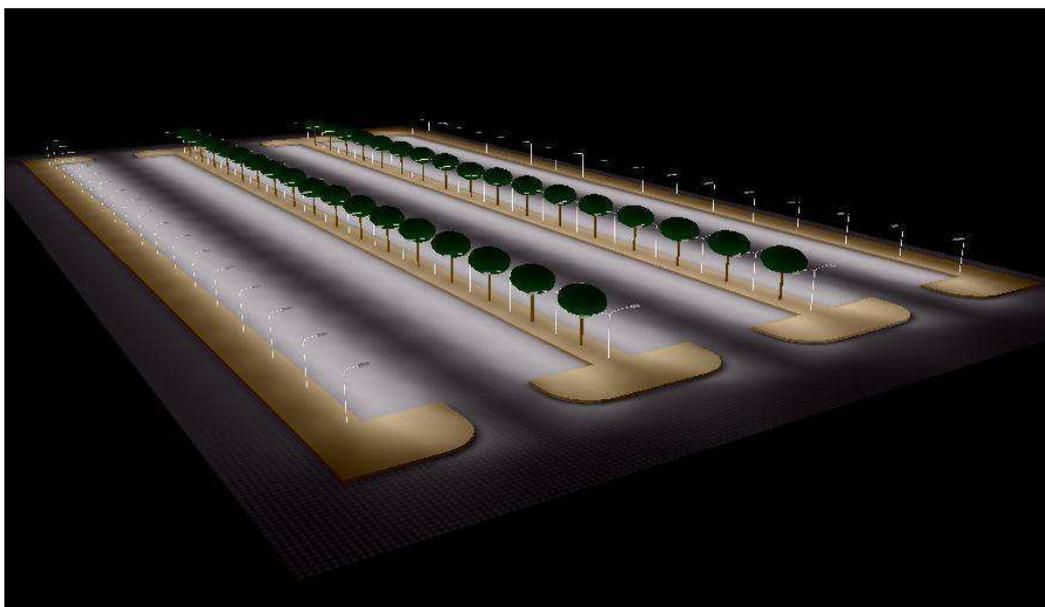


Fonte: O próprio autor.

De acordo com a legenda mostrada na Figura 19, é possível verificar, na Figura 18, que a tonalidade verde, referente ao valor de 100 lux, obteve uma boa uniformidade nas superfícies consideradas.

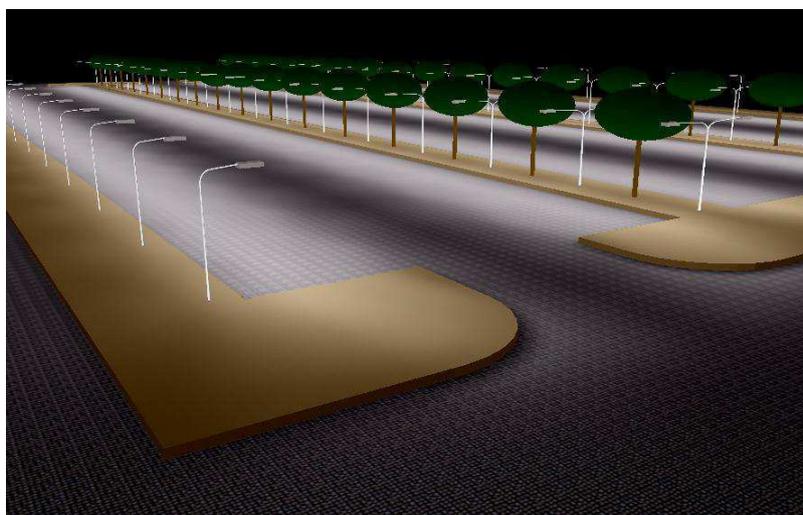
Assim como a visualização em cores falsas, o resultado da simulação em cores reais também é relevante devido à necessidade de se averiguar como de fato ficará o sistema de iluminação projetado. As Figuras 20 e 21 ilustram com mais detalhes essa situação.

Fig. 20 – Iluminação em cores reais.



Fonte: O próprio autor.

Figura 21 – Iluminação em cores reais.



Fonte: O próprio autor.

Após todas as simulações convergirem para os resultados desejados, o passo seguinte foi realizar o projeto de instalação elétrica do sistema de iluminação. Tal projeto é composto por memorial descritivo e memorial de cálculo.

## **5. PROJETO ELÉTRICO DO SISTEMA DE ILUMINAÇÃO**

Com base no projeto luminotécnico executado no DIALux, deu-se então início ao projeto de instalação elétrica do sistema de iluminação. Como toda a carga considerada é composta apenas por lâmpadas, em linhas gerais esse projeto não apresentou grandes níveis de dificuldade de execução.

No que se refere ao dimensionamento dos condutores utilizados na instalação, foram utilizados três critérios (seção mínima, capacidade de condução de corrente e queda de tensão) para a determinação da bitola, sendo adotado o caso com maior valor calculado. No entanto, devido a uma maior solicitação mecânica em serviços de manutenção, as bitolas dos condutores de todos os circuitos foram sobredimensionadas. Dessa forma, o valor calculado e apresentado no memorial de cálculo, demonstra apenas que a seção que de fato será utilizada atende de forma satisfatória aos critérios considerados.

De maneira semelhante aos condutores, os eletrodutos também foram sobredimensionados em virtude da possibilidade de ocorrência de algum problema, como um curto-circuito. Assim, o memorial de cálculo apresenta o diâmetro mínimo que os eletrodutos devem possuir.

## **6. MEMORIAL DESCRITIVO**

### **6.1. Identificação**

Obra: Iluminação do estacionamento do Centro de Ciências e Tecnologia.

Local: Rua Aprígio Veloso, 882 – Bairro Universitário, Campina Grande – PB.

Proprietário: Prefeitura Universitária da UFCG.

Contratante: Prefeitura Universitária da UFCG.

### **6.2. Disposições Gerais**

O presente memorial descritivo tem por objetivo estabelecer as normas e orientar o desenvolvimento da instalação do sistema de iluminação do estacionamento do Centro de Ciências e Tecnologia da UFCG. Inclui, portanto, os aspectos técnicos e funcionais relacionados ao projeto luminotécnico realizado e de sua respectiva instalação elétrica.

### **6.3. Normas**

O projeto em questão foi norteado com base nas seguintes normas:

- NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- NBR 5101: Iluminação Pública – Procedimento
- NDU 001: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras

### **6.4. Pranchas**

O projeto é composto por prancha única contendo:

- Instalação elétrica do sistema de iluminação;
- Quadro de cargas;
- Diagrama unifilar da instalação;
- Detalhe dos postes utilizados;

- Detalhe da caixa de inspeção;
- Detalhe do aterramento;
- Detalhe da caixa de passagem CP-01;

## **6.5. Iluminação**

Devem ser utilizadas luminárias Philips BPP435T15 1xGRN50/830 DK com lâmpadas LED de 38W em todas as fileiras do estacionamento.

Os postes são do tipo curvo duplo e curvo simples com chumbadores e base, e devem ser instalados a uma distância de 6 metros entre si.

## **6.6. Condutores**

Em todos os circuitos devem ser utilizados cabos flexíveis 0,6/1KV com isolamento em PVC. As seções dos cabos em todos os circuitos foram sobredimensionadas devido à solicitação mecânica em serviços de manutenção. Assim, o memorial de cálculo determina a seção mínima que deveria ser utilizada nos circuitos.

Em conformidade com as normas, cada condutor deve ser de fácil distinção nos circuitos. Assim, deve ser utilizada a cor preta para o condutor de fase, azul para o neutro e verde para o condutor de proteção.

Toda e qualquer emenda necessária deve ser feita em caixa de passagem.

## **6.7. Eletrodutos**

Devem ser utilizados eletrodutos de PVC rígido não propagante de chamas, todos com diâmetro de 40mm, como é indicado no projeto elétrico. Assim como os cabos, os eletrodutos também foram sobredimensionados no intuito de facilitar o serviço de manutenção caso haja algum problema, como um curto circuito.

O corte dos eletrodutos deve ser executado perpendicularmente ao eixo longitudinal.

## **6.8. Dispositivos de Proteção**

Todos os dispositivos de proteção devem estar instalados em um único quadro de distribuição.

Serão utilizados disjuntores tipo DIN/IEC monopolar de 16 A para os circuitos terminais e um disjuntor tripolar tipo DIN/IEC de 25 A como disjuntor geral.

## **6.9. Caixas**

Devem ser utilizadas caixas de passagem de piso 150x150x100 mm nos pontos indicados no projeto.

## **6.10. Quadro de Distribuição**

O quadro compreende todos os circuitos do sistema de iluminação, composto por três disjuntores monopolares de 16 A referentes aos circuitos terminais, e de um disjuntor tripolar de 25 A como proteção geral.

O quadro de distribuição deve ser instalado no mesmo poste do transformador que o alimenta.

Deve possuir barramento trifásico de 100 A, ser confeccionado em chapa de aço galvanizado e capacidade de até 16 disjuntores DIN.

## 7. MEMORIAL DE CÁLCULO

### 7.1. Especificações Gerais

As principais especificações da luminária utilizada encontram-se na Tabela 3 a seguir. O fator de potência considerado foi de 0,9 em detrimento do reator de menor correção (pior caso) para a lâmpada utilizada.

Tabela 3 – Especificações gerais da luminária e da lâmpada

Especificações da Luminária		
Marca	Philips	
Modelo	BPP435T15	
Fluxo Luminoso	4000	
Potência (W)	38	
Fator de Potência	0,9	
Quantidade Total de Luminárias		108
Potência Total (W)		4104
Potência Total (VA)		4560

### 7.2. Dimensionamento dos Condutores

O dimensionamento dos condutores foi realizado considerando três critérios de cálculo: critério da seção mínima, da capacidade de condução de corrente e da queda de tensão. A partir dos valores de seção obtidos, foi escolhido o pior caso (maior seção).

#### 7.2.1. Critério da Seção Mínima

O critério da seção mínima leva em conta o tipo de carga presente no circuito, sendo para esse caso em específico apenas de iluminação. Dessa forma, a seção mínima que deve ser adotada para os condutores dos circuitos será de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Tabela 4 – Critério da Seção Mínima

Critério da Seção Mínima					
Circuito	Fase	Carga(VA)	Tipo de Circuito	Corrente de Projeto (A)	Seção (mm <sup>2</sup> )
1	A	1520	Iluminação	6,91	1,5
2	B	1520	Iluminação	6,91	1,5
3	C	1520	Iluminação	6,91	1,5
Total	ABC	4560		20,73	2,5

### 7.2.2. Critério da Capacidade de Condução de Corrente

Para esse critério foi considerado, a partir da corrente de projeto calculada, o fator de correção de agrupamento para três circuitos, que é de 0,7. A partir disso foi calculada a corrente corrigida e definida, de acordo com a tabela 36 da NBR 5410, a seção do condutor correspondente. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 5 – Critério da capacidade de condução de corrente

Critério da Capacidade de Condução de Corrente					
Circuito	Fase	Carga(VA)	Corrente de Projeto (A)	Corrente Corrigida (A)	Seção (mm <sup>2</sup> )
1	A	1520	6,91	9,87	1,5
2	B	1520	6,91	9,87	1,5
3	C	1520	6,91	9,87	1,5
Total	ABC	4560	20,73	29,61	4

### 7.2.3. Critério da Queda de Tensão

Para o cálculo da seção do condutor utilizando o critério da queda de tensão, considerou-se uma queda máxima de 4% ao longo do circuito. A equação utilizada para determinar a seção do condutor é mostrada a seguir.

$$S = 2\rho \frac{1}{\Delta V_{\%} V^2} x(p_1 l_1 + p_2 l_2 + \dots + p_n l_n). \quad (2)$$

Onde:

$S$  – seção do condutor

$\rho$  – resistividade do cobre (1/58 mm<sup>2</sup>/m)

$\Delta V_{\%}$  - queda de tensão considerada

$V$  – tensão de linha ou de fase

$p$  – potência em W

$l$  – comprimento do circuito em m

A Tabela 6 apresenta os resultados para os cálculos considerando o critério da queda de tensão.

Tabela 6 – Critério da capacidade de condução de corrente

Critério da Queda de Tensão			
Circuito	$\sum_{c=1}^{nc} (l_c \times I_c)$	Seção ( $mm^2$ )	Condutor Utilizado ( $mm^2$ )
1	133380	2,375676	2,5
2	156636	2,789897	4
3	183996	3,277215	4

### 7.3. Dimensionamento dos Eletrodutos

O dimensionamento dos eletrodutos levou em consideração uma ocupação máxima de 40% por parte dos condutores. A Tabela 7 apresenta a seção total ocupada pelos condutores.

Tabela 7 – Área total ocupada pelos condutores

Seção Nominal ( $mm^2$ )	Área Total ( $mm^2$ )
1,5	6,2
2,5	9,1
4,0	11,9
6,0	15,2
10	24,6
16	33,2
25	56,7

A partir da Tabela 7 determinou-se a área útil total ocupada por todos os condutores presentes no eletroduto. Com esse resultado, verificou-se na Tabela 8 o diâmetro nominal do eletroduto correspondente.

Tabela 8 – Diâmetro nominal do eletroduto

Diâmetro nominal (mm)	Área útil (40%)
16	50,7
20	81,4
25	138,6
32	225,6
40	384,8

Os resultados obtidos para os trechos de eletroduto com 3 e 2 circuitos são mostrados nas tabelas 9 e 10, respectivamente. Uma observação importante é que foi considerado no resultado da área total um condutor de proteção de 6mm<sup>2</sup>.

Tabela 9 – Dimensionamento para trecho de eletroduto com 3 circuitos

Circuito em trecho de eletroduto	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Seção total ocupada (mm <sup>2</sup> )
1	6,0(6,0)	30,4
2	6,0(6,0)	30,4
3	6,0(6,0)	30,4
Total = 106,4 mm <sup>2</sup>		
Eletroduto utilizado = 32mm		

Tabela 10 – Dimensionamento para trecho de eletroduto com 2 circuitos

Circuito em trecho de eletroduto	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Seção total ocupada (mm <sup>2</sup> )
1	6,0(6,0)	30,4
3	6,0(6,0)	30,4
Total = 76 mm <sup>2</sup>		
Eletroduto utilizado = 25mm		

## 8. CONCLUSÕES

O estágio supervisionado realizado na Prefeitura Universitária da UFCG, foi de extrema importância para a consolidação de muitos conceitos vistos ao longo do curso de graduação. Todas as atividades executadas agregaram conhecimentos de suma importância para a carreira profissional.

No que diz respeito ao componente curricular que mais influenciou na execução das atividades do estágio, pode-se citar em especial a disciplina de Instalações Elétricas. Outra disciplina de extrema importância foi Expressão Gráfica, essencial na parte técnica do projeto.

Os grandes desafios encontrados durante o período de estágio resumiram-se na familiarização com o software DIALux e em algumas adaptações na planta baixa fornecida.

Portanto, o estágio supervisionado atendeu a todas as expectativas depositadas, concretizando todos os conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação em Engenharia Elétrica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 427 p.

FILHO, D. L. L. **Projeto de Instalações Elétricas Prediais**. 6.ed. São Paulo: Editora Érica Ltda, 2001. 253 p.

FREITAS, P. C. F. **Luminotécnica e Lâmpadas Elétricas**. Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Elétrica. 60 p.

## APÊNDICE A – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO INSTALADO

Figura 22 – Vista panorâmica do estacionamento do CCT.



Figura 23 – Estacionamento do CCT.



Figura 24 – Estacionamento do CCT.

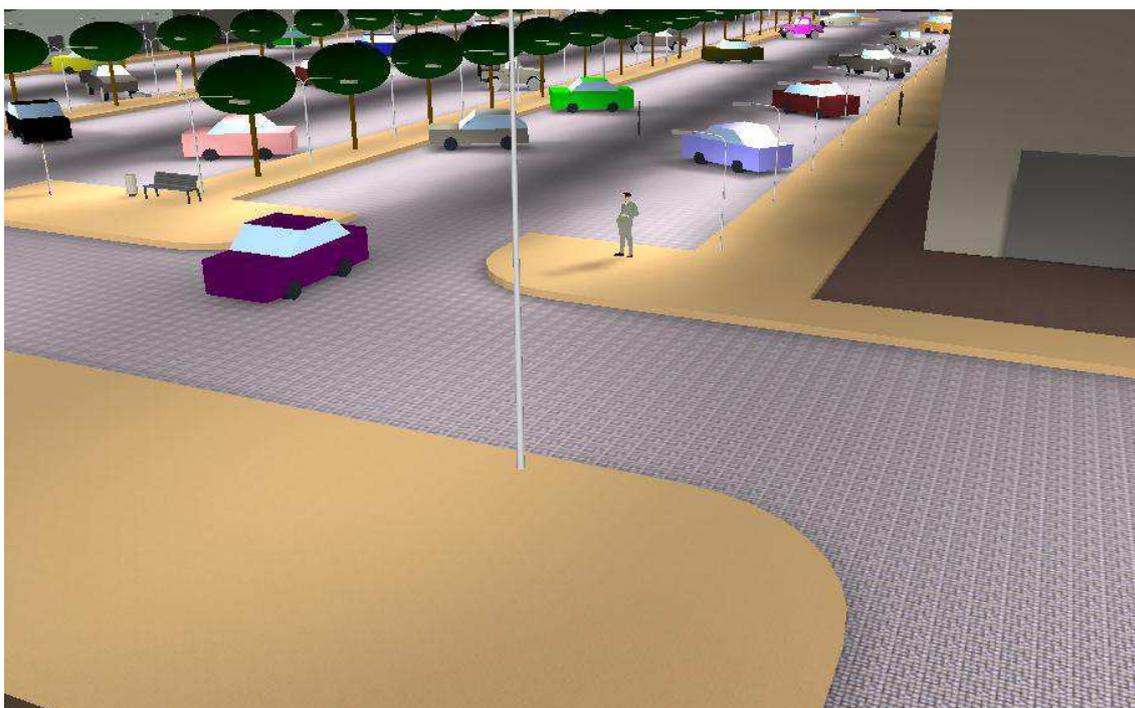
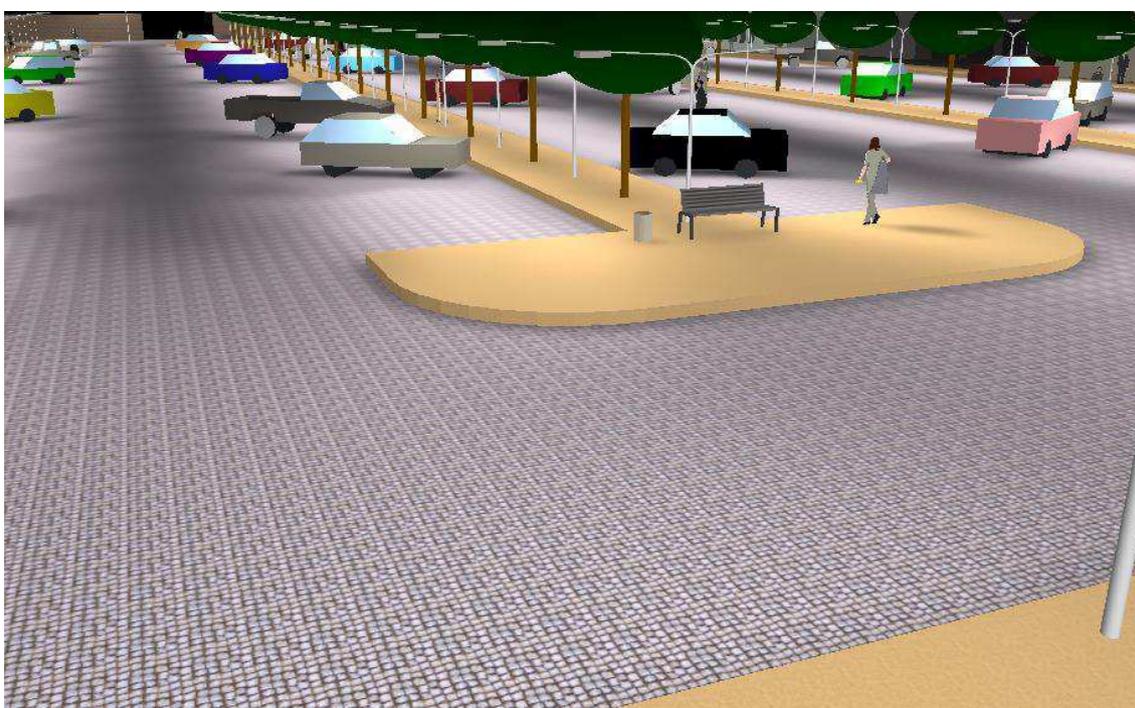


Figura 25 – Estacionamento do CCT.



## APÊNDICE B – DETALHES DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Figura 26 – Planta da instalação elétrica do sistema de iluminação.

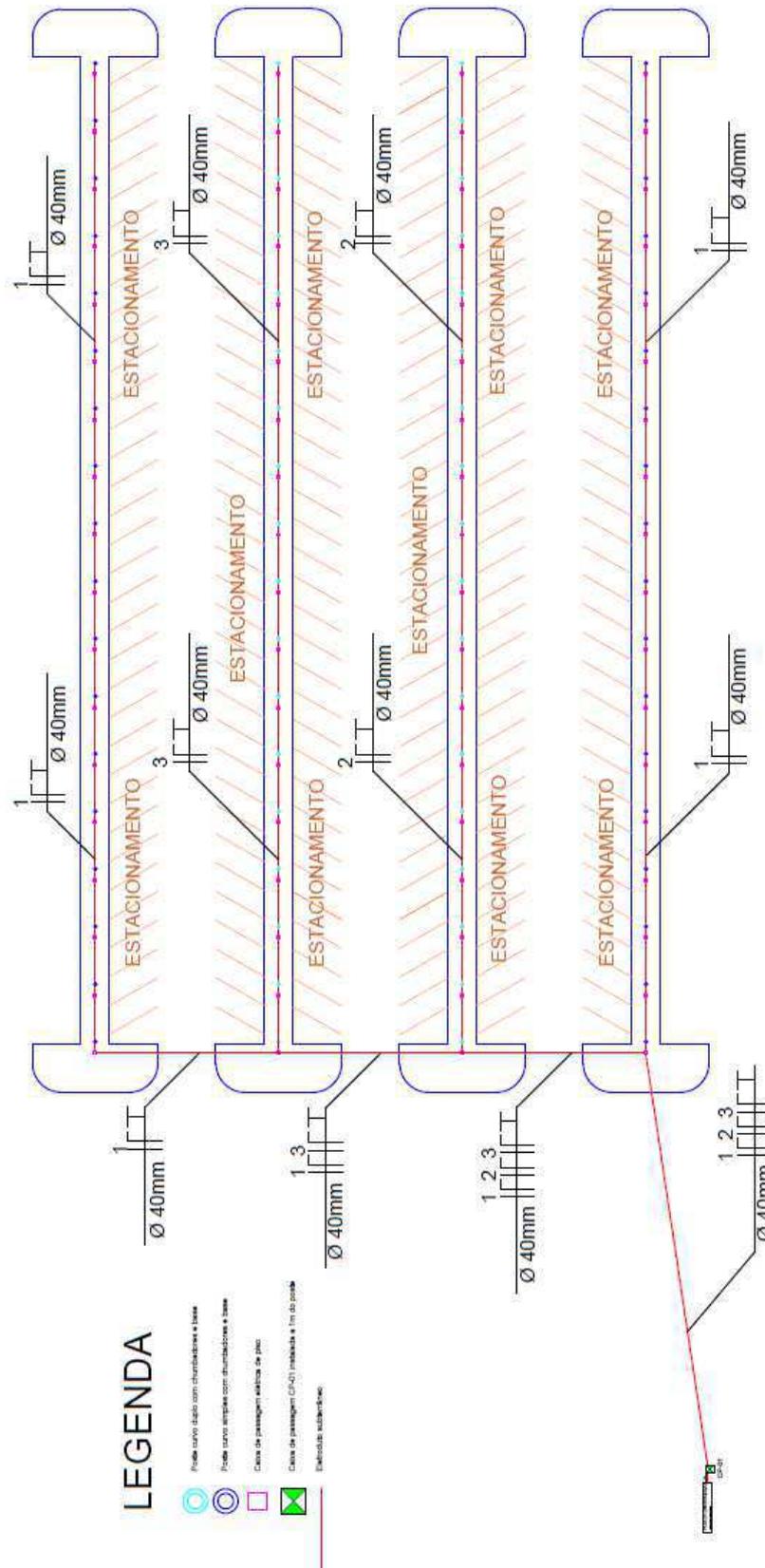


Figura 27 – Quadro de cargas/diagrama unifilar.

QUADRO DE CARGAS (QDL)				
CIRCUITO Nº	FASE	CARGA (W)	CONDUTOR (mm <sup>2</sup> )	PROTEÇÃO (A)
1	A	1368	6	16
2	B	1368	6	16
3	C	1368	6	16
TOTAL	ABC	4104	10	25

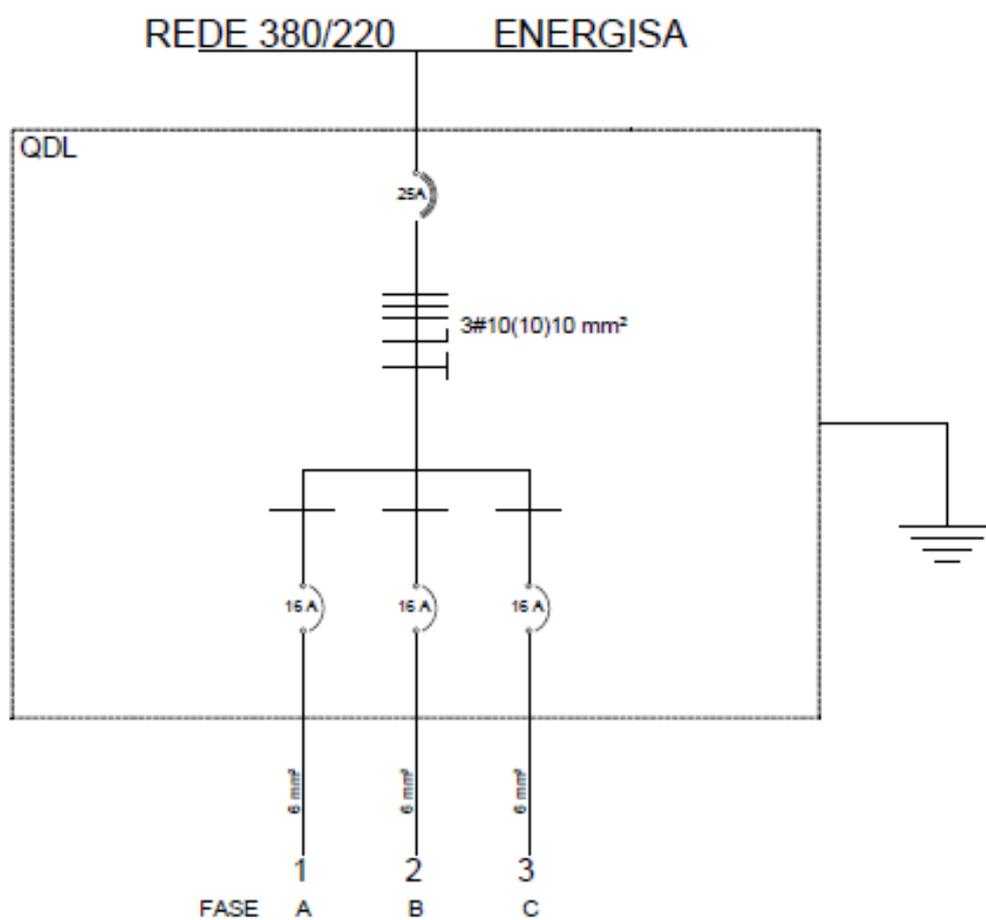
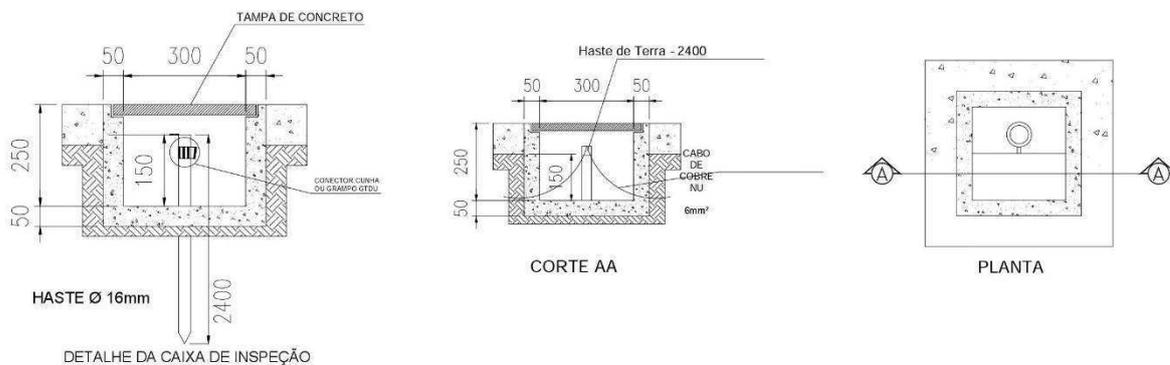


Figura 28 – Detalhes da caixa de inspeção/caixa de passagem/aterramento.

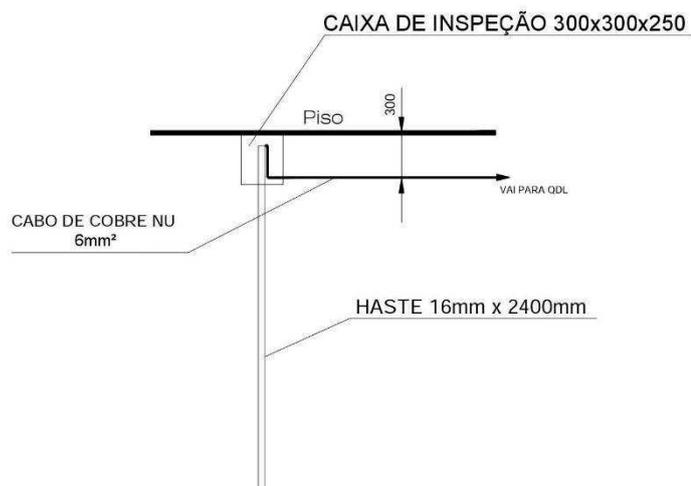
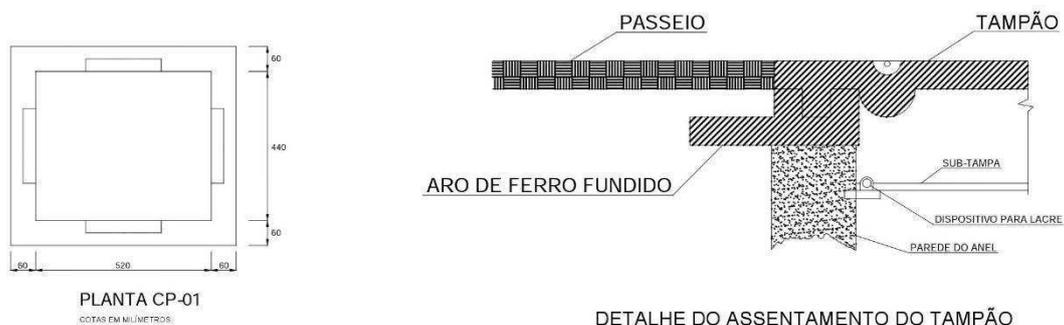
### CAIXA DE INSPEÇÃO (S/ ESCALA)

OBS: COTAS EM MILÍMETROS



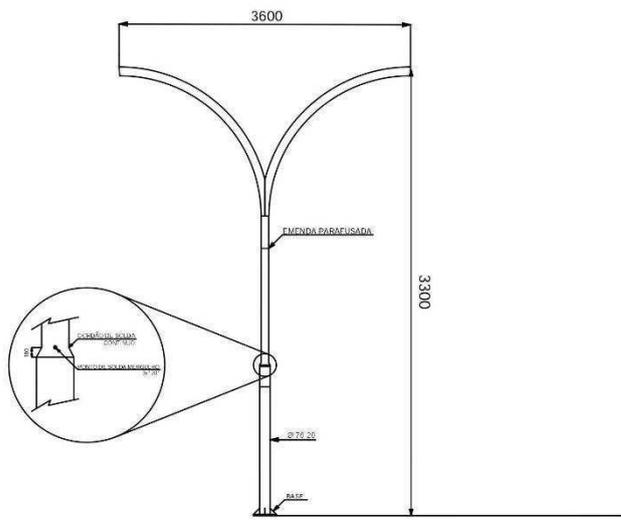
### CAIXA DE PASSAGEM CP-01 (DETALHES)

(S/ ESCALA)

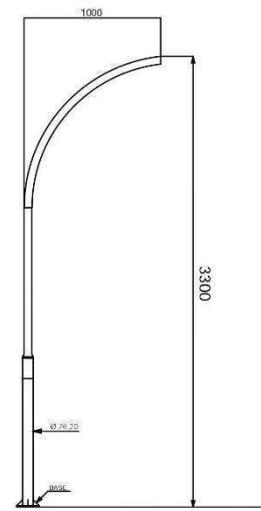


(S/ ESCALA)

Figura 29 – Detalhes dos postes curvo duplo e curvo simples com chumbadores e base.

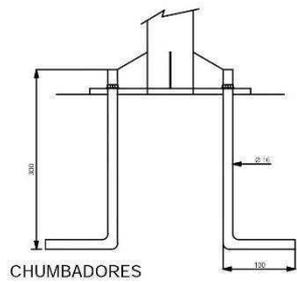


POSTE CURVO DUPLO COM  
BASE E CHUMBADORES  
(S/ ESCALA)

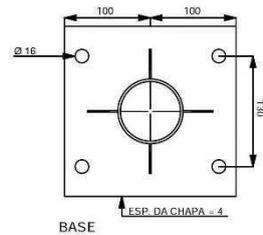


POSTE CURVO SIMPLES COM  
BASE E CHUMBADORES  
(S/ ESCALA)

OBS: COTAS EM MILÍMETROS



CHUMBADORES



BASE

## APÊNDICE C – LISTA DE MATERIAIS

Item	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	Quant.	Unid.
1	Poste Curvo Duplo com Chumbadores e Base	36	PC
2	Poste Curvo Simples com Chumbadores e Base	36	PC
3	Luminária Philips BPP435T15 1xGRN50/830 DK	108	PC
4	Lâmpada LED 38W	108	PC
5	Caixa de Passagem de Piso 150x150x100 mm	72	PC
6	Disjuntor termomagnético monopolar tipo DIN/IEC 16A	3	PC
7	Disjuntor termomagnético monopolar tipo DIN/IEC 25A	1	PC
8	Quadro de distribuição de aço galvanizado com barramento trifásico - barramento principal 100A	1	PC
9	Haste de Aterramento 16mm x 3000mm	1	PC
10	Cabo de cobre 6 mm <sup>2</sup> com isolamento em PVC - 750V - 70°C (cor preta)	1100	M
11	Cabo de cobre 6 mm <sup>2</sup> com isolamento em PVC - 750V - 70°C (cor azul)	1100	M
12	Cabo de cobre 6 mm <sup>2</sup> com isolamento em PVC - 750V - 70°C (cor verde ou amarelo/verde)	950	M
13	Cabo de cobre 10 mm <sup>2</sup> com isolamento em PVC - 750 - 70°C (cor preta)	20	M
14	Eletroduto de PVC rígido não propagante de chamas 40mm	550	M