



Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica
Grupo de Sistemas Elétricos



RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Aluno: João Robson Crispim Alves

Orientador: Genoilton João de Carvalho Almeida

Campina Grande, Paraíba

Dezembro de 2009

JOÃO ROBSON CRISPIM ALVES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

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 Engenharia Elétrica.

Campina Grande, Paraíba

Dezembro de 2009

JOÃO ROBSON CRISPIM ALVES

Relatório de Estágio Supervisionado

Data de Aprovação: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA:

Genoilton João de Carvalho Almeida
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Professor Convidado
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao ser supremo criador e coordenador do universo, o qual chamamos de Deus, por ter me tirado da zona rural (Sítio Ingá) de Ipaumirim-CE, ter me lançado ao mundo aos dezessete anos e me ajudado a conseguir uma formação superior após dez anos de muito trabalho, dedicação e perseverança.

À minha Mãe Vilani, que me deu sempre tanto amor e apostou todas suas fichas em mim.

À minha Tia Neidinha, que praticamente me criou e me deu educação, sempre me ajudando a discernir o caminho certo do errado.

Ao meu Pai Nitinho, que certa vez após a ordenha, selou nosso cavalo, me colocou à “lua da sela”, me conduziu até a cidade de Bom Jesus-PB para seguir de ônibus até Cajazeiras-PB (como quase toda segunda-feira) pra estudar e, chegando lá, ao saber que o mesmo já havia partido disparou ao seu encontro, até que o acompanhou, fez sinal para que parasse, daí eu o beijei e segui pra escola (valeu o esforço meu PAI).

À minha Avó Vicência que me criou a curtas rédeas, não me deixando desviar do foco.

Ao meu Avô Dedin (*in memoriam*), que no leito de sua morte olhou em meus olhos e me disse que eu iria ser um marco na história de nossa família.

Aos Tios e Tias Lourdinha, Gonçala, Joana, Vera, Aldecina, Liduína, Auxiliadora, Fátima, Higino, Milton e Joãozinho, que ajudaram em minha criação.

Aos amigos Talvanes, Tchaikovsky, Adail, Tarso, Genoilton, Danilton, Márcio, Roni, Dalton, Anderson, Vanildo, Manoel Ribeiro, Marzinho, Petuel, Danilo, Carlos José, Reginaldo, Heuller, Hermílio, João Bezerra, Keké, Marcão, Edmilson, Jandir, Zé Carlos, Davi, Pacheco, Anaildo, Beбето, Valéria, Alexsandro, Marcione, Rejanilson, Sonaldo, Thompson, Pedão, Normando, Richardson, Ivan, Juscélio, Rodolfo, Willian, Nieldon, Tony, Marlene, Cidinha, Petinha, Edvaldo, Crispim, Creusa, Honorato, Antônio Carlos, Patrício, Francisca, Eulina, Nilda, Tânia, Patrícia, Regiane, João, Luiz José, Paula, Erick, Érica, Luciana e Janielly, dentre outros, pela colaboração em vários momentos de minha vida até aqui.

À minha namorada Richarla Dantas, pelo apoio e incentivo.

*“Procure ser um homem de valor,
antes de ser um homem de sucesso.”*

Albert Einstein

SUMÁRIO

	Pág.
<i>1.0. INTRODUÇÃO</i>	8
<i>2.0. A EMPRESA</i>	9
<i>3.0. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</i>	11
<i>3.1. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO</i>	11
<i>3.1.1. Grandezas e Unidades Utilizadas em Iluminação</i>	11
<i>3.1.1.1. Intensidade Luminosa</i>	11
<i>3.1.1.2. Curva Fotométrica (ou Curva de Distribuição Luminosa)</i>	12
<i>3.1.1.3. Fluxo Luminoso</i>	13
<i>3.1.1.4. Eficiência Luminosa</i>	14
<i>3.1.1.5. Iluminamento (ou Iluminância)</i>	14
<i>3.1.1.6. Diagrama de Isolux</i>	15
<i>3.1.2. Leis do iluminamento produzido por uma fonte puntiforme</i>	15
<i>3.1.3. Fotometria</i>	17
<i>3.1.3.1. Método dos Lúmens</i>	17
<i>3.2. CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO</i>	19
<i>3.3. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES, ELETRODUTOS, PROTEÇÃO, TOMADAS E ILUMINAÇÃO</i>	24
<i>3.3.1 - Dimensionamento de Condutores</i>	24
<i>3.3.1.1 – Critério da seção mínima</i>	25
<i>3.3.1.2. Critério da capacidade de condução de corrente</i>	26
<i>3.3.1.3. Critério da queda de tensão</i>	27
<i>3.3.2. Dimensionamento de Eletrodutos</i>	29
<i>3.3.3. Dimensionamento de dispositivos de proteção</i>	31
<i>3.3.4. Dimensionamento de tomadas e iluminação</i>	32
<i>4.0. O ESTÁGIO</i>	34

4.1. INTRODUÇÃO	34
4.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	34
4.2.1. Conhecimento dos materiais aplicados aos projetos	34
4.2.2. Estudo das normas da ENERGISA	35
4.2.3. Cálculo luminotécnico	36
4.2.4. Projeto elétrico predial	36
4.2.4.1. Memorial técnico descritivo do projeto elétrico predial do condomínio Águas Verdes	37
4.2.5. Projeto elétrico de distribuição	44
4.2.5.1. Memorial técnico descritivo do projeto elétrico de distribuição de um loteamento	44
5.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
6.0. REFERÊNCIAS	48
7.0. ANEXOS	49
7.1. PROJETO ELÉTRICO PREDIAL DO CONDOMÍNIO ÁGUAS VERDES	49
7.2. DIAGRAMA UNIFILAR E QUADRO DE CARGAS	50
7.3. PROJETO ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO DO LOTEAMENTO NOVA AURORA	51
7.4. PLANILHAS DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO	52

1.0. INTRODUÇÃO

A disciplina Estágio Supervisionado do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande propicia ao aluno interagir com a problemática tecnológica, econômica, política e humanística, existentes nos setores de indústria e de serviços, permitindo uma visão realista do funcionamento das empresas.

Este relatório tem como principal objetivo mostrar as atividades desenvolvidas no Estágio Supervisionado que foram realizadas pela empresa AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES localizada na Rua Pedro II, Campina Grande, estado da Paraíba, de 29 de setembro a 04 de Dezembro de 2009.

2.0. A EMPRESA

A empresa AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES é instalada em Campina Grande-PB e sua fundação se deu em Setembro de 1996 pelo Engenheiro Eletricista Ricardo Amadeu Aranha Costa.

A mesma, além de realizar, também terceiriza a execução de alguns projetos elétricos residenciais, prediais, industriais e de distribuição, sempre seguindo as recomendações técnicas prescritas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das concessionárias de energia elétrica.

Há uma equipe bastante coesa composta por Engenheiro, Arquitetos, Desenhistas e auxiliares administrativos que trabalham buscando o constante aprimoramento dos serviços prestados.

Quanto aos clientes, estes são os mais variados, fazendo parte empresas do setor público e privado onde, dentre as mais importantes podem-se citar:

- Cipresa;
- Paraíba Construções;
- Construtora Rocha;
- Prefeitura Municipal de Campina Grande;
- Governo do Estado da Paraíba;
- Alpargatas;
- CIPAN;
- Silvana;
- Fronteira Engenharia.

Com relação aos fornecedores dos materiais aplicados aos projetos, visando um perfeito equilíbrio entre preço e qualidade, de modo a satisfazer plenamente o cliente final, tem-se o seguinte:

- SIEMENS - Disjuntores;
- PHILIPS – Lâmpadas e Luminárias;
- ITAIM – Lâmpadas e Luminárias;
- FICAP – Fios e cabos;

- COMTRAFO - Transformadores;
- ALMEC – Lâmpadas e luminárias;
- KANAFLEX - Eletrodutos;
- BEGHIM – Barramentos e equipamentos elétricos.

Pela sua competência, organização e compromisso com o cliente, a AMADEUPROJETOS E CONSTRUÇÕES se destaca no ramo de projetos elétricos na cidade de Campina Grande, sendo uma referência municipal no setor que, aliás, foi o motivo principal que levou à realização o estágio em suas dependências.

3.0. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização dos trabalhos atribuídos, foi necessário todo um embasamento teórico, obtido desde disciplinas mais gerais como: Circuitos Elétricos I, Circuitos Elétricos II e Sistemas Elétricos, até outras mais específicas como: Instalações Elétricas, Laboratório de Instalações Elétricas e Distribuição de Energia Elétrica.

De acordo com o que foi dito acima, serão desenvolvidos a seguir, alguns tópicos teóricos mais necessários durante as execuções das tarefas designadas durante o estágio supervisionado.

3.1. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

As radiações compreendidas entre os comprimentos de onda de 380 e 760 nm são especialmente para o estudo da iluminação, aquelas são capazes de estimular a retina do olho humano produzindo a sensação luminosa. O espectro visível está limitado em um dos extremos pelas radiações infravermelhas (de maior comprimento de onda), e no outro extremo pelas radiações ultravioletas (de menor comprimento de onda). Os diferentes comprimentos de onda das radiações estão ligados à impressão de cor. [1]

3.1.1. Grandezas e Unidades Utilizadas em Iluminação

As definições aqui apresentadas estão de acordo com a ABNT

3.1.1.1. Intensidade Luminosa

A *intensidade luminosa* é o limite da relação entre o fluxo luminoso em um ângulo sólido em torno de uma direção dada, e o valor desse ângulo sólido, quando o ângulo sólido tende para zero. A unidade de intensidade luminosa é a candela (cd). A figura 3.1 mostra uma fonte puntiforme iluminando um ângulo sólido.

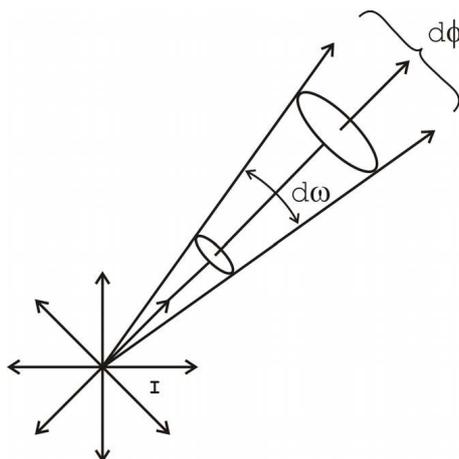


Figura 3.1. Fonte luminosa puntiforme iluminando um ângulo sólido. ^[1]

Pode-se entender mais claramente a definição de intensidade luminosa como sendo a potência da irradiação luminosa numa dada direção. A intensidade luminosa pode ser calculada por $I = d\phi / d\omega$, em que $d\phi$ é o fluxo luminoso e $d\omega$ é o ângulo sólido.

3.1.1.2. Curva Fotométrica (ou Curva de Distribuição Luminosa)

Segundo a ABNT, uma *curva fotométrica* representa a variação da intensidade luminosa de uma fonte segundo um plano passando pelo centro, em função da direção. Uma representação espacial torna-se difícil de ser visualizada, assim, adotam-se projeções das superfícies fotométricas sobre um plano. Trata-se de um diagrama polar no qual se considera a lâmpada ou luminária reduzida a um ponto no centro do diagrama e se representa a intensidade luminosa nas várias direções por vetores. A curva obtida ligando-se as extremidades desses vetores é a curva de distribuição luminosa. Costuma-se na representação polar, referir os valores de intensidade luminosa constantes a um fluxo de 1000 lúmens. Exemplos de curvas fotométricas podem ser vistos na figura 3.2. [1]

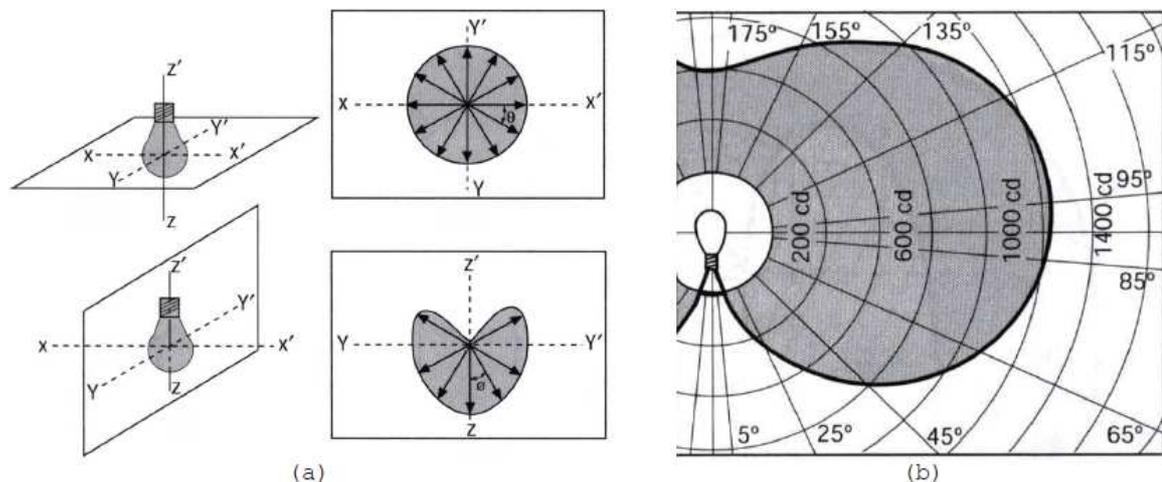


Figura 3.2. (a) Curvas Fotométricas Horizontais e Verticais; (b) Curva Fotométrica Vertical de uma Lâmpada de Vapor de Mercúrio de Cor Corrigida de 250 W (Moreira, 2001).^[1]

Outra maneira de representar por curvas uma superfície de igual intensidade luminosa é utilizando o Diagrama de Isocandelas, definidos como a linha traçada num plano e referida a um sistema de coordenadas que permita representar direções no espaço em torno de um ponto luminoso ligando pontos do espaço em que as intensidades luminosas são iguais (ABNT). [1]

3.1.1.3. Fluxo Luminoso

O *fluxo luminoso* é a grandeza característica de um fluxo energético, exprimindo sua aptidão de produzir uma sensação luminosa no ser humano através do estímulo da retina ocular. A unidade de fluxo luminoso é o lúmen [lm]. O fluxo luminoso é definido como o fluxo emitido por uma fonte luminosa puntiforme de intensidade invariável e igual a uma candela, de mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido igual a um esterradiano. Na prática, não existe fonte puntiforme, porém, quando o diâmetro da fonte for menor que 20% da distância que a separa do ponto onde se considera seu efeito, a fonte pode ser considerada puntiforme. As lâmpadas conforme seu tipo e potência apresentam fluxos luminosos diversos:

- Lâmpada incandescente de 100 W: 1000 lm;
- Lâmpada vapor de mercúrio 250 W: 12.700 lm;
- Lâmpada multi-vapor metálico de 250 W: 17.000 lm.

3.1.1.4. Eficiência Luminosa

A *eficiência luminosa* de uma fonte é a relação entre o fluxo luminoso total emitido pela fonte e a potência por ela consumida. A unidade de eficiência luminosa é o lúmen por Watt [lm/W]. Exemplos:

- Lâmpada incandescente de 100 W: 10 lm/W;
- Lâmpada fluorescente de 40 W: 42,5 lm/W a 81,5 lm/W;
- Lâmpada vapor de mercúrio de 250 W: 50 lm/W.

3. 1.1.5. Iluminamento (ou Iluminância)

Define-se por *iluminamento* a razão entre o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada, ou seja, é a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual este incide. A unidade é o Lux [lux], definido como o iluminamento de uma superfície de 1 m² recebendo de uma fonte puntiforme a 1 m de distância, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído. A figura 3.3 mostra o fluxo luminoso de 1 lúmen irradiado num ângulo sólido de 1 esterorradiano. [1]

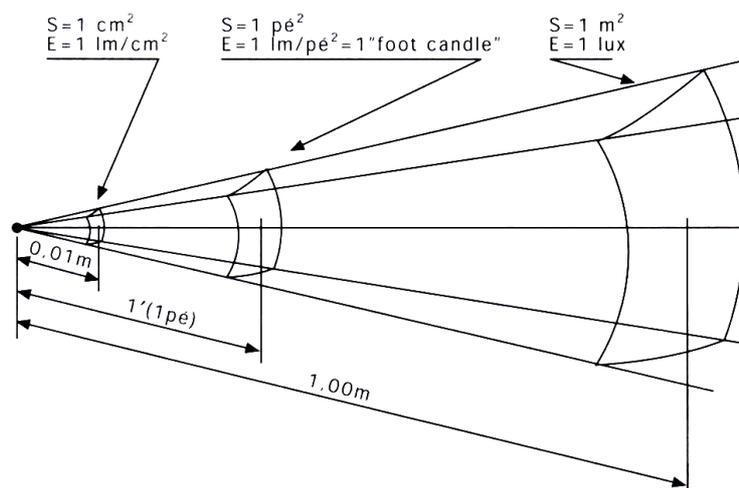


Figura 3.3. Fluxo de 1 lm irradiado num ângulo sólido de 1 sr. [1]

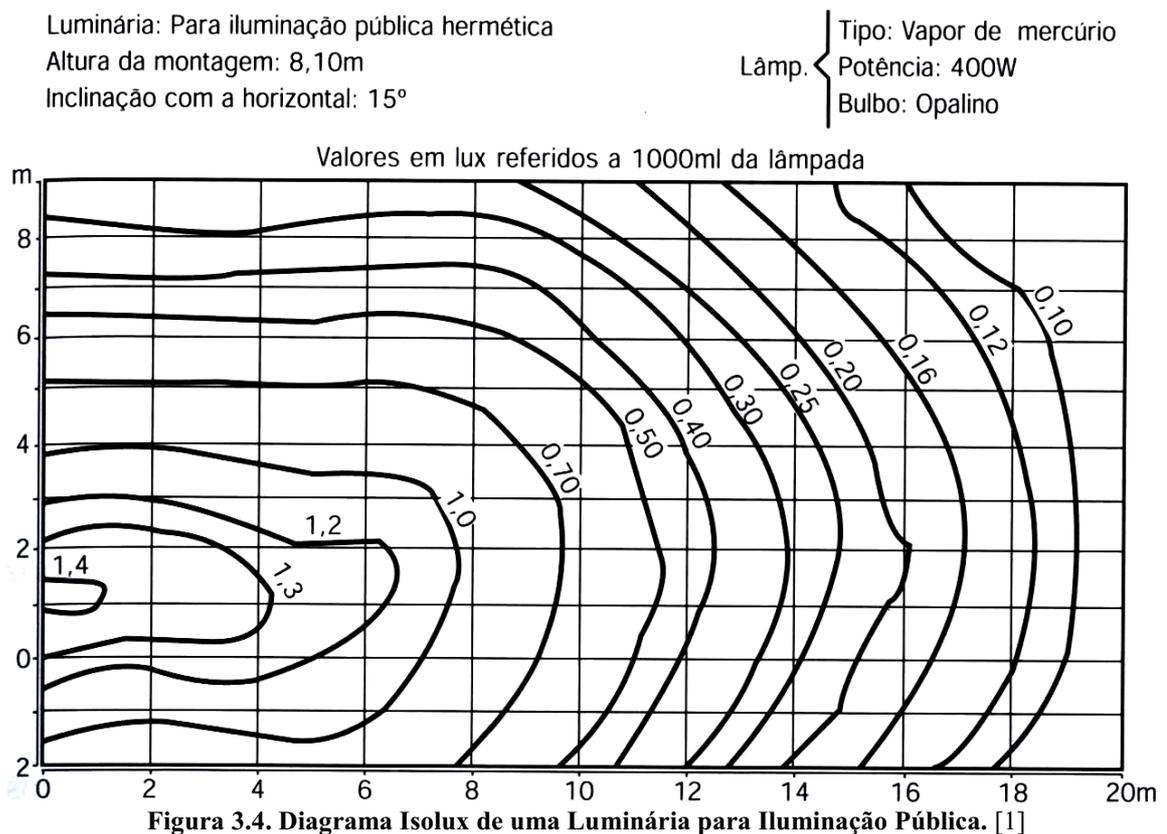
Exemplos de valores típicos de iluminamento:

- Dia ensolarado de verão em local aberto ≈ 100.000 lux;
- Dia encoberto de verão ≈ 20.000 lux;

- Dia escuro de inverno ≈ 3.000 lux;
- Boa iluminação de rua ≈ 20 a 40 lux;
- Noite de lua cheia $\approx 0,25$ lux;
- Luz de estrelas $\approx 0,01$ lux.

3.1.1.6. Diagrama de Isolux

Uma *curva de isolux* é uma linha traçada em um plano, referida a um sistema de coordenadas apropriadas, ligando pontos de uma mesma superfície que têm iluminação igual. Um *diagrama de isolux* é um conjunto de curvas de isolux. A figura 3.4. exibe um diagrama de isolux:



3.1.2. Leis do iluminamento produzido por uma fonte puntiforme

Deseja-se calcular o iluminamento causado por uma fonte pontual num elemento de área dS , cuja localização relativa à fonte é dada pela figura 3.5.

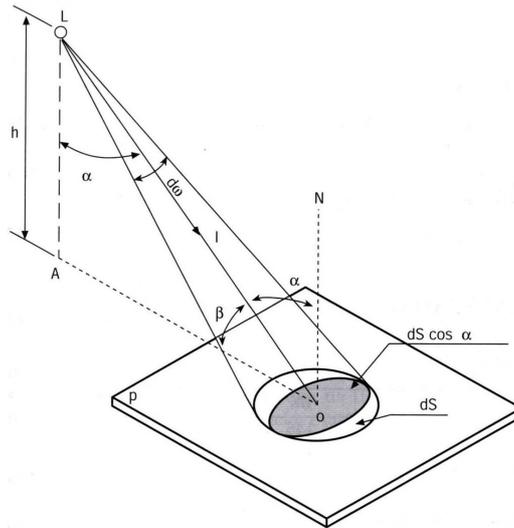


Figura 3.5. Fonte puntiforme iluminando uma área elemental no plano P. ^[1]

O ângulo sólido subtendido por dS , de vértice em L , será:

$$d\omega = \frac{dS \cdot \cos \alpha}{d^2} \quad (1)$$

Sabe-se também que intensidade luminosa é dada por:

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad (2)$$

ou ainda,

$$d\phi = I \cdot d\omega \quad (3)$$

Substituindo (1) em (3), temos:

$$d\phi = \frac{I \cdot dS \cdot \cos \alpha}{d^2} \quad (4)$$

O iluminamento, por sua vez, é matematicamente definido por:

$$E = \frac{d\phi}{dS} \quad (5)$$

Finalmente, substituindo (4) em (5):

$$E = \frac{I \cdot \cos \alpha}{d^2} \quad (6)$$

O resultado obtido resume as três leis do iluminamento proporcionado por uma fonte puntiforme em um ponto de uma superfície:

- a. o iluminamento varia na razão direta da intensidade luminosa na direção do ponto considerado;
- b. o iluminamento varia na razão inversa do quadrado da distância da fonte ao ponto iluminado e
- c. o iluminamento varia proporcionalmente ao co-seno do ângulo formado pela normal à superfície no ponto considerado e pela direção do raio luminoso que incide sobre o mesmo. [1]

3.1.3. Fotometria

Existem vários métodos de se chegar ao número de luminárias suficientes para produzir um determinado iluminamento, dentre eles:

- Pela carga mínima exigida por normas;
- Pelo método dos lúmens;
- Pelo método das cavidades zonais;
- Pelo método do ponto a ponto.

3.1.3.1. Método dos Lúmens

O método utilizado pela empresa é o método dos lúmens que será descrito a seguir:

1 – Determinação do índice do local:

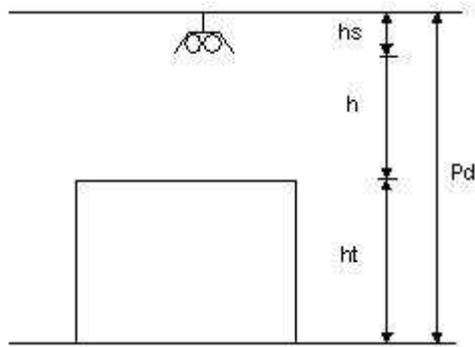


Figura 3.6. Índice do local. ^[11]

$$K = C.L / h.(C+L); \quad (7)$$

$$h = P_d - h_s - h_t, \quad (8)$$

sendo:

- K – índice do local;
- C – comprimento do recinto;
- L – largura do recinto;
- h – altura da montagem;
- Pd – pé direito;
- hs – altura de suspensão da luminária;
- ht – altura do plano de trabalho.

2 – Fator de Utilização (U):

Este fator é representado na forma de tabela para cada luminária. Para escolher o mais adequado ao recinto estudado, faz-se necessário conhecer as refletâncias do teto, paredes, piso e índice do local.

SUPERFÍCIE	REFLETÂNCIA
Muito Clara	70 %
Clara	50 %
Média	30 %
Escura	10 %
Preta	0 %

Tabela 3.1. Tabela de refletância

3 – Fator de Perdas Luminosas (FPL):

As perdas luminosas consideram o acúmulo de poeiras nas luminárias e nas superfícies do compartimento e da depreciação das lâmpadas.

Limpo	0,8
Médio	0,7
Sujo	0,6

Tabela 3.2. Fator de perdas luminosas

4 – Iluminância Recomendada (E):

A seleção da Iluminância específica para cada atividade é feita com o auxílio da norma NBR 5413/2004.

5 – Cálculo da quantidade de luminárias necessária (N):

$$N = (E.C.L) / (n. \Phi.U.FPL), \quad (9)$$

sendo:

n – quantidade de lâmpadas por luminária;

Φ – fluxo luminoso da lâmpada.

Observar que o fluxo luminoso deverá ser fornecido pelo fabricante da lâmpada.

Recomenda-se que o arredondamento das luminárias seja sempre para mais, não havendo assim, prejuízo no nível de iluminância desejada. Também é desejado que as luminárias sejam distribuídas uniformemente no recinto e o espaçamento entre si seja o dobro do espaçamento entre estas e as paredes laterais. [11]

3.2. CÁLCULO DA QUEDA DE TENSÃO NAS REDES DE DISTRIBUIÇÃO

Há muito mais interesse, nos problemas de planejamento e projeto de sistemas de distribuição, em se determinar a queda de tensão no alimentador, do que a própria tensão. A queda de tensão se define como a diferença entre as tensões de dois pontos distintos do alimentador num determinado instante de tempo. Esses pontos são quaisquer, embora os extremos do alimentador sejam de interesse especial, pois são os que sofrem a máxima queda

de tensão do circuito em questão. O conhecimento da queda de tensão entre os extremos do alimentador é fundamental nos projetos de implantação, expansão e reforma de redes rurais ou urbanas. [7]

$$V_1 = V_0 - Z \frac{St}{V_0} \cdot \cos(\theta - \phi) \quad (10)$$

A equação acima se apresentou muito conveniente para o cálculo de tensão apesar de desprezarem-se as perdas e também a abertura angular, que na distribuição raramente chega a 5 %. Reformá-la para que passe a expressar a queda de tensão,

$$\Delta V_0 = V_0 - V_1 \quad (11)$$

é imediato. Basta levar em conta que $\cos(\theta - \Phi) = \cos\theta \cdot \cos\Phi + \text{sen}\theta \cdot \text{sen}\Phi$. Assim,

$$\Delta V = St/V_0 \cdot (Z \cdot \cos\theta \cos\phi + Z \cdot \text{sen}\theta \text{sen}\phi) \quad (12)$$

$$\Delta V = St \cdot l / V_0 \cdot (r \cdot \cos\phi + x \cdot \text{sen}\phi) \quad (13)$$

ou,

$$\Delta V = St \cdot l \cdot G \quad (14)$$

onde: St é a carga total do alimentador que é concentrada em seu extremo e

$$G = \frac{r \cdot \cos\phi + x \cdot \text{sen}\phi}{V_0} \quad (15)$$

é um parâmetro que é função da bitola e espaçamento dos condutores, da tensão nominal do alimentador e do fator de potência da carga. Representa a *queda de tensão unitária*, isto é, a queda de tensão por unidades de comprimento do alimentador e de potência da carga. Como se verá mais tarde, G é função também do número de fases e de condutores do circuito.

A queda de tensão se expressa com vantagem em percentagem da tensão do início do alimentador ou da tensão nominal:

$$\Delta V = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \cdot 100\% \quad (16)$$

A queda de tensão percentual pode ser dada ainda pela expressão (14), desde que a expressão da queda de tensão unitária se altere para:

$$G = \frac{r \cdot \cos\phi + x \cdot \text{sen}\phi}{V_o^2} \cdot 100 \quad (17)$$

No caso geral do alimentador sem ramais ter n trechos, a queda de tensão se calcula através da seguinte fórmula recursiva:

$$\Delta V_k = \Delta V_{k-1} + l_k \cdot G_k \left[\frac{-\hat{S}_k}{2} + \sum_{i=k}^n (S_i + \hat{S}_i) \right]; \quad k = 1, 2, \dots, n. \quad (18)$$

Na equação acima,

$$G_k = \frac{r_k \cdot \cos\phi + x_k \cdot \text{sen}\phi}{V_o^2} \cdot 100 \quad \%/MVA/km, \quad (19)$$

em que:

r_k, x_k = resistência e reatância do trecho k (Ω/km);

V_o = tensão nominal (kV);

l_k = comprimento do trecho k (km);

S_k = carga concentrada no fim do trecho k (MVA);

\hat{S}_k = carga uniformemente distribuída do trecho k (MVA);

$\cos\Phi$ = fator de potência comum a todas as cargas.

Pela expressão (19), a queda de tensão em cada trecho corresponde ao produto de três fatores: comprimento e queda de tensão unitária do trecho e a soma de todas as cargas do fim do trecho em diante. A queda de tensão total desde o início do alimentador até o fim do trecho considerado é obtido recursivamente, ou seja, somando-se a queda de tensão no trecho com a queda de tensão total até o fim do trecho anterior.

Para organizar os cálculos, utiliza-se o formulário, cujo modelo se apresenta na Figura 3.7, conhecido como *planilha de queda de tensão* e que foi desenvolvida em conformidade com a expressão (18). Na parte superior da planilha é reservado um espaço para o croqui do sistema, no qual devem constar as cargas (valor e localização), comprimento, tipo de circuito, tipo e bitola dos cabos de cada trecho. [7]

A rigor, o cálculo da queda de tensão deveria ser ponto a ponto. Todavia, para reduzir o trabalho, se calcula a queda de tensão em trechos maiores. As cargas intermediárias são consideradas uniformemente distribuídas no trecho.

Os circuitos em anel são transformados em radiais escolhendo-se um ponto de abertura tal que a queda de tensão em ambos os lados seja aproximadamente iguais. Geralmente se dá por satisfeito quando os percentuais de queda de tensão por cada lado sejam inferiores ao limite estabelecido.

Nas concessionárias ou escritórios de projeto como no da AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES, onde o cálculo de queda de tensão é uma rotina, o trabalho é drasticamente reduzido, uma vez que se dispõe de tabelas de onde se podem tirar diretamente as quedas de tensão unitárias. No caso da empresa em questão, são as tabelas de 30 a 35 disponíveis na NDU-006 da concessionária local.

A implementação computacional da planilha de queda de tensão é muito direta, sobretudo utilizando-se planilhas eletrônicas. Há uma gama desses aplicativos, todos com muitos recursos de cálculo. A grande aceitação das planilhas eletrônicas se deve principalmente à facilidade de uso, e suporte gráfico.

3.3. DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES, ELETRODUTOS, PROTEÇÃO, TOMADAS E ILUMINAÇÃO

3.3.1 - Dimensionamento de Condutores

Os condutores utilizados nas instalações residenciais, comerciais ou industriais de baixa tensão poderão ser de cobre ou de alumínio, com isolamento de PVC (cloro de polivinil) ou de outros materiais previstos por normas, como XLPE (polietileno reticulado) ou EPR (borracha etileno-propileno).

A isolação de PVC tem a propriedade de se tornar gradativamente amolecidas a partir de 120° C. Apresenta as seguintes características básicas:

- Baixa rigidez dielétrica;
- Péssima condução de chama, quando agregada a aditivos especiais;
- Perdas dielétricas elevadas, notadamente em tensão superior a 20 kV;
- Resistência ao envelhecimento regular;
- Boa flexibilidade;
- Baixa temperatura máxima admissível;
- Boa resistência à abrasão;
- Boa resistência a golpes;
- Resistência regular à umidade e à água.

A isolação de XLPE se destaca por apresentar as seguintes propriedades:

- Baixa resistência à ionização;
- Temperatura máxima admissível elevada;
- Excelente resistência à abrasão;
- Alta rigidez dielétrica;
- Flexibilidade regular;
- Boa resistência ao envelhecimento.

A isolação de EPR possui muitas características iguais às de XLPE, divergindo, no entanto em outras propriedades:

- Elevada resistência à ionização;
- Alta rigidez dielétrica;
- Baixas perdas dielétricas;
- Temperatura máxima admissível elevada;
- Excelente resistência à abrasão;
- Excelente resistência a golpes;
- Grande flexibilidade.

Na tabela 3.3 estão as temperaturas máximas dos condutores, de acordo com o tipo de isolamento:

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Tabela 3.3. Temperaturas características dos condutores. ^[8]

A norma NBR 5410/2004 – instalações elétricas de baixa tensão – da ABNT, recomenda a utilização de seis critérios para o dimensionamento de condutores, no entanto a AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES utiliza apenas três para as instalações de baixa tensão, devido opção própria. São eles:

- Seção mínima;
- Capacidade de condução de corrente;
- Queda de tensão admissível.

A seguir serão descritos esses critérios.

3.3.1.1 – Critério da seção mínima

Deve-se dimensionar a seção mínima dos condutores, de forma a garantir que elas suportem satisfatoriamente e simultaneamente as condições de:

- Limite de temperatura, determinado pela capacidade de condução de corrente;
- Limite de queda de tensão;
- Capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecargas;
- Capacidade de condução da corrente de curto-circuito por tempo limitado.

Inicialmente, determinam-se as seções dos condutores conforme:

- Critérios da capacidade de corrente;
- Limites de queda de tensão.

Então, adota-se como resultado a maior seção. Escolhe-se o condutor padronizado comercialmente com seção nominal maior ou igual à seção calculada.

A NBR 5410/2004 estabelece uma seção mínima para os condutores, dependendo do tipo de circuito e do material do condutor, conforme a tabela 3.4.

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força ²⁾	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu ⁴⁾
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu
¹⁾ Seções mínimas ditadas por razões mecânicas ²⁾ Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força. ³⁾ Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm ² . ⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm ² .			

Tabela 3.4. Seção mínima dos condutores. ^[8]

3.3.1.2. Critério da capacidade de condução de corrente

Por este critério, a seção nominal do condutor é dimensionada pela corrente máxima que aquele condutor deve suportar, porém a maneira como os condutores são instalados

(Eletroduto embutido ou aparente; canaletas ou bandejas; subterrâneos; diretamente aterrados ou ao ar livre; cabos unipolares ou multipolares) influencia na capacidade de troca térmica entre os condutores e o ambiente, e em consequência, na capacidade de condução da corrente elétrica.

A tabela 33 da NBR 5410/2004 define as diversas maneiras de instalar, codificando-as conforme uma letra e um número.

Alguns fatores devem ser considerados e adicionados ao cálculo da corrente. Os mais utilizados são o fator de correção de temperatura e fator de correção para agrupamentos de circuitos ou cabos multipolares, que podem ser observados respectivamente nas tabelas 40 e 42 da norma em questão.

A aplicação de tais fatores é feita através da expressão (20),

$$I_{dim} = \frac{I_n}{f_{et} + f_a} \quad (20)$$

onde:

I_n – Corrente Nominal do circuito;

f_{et} – Fator de Elevação da Temperatura, acima de 30° C;

f_a – Fator de agrupamento usado quando o eletroduto tem mais de um circuito.

Depois de calculado o valor de I_{dim} , a seção nominal é escolhida através das tabelas 36-39 da NBR 5410/2004 (conforme tipo de isolamento e métodos de referência escolhido).

3.3.1.3. Critério da queda de tensão

Para que motores, aparelhos e equipamentos funcionem de forma satisfatória, é necessário que a tensão a que os equipamentos estão submetidos esteja dentro de limites pré-definidos.

Durante o percurso entre o quadro geral ou a subestação até o ponto de utilização de um circuito terminal, ocorre uma queda de tensão devido às resistências dos condutores e equipamentos.

Em virtude dessa queda de tensão, é necessário que os condutores sejam dimensionados de tal maneira que limitem a queda aos valores estabelecidos pela norma. Na tabela 3.5 estão listados os valores máximos de queda de tensão para os diversos tipos de entrada.

Tipo da instalação	Iluminação e tomadas	Outros usos
Instalações alimentadas diretamente por um ramal de baixa tensão, a partir de uma rede de distribuição pública de baixa tensão.	4%	4%
Instalações alimentadas diretamente por subestação transformadora, a partir de uma instalação de alta tensão ou que possuam fonte própria.	7%	7%

Tabela 3.5. Limites de queda de tensão.^[8]

Para dimensionar os condutores é necessário conhecer previamente:

- Material do eletroduto: se é ou não magnético;
- Corrente de projeto, I_p (em ampères);

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos(\phi)} \quad (21)$$

- O fator de potência do circuito ($\cos\Phi$);
- A queda de tensão admissível para o caso;
- O comprimento do circuito, l em quilômetros;
- A tensão entre fases U (em volts).

Com esses parâmetros pode-se calcular a queda de tensão admissível, em volts:

$$\Delta U_{p.u.} = \frac{U \times U\%}{I_p \times l} \quad (22)$$

sendo $U\%$, a queda de tensão percentual.

Verificando o valor na tabela específica do fabricante, observa-se que se deve usar o da FICAP S.A. (tabela 3.6), em seguida, encontra-se a seção nominal do cabo.

Seção nominal (mm ²)	Eletroduto e calha fechada Material Magenético a)						Cabos Unipolares b)												Cabos Unipolar e bipolar b)		Cabos Tripolar e tetrapolar b)	
							Monofásico						Trifásico									
	Cabos em Trifólio		Cabo tripolar		Sistema Monofásico		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos Contíguos		Cabos em Trifólio		Sistema Monofásico		Sistema Trifásico	
	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92	F.P. 0,80	F.P. 0,92
1,5	20,24	23,19	20,19	23,15	20,19	23,15	23,45	26,83	23,72	27,00	20,31	23,23	20,54	23,38	20,26	23,20	20,24	23,19	23,32	26,74	20,19	23,15
2,5	12,45	14,24	12,41	14,21	12,41	14,21	14,46	16,49	14,71	16,66	12,52	14,28	12,74	14,43	12,47	14,25	12,45	14,24	14,33	16,41	12,41	14,21
4	7,80	8,89	7,77	8,87	7,77	8,87	9,09	10,32	9,33	10,48	7,87	8,94	8,08	9,08	7,82	8,90	7,80	8,89	8,96	10,24	7,77	8,87
6	5,25	5,97	5,22	5,95	5,22	5,95	6,15	6,95	6,39	7,10	5,33	6,02	5,53	6,15	5,27	5,98	5,25	5,97	6,03	6,87	5,22	5,95
10	3,17	3,58	3,14	3,56	3,14	3,56	3,74	4,18	3,97	4,33	3,24	3,62	3,44	3,75	3,19	3,59	3,17	3,58	3,63	4,11	3,14	3,56
16	2,03	2,27	2,01	2,26	2,01	2,26	2,43	2,68	2,65	2,82	2,10	2,32	2,29	2,44	2,05	2,29	2,03	2,27	2,32	2,61	2,01	2,26
25	1,33	1,47	1,31	1,45	1,31	1,45	1,62	1,75	1,82	1,88	1,40	1,51	1,57	1,63	1,35	1,48	1,33	1,47	1,52	1,88	1,31	1,45
35	0,99	1,08	0,97	1,06	0,97	1,06	1,22	1,30	1,41	1,42	1,06	1,12	1,22	1,23	1,00	1,09	0,99	1,08	1,12	1,23	0,97	1,06
50	0,76	0,82	0,74	0,80	0,74	0,80	0,96	1,00	1,14	1,11	0,83	0,86	0,99	0,96	0,78	0,83	0,76	0,82	0,86	0,93	0,74	0,80
70	0,56	0,59	0,54	0,58	0,54	0,57	0,73	0,73	0,89	0,84	0,63	0,63	0,77	0,73	0,57	0,60	0,56	0,58	0,63	0,67	0,54	0,57
95	0,43	0,44	0,42	0,43	0,42	0,43	0,58	0,56	0,74	0,66	0,50	0,49	0,64	0,58	0,45	0,45	0,43	0,44	0,49	0,50	0,42	0,43
120	0,36	0,37	0,35	0,36	0,35	0,36	0,50	0,47	0,65	0,57	0,43	0,41	0,56	0,49	0,38	0,37	0,36	0,36	0,41	0,41	0,35	0,36
150	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,45	0,41	0,58	0,50	0,39	0,35	0,51	0,43	0,33	0,32	0,32	0,31	0,35	0,35	0,30	0,30
185	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,40	0,35	0,53	0,44	0,34	0,31	0,46	0,38	0,29	0,27	0,27	0,26	0,31	0,30	0,26	0,25
240	0,24	0,22	0,23	0,22	0,22	0,21	0,35	0,30	0,47	0,38	0,30	0,26	0,41	0,33	0,25	0,23	0,24	0,22	0,26	0,25	0,22	0,21
300	0,21	0,20	-	-	0,20	0,18	0,32	0,27	0,43	0,34	0,28	0,23	0,37	0,30	0,23	0,20	0,21	0,19	0,24	0,22	-	-
400	0,19	0,17	-	-	0,18	0,16	0,29	0,24	0,40	0,31	0,26	0,21	0,34	0,26	0,20	0,17	0,19	0,17	0,21	0,19	-	-
500	0,18	0,16	-	-	0,16	0,15	0,28	0,22	0,37	0,28	0,24	0,19	0,32	0,24	0,19	0,16	0,17	0,15	0,20	0,17	-	-

Tabela 3.6. Eletroduto de aço-carbono, Tipo leve I, Conforme NBR-5624 (EB-568).^[12]

3.3.2. Dimensionamento de Eletrodutos

As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto, a área máxima a ser utilizada pelos condutores deve ser:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores.

Podemos determinar o diâmetro do eletroduto em função da quantidade de condutores e a seção nominal do maior condutor no eletroduto utilizando diretamente as tabelas 3.7 e 3.8 (verificar material do eletroduto).

Seção nominal (mm ²)	Número de condutores								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Diâmetro nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	16	20	20	20	20	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	16	20	20	25	25	25	25	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	25	25	32	32	40	40	40	40	50
25	32	32	40	40	40	50	60	60	60
35	32	40	40	50	50	60	60	60	75

Tabela 3.7. Eletrodutos rígidos de PVC.

Seção Nominal (mm ²)	Número de condutores								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Diâmetro nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	20	20	25	25	25	32	32	32
2,5	20	20	25	25	32	32	32	32	40
4	20	25	25	32	32	40	40	40	40
6	25	25	32	32	40	40	40	40	50
10	25	32	32	40	40	40	40	50	50
16	32	32	40	40	40	50	50	60	60
25	40	40	40	50	60	60	60	60	75
35	40	40	50	60	60	60	75	75	75

Tabela 3.8. Eletrodutos rígidos de aço carbono.

Diâmetro nominal NBR 6150 classe B								
mm	16	20	25	32	40	50	60	75
pol	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	1 1/2

Tabela 3.9. Conversão mm/pol.

3.3.3. Dimensionamento de dispositivos de proteção

Os disjuntores termomagnéticos do tipo DIN oferecem proteção aos circuitos, desligando-os automaticamente quando da ocorrência de uma sobrecorrente provocada por um curto-circuito ou sobrecarga.

Os disjuntores DR têm como finalidade a proteção das pessoas contra choques elétricos provenientes de contatos acidentais com redes ou equipamentos elétricos energizados. Oferece, também, proteção contra incêndios que podem ser ocasionados por falhas no isolamento dos condutores e equipamentos.

Os dispositivos DR medem permanentemente a soma vetorial das correntes que percorrem os condutores de um circuito. De acordo com a sensibilidade do disjuntor DR (≤ 30 mA para proteção contra choques elétricos), o dispositivo atuará desligando o circuito sempre que a corrente residual ultrapassar o seu limite.

A norma NBR 5410/2004 indica o uso dos disjuntores DR nos seguintes casos:

- Circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheiras ou chuveiros;
- Circuitos que alimentam tomadas de correntes situadas em áreas externas à edificação;
- Circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vira alimentar equipamentos no exterior;
- Circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinha, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens.

Na AMADEU PROJETOS, utiliza-se para proteção dos circuitos de iluminação e tomadas disjuntores termomagnéticos, e para a proteção do quadro geral, disjuntores diferenciais.

Para os circuitos de iluminação e tomadas de uso geral deve-se considerar que a corrente do circuito deve ser menor ou 70% da capacidade do disjuntor que protege o circuito, enquanto que para as tomadas de uso específico esse percentual será de 80%.

3.3.4. Dimensionamento de tomadas e iluminação

Para o dimensionamento dos circuitos referentes a esses dois itens, segundo a norma NBR 5410/2004, leva-se em consideração o seguinte:

- Em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais e similares, com área igual ou inferior a 6 m², deverá ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 VA.
- Para cômodo ou dependência com área superior a 6 m² deverá ser prevista uma carga de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

O número de pontos de tomada de uso geral, em unidades residenciais e similares, deve ser fixado de acordo com os seguintes critérios:

- Em banheiros, pelo menos um ponto de tomada junto ao lavatório;
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m ou fração de perímetro;
- Em subsolos, garagens, sótãos, halls de escadarias e em varandas, salas de manutenção de equipamentos, tais como casa de máquinas, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada;
- Nos demais cômodos ou dependências, se a área for inferior a 6 m², pelo menos um ponto de tomada; se a área for maior que 6 m², pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m², ou fração de perímetro, espaçados uniformemente.

Desta forma, em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, deverão ser previstos ao menos 600 VA por ponto de tomada, até três pontos de tomada e 100 VA por ponto de tomada, para os excedentes, considerando cada um desses ambientes separadamente.

Para os demais cômodos ou dependências, deverão ser previstos no mínimo 100 VA por ponto de tomada. Aos pontos de tomada de uso específico, deverá ser atribuída uma potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado e devem ser instalados a no máximo 1,5 m do local previsto para o mesmo.

Toda a instalação deve ser dividida em vários circuitos, considerando os aspectos de ordem construtiva e de manutenção, com o objetivo de tornar o sistema flexível em sua execução e eficiente em sua operação. Os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomadas e cada circuito deverá ter seu próprio condutor neutro.

4.0. O ESTÁGIO

4.1. INTRODUÇÃO

Durante a formação técnica do autor, no curso de eletromecânica pelo CEFET/UNED - Cajazeiras (atual IFET-PB) houve bastante familiarização com a área da eletrotécnica voltada às instalações elétricas e, devido isso, já existia certa noção teórica do assunto mesmo antes de haver cursado a disciplina Instalações Elétricas pelo curso de Engenharia Elétrica da UFCG.

Também é importante frisar que o estagiário já conhecia os serviços da AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES, pois quando trabalhou na ENERGISA durante os anos de 2002 até 2005, teve contato com o Engenheiro Ricardo Amadeu.

Desta forma, a união dos dois motivos expostos acima levou a escolha da AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES para realizar a disciplina estágio supervisionado, que é parte integrante do curso de Engenharia Elétrica da UFCG.

Obedecidas às exigências legais impostas pela UFCG e a nova lei do estágio (Nº. 11.788, de 25 de setembro de 2008), deu-se início ao estágio no dia 29 de setembro de 2009.

4.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.2.1. Conhecimento dos materiais aplicados aos projetos

Logo no começo, foi dada a orientação de tomar conhecimento de todos os materiais utilizados na execução dos projetos, bem como suas especificações e seus fabricantes. Desta forma, foram entregues vários catálogos, os quais foram objetos dos estudos iniciais.

Esta tarefa foi bastante minuciosa e importante, pois nas disciplinas teóricas, não somos apresentados aos materiais aplicados às instalações, vemos tudo através de representações simbólicas. Também é importante citar que o preço total de uma instalação elétrica depende muito do material aplicado a esta, em contrapartida devemos também analisar a qualidade e, desta forma, procurar um meio termo, de modo a otimizar a relação custo-qualidade.

Os catálogos analisados foram referentes aos seguintes fornecedores:

- SIEMENS: Disjuntores;

- PHILIPS: Lâmpadas e Luminárias;
- ITAIM: Lâmpadas e Luminárias;
- FICAP: Fios e cabos;
- COMTRAFO: Transformadores;
- ALMEC: Lâmpadas e luminárias;
- KANAFLEX: Eletrodutos;
- BEGHIM: Barramentos e equipamentos elétricos.

Entre estes, pôde-se encontrar no catálogo da FICAP, uma seção dedicada ao dimensionamento dos condutores utilizados em instalações, inclusive com uma série de exercícios bem prática, onde foi possível recapitular os conhecimentos adquiridos em sala de aula. Também foi encontrado no catálogo da ITAIM, uma ótima explanação sobre o método dos lúmens, que é um método bastante prático que a empresa aplica aos seus projetos, mas infelizmente não é mostrado durante as aulas na universidade.

4.2.2. Estudo das normas da ENERGISA

Ao terminar esse estudo de materiais aplicados aos projetos realizados pela empresa, foi orientado pelo Engenheiro Ricardo Amadeu, o estudo detalhado das normas técnicas da concessionária local de distribuição de energia elétrica (ENERGISA), antes de começar qualquer projeto propriamente dito, pois apesar de haver as normas da ABNT (as NBRs), para a aprovação dos projetos, a concessionária determina que sejam seguidas também suas orientações, que estão descritas em normas próprias.

As normas estudadas foram as seguintes:

- Norma Técnica NDU-001 da ENERGISA: Fornecimento em energia secundária até três unidades.
- Norma Técnica NDU-002 da ENERGISA: Fornecimento em energia elétrica em tensão primária.
- Norma Técnica NDU-003 da ENERGISA: Fornecimento de energia a agrupamentos ou uso acima de três unidades.
- Norma Técnica NDU-004 da ENERGISA: Instalações básicas para construção de redes urbanas.

- Norma Técnica NDU-006 da ENERGISA: Critérios básicos para elaboração de projetos de redes urbanas.

Houve certa facilidade em abstrair vários conceitos presentes nestas, devido a experiência do autor com a ENERGISA.

Pela análise do material, percebe-se que apesar de tantas especificidades, as regras são claras, e as orientações da empresa visam principalmente a facilitação do trabalho das equipes durante as manutenções, instalações e desativações em seu sistema, como também a economia de materiais aplicados por parte daquelas.

Já que todo projeto realizado pela AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES é sujeito à aprovação pelos funcionários da ENERGISA, aquela por sua vez deve seguir categoricamente o que está apresentado nas normas, sob pena de sofrer reprovação.

Haja vista a grande importância em conhecer as normas da ENERGISA, a tarefa foi bastante válida e muito acrescentou na formação profissional, além do fato de após este ponto estar apto a começar a realizar as atividades descritas a seguir.

4.2.3. Cálculo luminotécnico

A primeira tarefa de fato realizada foi o dimensionamento da iluminação de um galpão industrial, onde foi repassada a planta baixa do local, com suas respectivas especificações, bem como a iluminância exigida nos ambientes.

Para o dimensionamento de lâmpadas e luminárias, lançou-se mão do método dos lúmens, de acordo com o que foi explanado na fundamentação teórica deste relatório.

4.2.4. Projeto elétrico predial

O primeiro projeto desenvolvido foi o das instalações elétricas prediais do condomínio “Águas Verdes” em Campina Grande-PB.

Neste, foi possível colocar em prática os conhecimentos adquiridos na disciplina Instalações Elétricas, cursada no período anterior à realização do estágio.

A seguir, será apresentado o memorial técnico descritivo do projeto e, em anexo, constam: planta baixa e o diagrama unifilar com o quadro de cargas.

4.3.4.1. Memorial técnico descritivo do projeto elétrico predial do condomínio “Águas Verdes”.

MEMORIAL TÉCNICO

INTERESSADO: Construtora “Prazeres”.

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: *Projeto elétrico de um edifício residencial, com 04(quatro) pavimentos, sendo, 01(um) Pav. Térreo e 03(três) Pav. tipo. Totalizando 12 (doze) apartamentos.*

1. CONDIÇÕES GERAIS:

O projeto das instalações elétricas foi elaborado de acordo com as especificações aplicáveis da ABNT, padrões da concessionária e considerada as proposições formuladas pelo autor do projeto arquitetônico.

Foram projetadas as seguintes instalações:

- Entrada e medição de energia;
- Circuitos e quadros;
- Sistema de iluminação interna.

1.1 - Entrada e medição de energia:

1.1.1 - A entrada de energia será subterrânea, na tensão de 380 V especificada no projeto, em cabos unipolares acondicionados em dutos de PVC.

1.1.2 - Medição:

A medição será feita na baixa tensão, localizada pav. térreo do edifício.

1.2 - Circuitos e quadros:

1.3.1 - Circuitos de Alimentação e Quadro Geral.

Do quadro geral de medição serão derivados os circuitos de alimentação dos quadros de distribuição dos apartamentos.

Foram considerados os aspectos de ordem construtiva e de manutenção, com o objetivo de tornar o sistema flexível em sua execução e eficiente em sua operação, respeitadas as condições básicas.

1.3 - Sistemas de Iluminação Interna:

O sistema de iluminação interna foi projetado considerando todas as normas estabelecidas na **ABNT** através da NBR 5413, que define os níveis de iluminamento necessário para cada ambiente.

2. MÉTODOS EXECUTIVOS:

Todas as instalações deverão ser executadas de acordo com os projetos elaborados e com aplicação de mão-de-obra de alto padrão técnico, caracterizando-se o sistema de boa apresentação e eficiência.

2.1 - Proteção:

2.1.1 – Os circuitos deverão ser protegidos por disjuntores automáticos de proteção térmica e de sobrecarga.

2.1.2 – Na proteção geral dos quadros dos apartamentos, serão instalados disjuntores tipo “DR”

2.1.3 – Toda a tubulação, quadros metálicos, aparelhos, máquinas e demais equipamentos deverão ser interligados de forma efetiva e contínua a terra.

2.2 - Caixas:

2.2.1 - As alturas da borda inferior das caixas, em relação ao piso acabado, deverão atender às anotações constantes da legenda de representação dos símbolos gráficos, constantes do projeto.

- 2.2.2 - Deverão, obrigatoriamente, ser colocadas caixas nos pontos de entrada, saída e emendas dos condutores e nas divisões das tubulações.
- 2.2.3 - O espaçamento e a disposição entre as caixas deverão ser planejadas de forma a facilitar os serviços de manutenção do sistema.
- 2.2.4 - Deverão ser removidos os “discos” somente nos pontos de conexões das caixas com os eletrodutos.
- 2.2.5 - Quando embutidas em elementos de concreto, deverão ser rigidamente fixada a fim de serem evitados deslocamentos ou curvatura que impeçam a passagem dos condutores.

2.3 - Condutores:

- 2.3.1 – Deverão ser instalados de forma a suportarem apenas esforços compatíveis às suas resistências mecânicas.
- 2.3.2 – As emendas serão executadas em caixas de passagem, com perfeito contato, soldadas ou com conectores apropriados de pressão.
A isolação das emendas deverá ser feita com fita isolante de boa qualidade.
- 2.3.3 – A instalação dos condutores somente deverá ser executada após a conclusão de todos os serviços de revestimentos das paredes e tetos e nos pisos, somente ao seu acabamento.
- 2.3.4 – A fim de serem facilitadas às interligações dos vários circuitos de iluminação, deverão ser utilizados condutores coloridos, conforme código de cores a seguir.

Terra	Verde
Neutro	Azul Claro
Fase Ilum.	Preto
Fase Tom.	Vermelho
Retorno	Amarelo

2.3.5 - Não poderão ser empregados condutores com bitolas inferiores a 1,5 mm² para distribuição de circuitos, 2,5 mm² para equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e 4,0 mm² para entrada de energia ou alimentação de quadros de distribuição.

2.4 - Eletrodutos:

2.4.1 - Não será permitida a instalação de eletrodutos com bitola nominal inferior a 1/2".

2.4.2 - O corte dos eletrodutos deverá ser executado perpendicularmente ao eixo longitudinal, sendo as novas extremidades dotadas de rosca, a seção objeto de corte deverá ser cuidadosamente limpa, de forma a serem eliminadas rebarbas que possam danificar os condutores.

2.4.3 - Todas as curvas de bitola de 1", ou maiores, deverão ser executadas com peças especiais e as curvas correspondentes às bitolas poderão ser executadas no próprio local de trabalho e deverão apresentar um raio de curvatura correspondente a dez vezes o diâmetro nominal do eletroduto.

2.4.4 - Durante a execução da obra, as extremidades dos eletrodutos deverão ser vedadas, para evitar obstruções.

2.5 - Componentes:

2.5.1 - Todos os componentes como: caixas, quadros, peças de acabamento, etc, deverão ser instalados de forma a garantir perfeita continuidade mecânica e elétrica do sistema.

3. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS:

3.1 - Instalações Prediais:

3.1.1 – Eletrodutos:

Os eletrodutos serão de PVC rígidos, tipo corrugado quando embutidos na parede, piso ou sob a laje e tipo rosca, quando aparente de bitola de conformidade com os dimensionados na planta do projeto elétrico.

3.1.2 – Condutores:

Os condutores até a bitola 4 mm², serão de cabo flexível de cobre têmpera mole, isolamento termoplástico executado de cloreto de polivinila 0,75 KV de fabricação PIRELLI, FICAP ou CORDEIRO.

Os condutores de bitola superior a 4 mm² serão formados por fios de cobre mole (compacto), isolamento especial de composto termoplástico à base de cloreto de polivinila (PVC), 1,0 KV FLEX de fabricação PIRELLI, FICAP ou CORDEIRO

3.1.3 – Fita isolante:

Nas emendas deverão ser utilizada isolação por Fita isolante em camadas a proporcionar isolamento para 1.000 V, através de fitas SCOTCH 33 de fabricação 3M ou similar.

3.1.4 – Interruptores e Tomadas Verticais:

Os interruptores e tomadas serão da linha PIAL PLUS, ou Alumbra, e todas as tomadas monofásicas serão do tipo universal 2P+T.

3.1.5 – Centro de Distribuição:

Os centros de distribuição serão confeccionados em quadros metálicos para embutir, composto de caixa externa construída em chapa de aço 20 AWG, galvanizada, e um conjunto regulável na altura construída em chapa de aço 16, de fabricação SIEMENS, CEMAR ou similar.

3.1.6 – Disjuntores:

Os disjuntores para proteção dos circuitos de iluminação e tomadas serão do tipo “DIN”, e na proteção do quadro geral, serão instalados disjuntores diferencial “DR”, de fabricação Siemens, Pial ou similar.

3.1.7 – Luminárias e Projetores:

3.1.7.1 – Iluminação da Garagem e escadas:

Na iluminação da garagem (pilotis) e escadas, serão utilizadas lâmpadas fluorescentes a ser especificada pelo arquiteto.

3.1.7.2 – Iluminação dos Apartamentos:

Serão deixados os pontos em caixas 4” x 4” sextavada, sendo a escolha da iluminação por conta de cada proprietário.

3.2 - Medição:

A medição será feita individualmente na baixa tensão obedecendo as nomenclaturas, normas e recomendações da ENERGISA; p/ 13 (treze) medidores monofásicos.

Construídos em chapa de aço, mínimo de 18 USG, pintado em epóxi, conforme item 12.1 da NDU-003, da ENERGISA.

3.3 - Aterragem:

Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra, em cabo de cobre nu nº 25 mm² e haste de terra cooperweld de 5/8” x 2,40 m, os quais fornecerão uma resistência inferior a 10 ohms.

3.4 - Ligação do Quadro Geral de Medição:

Será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 25 mm² (01 condutor por fase e um para o neutro)

4. CALCULO DA DEMANDA

Demanda Total da Instalação **Dt = D1 + D2**, onde;

D1 = Demanda exclusiva dos apartamentos tipo em KVA;

D2 = Demanda do condomínio.

Demanda dos Apartamentos Tipo (D1): Doze apartamentos tipo com área útil de 52 m²

$$D1=(F \times A)$$

$$D1=(11,20 \times 1,26) = \underline{14,11 \text{ KVA}}$$

Demanda do Condomínio (D2)

- Iluminação e tomadas em geral:

$$\text{Iluminação fluorescente} = 712 \text{ W}$$

$$712 / 0,92 = 773,91 = \underline{0,77 \text{ kVA}}$$

Demanda da iluminação e tomadas (considerando a NDU 001). - tab. 02:

$$FD=0,86:$$

$$0,77 \times 0,86 = \underline{0,66 \text{ kVA}}$$

- Motor trifásico

$$\text{Motor Bomba} - 1 \times 3,0\text{CV}$$

$$1 \times 3,19 = \underline{3,19 \text{ kVA}}$$

$$D2 = 0,66 + 3,19 = \underline{3,85 \text{ kVA}}$$

$$\text{DEMANDA TOTAL PREVISTA: } D_t = D1 + D2 = 14,11 + 3,85 \rightarrow \underline{D_T = 17,96 \text{ kVA}}$$

$$\text{Cabo escolhido} = 25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Disjuntor escolhido} = 70 \text{ A}$$

$$\text{Eletroduto escolhido} = \text{Aço Galv. } 41 \text{ mm}$$

$$\text{Barramento de cobre nu} = 4,76 \times 38,10 \text{ mm}$$

Afastamento entre barras e outras partes metálicas, mínimo de 70 mm

Alimentação dos Apartamentos Tipo:

$$\text{Carga instalada} = 9,24 \text{ kW}$$

Categoria - M2

$$\text{Cabo escolhido} = 10 \text{ mm}^2$$

$$\text{Disjuntor escolhido} = 50 \text{ A}$$

$$\text{Eletroduto escolhido} = \text{PVC } 25 \text{ mm}$$

5. NORMAS:

As instalações elétricas da Baixa Tensão obedecerão à norma NBR 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e a NDU 001 e NDU 003 da ENERGISA.

6. ANEXO:

- 1 - Planta baixa das instalações prediais;
- 2 - Diagrama unifilar e quadro de cargas.

4.2.5. Projeto elétrico de distribuição

O segundo projeto desenvolvido, foi o de distribuição de energia elétrica urbana do Loteamento “Nova Aurora” em Campina Grande.

Neste, foi colocado em prática os conhecimentos vistos na disciplina Distribuição de Energia Elétrica, que estava cursando durante o estágio, experiência esta considerada como de maior valia durante o estágio, pois o conhecimento era consumido e aplicado em tempo real, sobretudo em relação ao segundo estágio da disciplina (cálculo de queda de tensão).

A seguir, será apresentado o memorial técnico descritivo do projeto e, no anexo, constam a planta baixa e a planilha de cálculo de queda de tensão.

4.2.5.1. Memorial técnico descritivo do projeto elétrico de distribuição do loteamento Nova Aurora

MEMORIAL TÉCNICO

1. CONDIÇÕES GERAIS

- 1.1. Localidade: Conjunto Residencial Loteamento Aurora
- 1.2. Município: Campina Grande - PB;
- 1.3. Finalidade: Projeto de Rede de Distribuição de Energia Elétrica.

2. CIRCUITO PRIMÁRIO PARA DERIVAÇÃO

- 2.1. Linha existente: Rede de alta tensão do Distrito dos Mecânicos
- 2.2. Tombamento: S/N;
- 2.3. Condutor: Cabo de alumínio e aço CAA;
- 2.4. Bitola: 4 AWG;
- 2.5. Tensão nominal: . . 13.800 volts.

3. CIRCUITO PRIMÁRIO PROJETADO

- 3.1. Circuito: Trifásico;
- 3.2. Condutor: Cabo de alumínio e aço CAA;
- 3.3. Bitola: 2 AWG;
- 3.4. Tensão nominal: . . 13.800 volts;
- 3.5. Extensão: **590,00 metros**

4. CIRCUITO SECUNDÁRIO PROJETADO

- 4.1. Circuito: Trifásico/monofásico;
- 4.2. Condutor: Cabo de alumínio multiplex;
- 4.3. Bitola: 3#35+35 mm² e 3#70+70 mm²;
- 4.4. Tensão nominal: . . 380/220 volts;
- 4.5. Extensão: 365,00 metros, em 3#70+70 mm²
930,00 metros, em 3#35+35 mm²
- 4.6. Extensão total: . . . **1.295,00 metros.**

5. TRANSFORMADOR

- 5.1. Potencias nominais:
 - 5.1.1. 01 de 30 kVA;
 - 5.1.2. 02 de 75 kVA.
- 5.2. Classe: 15 kV;
- 5.3. Frequência: 60 Hz;
- 5.4. Tensão primária: . . 13.800 Volts, ligação Delta;
- 5.5. Tensão secundária: 380/220V, ligação Estrela, com neutro aterrado;
- 5.6. Instalação: Ao tempo (em poste);
- 5.7. Quantidade: 03 (três).

6. ILUMINAÇÃO PÚBLICA

- 6.1. Luminária: Aberta, com braço (padrão ENERGISA);
- 6.2. Lâmpada: A vapor de sódio, de 70 W – 220 Volts;
- 6.3. Reator: Alto fator de potencia;
- 6.4. Comando: Individual, através de relé fotoelétrico;
- 6.5. Quantidade: 44 (quarenta e quatro)

7. PROTEÇÃO CONTRA SOBRE CORRENTE

- 7.1. Chave fusível
 - 7.1.1. Tensão nominal: 15 kV;
 - 7.1.2. Corrente nominal: 100 A;
 - 7.1.3. Capacidade de interrupção: 10 kA .
 - 7.1.4. N.B.I. : 95 kV;
 - 7.1.5. Quantidade: 09 (nove)

8. PROTEÇÃO CONTRA SOBRE TENSÃO

- 8.1. Para raio polimérico

- 8.1.1. Classe: 15 kV;
- 8.1.2. Corrente nominal de descarga (8/20 μ S): 10 kA;
- 8.1.3. Tensão de ruptura
 - 8.1.3.1. de impulso atmosférico (1,2/50 μ S): 70 kV;
 - 8.1.3.2. a 60 Hz – mínima: 18 kV;
- 8.1.4. Quantidade: 09 (nove).

9. POSTES

9.1. Alta Tensão	Especificação	Quantidade
	11/600	02
	11/300	10
	10/300	03
	10/150	03
9.2. Baixa Tensão		
	10/600	01
	10/300	16
	10/150	11

10. ESTRUTURA

10.1. Alta Tensão	Especificação	Quantidade
	N1	09
	N3	11
	N4	02
	B4	02

11. NOTAS

- 11.1. Alturas mínimas de instalação, em relação ao solo:
 - Transformador: 6,00 metros;
 - Rede de alta tensão: 7,00 metros;
 - Rede de baixa tensão: 5,50 metros;
- 11.2. Distancia máxima entre aterramentos da rede baixa tensão: 200,00 metros;
- 11.3. Serão utilizadas fitas para identificação de fases na rede de baixa tensão.

12. ANEXOS

- 12.1. Planta baixa, com o projeto da rede de distribuição;
- 12.2. Planilha de cálculo de queda de tensão.

5.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as tarefas realizadas durante o período de estágio foram de extrema valia na formação de um engenheiro, tanto pelo aspecto técnico como também do ponto de vista de trabalhar em uma empresa líder no mercado em Campina Grande, respeitando todas suas políticas e regras.

Com a realização do estágio ficou evidente a importância da formação generalista que o curso de graduação em Engenharia Elétrica da UFCG oferece. De forma que foram poucas as dificuldades encontradas para entender os princípios de todos os projetos realizados, mostrando como uma base sólida faz diferença. Mas é importante frisar ainda que existem pontos falhos na formação básica que precisam ser aprimorados. Principalmente no que se diz respeito à disciplina teórica de Instalações Elétricas, que caberia uma carga horária maior ou então o desmembramento em mais de uma disciplina, pois o seu conteúdo é muito vasto e diversificado.

Assim, percebe-se que o estágio curricular vem cumprindo sua finalidade, de ser um período de experiência para o futuro engenheiro, agregando tanto informações técnicas como também o desenvolvimento das relações interpessoais, que é um fator primordial para o crescimento profissional de qualquer pessoa.

6.0. REFERÊNCIAS

- [1] Guia experimental de Fotometria, editado por Edson Guedes da Costa, Vicente Delgado Moreira e revisado por Tarso Vilela Ferreira – 2008.
- [2] Norma Técnica NDU-001/2006 da ENERGISA: Fornecimento em energia secundária até três unidades.
- [3] Norma Técnica NDU-002/2006 da ENERGISA: Fornecimento em energia elétrica em tensão primária.
- [4] Norma Técnica NDU-003/2006 da ENERGISA: Fornecimento de energia a agrupamentos ou uso acima de três unidades.
- [5] Norma Técnica NDU-004/2006 da ENERGISA: Instalações básicas para construção de redes urbanas.
- [6] Norma Técnica NDU-006/2006 da ENERGISA: Critérios básicos para elaboração de projetos de redes urbanas.
- [7] SOUZA, B. A. - Apostila de Distribuição de Energia Elétrica: UFPB, 1997 – 144 p.
- [8] Norma NBR 5410/2004 – ABNT.
- [9] Norma NBR 5413/1992 – ABNT.
- [10] Catálogo da FICAP S. A.
- [11] Catálogo da ITAIM Iluminações.
- [12] Norma NBR 5624/1992 – ABNT.

7.0. ANEXOS

7.1. PROJETO ELÉTRICO PREDIAL DO CONDOMÍNIO ÁGUAS VERDES

7.2. DIAGRAMA UNIFILAR E QUADRO DE CARGAS

7.3. PROJETO ELÉTRICO DE DISTRIBUIÇÃO DO LOTEAMENTO NOVA AURORA

7.4. PLANILHAS DE CÁLCULO DE QUEDA DE TENSÃO