



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

CAMILA PIRES GOUVEIA GUEDES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2013

CAMILA PIRES GOUVEIA GUEDES

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 Ciências no
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Sistemas de Potência

Orientador:

Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2013

CAMILA PIRES GOUVEIA GUEDES

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 Ciências no Domínio da Engenharia
Elétrica.*

Área de Concentração: Sistemas de Potência

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

À Deus, toda honra e toda glória.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, dedico este trabalho a Deus, por ter me dado força e coragem para enfrentar mais esta batalha.

Agradeço a toda a minha família por todo carinho e suporte ao longo desta graduação em Engenharia Elétrica.

Agradeço aos mestres que contribuíram para a minha formação profissional e pessoal.

Ao Engenheiro Eletricista Ricardo Amadeu, pela oportunidade de realizar estágio em sua empresa e me permitir crescer profissionalmente.

“Se você quer vencer, não fique olhando a escada. Comece a subir, degrau por degrau, até chegar ao topo.”

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Espectro eletromagnético.....	13
Figura 2 - Intensidade luminosa.	14
Figura 3 – As linhas representando o fluxo luminoso que emana de uma fonte pontual.	14
Figura 4 - Pé direito útil.....	20
Figura 5 - Luminária 4010 da ITAIM.	36
Figura 6 – Quadros de carga para os apartamentos do Tipo 1 e 2.....	40
Figura 7– Residencial Almeida Palmeira: Quadro de carga dos apartamentos Tipo 1 e 2	43
Figura 8– Residencial Almeida Palmeira: Quadro geral do condomínio.....	45
Figura 9 – Tabela 2 da concessionária ENERGISA com os fatores de demanda.	47
Figura 10 - Dimensionamento da Entrada de Serviço de Edificação de Uso Coletivo - 380/220 V.	49

SUMÁRIO

1	Introdução.....	11
2	A empresa.....	12
3	Grandezas fundamentais da luminotécnica	13
3.1	Luz	13
3.2	Intensidade Luminosa	13
3.3	Fluxo Luminoso	14
3.4	Iluminamento (ou Iluminância)	15
3.5	Luminância	16
3.6	Cálculo Luminotécnico	17
3.6.1	Método dos Lumens	18
4	Normas regulamentadoras	22
4.1	Normas de Distribuição Unificada (NDU)	22
4.2	Norma para instalações elétricas de baixa tensão	23
5	Elaboração de Projetos	24
5.1	Dimensionamento de condutores	25
5.2	Dispositivos de Proteção.....	26
5.3	Previsão de Carga	28
5.3.1	Iluminação	28
5.3.2	Tomada de Uso Geral (TUG)	28
5.3.3	Tomadas de Uso Específico (TUE)	30
5.4	Utilização e demanda – Potência de alimentação	30
5.5	Divisão da instalação	31
5.6	Eletroduto.....	31
5.7	Demanda da instalação	32
5.8	Projeto da instalação elétrica dos apartamentos	32
5.9	Projeto da instalação elétrica do condomínio.....	33
5.10	Projeto telefônico	33
6	Projetos realizados.....	34
6.1	Cálculo Luminotécnico	34
6.2	Edifício Residencial Almeida Freire.....	37
6.2.1	Pontos de tomada e de iluminação.....	37
6.2.2	Divisão dos circuitos elétricos	38
6.2.3	Projeto telefônico e TV	41
6.3	Projeto Residencial Almeida Palmeira.....	41
6.3.1	Dimensionamento	44
6.3.2	Quadro de medição	44
7	Conclusão	50

Bibliografia.....	51
ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO DO RESIDENCIAL ALMEIDA FREIRE.....	52
ANEXO B - MEMORIAL DESCRITIVO DO RESIDENCIAL ALMEIDA PALMEIRA	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Iluminâncias por classe de tarefas visuais.	16
Tabela 2 – Fatores determinantes da iluminância adequada.	19
Tabela 3 - Fator de Depreciação.	21
Tabela 4 - Seção Mínima dos Condutores Fase/Vivos¹⁾	26

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste relatório é fazer uma descrição das atividades desenvolvidas durante o Estágio Supervisionado realizado na empresa AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA, no período de 19 de novembro de 2012 a 19 de dezembro de 2012, correspondendo a uma carga horária de 120 horas.

O estágio supervisionado foi realizado de modo a cumprir as exigências da disciplina integrante da grade curricular, Estágio Supervisionado, do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. A disciplina é indispensável para obtenção do diploma de Engenheiro Eletricista e para a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso.

Os projetos elétricos foram realizados após solicitação de empresas contratantes dos serviços da AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA. Foram elaborados projetos elétricos prediais, os quais incluíram o planejamento dos pontos de luz e tomada necessários a cada ambiente, a divisão dos circuitos, o levantamento da carga instalada de cada apartamento e do condomínio, juntamente com a elaboração de seus quadros de carga, o dimensionamento dos quadros de medição e a elaboração do projeto telefônico e de TV.

2 A EMPRESA

A AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA foi fundada em Setembro de 1996, pelo Engenheiro Eletricista Ricardo Amadeu Aranha Costa. Situa-se na Av. Dom Pedro II, 900, no bairro da Prata, em Campina Grande, Paraíba.

A empresa concedente do estágio possui uma equipe técnica formada por engenheiros eletricitas, engenheiros civis, arquitetos, desenhistas (profissionais especializados no software de desenho AutoCAD), além de uma equipe administrativa atuante em áreas específicas.

A AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA trabalha, na área de instalações elétricas, com projetos elétricos residenciais, prediais, comerciais, industriais e de distribuição. Os projetos desenvolvidos pela empresa seguem as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, assim como as especificações vigentes da concessionária de energia elétrica – ENERGISA.

A empresa atua na área de projetos de instalações elétricas de baixa, média e alta tensão, Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), dentre outros, e tem como principais clientes:

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

A seguir, serão apresentadas as descrições das principais grandezas da luminotécnica, de forma a permitir a obtenção de conhecimentos para utilização dos métodos de cálculo luminotécnicos posteriormente.

3 GRANDEZAS FUNDAMENTAIS DA LUMINOTÉCNICA

3.1 LUZ

A luz pode ser definida como a potência radiante que estimula o olho humano, produzindo sensação visual. É uma gama de comprimentos de ondas eletromagnéticas situados entre as radiações infravermelhas e ultravioletas (380 a 780 nm), aos quais o olho humano é sensível. O espectro da luz visível ao humano pode ser visto na Figura 1.

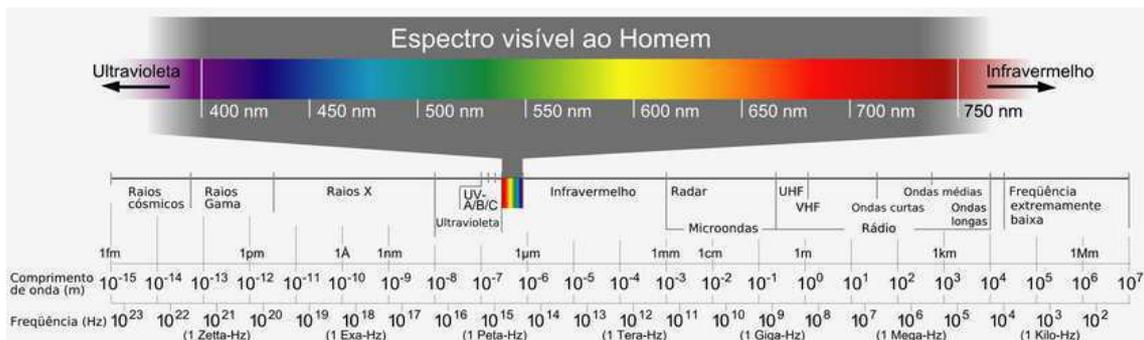


Figura 1 - Espectro eletromagnético da luz visível.

3.2 INTENSIDADE LUMINOSA

A intensidade luminosa é, por definição, 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. Em outras palavras, é a quantidade de fluxo de energia luminosa emitida por uma fonte luminosa em uma dada direção.

A sua unidade no Sistema Internacional (SI) é a candela (cd), a qual é definida como a Intensidade luminosa, em uma determinada direção, de uma fonte emissora de radiação monocromática na frequência de 540×10^{12} hertz, com uma intensidade energética, naquela direção, de 1/683 watts por esferorradiano.

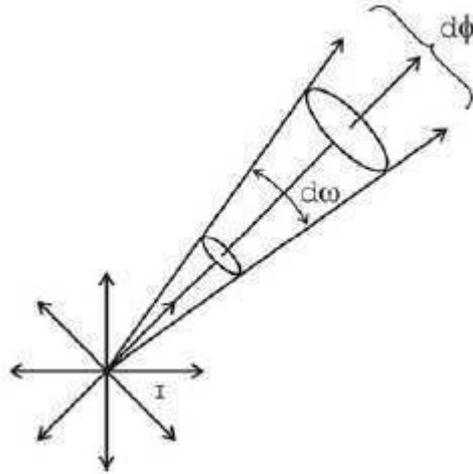


Figura 2 - Intensidade luminosa.

A intensidade luminosa pode ser calculada por:

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad (1)$$

em que $d\phi$ é o fluxo luminoso e $d\omega$ é o ângulo sólido.

3.3 FLUXO LUMINOSO

O fluxo luminoso de uma lâmpada é a quantidade de luz que a mesma emite a cada segundo. A unidade de fluxo luminoso do sistema internacional (SI) é o *lúmen*, ou lm, sendo mais comumente representado pelo símbolo Φ . Um lúmen é definido como o fluxo luminoso de uma fonte que emite uma *candela* (cd) de intensidade luminosa sobre o ângulo sólido de um *esferorradiano* (sr).

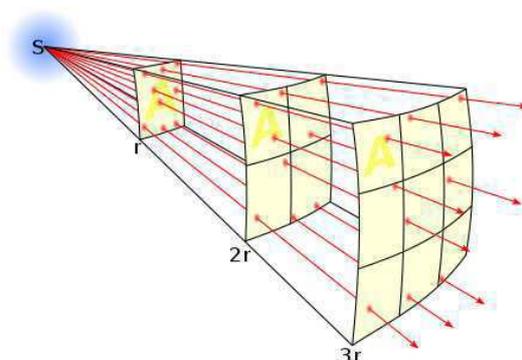


Figura 3 – As linhas representando o fluxo luminoso que emana de uma fonte pontual.

3.4 ILUMINAMENTO (OU ILUMINÂNCIA)

A luz que uma lâmpada irradia, relacionada à superfície a qual incide, define a grandeza luminotécnica denominada de Iluminamento ou Iluminância (E). É a grandeza mais importante em todos os cálculos de iluminação e se refere à intensidade luminosa uniforme por m², ou seja, é a densidade de fluxo luminoso recebido por uma superfície.

Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) de número 5413, regulamentada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a iluminância é descrita como sendo o "limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero".

Esta grandeza luminotécnica é expressa em lux (lx), unidade de medida que indica o fluxo luminoso de uma fonte de luz que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte. A equação que expressa o iluminamento é:

$$E = \frac{\varphi}{A} \quad (2)$$

Na prática, o iluminamento é a quantidade de luz dentro de um ambiente, a qual é medida com o uso do aparelho denominado luxímetro. Ao realizar a medição, percebe-se que, do mesmo modo que o fluxo luminoso, o iluminamento não é distribuído uniformemente.

A ABNT possui uma norma, a NBR5413 – Iluminância de interiores, que tem como objetivo estabelecer os valores de iluminâncias médias mínimas em serviço para iluminação artificial em interiores, onde se realizem atividades de comércio, indústria, ensino, esporte, dentre outras.

A seguir, tem-se a Tabela 1, transcrita da NBR5413, a qual classifica os valores de iluminâncias em classes, de acordo com o tipo de tarefa visual a ser realizada.

Tabela 1 – Iluminâncias por classe de tarefas visuais.

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de atividade
A Iluminação geral para áreas usadas intermitentemente ou com tarefas visuais simples	20 - 30 - 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 - 75 - 100	Orientação simples para permanência curta
	100 - 150 - 200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200 - 300 - 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500 - 750 - 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000 - 1500 - 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000 - 3000 - 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 - 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000 - 15000 - 20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Referência: NBR 5413.

Como se pode perceber, de acordo com a Tabela 1, a iluminância está definida conforme três valores para cada uma das atividades. Isso se deve ao fato de que, a depender de fatores como precisão da tarefa, tempo de tarefa e os valores das refletâncias, os níveis de iluminamento utilizados podem ser maiores, menores ou intermediários.

3.5 LUMINÂNCIA

A luminância (L) é uma medida da densidade da intensidade de luz refletida numa dada direção, cuja unidade SI é a candela por metro quadrado (cd/m^2). Ela é normalmente usada para caracterizar a emissão ou reflexão de superfícies planas e difusas.

A luminância se refere à quantidade de potência luminosa que poderá ser percebida pelo olho humano quando este observa uma superfície a partir de um dado ângulo de visão. Ela é a sensação de claridade de uma superfície iluminada. Neste caso, o ângulo sólido de interesse corresponde ao ângulo sólido captado pela pupila do olho.

Das grandezas mencionadas, nenhuma é visível, isto é, os raios de luz não são vistos, a menos que sejam refletidos em uma superfície e, então, transmitam a sensação de claridade aos olhos.

A equação que permite sua determinação é:

$$L = \frac{I}{A \cos\alpha}, \quad (3)$$

em que L é a luminância [cd/m²]; I é a intensidade luminosa [cd]; A é a área projetada [m²] e α é o ângulo considerado [graus].

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

3.6 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Para se obter um nível de iluminação adequado para um ambiente, a determinação do número de luminárias e suas respectivas distribuições podem ser feitas por um dos seguintes métodos:

- Método dos lúmens;
- Método do ponto por ponto;
- Método das cavidades zonais.

Caso um cálculo luminotécnico não seja realizado, pode-se adotar, para previsão da carga de iluminação de um ambiente, o critério da carga mínima descrito pela NBR 5410. O valor determinado por esse critério é uma aproximação e deve, entretanto, servir apenas como referência.

Para a elaboração de projetos luminotécnicos é importante a utilização de um método de cálculo, de modo que se defina a quantidade de luminárias necessárias para que um determinado ambiente tenha a iluminância adequada. Os métodos de cálculo mais usuais, definido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE), são o método dos lúmens e o método ponto a ponto. O método ponto a ponto se baseia na Lei de Lambert, que define que a iluminância é inversamente proporcional ao quadrado da distância do ponto iluminado ao foco luminoso.

Na empresa AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA o cálculo é costumeiramente realizado através do método dos lúmens. Assim, será feita uma breve descrição do propósito do método, juntamente com seus cálculos.

3.6.1 MÉTODO DOS LUMENS

O método dos lúmens geralmente é o mais utilizado, devido às importantes considerações por ele abordadas, entre elas está a quantidade total de fluxo luminoso necessária para determinado ambiente, baseada no tipo de atividade desenvolvida, as refletâncias das superfícies (teto, paredes e piso) e os tipos de equipamentos (luminárias, lâmpadas e equipamentos) escolhidos, além do grau de degradação ou de manutenção das instalações. O método considera ambientes retangulares, superfícies de reflexão difusa, um tipo único de luminária e considera a sua distribuição uniforme.

De modo a realizar os cálculos necessários, segue-se o roteiro abaixo:

- Escolha do nível de iluminamento;
- Determinação do fator do local;
- Escolha das lâmpadas e luminárias;
- Determinação do fator de utilização;
- Determinação do fluxo total;
- Cálculo do número de luminárias;
- Distribuição das luminárias.

O método dos lúmens é composto por cálculos simples. O valor da iluminância em um determinado ambiente pode ser obtido em função das luminárias e lâmpadas que se deseja utilizar e das características do ambiente. Também é possível obter a quantidade necessária de luminárias que devem ser instaladas em função da iluminância desejada. Características construtivas da instalação – dimensões dos ambientes e classificação de acordo com uso, para determinação da iluminância requerida conforme a norma ABNT NBR 5413.

- Refletâncias das superfícies - teto, paredes e piso.
- Frequência de manutenção e condições de limpeza do ambiente – para estimar o fator de manutenção ou fator de perdas luminosas.

1ª Etapa: Seleção da Iluminância

A iluminância selecionada para o ambiente depende de alguns fatores. Assim, a NBR5413 apresenta uma tabela com recomendação sobre os níveis de iluminamento adequados com as características do observador e da atividade a ser realizada.

Tabela 2 – Fatores determinantes da iluminância adequada.

Características da tarefa e do observador	Peso		
	-1	0	+1
Idade	Inferior a 40 anos	40 a 55 anos	Superior a 55 anos
Velocidade e precisão	Sem importância	Importante	Crítica
Refletância do fundo da tarefa	Superior a 70%	30 a 70%	Inferior a 30%

Referência: NBR 5413.

A norma recomenda, ainda, um procedimento para determinação da iluminância conveniente, que é assim definido:

- a) analisar as características das tarefas e do observador, de modo a determinar o seu peso (-1, 0 ou +1);
- b) somar, algebricamente, os três valores encontrados para idade, velocidade e precisão e refletância do fundo de tarefa, considerando o sinal;
- c) usar a iluminância inferior do grupo quando o valor total for igual a -2 ou -3; a iluminância superior quando a soma for +2 ou +3; e a iluminância média nos outros casos.

Assim, entende-se que o uso do valor mais alto de iluminância deve ser utilizado quando a tarefa a ser realizada apresenta refletâncias muito baixas, um trabalho visual crítico ou mesmo quando o observador está com a capacidade visual limitada. Já o valor mais baixo da iluminância é utilizado quando a tarefa é executada ocasionalmente naquele ambiente, as refletâncias são altas e velocidade e/ou precisão não são importantes.

2ª Etapa: Escolha da luminária

A etapa de escolha das luminárias depende de vários fatores, dentre eles:

- Ambiente da instalação (residencial, comercial, industrial, etc.);
- Econômico;
- Decorativo;

- Facilidade de manutenção.

Para o atendimento a esta etapa, torna-se imprescindível a consulta a um catálogo de fabricante, o qual possui todas as informações técnicas referentes a cada luminária.

3ª Etapa: Determinação do índice do local

O índice do local relaciona as dimensões do ambiente a ser iluminado, como a largura, o comprimento e a altura de montagem da luminária em relação ao plano de trabalho, de acordo com o tipo de iluminação (direta, indireta, semi-direta ou semi-indireta).

A equação que permite calcular o índice do local (K) é:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)}, \quad (4)$$

em que a é o comprimento [m]; b é a largura do recinto [m]; h é o pé-direito útil (altura da montagem da luminária em relação ao plano de trabalho) [m].

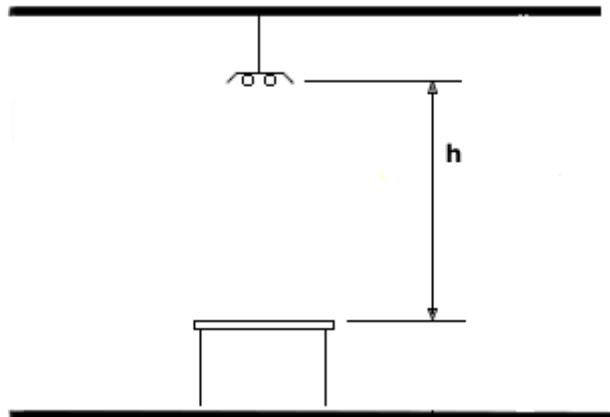


Figura 4 - Pé direito útil.

4ª Etapa- Determinação do Fator de Utilização

A determinação do Fator de Utilização do recinto permite saber qual a eficiência do conjunto luminária, lâmpada e recinto. Este coeficiente relaciona o fluxo luminoso inicial emitido pela luminária (fluxo total) e o fluxo recebido no plano de trabalho (fluxo útil). Por isso, depende das dimensões do local, da cor do teto, das paredes e do acabamento das luminárias.

Assim, de modo a determinar o Fator de utilização, deve-se:

- Identificar os valores da refletância do teto, paredes e piso;

- Utilizar os valores das refletâncias e o índice do recinto, para, então, verificar na fotometria da luminária a ser utilizada no projeto, o valor do Fator de Utilização.

5ª Etapa- Determinação do Fator de Depreciação

Este fator, também chamado de fator de manutenção, relaciona o fluxo emitido no final da manutenção da luminária com seu fluxo inicial. Quanto melhor for a manutenção das luminárias (limpeza e substituições mais frequentes), mais alto será o fator de depreciação, porém mais oneroso será o custo inicial da obra. Ele é determinado a partir da tabela a seguir:

Tabela 3 - Fator de Depreciação.

Ambiente	Período de manutenção		
	2500h	5000h	7500h
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

Referência: NBR 5413.

6ª Etapa- Determinação do número de Luminárias (n) e sua distribuição.

Uma vez percorrida as etapas anteriores, pode-se determinar o número de luminárias necessárias para determinado nível de iluminação. Conhecendo o número total de luminárias, resta distribuí-las uniformemente no recinto. De forma prática, toma-se a distância entre as luminárias como sendo o dobro da distância entre luminária e a parede.

$$n = \frac{A \times E}{Fu \times Fd \times \Phi \times \eta} \quad (5)$$

com A: área do recinto [m²]; E: nível de iluminação [luxes]; Fu: fator de utilização; Fd: fator de depreciação; Φ : fluxo luminoso total [lumens]; η : fluxo por luminárias [lumens].

A seguir, serão apresentadas as normas regulamentadoras utilizadas para instalações elétricas prediais, já que os projetos elétricos desenvolvidos no estágio supervisionado foram de instalações prediais.

4 NORMAS REGULAMENTADORAS

Para a adequada elaboração de projetos elétricos, faz-se essencial o estudo das normas que regulamentam os projetos elétricos. Assim, a primeira atividade realizada no estágio foi o estudo das normas. Dentre as normas estudadas, estão a NBR 5410, a NBR 5413, já citada anteriormente, e as Normas de Distribuição Unificada (NDU) da Concessionária ENERGISA – NDU 001, NDU 003, NDU 006, NDU 018.

4.1 NORMAS DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA (NDU)

A importância do estudo das normas da concessionária de energia elétrica está no fato de que todos os projetos, após finalização, são submetidos à aprovação por parte da concessionária de energia elétrica, de modo que haja a ligação da instalação à rede de distribuição. Para que os projetos sejam aprovados, adotam-se os padrões estabelecidos pela concessionária.

A Norma de Distribuição Unificada número 1 (um) da concessionária ENERGISA, a NDU 001, trata do fornecimento de energia elétrica em tensão secundária para edificações individuais ou agrupadas até 3 (três) unidades consumidoras. Ela fixa os procedimentos a serem seguidos em projetos e execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras de baixa tensão em toda a área de concessão da ENERGISA, quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW, conforme legislação em vigor.

Já a NDU 003, trata do fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária para o fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 (três) unidades consumidoras. Ela tem por objetivo estabelecer regras e recomendações, com relação à elaboração de projeto e execução das instalações das unidades consumidoras, a fim de possibilitar fornecimento de energia elétrica a edificações agrupadas ou de uso coletivo em toda área de concessão da ENERGISA. É aplicada ao fornecimento de energia em tensão primária e secundária a: Edificações de uso coletivo, acima de 3 (três) unidades consumidoras, incluindo-se aquelas unidades

com carga instalada superior a 75 kW e edificações agrupadas acima de 3 unidades consumidoras.

A NDU 006 trata dos critérios básicos para elaboração de projetos de redes de distribuição aéreas urbanas, com o objetivo de estabelecer os requisitos mínimos necessários para elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição urbanas, na classe de tensão 15/25 kV, em toda área de concessão da ENERGISA, de modo a assegurar as condições técnicas, econômicas e de segurança necessárias ao adequado fornecimento de energia elétrica.

E, por fim, a NDU 018, a qual trata dos critérios básicos de projetos de construções de redes subterrâneas em condomínios, padronizando a montagem das redes subterrâneas de distribuição urbana de Media Tensão e Baixa Tensão, em toda área de concessão da ENERGISA (BORBOREMA, NOVA FRIBURGO, MINAS GERAIS, SERGIPE e PARAÍBA).

4.2 NORMA PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A NBR 5410 é a norma brasileira que rege as instalações elétricas de baixa tensão. Ela estabelece as condições a que devem satisfazer esse tipo de instalações elétricas, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

Tem como objetivo fixar as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas por ela estabelecidas, a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança das pessoas e animais domésticos e a conservação dos bens.

É aplicada às instalações elétricas alimentadas sob uma tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua; aos circuitos elétricos, que não os internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1000 V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada (por exemplo, circuitos de lâmpadas a descarga, precipitadores eletrostáticos etc.); a toda fiação e a toda linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização e às linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos dos equipamentos).

A norma 5410 é aplicada principalmente nas instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços,

agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas. Ela também se aplica às instalações elétricas:

- Em áreas descobertas das propriedades, externas às edificações;
- De reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (campings), marinas e instalações análogas e
- De canteiros de obra, feiras, exposições e outras instalações temporárias.

Ao longo das atividades realizadas durante o período de estágio, a consulta às orientações descritas na NBR5410 foi sempre uma constante, devido à importância em se fazer cumprir suas regras, de modo que se tenha uma instalação elétrica com mais segurança.

De um modo geral, a NBR 5410 trata de temas como o sistema de aterramento da instalação, a proteção a ser instalada, o correto dimensionamento de circuitos, a quantidade máxima de condutores permitidos nos eletrodutos, entre outros.

O estudo das normas técnicas vigentes da concessionária de energia elétrica, assim como da NBR5410, deve ser realizado previamente à elaboração de um projeto elétrico, pois o projeto deve seguir as recomendações estabelecidas em normas. Portanto, após estudo realizado, será descrito o processo de elaboração de projetos elétricos.

5 ELABORAÇÃO DE PROJETOS

O projeto elétrico é o planejamento escrito da instalação, com todos os seus detalhes, localização dos pontos de utilização da energia elétrica, comandos, trajeto dos condutores, divisão em circuitos, seção dos condutores, dispositivos de manobra, carga de cada circuito, carga total, entre outros. Dentre outros benefícios, o planejamento prévio do projeto elétrico viabiliza a otimização de seus custos, evitando que haja um uso desnecessário de material ou o desperdício inerente ao fato de necessitar retornar a uma fase anterior da obra. Assim como garante a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e preservação dos bens.

De modo a executar o projeto de instalação elétrica, o projetista necessita das plantas e cortes, cedidos pela empresa responsável pelo projeto arquitetônico, saber qual a finalidade da instalação, a localização da rede elétrica mais próxima, bem como as características da rede (subterrânea, aérea, etc).

Um projeto elétrico completo é composto por, além das instalações elétricas, o projeto telefônico, o projeto de TV, de cabeamento estruturado e o projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). E, dessa forma, o projeto deve conter, de modo geral:

- Memorial descritivo: contendo justificativas e descrevendo as soluções encontradas.
- Conjunto de plantas, esquemas e detalhes: elementos necessários para perfeita execução do projeto.
- Especificações: descrição do material a ser utilizado e as normas para a sua aplicação.
- Orçamento: levantamento da quantidade e o custo do material e mão de obra.

5.1 DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

A seção dos condutores de fase, em circuitos de corrente alternada, e dos condutores vivos, em circuitos de corrente contínua, não deve ser inferior ao valor pertinente estabelecido pela Tabela a seguir da NBR5410.

Tabela 4 - Seção Mínima dos Condutores Fase/Vivos¹⁾

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 mm².
⁴⁾ Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

Referência: NBR 5410.

Já a seção do condutor neutro, num sistema elétrico de distribuição secundária (BT), não poder ser comum a mais de um circuito e, em um circuito monofásico, deve ter a mesma seção do condutor de fase. A finalidade do condutor neutro é manter o equilíbrio e proteção do sistema elétrico em consideração.

5.2 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

Os dispositivos de proteção utilizados nos projetos elétricos desenvolvidos pela AMADEU Projetos visam a proteção dos circuitos de iluminação e tomadas. Os disjuntores termomagnéticos e disjuntores Diferencial Residual (DR) foram utilizados na proteção geral dos quadros dos apartamentos. Já para a proteção do geral de entrada foi utilizado o Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS).

A tubulação, quadros metálicos, aparelhos, máquinas e demais equipamentos da edificação deverão ser interligados de forma efetiva e contínua a terra.

O disjuntor é um dispositivo eletromecânico que funciona como um interruptor automático destinado a proteger uma determinada instalação elétrica contra possíveis danos causados por curto-circuitos e sobrecargas elétricas.

Os disjuntores termomagnéticos oferecem proteção aos fios do circuito, desligando-o 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, avaliando a corrente de fuga no circuito. Assim, permite desligar o circuito sempre que se detecte uma corrente de fuga superior ao valor nominal. 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 banheira ou chuveiro;
- Circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- Circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- Circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, a todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens.

A utilização dos dispositivos de proteção contra surto, DPS, visa proteger a instalação elétrica quando algum tipo de surto de tensão é detectado. Assim, o DPS limita o nível de tensão, fazendo a proteção de instalações e equipamentos elétricos a serem protegidos, geralmente os surtos são provenientes de descargas atmosféricas que atingem a rede elétrica. Estes dispositivos podem variar bruscamente o valor de sua impedância, de muito alto para praticamente desprezível, em função do aparecimento de um impulso de tensão na instalação.

A causa mais freqüente da queima de equipamentos eletrônicos, tais como os computadores e TVs, é a sobretensão causada por descargas atmosféricas ou manobras

de circuito. Os avanços da tecnologia já permitem a implementação de uma proteção eficaz contra os seus efeitos. Os DPS são capazes de minimizar danos, descarregando para a terra os impulsos de alta-tensão causados pelas descargas atmosféricas ou manobras. Alguns DPS são providos de filtros para que outros tipos de distúrbios na rede não afetem seu funcionamento.

5.3 PREVISÃO DE CARGA

A previsão de carga é um estudo que é realizado de modo a prever qual será a potência total da instalação elétrica. A previsão deve ser determinada em função da destinação do local e dos equipamentos elétricos que poderão ser utilizados. A potência a ser atribuída a cada ponto de tomada, por exemplo, é função dos equipamentos que ele poderá vir a alimentar.

5.3.1 ILUMINAÇÃO

De acordo com a NBR 5410, na determinação das cargas de iluminação, pode ser adotado o seguinte critério:

- a) em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA;
- b) em cômodo ou dependências com área superior a 6 m^2 , deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m^2 inteiros.

5.3.2 TOMADA DE USO GERAL (TUG)

Número de pontos mínimos de tomadas

De modo a se determinar o número de pontos mínimos de tomadas, devem ser observados os seguintes critérios:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório, atendidas as restrições a cabinas de banho pré-fabricadas e cobertas por normas específicas;
- b) em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada

para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos;

c) em varandas, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada. Porém, admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando a varanda, por razões construtivas, não comportar o ponto de tomada, quando sua área for inferior a 2 m² ou, ainda, quando sua profundidade for inferior a 0,80 m;

d) em salas e dormitórios devem ser previstos pelo menos um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível;

e) em cada um dos demais cômodos e dependências de habitação devem ser previstos pelo menos:

- Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for igual ou inferior a 2,25 m². Admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou dependência, a até 0,80 m no máximo de sua porta de acesso;
- Um ponto de tomada, se a área do cômodo ou dependência for superior a 2,25 m² e igual ou inferior a 6 m²;
- Um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo ou dependência for superior a 6 m², devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.

Potência mínima dos pontos de tomada

Quanto à potência atribuída aos pontos de tomada, ela não deve ser inferior aos seguintes valores mínimos:

a) em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por ponto de tomada, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, considerando-se cada um desses ambientes separadamente. Quando o total de tomadas no conjunto desses ambientes for superior a seis pontos, admite-se que o critério de atribuição de potências seja de, no mínimo, 600 VA por ponto de tomada, até dois pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes, sempre considerando cada um dos ambientes separadamente;

b) nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por ponto de tomada.

5.3.3 TOMADAS DE USO ESPECÍFICO (TUE)

Todo ponto de utilização previsto para alimentar, de modo exclusivo ou virtualmente dedicado, equipamento com corrente nominal superior a 10 A deve constituir um circuito independente. Assim, a tomada utilizada para alimentação desse circuito é denominada de tomada de uso específico e deve ser localizada a, no máximo, 1,5 m do ponto previsto para alimentação do equipamento a ser utilizado.

Um ponto de tomada previsto para uso específico deve ter uma potência atribuída igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado ou à soma das potências nominais dos equipamentos a serem alimentados. Caso os valores precisos não forem conhecidos, a potência atribuída ao ponto de tomada deve seguir um dos seguintes critérios: potência ou soma das potências dos equipamentos mais potentes que o ponto pode vir a alimentar, ou a potência calculada com base na corrente de projeto e na tensão do circuito respectivo.

5.4 UTILIZAÇÃO E DEMANDA – POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO

A determinação da potência de alimentação é essencial para a concepção econômica e segura de uma instalação, dentro de limites adequados de elevação de temperatura e de queda de tensão.

A potência de alimentação de uma instalação ou de parte de uma instalação é determinada através dos equipamentos de utilização que serão alimentados, com suas respectivas potências nominais e, em seguida, consideradas as possibilidades de não-simultaneidade de funcionamento destes equipamentos, bem como capacidade de reserva para futuras ampliações.

5.5 DIVISÃO DA INSTALAÇÃO

A instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos necessários, devendo cada circuito ser concebido de forma a poder ser seccionado sem risco de realimentação inadvertida por meio de outro circuito.

A divisão da instalação em circuitos deve ser de modo a atender, entre outras, às seguintes exigências:

- a) Segurança: prevenção para que a falha em um circuito não prive de alimentação toda uma área;
- b) Conservação de energia: possibilidade de acionamento de cargas de iluminação ou de climatização na justa medida das necessidades;
- c) Funcionais: possibilidade de viabilizar a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer, etc.;
- d) De produção: minimização das paralisações resultantes de uma ocorrência;
- e) De manutenção: facilidade nas ações de inspeção e de reparo.

Na divisão da instalação devem ser consideradas também as necessidades futuras. As ampliações previsíveis devem se refletir não só na potência de alimentação, mas também na taxa de ocupação dos condutos e dos quadros de distribuição.

5.6 ELETRODUTO

Os eletrodutos compõem um dos tipos de linhas elétricas de maior uso nas instalações elétricas. Nas instalações elétricas abrangidas pela NBR5410, só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama. Em instalação embutida, só serão admitidos eletrodutos que suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada. Além disso, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação, seja qual for a situação.

Tem-se, ainda, que nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares. 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 taxa de ocupação do eletroduto, dada

pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:

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

Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 metros de comprimento para linhas internas às edificações e 30 metros para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 metros e o de 30 metros devem ser reduzidos em 3 metros para cada curva de 90°.

5.7 DEMANDA DA INSTALAÇÃO

A demanda de uma instalação elétrica é a potência elétrica realmente absorvida em um determinado instante por um aparelho. Já o fator de demanda é a razão entre a demanda máxima e a potência instalada. Logo, para a análise e determinação da capacidade (dimensionamento) dos condutores elétricos que alimentam os quadros de distribuição e os quadros terminais, bem como os dispositivos de proteção, não se utiliza a carga como sendo a soma de todas as potências instaladas, utiliza-se a demanda.

5.8 PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DOS APARTAMENTOS

De modo a realizar o projeto da instalação elétrica dos apartamentos, cada unidade residencial da edificação será analisada, fazendo a previsão da sua carga. Pode-se, então, já definir quais serão os circuitos a serem utilizados em cada apartamento e suas respectivas cargas.

Na elaboração do projeto elétrico dos apartamentos, cumpriu-se a seguinte seqüência de atividades:

- Definir posições de pontos de luz e respectivos interruptores;

- Definir posições de tomadas de energia;
- Definir posição do quadro do apartamento;
- Definir comandos de iluminação dos interruptores;
- Definir caminho dos eletrodutos e quais fios passarão em cada eletroduto;
- Colocar simbologia;
- Desenhar detalhes construtivos necessários;
- Desenhar carimbo e margens.

5.9 PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO CONDOMÍNIO

Depois do projeto da instalação elétrica dos apartamentos ter sido realizado, foi iniciado o projeto elétrico do condomínio. A seqüência de atividades a ser seguida é basicamente a mesma já realizada para os apartamentos:

- Definir posições de pontos de luz e respectivos interruptores;
- Definir posições de pontos de luz de emergência;
- Definir posições de tomadas de energia;
- Definir posição do(s) quadro(s) de medição dos apartamentos;
- Definir posição do(s) quadro(s) do condomínio;
- Definir comandos de iluminação dos interruptores;
- Definir caminho dos eletrodutos e quais fios passarão em cada eletroduto;
- Colocar Simbologia;
- Desenhar detalhes construtivos necessários e
- Desenhar carimbo e margens.

5.10 PROJETO TELEFÔNICO

Chama-se de rede telefônica de um edifício o conjunto de cabos telefônicos, blocos terminais, ferragens e materiais acessórios instalados no interior do edifício com

a finalidade de permitir a ligação de equipamentos de telecomunicação à rede telefônica urbana.

As redes telefônicas em edifícios se constituem como complementos ou extensões da rede externa e, assim, devem merecer um tratamento quanto ao seu dimensionamento e projeto. O projeto telefônico requer a distribuição dos pontos nos apartamentos e o desenho da prumada com a distribuição das caixas de passagem dos fios.

Os projetos de redes telefônicas em edifícios têm por finalidade dimensionar essas três partes que compõem a rede interna, bem como determinar a quantidade necessária de blocos terminais internos, de modo a prover um sistema de comunicação adequado ao porte e finalidade do prédio. Deve ser apresentado ao contratante, um desenho específico que contenha, dentre outras informações, as capacidades, distribuições e comprimentos dos cabos; as quantidades de blocos terminais que devem ser instalados em cada caixa; os detalhes da disposição dos blocos na caixa de distribuição geral.

Ao se elaborar um projeto de rede interna deve ser disposto um desenho da tubulação telefônica do edifício que contenha, pelo menos, os seguintes elementos:

- a) Números de Pontos Telefônicos do Edifício;
- b) Dimensões das Caixas da Rede Interna;
- c) Diâmetros e Comprimentos das Tubulações;
- d) Localização das Caixas de Saída;
- e) Características da Tubulação de Entrada.

Serão abordados, a seguir, os projetos realizados durante período de realização do estágio supervisionado.

6 PROJETOS REALIZADOS

6.1 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

A revisão do cálculo luminotécnico de um galpão do laboratório de Metrologia – LABMET, localizado na UFCG, foi realizado durante o estágio. O local será denominado de Câmara Anecóica.

A iluminação do galpão é realizada através de lâmpadas incandescentes. Porém, sabe-se que esse tipo de lâmpada possui um baixo rendimento. Portanto, sugeriu-se a substituição das lâmpadas de 100 W incandescente por luminárias de 2 lâmpadas de 32 W foi exigida.

Como o local a ser feito o cálculo luminotécnico é um laboratório, utilizou-se uma tabela da NBR 5413, para determinar se o iluminamento estava adequado para esse tipo de ambiente segundo a norma regulamentadora.

Assim, iniciaram-se os cálculos.

1) Índice do local (K)

Antes de iniciar o cálculo do índice do local (K), alguns dados do local são necessários.

Dados:

- Pé-direito (h) = 6,5 m;
- Comprimento do recinto (c) = 7,3 m;
- Largura do recinto (l) = 6,4 m;

$$K = \frac{c \times l}{h \times (c + l)} = \frac{7,3 \times 6,4}{6,5 \times (7,3 + 6,4)} = 0,52,$$

$$K = 0,52 .$$

2) Fator de perdas ou Fator de depreciação (Fd) = 0,8

O fator de perdas luminosas considera o acúmulo de poeiras nas luminárias e nas superfícies do compartimento e a depreciação das lâmpadas. Considera-se, então, o ambiente como sendo limpo. Assim, o Fd = 0,8.

3) Luminária selecionada 4010 da ITAIM

A luminária foi selecionada através do catálogo de luminárias da ITAIM, tratando-se de uma luminária para duas Lâmpadas de 32 W. É uma luminária de sobrepor, com o corpo em chapa de aço tratada. A pintura é na cor branca e possui alojamento do reator no corpo. Equipada com porta-lâmpada antivibratório em policarbonato, com trava de segurança e proteção contra aquecimento nos contatos. A luminária foi escolhida também devido a sua distribuição luminosa ser adequada ao ambiente.



Figura 5 - Fotografia de uma luminária 4010 da ITAIM.

4) Iluminamento médio

O ambiente para o qual o cálculo luminotécnico está sendo realizado se enquadra no item 5.3.13 da NBR 5413, como sendo um laboratório de uso geral. Assim, os valores utilizados para iluminamento são: 150- 200 - 300 lux.

5) Fator de utilização (Fu)

De modo a determinar o fator de utilização, tem-se que utilizar a tabela da luminária 4010, na qual se faz o cruzamento entre as refletâncias do teto, parede e piso e o índice do local (K).

As refletâncias:

Teto (%) = 50

Parede (%) = 30

Piso (%) = 10

Assim, considerando os valores de refletâncias e fazendo o $K = 0,60$, de acordo com a tabela da luminária:

$$Fu = 0,25.$$

Segue, então, o cálculo do iluminamento utilizando a lâmpada fluorescente.

$$E = \frac{N \times \eta \times \Phi \times Fu \times Fd}{A},$$

$$E = \frac{12 \times 2 \times 2700 \times 0,25 \times 0,8}{7,3 \times 6,4},$$

$$E = \frac{12960}{46,72},$$

$$E = 278 \text{ lux.}$$

Assim, tem-se que a substituição das lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes ocorreu de forma satisfatória, pois o iluminamento está dentro dos limites indicados na NBR 5413 para o tipo de ambiente em uso. Além disso, devido ao fato da substituição ter sido efetuada para uma lâmpada de maior rendimento, contribuiu-se com o uso consciente da energia elétrica.

6.2 EDIFÍCIO RESIDENCIAL ALMEIDA FREIRE

A primeira atividade realizada quanto à elaboração de projetos foi a realização de parte projeto elétrico do edifício residencial da Marka Construtora LTDA, denominado RESIDENCIAL ALMEIDA FREIRE. O edifício se situa na Rua Norberto Leal, s/n – Alto Branco - Campina Grande-PB.

A edificação é composta por 8 (oito) pavimentos, sendo 1 (um) subsolo, 1 (um) pavimento Térreo e 6 (seis) pavimentos Tipo. Possui um total de 26 (vinte e seis) apartamentos, sendo 20 (vinte) apartamentos com 76m² e 6 (seis) apartamentos com 56m².

Inicialmente, foram estudadas as plantas baixas e cortes advindas do projeto arquitetônico desempenhado pela equipe de arquitetura. Desta forma, foi possível analisar as peculiaridades existentes no projeto, de modo que as mesmas fossem consideradas em sua elaboração.

6.2.1 PONTOS DE TOMADA E DE ILUMINAÇÃO

A segunda etapa a ser realizada foi a definição dos pontos de iluminação interna e de tomadas dos apartamentos. Nesta etapa, fez-se um estudo da NBR5410, sobre as adequações necessárias a cada ambiente.

O primeiro ambiente a ser projetado foi a cozinha/área de serviço. Assim como já descrito anteriormente neste trabalho, ao citar-se a norma para instalações de baixa tensão, esse ambiente possui condições mínimas de atendimento tanto para o circuito de iluminação quanto para o circuito de tomadas. Quanto ao número de tomadas, a NBR5410 determina que deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas, no mínimo, duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos. Desta

forma, conforme projeto, foram instalados mais pontos do que o mínimo necessário, devido à necessidade de atendimento ao cliente, pois equipamentos tais como forno de microondas, liquidificador, geladeira, freezer, sugar, fogão são costumeiramente utilizados nesses tipos de ambiente.

Ainda em conformidade com a norma, foi inserido ao projeto de cada cômodo ao menos um ponto de luz fixo no teto, com acendimento comandado por interruptor. Para cômodos com área maior que os 6 m², como, por exemplo, a sala dos apartamentos, deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros. A localização das tomadas no projeto elétrico dos ambientes dependeu do *layout* dos apartamentos. Assim, com a observação do *layout*, as tomadas foram colocadas nos locais em que havia a previsão de utilização de aparelhos eletro-eletrônicos, tais como TV, computador, video-game, dvd, entre outros.

Além das tomadas de uso geral, também foram inseridas ao projeto as tomadas de uso específico. Assim, conforme solicitação da empresa contratante, foram adicionados pontos de TUE para o chuveiro elétrico em todos os banheiros, pontos de TUE para uso de ar-condicionados apenas nas suítes e pontos de TUE na área de serviço.

6.2.2 DIVISÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

A divisão dos circuitos elétricos das instalações visa limitar as consequências de uma falta, de modo que toda a instalação elétrica não seja comprometida, mas apenas o circuito defeituoso.

Assim como já destacado anteriormente, a edificação possui três apartamentos por pavimento, sendo dois deles com o mesmo projeto arquitetônico e, conseqüentemente, elétrico. Assim, após a determinação dos pontos de luz e de tomada, juntamente com a quantidade deles, foi realizada a separação da instalação por circuitos elétricos. Cada um dos circuitos da instalação elétrica possui o seu próprio condutor neutro.

Conforme determina a NBR5410, as tomadas devem pertencer a circuitos terminais distintos dos circuitos de iluminação. Aparelhos com corrente nominal maior do que 10 A, tais como chuveiros, aparelhos de ar-condicionado e máquinas de lavar, devem pertencer, cada um deles, a circuitos independentes.

O apartamento do tipo 1 (um) foi dividido em nove circuitos: 1 (um) de iluminação, 5 (cinco) de tomadas, 2 (dois) de chuveiros e 1 (um) de ar-condicionado. Já o apartamento do tipo 2 (dois) foi dividido em 8 (oito) circuitos, pois já que possui uma área menor e, conseqüentemente, menor carga, os 8 (oito) circuitos foram suficientes.

Assim, após o seccionamento em circuitos, foi elaborado o quadro de cargas para os apartamentos do tipo 1 e 2. O quadro de carga foi feito com a ajuda de um programa de planilha eletrônica, o software Microsoft Excel, o qual já se encontrava previamente programado para receber os dados referentes à iluminação, tomadas, chuveiros e ares-condicionados. Assim, ao preencher as células com a quantidade de lâmpadas, por exemplo, o Excel já calculava a carga total das mesmas. Foram utilizadas no projeto lâmpadas de 20 W, tomadas de 100 e 300 W, ar-condicionado de 900 W e chuveiros de 4500 W. Os quadros de carga dos apartamentos Tipo 1 e 2 estão ilustrados na Figura 6.

O dimensionamento dos condutores e da proteção de cada circuito é função da carga ligada a cada um deles. No caso dos circuitos de iluminação e de tomadas de uso geral, foram utilizados condutores de 1,5 mm² e 2,5 mm² e proteção de 15 A e 20 A, respectivamente. No caso das TUE, foi utilizado um condutor com seção de 2,5 mm² para o ar-condicionado e de 6,0 mm² para os chuveiros, conforme os quadros de carga apresentados a seguir, com proteções respectivas de 20 A e 30 A.

QUADRO	CIRCUITO Nº	LUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)					CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	2x20	100	300	600	800	4.500					
QDL - Tipo 01													
	1	13							260	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	2			04	03				1.300	20	2,5	220	TOMADAS
	3					01			600	20	2,5	220	TOMADAS
	4			07	01				1.000	20	2,5	220	TOMADAS
	5			11	02				1.700	20	2,5	220	TOMADAS
	6			06	01				900	20	2,5	220	TOMADAS
	7						01		900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	8							01	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	9							01	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	TOTAL	13	0	28	07	01	01	02	15.680	40	6,0	380	
QDL - Tipo 02													
	1	11							220	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	2			04	03				1.000	20	2,5	220	TOMADAS
	3					01			1.300	20	2,5	220	TOMADAS
	4			07	01				600	20	2,5	220	TOMADAS
	5			12	02				1.800	20	2,5	220	TOMADAS
	6						01		900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	7							01	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	8							01	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	TOTAL	11	0	23	06	01	01	02	14.820	40	6,0	380	

Figura 6 – Quadros de carga para os apartamentos do Tipo 1 e 2.

6.2.3 PROJETO TELEFÔNICO E TV

Após passagem dos circuitos, foi realizada a instalação dos pontos de telefone e TV. Os cabos da fiação telefônica, advindos da Telemar, possuem 3 fios. Para cada apartamento, foram utilizados dois fios e deixado um de reserva. Instalou-se, os pontos de telefone não apenas na planta dos apartamentos, como também no Salão de Festas e no Espaço Gourmet do Térreo.

Em seguida, foi elaborado um quadro para distribuição dos pares, de acordo com os apartamentos e demais áreas do prédio. A representação das prumadas e rede de cabos também foi elaborada de acordo com as especificações do prédio. As figuras estão contidas na prancha do projeto, presente no ANEXO A. Também foi feita a escolha do DG (Distribuidor Geral) e DI (Distribuidor Interno) mais adequados à edificação.

A atividade de projetar os pontos telefônicos e de TV é relativamente simples, requerendo apenas a distribuição dos pontos nos apartamentos e o desenho da prumada com a distribuição das caixas de passagem dos fios.

Por se tratar da elaboração do primeiro projeto da estagiária, a mesma realizou apenas as etapas descritas anteriormente, as quais constam da definição da instalação dos pontos de tomada e luz, da divisão dos circuitos, da montagem do quadro de carga do apartamento (QDL) e o projeto telefônico. Com os conhecimentos adquiridos neste primeiro projeto e com orientação por parte dos engenheiros eletricitas da empresa, foi possível elaborar outras atividades com nível maior de complexidade no projeto elétrico descrito a seguir.

6.3 PROJETO RESIDENCIAL ALMEIDA PALMEIRA

O segundo projeto elétrico realizado foi o do edifício residencial da Almeida Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda, denominado Residencial Almeida Palmeira.

A edificação é composta por 16 (dezesesseis) pavimentos, sendo 1 (um) pavimento Térreo, 1 (um) Mezanino e 14 (quatorze) pavimentos Tipo. No total, tem-se 84 (oitenta e quatro) apartamentos, sendo 56 (cinquenta e seis) apartamentos tipo com área útil de 65,30 m² e 28 (vinte e oito) apartamentos tipo com área útil de 80,00 m².

Inicialmente, foram estudadas as plantas baixas e cortes advindas do projeto arquitetônico desempenhado pela equipe de arquitetura. Desta forma, foi possível analisar as peculiaridades existentes no projeto, de modo que as mesmas fossem consideradas em sua elaboração. Após a determinação dos pontos de luz e tomadas, conforme o layout dos ambientes e seguindo as recomendações da NBR 5410, foi feita a divisão dos circuitos dos apartamentos, de forma que a mesma ficasse o mais igualitária possível, sem que um circuito ficasse com uma carga bem maior que o outro.

Ao projetar a instalação elétrica dos apartamentos, optou-se por escolher uma caixa de passagem de PVC 20x20cm ao invés da caixa de PVC 4x4" sextavada, quando assim o foi necessário. A escolha foi feita para melhor acomodação dos condutores e de modo que se obtivesse um maior campo de trabalho para os eletricitistas efetuarem suas atividades, já que a caixa é destinada a facilitar a passagem dos condutores.

Devido a quantidade de condutores e a seção deles, optou-se por eletrodutos de $\frac{3}{4}$ " ou por eletrodutos de 1(uma) polegada. É importante observar, enquanto a instalação é projetada, a quantidade de cabos ou circuitos que passam por um eletroduto. Em geral, utiliza-se o eletroduto de seção $\frac{3}{4}$ " para até cinco circuitos, ou dez cabos de seções variadas até 6,0 mm². Ao aumentar o número de circuitos, aumenta-se o número de eletrodutos ou a sua seção.

Com a divisão dos circuitos já realizada, fez-se o traçado dos caminhos a serem percorridos pelo eletroduto, considerando a melhor forma de fazê-lo e, então, elaborou-se o quadro de carga para cada tipo de apartamento. O quadro de cargas dos apartamentos está apresentado na Figura 7 a seguir:

QUADRO	CIRCUITO Nº	LUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)						CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO	
		20	2x20	2x32	150	100	300	600	900	4.500						
QDL - Tipo 1	1	11										220	15	1,5	220	LUMINAÇÃO
	2					04	03					1.300	20	2,5	220	TOMADAS
	3							01				600	20	2,5	220	TOMADAS
	4					07						700	20	2,5	220	TOMADAS
	5					12	02					1.900	20	2,5	220	TOMADAS
	6								01			900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	7								01			900	25	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	8									01		4.500	30	6,0	220	CHUVERO
	9										01	4.500	30	6,0	220	CHUVERO
	TOTAL	11	0	0	0	24	05	01	02	02		15.520	40	6,0	380	
	QDL - Tipo 2	1	12									240	15	1,5	220	LUMINAÇÃO
2						04	03				1.300	20	2,5	220	TOMADAS	
3								01			600	20	2,5	220	TOMADAS	
4						06	01				900	20	2,5	220	TOMADAS	
5						12	02				1.600	20	2,5	220	TOMADAS	
6									01		1.000	20	2,5	220	TOMADAS	
7									01		900	25	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
8									01		900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
9									01		900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
10										01	4.500	30	6,0	220	CHUVERO	
11										01	4.500	30	6,0	220	CHUVERO	
TOTAL	12	0	0	0	29	07	01	03	02		17.540	40	6,0	380		

Figura 7– Residencial Almeida Palmeira: Quadro de carga dos apartamentos Tipo 1 e 2.

6.3.1 DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento da Entrada de Serviço de Uso Coletivo é composto do dimensionamento do ramal de entrada para cada instalação individual e, também, do ramal de ligação que atende a edificação. Para dimensionar o ramal de ligação da edificação de uso coletivo é preciso obter a demanda total da edificação.

O memorial descritivo e as pranchas com a planta baixa das instalações elétricas, os diagramas unifilares e prumada elétrica se encontram no Anexo B.

6.3.2 QUADRO DE MEDIÇÃO

A medição no Residencial Almeida Palmeira foi feita através de dois conjuntos de medição para 85 (oitenta e cinco) medidores trifásicos, com um deles responsável pela medição de 42 (quarenta e dois) apartamentos e o outro, por 42 (quarenta e dois) apartamentos e pelo condomínio. Os quadros serão construídos em chapa de aço, mínimo de 18 USG, pintado em epóxi, conforme indica a NDU 003 da ENERGISA e devem ser localizados em locais onde haja uma boa circulação de ar.

O Residencial Almeida Palmeira, por tratar-se de um empreendimento com um número considerável de apartamentos e, portanto, de muitos medidores trifásicos, deve possuir um quadro geral de entrada com a finalidade de alimentar os quadros de medição. A concessionária ENERGISA faz a padronização do modelo de quadro geral. Caso só houvesse um quadro de medição para a edificação, o quadro geral de entrada não se faria necessário. Cada centro de medição será constituído por módulos que alojarão os medidores, os barramentos, a proteção geral e as proteções individuais.

Na área comum do prédio, como escadarias, garagem e corredores, o acendimento das lâmpadas está, normalmente, ligado á sensores de presença. O térreo possui, além da garagem, sala de ginástica, brinquedoteca, área da piscina, dentre outras áreas e, portanto, precisou-se elaborar um projeto de iluminação externa, da escadaria e dos ambientes internos

O Quadro Geral do Condomínio alimenta quatro circuitos terminais: o QDC, composto pela iluminação externa, interna, tomadas e motores dos portões, um para cada um dos dois elevadores e um para a bomba d'água. Na Figura 8 é apresentado o QGC.

QUADRO	CIRCUITO Nº	LUMINAÇÃO (W)					TOMADAS (W)					CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	2x20	2x32	150	100	300	600	900	4.500						
QGC	1											27.150	50	10,0	380	QDC
	2											9.684	40	6,0	380	BOMBA 10,0 CV
	3											9.684	50	10,0	380	ELEVADOR 10,0 CV
	4											9.684	50	10,0	380	ELEVADOR 10,0 CV
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56.202	100	25,0	380		

Figura 8– Residencial Almeida Palmeira: Quadro geral do condomínio.

Para se determinar qual a potência que deve ser entregue pela concessionária de energia à instalação, deve-se fazer o cálculo da demanda da edificação e não somente fazer o somatório das potências instaladas.

O dimensionamento dos Quadros de Medição deve ser feito a partir do cálculo da demanda tanto dos apartamentos quanto o do condomínio. Para tanto, deve-se atentar para as Normas de Distribuição Unificada da concessionária.

Desta forma, assim como apresentado no Memorial Descritivo, realiza-se o cálculo da média ponderada, conforme determina a NDU 003, considerando a área e quantidade de apartamentos, assim, no caso do Residencial Almeida Palmeira. Como o apartamento é composto por 56 (cinquenta e seis) apartamentos tipo com área útil de 65,30 m² e 28 (vinte e oito) apartamentos tipo com área útil de 80,00 m², a média ponderada será:

$$\frac{(56 \times 65,30) + (28 \times 80,00)}{56 + 28} = \frac{3656,8 + 2240,0}{84} = 70,2m^2$$

Portanto, a área média é 70,2 m².

Para o cálculo da demanda dos apartamentos Tipo, denominada de D1, utiliza-se a seguinte expressão:

$$D1 = f \times a, \tag{6}$$

em que: f - fator de multiplicação de demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação; a - Demanda por área para apartamentos residenciais.

A Tabela 2 da NDU 003 permite a determinação da demanda por área para apartamentos residenciais (a), através da área média calculada anteriormente. De acordo com a Tabela 2, para área de 70,2 m², tem-se a demanda de 1,57 kW. Já a Tabela 1 da NDU 003 permite determinar o fator de multiplicação de demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação (f) através do número de apartamentos existentes na edificação. Portanto, como são 84 apartamentos, a Tabela 1 indica um fator de multiplicação de 54,38.

Assim, diante dos valores obtidos nas Tabelas 1 e 2 NDU da concessionária ENERGISA ,tem-se,de acordo com a Eq. 6:

$$D1 = 54,38 \times 1,57 = 85,38 \text{ kW.}$$

Já para o cálculo da demanda total dos apartamentos mais condomínio, deve-se considerar a demanda calculada para os apartamentos Tipo adicionada à demanda do

condomínio. Assim, calculou-se a demanda do condomínio. Um quadro de carga para o condomínio também foi elaborado. A carga instalada para a iluminação e tomadas foi de 23004 W. Diante disto, utiliza-se a Tabela 2 da NDU 001 para determinar o fator de demanda da instalação. Para tanto, considera-se a área do condomínio como garagem, áreas de serviço e similares, possuindo um fator de demanda de 86%, como indicado na Figura 9 a seguir.

DESCRIÇÃO	POTÊNCIA INSTALADA (kVA)	FATOR DE DEMANDA (%)
RESIDÊNCIAS	0<P≤1	86
	1<P≤2	75
	2<P≤3	66
	3<P≤4	59
	4<P≤5	52
	5<P≤6	45
	6<P≤7	40
	7<P≤8	35
	8<P≤9	31
	9<P≤10	27
	10<P≤75	24
RESTAURANTES E SIMILARES		86
LOJAS E SIMILARES		86
IGREJAS E SIMILARES		86
HOSPITAIS E SIMILARES	para os primeiros 50kVA	40
	para o que exceder de 30kVA	50
HOTEIS E SIMILARES	para os primeiros 20kVA	50
	para os seguintes 80kVA	40
	para o que exceder de 100kVA	30
GARAGEM, ÁREAS DE SERVIÇO E SIMILARES		86

Figura 9 – Tabela 2 da concessionária ENERGISA com os fatores de demanda.

Desta forma, a demanda da iluminação e tomadas é dada por:

$$23.004 \times 0,86 = 19,78 \text{ kW}$$

A demanda do condomínio é composta da demanda do pavimento Térreo, do mezanino e da demanda dos motores. Os motores monofásicos e trifásicos possuem demanda respectiva de 3,32kW e 20,33kW, obtidas através das Tabelas 9 e 10 da NDU 001. O cálculo da demanda do condomínio:

$$D2 = 19,78 + 3,32 + 20,33 = 43,43 \text{ kW}$$

Assim, de acordo com a Tabela 4 da NDU 003, o dimensionamento dos cabos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Cabo escolhido} = \text{EPR } 25 \text{ mm}^2 \text{ para as fases, neutro e terra} \\ \text{Disjuntor geral escolhido} = 100 \text{ A} \\ \text{Eletroduto escolhido} = \text{Aço Galv. } 50 \text{ mm} \end{array} \right.$$

A demanda total prevista para a edificação é obtida pela soma das demandas composta pela demanda dos apartamentos Tipo com a demanda do condomínio.

$$\text{Demanda Total Prevista} = DT = D1 + D2 = 85,38 + 43,43 = 128,81 \text{ kW}$$

De acordo com a Tabela 4 da NDU 003, o dimensionamento dos cabos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Cabo escolhido} = \text{EPR } 150 \text{ mm}^2 \text{ para as fases e EPR } 95 \text{ mm}^2 \text{ para o neutro.} \\ \text{Disjuntor geral escolhido} = 225 \text{ A} \\ \text{Eletroduto escolhido} = \text{Aço Galv. } 100 \text{ mm} \\ \text{Barramento de cobre seção transversal} = 4,76 \times 44,45 \text{ mm} \\ \text{Aterramento em cabo de cobre nu } 95 \text{ mm}^2 \\ \text{Distância mínima entre as barras } 70 \text{ mm e com relação a outras partes metálicas} \end{array} \right.$$

A ligação dos quadros de medição e do quadro geral de entrada de energia é feita por intermédio de cabos, os quais têm suas especificações definidas na Tabela 04 da NDU 003 da ENERGISA, já que a demanda da edificação é maior do que 75 kW, valor este obtido através dos cálculos que estão contidos no Memorial Descritivo em ANEXO B.

Da mesma forma, fez-se o dimensionamento dos quadros de medição. Foram utilizando dois quadros de medição, um deles ficou responsável pela carga de 28 (vinte e oito) apartamentos tipo com área útil de 65,30 m² e 14 (quatorze) apartamentos tipo com área útil de 80,00 m². O outro ficou responsável por essa mesma carga do quadro de medição (QM1), acrescida da carga do condomínio.

Foi, também, calculada a média ponderada da área dos apartamentos e, então dimensionado os cabos através do valor da demanda determinado utilizando a função da demanda por apartamento em função de sua área útil, encontrada na Tabela 2 da NDU 003, e utilizando o valor do número de apartamentos, através da Tabela 1 da NDU 003, encontrando o fator de multiplicação da demanda. Os cálculos estão descritos no Memorial Descritivo.

A Tabela da ENERGISA com o dimensionamento da entrada da edificação de Uso Coletivo está representada a seguir, na Figura 10.

N° de fios	N° de fases	Potência/ Demanda (kW)	Condutores (mm ²)				Haste para aterramento aço/cobre	Proteção (A)	Eletroduto de aço galvanizado(mm)	Poste		Pontaletes		
			Ramal de ligação Multiplex (alumínio)	Ramal de Entrada Subterrâneo ou Embutido (cobre) PVC	Ramal de Entrada Subterrâneo ou Embutido (cobre) XLPE/EPR/HEPR	Aterramento (cobre)				Poste DT	Poste tubo de aço galvanizado	Fixação com parafuso	Fixação embutido na parede	
4	3	0,00 < D ≤ 24,00	3x1x10+10	3#10(10)	3#6(6)	10 / 6	*H16x2400	40	1x32	5/7m	150	80x5/7m	50	50
4	3	24,00 < D ≤ 30,00	3x1x16+16	3#10(10)	3#10(10)	10	*H16x2400	50	1x32	5/7m	150	80x5/7m	50	50
4	3	30,00 < D ≤ 42,00	3x1x25+25	3#25(25)	3#16(16)	10	*H16x2400	70	1x40	5/7m	300	100x5/7m	50	50
4	3	42,00 < D ≤ 58,00	3x1x35+35	3#35(35)	3#25(25)	16	*H16x2400	100	1x50	5/7m	300	100x5/7m	50	50
4	3	58,00 < D ≤ 75,00	3x1x70+70	3#70(35)	3#50(35)	25 / 25	*H16x2400	125	1x80	5/7m	600			
4	3	75,00 < D ≤ 90,00	3x1x70+70	3#95(50)	3#70(35)	50 / 35	3H16x2400	150	1x80	5/7m	600	-	-	-
4	3	90,00 < D ≤ 121,00	3x1x120+70	3#150(95)	3#120(70)	50	3H16x2400	200	1x90	5/7m	600	-	-	-
4	3	121,00 < D ≤ 136,00	3x1x120+70	3#185(95)	3#150(95)	50	3H16x2400	225	1x100	5/7m	600	-	-	-
4	3	136,00 < D ≤ 151,00	-	3#240(120)	3#185(95)	50	3H16x2400	250	1x100	-	-	-	-	-
4	3	151,00 < D ≤ 181,00	-	2x(3#95(50))	3#240(120)	50	3H16x2400	300	2x80	-	-	-	-	-
4	3	181,00 < D ≤ 211,00	-	2x(3#120(70))	2x(3#95(50))	50	3H16x2400	350	2x90/1x100	-	-	-	-	-
4	3	211,00 < D ≤ 242,00	-	2x(3#150(95))	2x(3#120(70))	50	3H16x2400	400	2x100	-	-	-	-	-
4	3	242,00 < D ≤ 272,00	-	2x(3#185(95))	2x(3#150(95))	50	3H16x2400	450	2x100	-	-	-	-	-

Figura 10 - Dimensionamento da Entrada de Serviço de Edificação de Uso Coletivo -380/220 V.

7 CONCLUSÃO

O estágio supervisionado curricular proporcionou a oportunidade de estágio em uma empresa referência na elaboração de projetos elétricos. Considerando a função complementar de formação que caracteriza um estágio profissional acadêmico, os conhecimentos que haviam sido previamente adquiridos em disciplinas da graduação do curso de Engenharia Elétrica puderam ser aplicados na prática, consolidando-os. Além disso, novos conhecimentos foram obtidos, já que o estágio permitiu o contato direto engenheiros eletricitistas, os quais são profissionais atuantes na área de projetos.

O estágio proporcionou um substancial aumento nos conhecimentos técnicos de elaboração dos projetos, com a obtenção de experiência profissional, mas, além disso, na maneira como se deve visualizar o projeto. A simples e única aplicação das condições mínimas estabelecidas pelas normas deve ser evitada. O projeto deve ser adequado a norma de tal forma que o planejamento da instalação elétrica propicie, além da segurança das instalações, uma maior comodidade e conforto ao cliente.

O trabalho de elaboração de projetos elétricos é um trabalho minucioso, pois se está trabalhando com projetos de construções reais, os quais irão abrigar famílias. Assim, faz-se necessário respeitar o cumprimento das normas aplicáveis e suas exigências. A utilização de dispositivos de proteção, o correto dimensionamento de condutores, a divisão dos circuitos, entre outras recomendações, são essenciais à garantia de bom funcionamento da instalação.

Deste modo, o estágio curricular fez cumprir sua finalidade, já que proporcionou grande crescimento profissional. Mas, os benefícios trazidos por ele foram além, pois o mesmo permitiu, também, o desenvolvimento da convivência com as pessoas no ambiente de trabalho, fossem eles do setor administrativo, desenhistas ou mesmo engenheiros.

BIBLIOGRAFIA

CAVALIN, Geraldo. CERVELIN, Severino. *Instalações Elétricas Prediais*. São Paulo: Érica, 1998.

CREDER, Hélio. *Instalações Elétricas*. 15 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

MAMEDE FILHO, João. *Instalações Elétricas Industriais*. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5413: *Iluminância de Interiores*. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: *Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

Norma de Distribuição Unificada – NDU 001: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras. Sistema Cataguazes-Leopoldina, 2006.

Norma de Distribuição Unificada – NDU 003: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária e secundária - fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 unidades consumidoras – edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras. Sistema Cataguazes-Leopoldina, 2006.

Norma de Distribuição Unificada – NDU 006: Critérios básicos para elaboração de projetos de redes de distribuição aéreas urbanas. Sistema Cataguazes-Leopoldina, 2006.

Norma de Distribuição Unificada – NDU 018: Critérios básicos de projetos e construções de redes subterrâneas em condomínios. Sistema Cataguazes-Leopoldina, 2006.

ANEXO A - MEMORIAL DESCRITIVO DO RESIDENCIAL

ALMEIDA FREIRE

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

INTERESSADO: Marka Construtora Ltda

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: Projeto elétrico de um edifício residencial, denominado RESIDENCIAL ALMEIDA FREIRE, com 08 (oito) pavimentos, sendo, 01 (um) Subsolo, 01 (um) pavimento Térreo e 06 (seis) pavimentos Tipo - totalizando 26 (vinte e seis) apartamentos.

1. CONDIÇÕES GERAIS :

O projeto das instalações elétricas foi elaborado de acordo com as especificações aplicáveis da **ABNT**, padrões da concessionária e consideradas 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.
- Sistema de Iluminação Externa.

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 subterrâneos.

1.1.2 - Medição:

A medição será feita na baixa tensão, localizada no Subsolo, pois o mesmo possui ventilação e iluminação natural.

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. Todos os materiais aplicados no projeto de iluminação interna estão especificados na planta e na especificação de materiais.

1.4 - Sistema de Iluminação Externa:

O sistema de iluminação externa atenderá a iluminação da área de circulação e da área de lazer.

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.

2.3 - 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.
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 1,5mm² para distribuição de circuitos, 2,5mm² para equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e 6,0mm² 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 à 1/2".

2.4.2 - 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.

2.4.3 - 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 bolsa ou 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 4mm² serão cabo flexível de cobre têmpera mole isolamento termoplástico executado de cloreto de polivinila 0,75 kV de fabricação FICAP ou CORDEIRO.

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

3.1.3 - Fita isolante:

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

3.1.4 - Interruptores e Tomadas Verticais:

Os interruptores e tomadas serão escolhidos pelo proprietário, 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.

3.2 - Medição:

A medição será feita individualmente na baixa tensão obedecendo as nomenclaturas, normas e recomendações da ENERGISA. Será utilizado 01 (um) conjunto de medição para 27 (vinte e sete) medidores trifásicos, responsável pela medição dos apartamentos e do condomínio.

Os quadros serão construídos em chapa de aço, mínimo de 18 USG, pintado em epóxi, conforme item 12.1 da NDU-003, da ENERGISA.

3.3 - Aterramento:

Será instalada uma malha de terra próxima ao conjunto de medição. Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra em cabo de cobre nu 25 mm² e haste de terra cooperweld de 5/8" x 2,40m, os quais fornecerão uma resistência inferior a 10 ohms. Todas as hastes serão interligadas ao cabo de terra através de conector GTDU.

Para aterramento geral do condomínio, serão instaladas 06 (seis) hastes de terra copperweld 5/8"x2,40m (254 microns).

3.4 - Ligação dos Quadros de Medição

Será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV - 25 mm² para as fases, o neutro e o terra.

4. CÁLCULO DA DEMANDA

Demanda Total da Instalação (D) = D1+D2, onde;

D1=Demanda exclusiva dos apartamentos Tipo, em kW.

D2=Demanda do condomínio, em kW.

Demanda dos Apartamentos Tipo (D1)

- 26 (vinte e seis) apartamentos, sendo
- 20 (vinte) apartamentos tipo com área útil de 76,00 m²
- 06 (seis) apartamentos tipo com área útil de 56,50 m²

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(20 \times 76,00) + (06 \times 56,50)}{20 + 06} = \frac{1520,00 + 339,00}{26} = 71,50 \text{ m}^2$$

Portanto a área média é **71,50 m²**

$$D1=(f \times a)$$

$$D1=(21,06 \times 1,67) = \underline{35,17 \text{ kW}}$$

Demanda do Condomínio (D2)

- **Iluminação e tomadas em geral**

Iluminação = 4.224 W

Tomadas = 2.500W

$$4.224 + 2.500 = 6.724 \text{ W}$$

Demanda da iluminação e tomadas (considerando a NDU 001). - tab. 02: FD=0,86

$$= 6.724 \times 0,86 = \underline{5,78 \text{ kW}}$$

- **Motores**

- **Monofásicos**

2 x 2,0 CV

$$2 \times 1,95 \times 0,85 = \underline{3,32 \text{ kW}}$$

- **Trifásicos**

1 x 10,0 CV

$$1 \times 8,61 \times 0,90 = \boxed{7,75 \text{ kW}}$$

$$1 \times 3,0 \text{ CV}$$

$$1 \times 2,91 \times 0,80 = \boxed{2,33 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{D2 = 5,78 + 3,32 + 7,75 + 2,33 = \underline{19,18 \text{ kW}}}$$

Cabo escolhido = EPR 16 mm² para as fases, neutro e terra
 Disjuntor geral escolhido = 70 A (Proteção do elevador é de 50 A)
 Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

- **DEMANDA TOTAL PREVISTA = D_T = D₁+D₂ = 35,17 + 19,18 = 54,35 kW**

- **DEMANDA TOTAL PREVISTA =====> 54,35 kW**

Cabo escolhido = EPR 25 mm² para as fases e para o neutro.

Disjuntor geral escolhido = 100 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 50 mm

Barramento de cobre seção transversal = 4,76 x 38,10mm

Aterramento em cabo de cobre nu 25 mm²

Distância mínima entre as barras 70 mm e com relação a outras partes

metálicas

Demanda Individual do Apartamento Térreo

- ***Iluminação e tomadas em geral***

Lâmpadas = 380 W

Tomadas = 5.500 W

380 + 5.500 = 5.880 W; FD = 0,45 (tab. 02 – NDU 001)

= 5.880 x 0,45 = **2,65 kW**

- ***Chuveiros / Aquecedores***

Chuveiros (02 unidades) = 9.000 W

FD = 0,75 (tab. 03 – NDU 001)

= 9.000 x 0,75 = **6,75 kW**

- ***Ar Condicionado***

Ar-condicionado (01 unidade) = 900W

FD = 1,0 (tab. 07 – NDU 001)

= 900 x 1,0 = **0,90 kW**

Demanda do apartamento Térreo = 2,65 + 6,75 + 0,90 = 10,30 kW

Categoria T1

Cabo escolhido = 6 mm²

Disjuntor escolhido = 40 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

Demanda Individual do Apartamento Tipo 1

- ***Iluminação e tomadas em geral***

Lâmpadas = 260 W
 Tomadas = 5.500 W
 $260 + 5.500 = 5.760 \text{ W}$; FD = 0,45 (tab. 02 – NDU 001)
 $= 5.760 \times 0,45 = \mathbf{2,59 \text{ kW}}$

- **Chuveiros / Aquecedores**
 Chuveiros (02 unidades) = 9.000 W
 FD = 0,75 (tab. 03 – NDU 001)
 $= 9.000 \times 0,75 = \mathbf{6,75 \text{ kW}}$
- **Ar Condicionado**
 Ar-condicionado (01 unidade) = 900W
 FD = 1,0 (tab. 07 – NDU 001)
 $= 900 \times 1,0 = \mathbf{0,90 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 1 = $2,59 + 6,75 + 0,90 = \mathbf{10,24 \text{ kW}}$

Categoria T1
 Cabo escolhido = 6 mm²
 Disjuntor escolhido = 40 A
 Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

Demanda Individual do Apartamento Tipo 2

- **Iluminação e tomadas em geral**
 Lâmpadas = 260 W
 Tomadas = 5.500 W
 $260 + 5.500 = 5.760 \text{ W}$; FD = 0,45 (tab. 02 – NDU 001)
 $= 5.760 \times 0,45 = \mathbf{2,59 \text{ kW}}$
- **Chuveiros / Aquecedores**
 Chuveiros (02 unidades) = 9.000 W
 FD = 0,75 (tab. 03 – NDU 001)
 $= 9.000 \times 0,75 = \mathbf{6,75 \text{ kW}}$
- **Ar Condicionado**
 Ar-condicionado (01 unidade) = 900W
 FD = 1,0 (tab. 07 – NDU 001)
 $= 900 \times 1,0 = \mathbf{0,90 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 2 = $2,59 + 6,75 + 0,90 = \mathbf{10,24 \text{ kW}}$

Categoria T1
 Cabo escolhido = 6 mm²
 Disjuntor escolhido = 40 A
 Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

5. CDC EXISTENTE:

Canteiro de Obras não tem ligação

6. PREVISÃO DE LIGAÇÃO:

Fevereiro de 2015

7. PADRÃO DE ENTRADA:

- Entrada tipo : Subterrânea
- Eletroduto : Aço Galv. 50mm
- Cabo : EPR 25 mm² – 0,6/1,0 KV para fases e para o neutro.
- Proteção : Disjuntor tripolar de 100 A.
- Aterramento : 06 (seis) Hastes de terra cobreada 5/8"x 2,40m(254 microns)

Cabo de cobre nu 25 mm²

8. E-MAIL DO CONTRATANTE:

markaconstrutoracg@hotmail.com

9. NORMAS:

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

10. ANEXOS :

- 1 - Planta Baixa das Instalações Prediais
- 2 - Diagrama Unifilar e Quadro de Cargas

ANEXO B - MEMORIAL DESCRITIVO DO RESIDENCIAL

ALMEIDA PALMEIRA

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

INTERESSADO: Almeida Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: Projeto elétrico de um edifício residencial, denominado RESIDENCIAL ALMEIDA, com 16 (quinze) pavimentos, sendo, 01 (um) pavimento Térreo, 01 (um) Mezanino e 14 (quatorze) pavimentos tipo - totalizando 84 (oitenta e quatro) apartamentos.

1. CONDIÇÕES GERAIS :

O projeto das instalações elétricas foi elaborado de acordo com as especificações aplicáveis da **ABNT**, padrões da concessionária e consideradas 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.
- Sistema de Iluminação Externa.
- Sistema de Geração.

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 subterrâneos.

1.1.3 - Medição:

A medição será feita na baixa tensão, localizada no Primeiro Pavimento, pois o mesmo possui ventilação e iluminação natural.

1.2 - Circuitos e Quadros:

1.2.1 - Circuitos de Alimentação e Quadro Geral.

Do quadro geral de entrada serão derivados os circuitos de alimentação dos quadros de medição, de onde serão alimentados os 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. Todos os materiais aplicados no projeto de iluminação interna estão especificados na planta e na especificação de materiais.

1.4 - Sistema de Iluminação Externa:

O sistema de iluminação externa atenderá a iluminação da área de circulação e da área de lazer.

1.5 - Sistema de geração

O sistema de geração terá a finalidade de atender ao suprimento de energia elétrica nas eventuais falhas do suprimento da concessionária local.

Foi projetado para atender a carga do condomínio, proporcionando uma continuidade perfeita no fornecimento de energia.

O gerador será intertravado eletricamente, não permitindo o gerador entrar em paralelo com a concessionária.

Conforme norma da ENERGISA, o gerador não entrará em sistema de Rampa.

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.

2.2 - 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 termomagnéticos tipo "N" e dispositivos "DR".
- 2.1.3 - Toda a tubulação, quadros metálicos, aparelhos, máquinas e demais equipamentos deverão ser interligados de forma efetiva e contínua a terra.

2.3 - Caixas

- 2.2.2 - 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.

2.4 - 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.
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 1,5mm² para distribuição de circuitos, 2,5mm² para equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e 6,0mm² para entrada de energia ou alimentação de quadros de distribuição.

2.5 - Eletrodutos

2.4.1 - Não será permitida a instalação de eletrodutos com bitola nominal inferior à ½”.

2.4.2 - 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.

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

2.6 - 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 bolsa ou 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 4mm² serão cabo flexível de cobre têmpera mole isolamento termoplástico executado de cloreto de polivinila 0,75 kV de fabricação FICAP ou CORDEIRO.

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

3.1.3 - Fita isolante:

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

3.1.4 - Interruptores e Tomadas Verticais:

Os interruptores e tomadas serão escolhidos pelo proprietário, 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 – Eletrocalhas

Serão utilizadas eletrocalhas na saída dos quadros de medição, do tipo perfurada de 500x100x3000mm, em chapa #16, pré zincada de fab. MOPA, MEGA ou CEMAR.

3.1.7 - Disjuntores:

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

3.1.8 - Luminárias e Projetores:

As luminárias internas serão escolhidas pelo proprietário, e as da iluminação externa estão especificadas na planta baixa.

3.2 - Medição:

A medição será feita individualmente na baixa tensão obedecendo as nomenclaturas, normas e recomendações da ENERGISA. Serão utilizados 02 (dois) conjuntos de medição para 85 (oitenta e cinco) medidores trifásicos, sendo um deles responsável pela medição de 42 (quarenta e dois) apartamentos e o outro, por 42 (quarenta e dois) apartamentos e pelo condomínio.

Os quadros serão construídos em chapa de aço, mínimo de 18 USG, pintado em epóxi, conforme item 12.1 da NDU-003, da ENERGISA.

3.3 - Aterramento:

Será instalada uma malha de terra do Pavimento Térreo do edifício.

Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra em cabo de cobre nu 95 mm² e haste de terra cooperweld de 5/8" x 2,40m, os quais fornecerão uma resistência inferior a 10 ohms.

Todas as hastes serão interligadas ao cabo de terra através de conector GTDU.

Para aterramento do QG-Entrada e dos Quadros de Medição, serão instaladas 08 (oito) hastes de terra copperweld 5/8" x 2,40 m (254 microns)..

3.4 - Ligação dos Quadros de Medição

Para o quadro de medição 01, será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV - 25 mm² para as fases, o neutro e o terra.

Para o quadro de medição 02, será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV - 120 mm² para as fases, e 70 mm² para neutro e para terra.

3.5 - Ligação do Quadro Geral da Entrada de Energia

Será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV - 150 mm² para as fases e 95 mm² para neutro e terra.

4. CALCULO DA DEMANDA

Demanda Total da Instalação (D) = D1+D2, onde;

D1=Demanda exclusiva dos apartamentos Tipo, em kW,

D2=Demanda do condomínio, em kW.

Demanda dos Apartamentos Tipo (D1)

- 84 (oitenta e quatro) apartamentos, sendo
- 56 (cinquenta e seis) apartamentos tipo com área útil de 65,30 m²
- 28 (vinte e oito) apartamentos tipo com área útil de 80,00 m²

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(56 \times 65,30) + (28 \times 80,00)}{56 + 28} = \frac{3656,8 + 2240,0}{84} = 70,2 \text{ m}^2$$

Portanto, a área média é **70,2 m²**

D1=(f x a)

D1=(54,38 x 1,57) = 85,38 kW

Demanda do Condomínio (D2)

- **Iluminação e tomadas em geral**

Iluminação fluorescente = 18.604 W

Tomadas = 4.400W

18.604 + 4.400 = 23.004 W

Demanda da iluminação e tomadas (considerando a NDU 001). - tab. 02: FD=0,86

= 23.004 x 0,86 = 19,78 kW

- **Motores**

- **Monofásicos**

2 x 2,0 CV

2 x 1,95 x 0,85 = 3,32 kW

- **Trifásicos**

3 x 10,0 CV

3 x 7,53 x 0,90 = 20,33 kW

D2 = 19,78 + 3,32 + 20,33 = 43,43 kW

Cabo escolhido = EPR 25 mm² para as fases, neutro e terra.

Disjuntor geral escolhido = 100 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 50 mm

- **DEMANDA TOTAL PREVISTA = D_T = D1+D2 = 85,38 + 43,43 = 128,81 kW**

- **DEMANDA TOTAL PREVISTA =====> 128,81 kW**

Cabo escolhido = EPR 150 mm² para as fases e EPR 95 mm² para o neutro.

Disjuntor geral escolhido = 225 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 100 mm

Barramento de cobre seção transversal = 4,76 x 44,45mm

Aterramento em cabo de cobre nu 95 mm²

Distância mínima entre as barras 70 mm e com relação a outras partes

metálicas

Demanda dos Quadros de Medição 01

- 28 (vinte e oito) apartamentos tipo com área útil de 65,30 m²
- 14 (quatorze) apartamentos tipo com área útil de 80,00 m²

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(28 \times 65,30) + (14 \times 80,00)}{28 + 14} = \frac{1828,40 + 1120,00}{42} = \mathbf{70,20 \text{ m}^2}$$

Portanto a área média é **70,20 m²**

$$\mathbf{DQM1 = (f \times a)}$$

$$\mathbf{DQM1 = (30,73 \times 1,57) = \underline{48,25 \text{ kW}}}$$

Cabo escolhido = EPR 25 mm² para as fases, neutro e terra

Disjuntor geral escolhido = 100 A

Eletroduto escolhido= Aço Galv. 50 mm

Barramento de cobre seção transversal = 4,76 x 38,10 mm

Demanda dos Quadros de Medição 02

- 28 (vinte e oito) apartamentos tipo com área útil de 65,30 m²
- 14 (quatorze) apartamentos tipo com área útil de 80,00 m²

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(28 \times 65,30) + (14 \times 80,00)}{28 + 14} = \frac{1828,40 + 1120,00}{42} = \mathbf{70,20 \text{ m}^2}$$

Portanto a área média é **70,20 m²**

$$\mathbf{D1 = (f \times a)}$$

$$\mathbf{D1 = (30,73 \times 1,57) = \underline{48,25 \text{ kW}}}$$

Demanda do condomínio

$$\mathbf{D2 = 43,43 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{DQM2 = 48,25 + 43,43 = \underline{91,68 \text{ kW}}}$$

Cabo escolhido = EPR 120 mm² para as fases, EPR 70 mm² para o neutro e terra.

Disjuntor geral escolhido = 200 A

Eletroduto escolhido= Aço Galv. 100 mm

Barramento de cobre seção transversal = 4,76 x 38,10 mm

Demanda Individual do Apartamento Tipo 1

- **Iluminação e tomadas em geral**
Lâmpadas = 220 W
Tomadas = 4.500 W
 $220 + 4.500 = 4720 \text{ W}$; FD = 0,52 (tab. 02 – NDU 001)
 $= 4.720 \times 0,52 = \mathbf{2,45 \text{ kW}}$
- **Chuveiros / Aquecedores**
Chuveiros (02 unidades) = 9.000 W
FD = 0,75 (tab. 03 – NDU 001)
 $= 9.000 \times 0,75 = \mathbf{6,75 \text{ kW}}$
- **Ar Condicionado**
Ar-condicionado (02 unidades) = 1.800W
FD = 0,88 (tab. 07 – NDU 001)
 $= 1.800 \times 0,88 = \mathbf{1,58 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 1 = 2,45 + 6,75 + 1,58 = 10,78 kW

Categoria T1
Cabo escolhido = 6 mm²
Disjuntor escolhido = 40 A
Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

Demanda Individual do Apartamento Tipo 2

- **Iluminação e tomadas em geral**
Lâmpadas = 220 W
Tomadas = 4.700 W
 $220 + 4.700 = 4.920 \text{ W}$; FD = 0,52 (tab. 02 – NDU 001)
 $= 4.920 \times 0,52 = \mathbf{2,56 \text{ kW}}$
- **Chuveiros / Aquecedores**
Chuveiros (02 unidades) = 9.000 W
FD = 0,75 (tab. 03 – NDU 001)
 $= 9.000 \times 0,75 = \mathbf{6,75 \text{ kW}}$
- **Ar Condicionado**
Ar-condicionado (01 unidade) = 900 W
FD = 1,0 (tab. 07 – NDU 001)
 $= 900 \times 1,0 = \mathbf{0,9 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 2 = 2,56 + 6,75 + 0,9 = 10,21 kW

Categoria T1
Cabo escolhido = 6 mm²
Disjuntor escolhido = 40 A
Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

5. CDC EXISTENTE:

Canteiro de Obras não tem ligação

6. PREVISÃO DE LIGAÇÃO:

Dezembro de 2014

7. PADRÃO DE ENTRADA:

- Entrada tipo : Subterrânea
- Eletroduto : Aço Galv. 100mm
- Cabo : EPR 150 mm² – 0,6/1,0 KV para fases e EPR 95 mm² – 0,6/1,0 KV para o neutro.
- Proteção : Disjuntor tripolar de 225 A.
- Aterramento : 08 (oito) Hastes de terra cobreada 5/8"x 2,40m(254 microns)
Cabo de cobre nu 95 mm²

8. E-MAIL DO CONTRATANTE:

rudalima@uol.com.br

7. NORMAS:

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

8. ANEXOS :

- 1 - Planta Baixa das Instalações Prediais
- 2 - Diagrama Unifilar e Quadro de Cargas