



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

EULLER GONÇALVES DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2013

EULLER GONÇALVES DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido
à Coordenação do curso 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
Julho de 2013

EULLER GONÇALVES DE LIMA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de Estágio Supervisionado submetido à
Coordenação do curso 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, rei da glória em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, meu pai pela garra e força de guiar nosso lar, à minha mãe sempre presente em minhas lutas, aos meus irmãos Elyda e Elton que sempre estiveram presentes em meu coração.

Agradeço à minha noiva Débora pelo apoio e paciência na abdicação de minha presença em momentos difíceis.

Agradeço ao meu grande amigo Wéllber, e aos meus amigos de apartamento Abinadabe e Raphael, pelo grande aprendizado, apoio acadêmico e fraterno que recebi.

Agradeço à Amadeu Projetos e Construções, por contribuir significativamente na solidificação do conhecimento obtido na universidade, em especial ao engenheiro Ricardo Amadeu pela paciência e aos proveitosos momentos de ensino que dedicou a mim, à engenheira Maiara pelo grande apoio e paciência no ensino de projetos, e à toda equipe que me acolheu gentilmente, na qual serei eternamente grato.

Agradeço ao professor George Lira, pela orientação, paciência e dedicação na orientação desse trabalho.

Enfim, agradeço em especial à Adail pelo apoio em momentos de superação, professor Damásio e Tchaikovsky.

“Procure ser um homem de valor, em vez de ser um homem de sucesso.”

Albert Einstein.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Índice local	9
Figura 2. Iluminação de uma superfície vertical por um projetor	11
Figura 3. Condomínio Residencial Solar Veronese: quadro de carga dos apartamentos	32
Figura 4. Condomínio Residencial Solar Veronese: quadros de carga	36
Figura 5. Condomínio Residencial Cristiano Lauritzen: quadros de carga dos apartamentos	40
Figura 6. Condomínio Residencial Cristiano Lauritzen: quadros de carga do condomínio	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores determinantes da iluminância adequada.....	7
Tabela 2 – Valor de reflexão da superfície	9
Tabela 3 - Fator de depreciação	10
Tabela 4 - Seção Mínima dos Condutores Fase/Vivos ¹⁾	18
Tabela 5 - Seção Reduzida do Condutor Neutro.....	18
Tabela 6 - Limites de queda de tensão	20

SUMÁRIO

1	Introdução	1
2	A empresa.....	2
3	Fundamentação teórica	4
3.1	Definições	4
3.2	Grandezas Fundamentais da luminotécnica.....	5
3.3	Cálculo Luminotécnico.....	6
3.3.1	Carga Mínima exigida pela NBR 5410	6
3.3.2	Método dos Lúmens	7
3.3.3	Método ponto a ponto.....	10
3.3.4	Método das Cavidades Zonais	12
4	Partes componentes do Projeto.....	13
4.1	Previsão de Carga.....	13
4.1.1	Iluminação	14
4.1.2	Tomadas de uso geral (TUG).....	14
4.1.3	Tomadas de uso específico (TUE).....	15
4.2	Divisão dos circuitos da instalação.....	16
4.3	Dimensionamento dos condutores.....	17
4.3.1	Critério da seção mínima	17
4.3.2	Critério da capacidade de condução de corrente.....	19
4.3.3	Critério do limite de queda de tensão	19
4.4	Dimensionamento dos condutos.....	20
4.5	Dimensionamento da proteção	22
4.5.1	Proteção contra sobrecorrente.....	22
4.5.2	Proteção contra sobretensão.....	25
4.5.3	Proteção contra choque elétrico	26
5	O estágio.....	28
5.1	Atividades Desenvolvidas.....	28
5.2	Edifício Solar veronese.....	28
5.2.1	Pontos de tomada e de iluminação	29
5.2.2	Divisão dos circuitos elétricos	30
5.3	Edifício Residencial Cristiano Lauritzen	37
5.3.1	Divisão dos circuitos elétricos	37
6	Conclusão	45
	Bibliografia	46
	ANEXO A – Memorial Descritivo do Residencial Solar Veronese	47
	ANEXO B – Memorial Descritivo do Residencial Cristiano Lauritzen	56

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo relatar as atividades de Estágio Supervisionado com carga horária de 180 horas realizadas no período de 24 de maio de 2013 a 06 de julho de 2013, na empresa AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA situada em Campina Grande, Paraíba.

A disciplina Estágio Supervisionado é integrante da grade curricular do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande e, tem por objetivo sedimentar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso e propiciar experiência extra-acadêmica.

A empresa concedente do estágio elabora projetos elétricos prediais e industriais e consultoria. As normas brasileiras e as normas da concessionária de energia são usadas como base para a elaboração dos projetos, que são solicitados por empresas contratantes.

2 A EMPRESA

A empresa Amadeu Projetos e Construções, situada em Campina Grande, foi fundada em 1996 pelo Engenheiro Eletricista Ricardo Amadeu Aranha Costa.

A atuação da empresa envolve realização e execução de projetos elétricos residenciais, de edificações de pequeno, médio e grande porte, industriais, de distribuição, e Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA), seguindo as recomendações técnicas prescritas nas normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e nas normas das concessionárias de energia elétrica.

Tendo uma equipe composta por engenheiros, desenhistas, arquitetos, e auxiliares administrativos que atuam de forma conjunta para o alcance da excelência dos serviços prestados.

Os clientes são empresas do setor público e provado, dentre as quais:

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

Quanto aos fornecedores, estes variam de acordo com os materiais elétricos especificados no projeto, dentre os quais:

- PHILIPS – Lâmpadas e Luminárias;
- MOPA – Eletrocalhas;
- ITAIM – Lâmpadas e Luminárias;
- ALMEC – Lâmpadas e Luminárias;
- FICAP – Fios e cabos;
- COMTRAFO – Transformadores;

- BEGHIM – Barramentos e equipamentos elétricos
- KANAFLEX – Eletrodutos;

A escolha dos fornecedores é baseada no comparativo entre preços e a qualidade do produto, mantendo o compromisso de satisfação do cliente.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em um projeto de instalações elétricas são previstas, tipificadas e localizadas as cargas elétricas a serem instaladas, além do dimensionamento de dutos, condutores, dispositivos de proteção, seccionamento e medição.

3.1 DEFINIÇÕES

Algumas definições auxiliam o entendimento dos tópicos expostos nesse relatório, dentre os quais podemos destacar:

Caixa de Passagem: Caixa destinada a facilitar a passagem dos condutores do ramal subterrâneo.

Carga Instalada: É a soma das potências nominais, dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora, em condições de entrar em funcionamento, expressa em quilowatts (kW).

Ramal de Entrada: Conjunto de condutores e acessórios, de propriedade do consumidor, instalados a partir do ponto de entrega até a proteção e medição.

Alimentador Principal ou Prumada: É a continuação ou desmembramento do ramal de entrada, constituído pelos condutores, eletrodutos e acessórios, instalados a partir da proteção geral ou do quadro de distribuição geral (QDG) até as caixas de medição ou de derivação.

Ramal Interno ou de Saída: É o conjunto de condutores e acessórios instalados internamente nas unidades consumidoras, a partir da medição.

Ramal de Ligação: Condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da Concessionária e o ponto de entrega.

Demanda: É a média das potências elétricas, ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico, pela parcela de carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado.

Dispositivo de Proteção: Equipamento elétrico que atua automaticamente pela ação de dispositivos sensíveis, quando o circuito elétrico ao qual está conectado se encontra

submetido a determinadas condições anormais, com o objetivo de evitar ou limitar danos a um sistema ou equipamento elétrico.

Medição Indireta: É a medição de energia efetuada com transformadores para instrumentos - TC (Transformador de Corrente) e/ou TP (Transformador de Potencial).

Quadro de Distribuição: Local onde se concentra a distribuição de toda a instalação elétrica, ou seja, onde se instalam os dispositivos de proteção, manobra e comando.

Quadro Terminal: Quadro elétrico que alimenta exclusivamente circuitos terminais.

3.2 GRANDEZAS FUNDAMENTAIS DA LUMINOTÉCNICA

Intensidade Luminosa - [cd]: Intensidade luminosa é o limite da relação entre o fluxo luminoso em um ângulo sólido em torno de uma direção dada e o valor desse ângulo sólido, quando o ângulo sólido tende a zero. Fisicamente, pode ser definida como sendo a potência de radiação visível que uma determinada fonte de luz emite numa direção específica. Sua unidade é o candela.

Fluxo Luminoso – [lm]: Fluxo luminoso é a potência de radiação emitida por uma fonte luminosa em todas as direções do espaço. Sua unidade é o lúmen, que representa a quantidade de luz irradiada, através de uma abertura de 1 m² feita na superfície de uma esfera de 1 m de raio, por uma fonte luminosa de intensidade igual a 1 candela, em todas as direções, colocada no seu interior e posicionada no centro.

Iluminância ou Iluminamento - [lx]: Iluminância, é a razão entre o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada, ou seja, é a densidade de fluxo luminoso na superfície sobre a qual esse incide.

Luminância - [cd/m²]: Luminância, é uma medida da densidade da intensidade de luz refletida numa dada direção, 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.

Eficiência Luminosa - [lm/W]: Eficiência luminosa é a razão entre o fluxo luminoso emitido pela fonte luminosa e a potência consumida por essa fonte em watts.

Índice de Reprodução de Cor [IRC, %]: IRC é a medida de correspondência entre a cor real de um objeto ou superfície e sua aparência diante de uma fonte luminosa. Quanto mais baixo o índice, mais deficitária é a reprodução de cores.

Curva Fotométrica ou Curva de Distribuição Luminosa: representa a variação da intensidade luminosa de uma fonte segundo um plano passando pelo centro, em função da direção. Trata-se de um diagrama polar, em que a fonte luminosa é reduzida a um ponto no centro do diagrama, onde as intensidades luminosas, em função do ângulo formado com a vertical, são medidas e registradas. Costuma-se na representação polar, referir os valores de intensidade luminosa constantes a um fluxo de 1000 lumens.

Diagramas de Isolux: Uma curva de isolux é uma linha traçada em um plano, referida a um sistema de coordenadas apropriadas, ligando pontos de uma mesma superfície que têm iluminamento igual. Um diagrama de isolux é um conjunto de curvas de isolux.

3.3 CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

O valor de iluminância em uma determinada área corresponde a um dos principais requisitos para previsão de carga. Os valores mínimos de iluminância são determinados de acordo com as características da atividade desenvolvida, do ambiente e dos operadores, são alguns fatores: idade, velocidade e precisão e refletância do fundo da tarefa. Esses valores permitem determinar o número de luminárias e suas respectivas distribuições, a partir de um dos seguintes métodos:

1. Carga mínima exigida pela NBR 5410;
2. Método dos lumens;
3. Método do ponto a ponto.
4. Método das cavidades zonais;

3.3.1 CARGA MÍNIMA EXIGIDA PELA NBR 5410

A NBR 5410 estabelece que em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais e nas acomodações de hotéis, motéis e similares deve ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, com potência mínima de 100 VA, comandado por

interruptor de parede. Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, pode ser adotado o seguinte critério:

- i. Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA.
- ii. Em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², 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.

3.3.2 MÉTODO DOS LÚMENS

O método dos lumens é utilizado para que seja obtido o iluminamento médio desejado no plano de trabalho, baseado na determinação do fluxo luminoso. Também é possível obter a quantidade necessária de luminárias que devem ser instaladas em função da iluminância desejada, considerando sempre as características construtivas da instalação, para determinação da iluminância requerida conforme a norma ABNT NBR 5413, destacando-se:

- 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;

3.4.2.1 SELEÇÃO DE LUMINÁRIAS

A NBR5413 apresenta a Tabela 1 como recomendação sobre os níveis de iluminamento adequados com as características do observador e da atividade a ser realizada.

Tabela 1 – 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%

Sendo também definidos pela NBR5413 os seguintes procedimentos:

- i. Analisar as características das tarefas e do observador, de modo a determinar o seu peso (-1, 0 ou +1);
- ii. Somar, algebricamente, os três valores encontrados para idade, velocidade e precisão e refletância do fundo de tarefa, considerando o sinal;
- iii. 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.

3.4.2.2 ESCOLHA DA LUMINÁRIA

No procedimento de escolha de luminária é necessário consultar os manuais dos fabricantes, sendo considerados vários aspectos, dentre os quais:

- Ambiente de instalação (residencial, comercial, industrial, etc.);
- Custo;
- Decoração;
- Eficiência;
- Facilidade de instalação;
- Facilidade de manutenção;

3.4.2.3 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 (1) permite calcular o índice do local (K):

$$k = \frac{c \times l}{h \times (c + l)}, \quad (1)$$

em que, c é o comprimento [m]; l é a largura do recinto [m]; Pd é o pé direito [m]; h é o pé direito útil (altura da montagem da luminária em relação ao plano de trabalho) [m]; hs é a altura de suspensão da luminária [m]; ht é a altura do plano de trabalho [m].

A Figura 1 ilustra as definições aplicadas na equação (1).

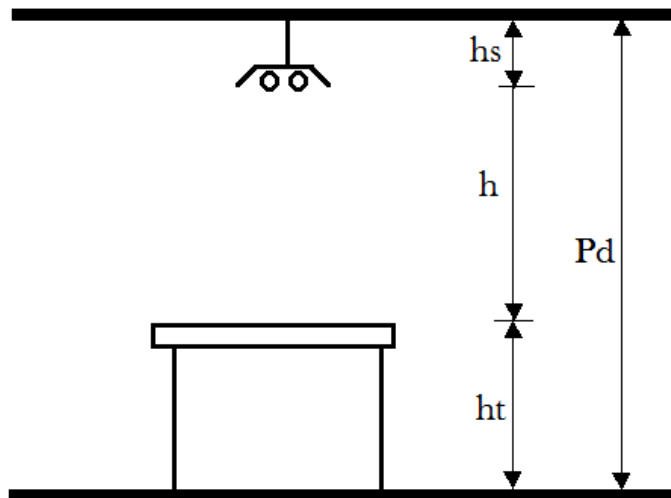


Figura 1. Índice local

3.4.2.4 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE UTILIZAÇÃO

O fator de utilização relaciona o fluxo luminoso inicial emitido pela fonte (fluxo total) e o fluxo recebido no plano de trabalho (fluxo útil). Ele depende, também, das dimensões do local, das cores do teto, das paredes e do acabamento das luminárias. O seu valor é obtido a partir tabela de determinação de coeficiente de utilização da luminária dada pelo fabricante, utilizando-se o valor do índice do local e o valor de reflexão dado pela Tabela 2.

Tabela 2 – Valor de reflexão da superfície

Índice	Reflexão	Significado
1	10%	Superfície escura
3	30%	Superfície média
5	50%	Superfície clara
7	70%	Superfície branca

3.4.2.5 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE DEPRECIAÇÃO

O fator de depreciação relaciona o fluxo emitido no fim do período de manutenção da luminária e o fluxo luminoso inicial da mesma. Quanto maior o índice, menor o intervalo entre manutenções consecutivas, tornando mais dispendiosa a

instalação. Este fator, também chamado de fator de manutenção pode ser determinado pela Tabela 3.

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

3.4.2.6 CÁLCULO DO NÚMERO DE LUMINÁRIAS

Para que seja obtido o iluminamento desejado, é necessário que seja calculado o número de luminárias. Para isso, serão utilizadas as equações (2) (3).

$$\phi = \frac{S \cdot E}{u \cdot d}, \quad (2)$$

$$n = \frac{\phi}{\varphi}, \quad (3)$$

em que, S: área do recinto [m²], E: nível de iluminamento [lux], u: fator de utilização, d: fator de depreciação, n: número de luminárias, ϕ : fluxo luminoso total [lm], e φ : fluxo por luminária [lm].

Além do cálculo do número de luminárias, faz-se necessário que dentro do ambiente, a instalação seja feita o mais uniforme possível. De acordo com **(Unsupported source type (Misc) for source Cat.)**, a distância recomendada entre as luminárias deve ser o dobro da distância entre luminária e parede.

3.3.3 MÉTODO PONTO A PONTO

O método do ponto a ponto permite a determinação do iluminamento em cada ponto da área, correspondente à contribuição de todas as fontes cujo fluxo atinja o ponto mencionado. A iluminância total é a soma algébrica das contribuições e, utiliza-se para isso a Lei de Lambert (4). Esse método é útil para ambientes interiores e exteriores.

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

De (COSTA e D., 2008) podemos ilustrar a Figura 2:

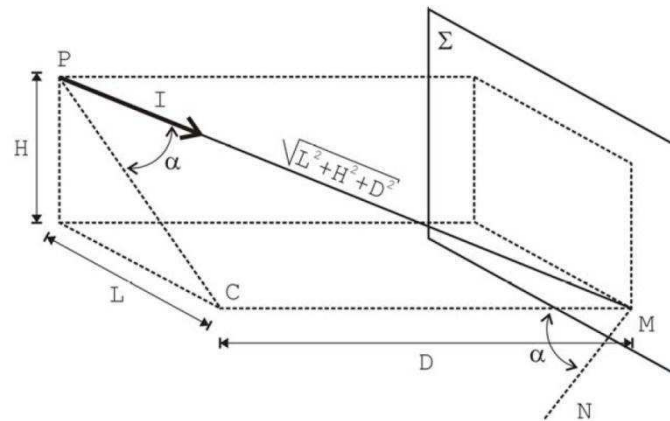


Figura 2. Iluminação de uma superfície vertical por um projetor

na qual, MN: é normal ao plano, P é um projetor de feixe de luminoso simétrico em relação ao eixo, I é a intensidade luminosa irradiada pelo projetor em direção ao ponto M, D é a distância horizontal entre o projetor e o plano vertical que contém M, H é a altura do ponto M em relação ao projetor, L é a distância horizontal entre P e a normal ao ponto M.

Nas condições ilustradas pela Figura 2, é possível escrever a Lei de Lambert pela equação (5):

$$E = \frac{I \cdot D}{(H^2 + D^2 + L^2)^{3/2}}, \quad (5)$$

Para cálculo do iluminamento pelo método Ponto a Ponto, é sugerido seguir a seguinte rotina de cálculo:

- i. Considera-se um ponto qualquer;
- ii. Calcula-se o ângulo entre a direção do feixe principal do projetor e o ponto considerado;
- iii. Da curva fotométrica do projetor, obtém-se a intensidade luminosa do feixe com o ângulo determinado anteriormente. Esta intensidade luminosa é referente à inclinação do feixe com relação ao eixo principal do projetor;
- iv. Calculam-se as distâncias nas direções H, D e L com relação à posição do projetor;

- v. Determina-se o iluminamento no ponto considerado devido ao projetor aplicando-se a Lei de Lambert;
- vi. Aplicam-se os procedimentos anteriores para os demais refletores em todos os pontos onde se deseja calcular o iluminamento;

Sendo o método dos lumens baseado no fluxo médio de luz numa área, é necessário o conhecimento da distribuição da luz de diferentes fontes. O exemplo da fonte puntiforme, na qual o iluminamento é inversamente proporcional ao quadrado da distância, na fonte linear finita o iluminamento é inversamente proporcional à distância, enquanto que na fonte superficial de área infinita e o feixe de luz paralelo, não têm seus iluminamentos variados de acordo com a distância (CREDER, 2007).

3.3.4 MÉTODO DAS CAVIDADES ZONAIS

O método das cavidades zonais é baseado na teoria de transferência de fluxo, onde são admitidas superfícies uniformes, refletindo o fluxo luminoso de modo preciso, dadas as considerações que são feitas na determinação dos fatores de utilização e de depreciação. Esse método só se justifica para instalações de alto padrão técnico, onde a precisão dos cálculos é primordial. Em (CREDER, 2007), encontra-se a demonstração dos cálculos necessários para aplicação desse método.

4 PARTES COMPONENTES DO PROJETO

Como o projeto elétrico é a representação escrita da instalação, sua constituição básica são desenhos e documentos. De uma maneira geral, os documentos componentes de um projeto elétrico são:

- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
- Carta de Solicitação de Aprovação à Concessionária;
- Memorial Descritivo;
- Memorial de Cálculo (demanda, dimensionamento dos condutores, dutos e proteção);
- Plantas (situação, pavimentos);
- Esquemas Verticais;
- Quadros (distribuição de cargas, diagramas multifilares);
- Detalhes (entrada de serviço, caixa seccionadora, centros de medição, pára-raios, caixa de passagem, aterramento, outros);
- Convenções;
- Especificações;
- Lista de Materiais;
- Orçamento;

4.1 PREVISÃO DE CARGA

A primeira etapa do projeto elétrico é a previsão de carga, sendo possível a partir dele, o dimensionamento de dutos, condutores e quadros de carga. Essa etapa pode ser dividida em:

1. Previsão de Carga de Iluminação;
2. Previsão de Carga de Tomadas de Uso Geral;
3. Previsão de Carga de Tomadas de Uso Específico;

Sendo nessa etapa definidas a potência, a quantidade e a localização dos pontos de utilização da instalação e, posteriormente a divisão dos circuitos terminais. As recomendações para estas definições são estabelecidas na norma brasileira NBR 5410.

4.1.1 ILUMINAÇÃO

De acordo com a NBR 5410, na determinação de cargas de iluminação, são estabelecidos os seguintes critérios:

- i. Em cada cômodo ou dependência dever ser previsto pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por interruptor.
- ii. Na determinação das cargas de iluminação, como alternativa à aplicação da ABNT NBR 5413, pode ser adotado o seguinte critério:
 - a. em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA.
 - b. em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², 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.

4.1.2 TOMADAS DE USO GERAL (TUG)

O número de tomadas é função da destinação do local e dos equipamentos que serão utilizados. Nas unidades residenciais e nas acomodações de hotéis, motéis e similares, o número de tomadas de uso geral é estabelecido pela NBR5410 com os seguintes critérios:

- i. em banheiros, pelo menos uma tomada junto ao lavatório, desde que observadas as restrições locais contendo banheira e/ou chuveiros;
- ii. em cozinhas, copas, áreas de serviço e afins, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada a cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada deve ser previstas duas tomadas de corrente no mínimo, juntas ou separadas;

- iii. em halls, corredores, subsolos, garagens, sótãos e varandas, pelo menos uma tomada. Caso não seja possível instalação na própria varanda, a tomada deve ser instalada o mais próximo possível da entrada;
- iv. em salas e dormitórios, devem ser previstos pelas menos um ponto de tomada a cada 5 m, ou fração, de perímetro;
- v. nos demais cômodos, devem ser previstos pelo menos:
 - a. um ponto de tomada, se a área do cômodo for inferior a 2,25 m², podendo ser instalado exteriormente a no máximo 0,80 m do seu acesso;
 - b. um ponto de tomada, se a área do cômodo for maior que 2,25 m² e inferior a 6 m²;
 - c. um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo for superior a 6 m²;

Às tomadas de uso geral devem ser atribuídas as seguintes potências:

- i. em banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo 600 VA por tomada, até três tomadas, e 100 VA por tomada, para as excedentes, considerando cada um desses ambientes separadamente;
- ii. nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por tomada;

Em halls de escadaria, salas de manutenção e salas de localização de equipamentos, tais como casas de máquinas, salas de bombas, barriletes e locais análogos, deverá ser previsto no mínimo um ponto de tomada.

4.1.3 TOMADAS DE USO ESPECÍFICO (TUE)

Os pontos de tomadas de uso específicos são instalados para equipamentos cuja corrente nominal seja superior a 10 A. Eles são destinados a atenderem equipamentos fixos ou estacionários, como chuveiro elétricos, ar condicionado.

Às tomadas de uso específico deve ser atribuída uma potência igual à potência nominal do equipamento a ser alimentado. Quando não for conhecida a potência nominal do equipamento a ser alimentado, deve-se atribuir à tomada de corrente uma

potência igual à potência nominal do equipamento mais potente com possibilidade de ser ligado, ou a potência determinada a partir da corrente nominal da tomada e da tensão do respectivo circuito.

As tomadas de uso específico devem ser instaladas, no máximo, a 1,5 m do local previsto para o equipamento a ser alimentado. A potência a ser atribuída a cada ponto deve ser o valor da potência do equipamento ligado ao ponto.

4.2 DIVISÃO DOS CIRCUITOS DA INSTALAÇÃO

A instalação deve ser dividida em circuitos, de modo a manter os padrões de segurança e funcionalidade, 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 atender minimamente a algumas exigências, dentre as quais:

- i. Segurança: assegura proteção à integridade física daqueles que a utilizam, bem como prevenir que a falha em um circuito afete outros circuitos;
- ii. Conservação de energia: possibilidade de acionamento de cargas de iluminação ou de climatização na justa medida das necessidades;
- iii. Flexibilidade: possibilidade de viabilizar a criação de diferentes ambientes, como os necessários em auditórios, salas de reuniões, espaços de demonstração, recintos de lazer, etc. Devem ser consideradas também as necessidades futuras e, 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;
- iv. De continuidade: ter o mínimo de interrupções temporárias e permanentes;
- v. De manutenção: facilidade nas ações de inspeção e de reparo.

Os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomadas. Devem ser observadas as seguintes restrições em unidades residenciais, hotéis, motéis ou similares.

- i. circuitos independentes devem ser previstos para os aparelhos de potência igual ou superior a 1500 VA ou aparelhos de ar-condicionado, sendo permitida a alimentação de mais de um aparelho do mesmo tipo através de um só circuito;
- ii. as proteções dos circuitos de aquecimento ou condicionamento de ar de uma resistência podem ser agrupadas no quadro de distribuição da instalação elétrica geral ou num quadro separado;
- iii. quando um mesmo alimentador abastece vários aparelhos individuais de ar-condicionado, deve haver um proteção para o alimentador geral e uma proteção junto a cada aparelho, caso este não possua proteção interna própria.

Cada circuito deverá ter seu próprio condutor neutro. Em lojas, residências e escritórios, os circuitos de distribuição devem obedecer às seguintes prescrições mínimas:

- i. residências: 1 circuito para cada 60 m² ou fração;
- ii. lojas e escritórios: 1 circuito para cada 50 m² ou fração;

4.3 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Diversos fatores devem ser levados em consideração para o dimensionamento correto dos condutores, na fase de projeto, entre eles: influências externas; proteção contra sobrecarga; proteção contra curto-circuito; requisitos de seccionamento automático da alimentação; e observância dos níveis máximos de queda de tensão.

Para o dimensionamento dos condutores é necessário obedecer a três critérios estabelecidos pela norma NBR 5410. O primeiro é o Critério da Seção Mínima, o segundo, Critério da Capacidade de Condução de Corrente e o terceiro é o Critério do Limite de Queda de Tensão. A seguir, cada um deles é detalhado.

4.3.1 CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA

A NBR 5410 estabelece que a seção dos condutores fase, em circuitos CA, e dos condutores vivos, em circuitos CC, não deve ser inferior ao valor indicado na Tabela 4:

Tabela 4 - Seção Mínima dos Condutores Fase/Vivos ¹⁾

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm ² - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Iluminação	1,5 Cu/16 Al
		Força ²⁾	2,5 Cu/ 16 Al
		Sinalização e controle	0,5 Cu ³⁾
	Condutores nus	Força	10 Cu/ 16 Al
		Sinalização e controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Qualquer outra instalação	0,75 Cu ⁴⁾
		Extra-baixa instalação 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

Em um sistema de distribuição secundária o condutor neutro tem a finalidade de equilíbrio e de proteção desse sistema. O condutor neutro deve ser exclusivo de cada circuito terminal.

A seção mínima do condutor neutro deve ser igual à seção do condutor de fase em:

- i. Circuitos monofásicos a 2 ou 3 condutores;
- ii. Circuitos bifásicos a 3 condutores, com taxa de terceira harmônica inferior a 33%;
- iii. Circuitos trifásicos a 4 condutores, com taxa de terceira harmônica entre 15% e 33%;

Quando a taxa de terceira harmônica for superior a 33%, é necessária uma estimativa segura do conteúdo de terceira harmônica e do comportamento imposto à corrente de neutro pelas condições de desequilíbrio em que o circuito pode vir a operar, para dimensionamento da seção do condutor neutro.

Em circuitos trifásicos presumidos equilibrados em serviço normal, com taxa de terceira harmônica inferior a 15% e com condutor neutro protegido contra sobre correntes, podemos utilizar a Tabela 5 para dimensionamento do neutro.

Tabela 5 - Seção Reduzida do Condutor Neutro

Seção dos condutores de	Seção reduzida do condutor neutro
-------------------------	-----------------------------------

fase mm ²	mm ²
S≤25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

4.3.2 CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

O critério da capacidade de condução de corrente se destina a garantir condições satisfatórias de operação aos condutores e às suas isolações, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de corrente elétrica.

A disposição na instalação dos condutores (em eletrodutos embutidos ou aparentes, em canaletas ou bandejas, subterrâneos, etc..) influencia na capacidade de troca térmica entre os condutores e o ambiente, e em consequência, na capacidade de condução e corrente elétrica dos mesmos.

A NBR 5410/97 estabelece diferentes procedimentos de instalação, codificando-as conforme uma letra e um número. A corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima para serviço contínuo não seja ultrapassada. Para isso a corrente nos cabos e condutores não deve ser superior aos valores das tabelas 31, 32, 33 e 34 da NBR 5410/97, submetidos aos fatores de correção das Tabelas 35 a 39 da NBR 5410/97.

4.3.3 CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO

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

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

Em virtude dessa queda de tensão, é necessário que os condutores sejam dimensionados de tal maneira que limitem a queda aos valores estabelecidos pela norma NBR 5410. Na Tabela 6 estão listados os valores máximos de queda de tensão para os diversos tipos de entrada.

Tabela 6 - Limites de queda de tensão

Denominação	Percentual
A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da unidade consumidora.	7%
A partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora, quando o ponto de entrega for aí localizado.	7%
A partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição.	5%
A partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.	7%
Queda de tensão nos circuitos terminais	4%

Sabendo que a maior queda de tensão ocorrerá no extremo do circuito terminal, a fim de facilitar e tornar mais rápido o cálculo da queda de tensão recomenda-se concentrar a carga total ligada ao circuito terminal na sua extremidade e, efetuar o cálculo da queda tensão, como esse é o pior caso, se a queda de tensão estiver em níveis aceitáveis, o valor real da queda de tensão também estará, pois é menor que previsto em cálculo.

4.4 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTOS

O componente de uma instalação que propicia um meio envoltório aos condutores é chamado conduto. Dentre os diversos tipos de condutos, destacam-se os eletrodutos por terem maior aplicação nas instalações elétricas. Há ainda condutos como calhas e bandejas metálicas, prateleiras, blocos alveolados, canaletas e túneis.

Nas instalações elétricas abrangidas pela NBR 5410, 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.

A NBR 5410 estabelece algumas prescrições ao uso dos eletrodutos, as principais prescrições são listas a seguir:

- i. Os dutos somente devem conter mais de um circuito nos seguintes casos:
 - a. Quando as três condições seguintes forem simultaneamente atendidas:
 - i. os circuitos pertençam à mesma instalação, isto é, originem-se do mesmo dispositivo geral de manobra e proteção, sem a interposição de equipamentos que transformem a corrente elétrica;
 - ii. as seções nominais dos condutores fase estejam contidas em um intervalo de três valores normalizados sucessivos;
 - iii. os condutores isolados e os cabos isolados tenham a mesma temperatura máxima para serviço contínuo;
 - b. No caso dos circuitos de força e de comando e/ou sinalização de um mesmo equipamento.
 - i. Nos eletrodutos, só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto isolante exclusivo, quando tal condutor destinar-se a aterramento.
- ii. 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. Portanto, fica estabelecido que:
 - a. 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:
 - i. 53% no caso de um condutor;
 - ii. 31% no caso de dois condutores;
 - iii. 40% no caso de três ou mais condutores;
- iii. Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m de comprimento para linhas internas às edificações e 30 m para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 m e o de 30 m devem ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°.

4.5 DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

Os projetos de instalações elétricas devem prever a proteção contra sobrecorrente, contra choques elétricos e contra sobretensão. Os requisitos básicos de um sistema de proteção são:

- i. Seletividade: capacidade de selecionar a parte danificada da rede e retirá-la de serviço sem afetar os circuitos sãos.
- ii. Exatidão e segurança: garante ao sistema uma alta confiabilidade operativa.
- iii. Sensibilidade: representa a faixa de operação e não-operação do dispositivo de proteção.

Os componentes de uma instalação elétrica, de maneira geral, condutores e equipamentos, são frequentemente solicitados por correntes e tensões diferentes das previstas para operação em regime. Essas solicitações são, normalmente, sobrecarga, corrente de curto-circuito, sobretensão e/ou subtensão. Todas essas grandezas devem ter seu tempo de duração e módulos limitados.

4.5.1 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE

Sobrecorrentes são correntes elétricas cujos valores excedem o valor da corrente nominal. As sobrecorrentes podem ser originadas por solicitação do circuito acima das características de projeto (sobrecarga) ou por falta elétrica (curto-circuito) (CAVALIN e CERVELIN, 2006).

Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são equipamentos elétricos capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais de operação de um circuito, bem como estabelecer, conduzir e interromper automaticamente correntes em condições anormais, de forma a, dentro de condições especificadas, limitar a ocorrência desta grandeza em módulo e tempo de duração.

Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são capazes de proteger os circuitos contra correntes de curto-circuito ou de sobrecarga. Exemplos desses dispositivos são os disjuntores, fusíveis e relés térmicos.

4.5.1.1 PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA

As sobrecargas caracterizam-se por provocar no circuito correntes superiores à corrente nominal, oriundas de solicitações dos equipamentos acima de suas capacidades nominais. Circuitos elétricos que estejam atendendo a cargas de potência nominal acima daquelas dos valores nominais previstos no projeto do mesmo constituem exemplo de ocorrência de sobrecarga. As sobrecargas produzem elevação da corrente do circuito a valores, em geral, de algum percentual acima do valor nominal até no máximo de dez vezes a corrente nominal do mesmo e trazem efeitos térmicos prejudiciais (FILHO, 2001).

A sobrecarga, mesmo sendo uma solicitação acima da normal, é, em geral, moderada e é limitada em sua duração por dispositivos que atuam segundo uma curva *tempo x corrente* como característica inversa. Os dispositivos utilizados nesse tipo de proteção são relés térmicos ou bimetálicos e disjuntores termomagnéticos (FILHO, 2001).

As prescrições básicas seguintes devem ser atendidas para proteção contra sobrecarga.

- i. É necessária a aplicação de dispositivos de proteção para interromper as correntes de sobrecarga nos condutores dos circuitos, de sorte a evitar o aquecimento da isolação, das conexões e de outras partes contíguas da instalação além dos limites previstos por norma;
- ii. Os dispositivos de proteção contra sobrecarga devem ser localizados nos pontos do circuito onde haja uma mudança qualquer que assinala uma redução do valor da capacidade de condução de corrente dos condutores;
- iii. O dispositivo que protege um circuito contra sobrecargas pode ser colocado ao longo do percurso desse circuito, se a parte do circuito compreendida entre a troca de seção, de natureza, de maneira de instalar ou de constituição e o dispositivo de proteção não possuir qualquer derivação nem tomada de corrente e atender a uma das duas condições:
 - a. Estar protegida contra curto-circuitos;
 - b. Não ter comprimento maior que 3 m, ser instalada de modo a reduzir ao mínimo o risco de curto-circuito e ao estar situada nas proximidades de materiais combustíveis;

- iv. Os dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga em circuitos de motor devem ser sensíveis a corrente absorvida pelo motor, tendo, no entanto, as características compatíveis com o regime de corrente de partida, tempo admissível com rotor bloqueado e tempo de aceleração.

O dimensionamento dos dispositivos de proteção contra sobrecarga deve atender à seguinte condição:

- i. $I_B \leq I_N \leq I_Z$

em que: I_B : corrente de projeto do circuito, I_N : corrente nominal do dispositivo de proteção, I_Z : capacidade de condução de corrente do condutor.

4.5.1.2 PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITO

Os curtos-circuitos são provenientes de defeitos graves e produzem correntes elevadíssimas, normalmente, superiores a 10 vezes, podendo chegar a 100 vezes do valor da corrente nominal do circuito. A ocorrência de curto-circuito provoca, por consequência, elevadas solicitações térmicas e mecânicas aos condutores e demais dispositivos que estão conectados ao circuito.

As correntes de curto-circuito devem ser supervisionadas por dispositivos que atuem quase que instantaneamente, isto é, curvas *tempo x corrente* extremamente inversas.

Os principais dispositivos utilizados para esse tipo de proteção são fusíveis, disjuntores magnéticos e termomagnéticos (CAVALIN e CERVELIN, 2006).

As prescrições básicas seguintes devem ser atendidas para proteção contra curto-circuito.

- i. Os dispositivos de proteção devem ter a sua capacidade de interrupção ou de ruptura igual ou superior ao valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de sua instalação;
- ii. O dispositivo de proteção deve ser localizado no ponto onde haja mudança no circuito que provoque redução na capacidade de condução de corrente dos condutores;

Das prescrições básicas para esse tipo de proteção, podem ser estabelecidas as condições para dimensionamento dos dispositivos, são elas:

- i. $I_{NT} \geq I_{CS}$
- ii. $T_{DD} \leq T_L$

nas quais: I_{NT} : capacidade de interrupção do dispositivo de proteção, I_{CS} : corrente de curto-circuito que atravessa o dispositivo, T_{DD} : tempo de disparo do dispositivo para o valor de I_{CS} , T_L : tempo limite de atuação do dispositivo.

4.5.2 PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO

A NBR 5410 estabelece as prescrições para garantir a proteção de pessoas, animais domésticos e bens contra sobretensões causadas por contato acidental entre condutores de tensões diferentes ou defeitos no transformador, sem que essas sobretensões possam pôr em risco a segurança das pessoas e a conservação da instalação.

Em (CAVALIN e CERVELIN, 2006) encontra-se uma lista com as principais causas de sobretensão, a saber:

- i. Falha do isolamento para outra instalação de tensão mais elevada;
- ii. Surtos atmosféricos;
- iii. Chaveamento de cargas indutivas de potência;
- iv. Eletricidade estática;
- v. Correção de fator de potência;
- vi. Interrupção de energia elétrica da rede;

De acordo com a duração é possível classificar as sobretensões em temporária e transitória. A NBR 5410 estabelece a utilização de condutos distintos para circuitos de baixa tensão e média tensão, com isso sobretensões originadas por falha de isolamento são raras. Em caso de faltas na parte de média tensão de uma instalação predial, por exemplo, falta fase-terra no primário de transformadores, as proteções instaladas na parte de média tensão do consumidor e/ou concessionária deverão atuar, não trazendo maiores conseqüências em termo de sobretensões transitórias para a instalação do consumidor.

O dispositivo utilizado para esse fim é o dispositivo de proteção contra surtos (DPS). A seleção do DPS é feita seguindo os seguintes critérios:

- i. Nível de proteção;
- ii. Máxima tensão de operação contínua;
- iii. Sobretensões temporárias;
- iv. Corrente nominal de descarga;
- v. Suportabilidade à corrente de curto-circuito;
- vi. Coordenação do DPS

As descargas atmosféricas são consideradas as mais relevantes, pelos riscos que podem causar e pela dificuldade de controle sobre a sua ocorrência.

4.5.3 PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

Há duas maneiras de ocorrência do choque elétrico, uma por contato direto, onde uma pessoa entra em contato com partes vivas da instalação, e a outra por contato indireto, que ocorre quando massas são energizadas acidentalmente e há, posteriormente, o contato da pessoa.

As medidas de prevenção contra choque são classificadas em ativas e passivas. Nas ativas, ocorrerá o seccionamento automático da alimentação, visando impedir que uma tensão de contato se mantenha por um tempo que possa resultar em risco de efeito fisiológico perigoso para as pessoas ou animais. Enquanto, nas passivas, visa-se limitar o valor da corrente elétrica que possa atravessar o corpo humano, através de um eficiente aterramento das massas, bem como impedir, através da isolação das partes vivas, de colocação de barreiras, de obstáculos e de distanciamento, o contato com as partes energizadas.

O principal dispositivo utilizado na proteção contra contatos diretos é o disjuntor diferencial residual, o DR. O princípio básico de funcionamento destes dispositivos, leva em conta que a soma das correntes que circulam nos condutores de fase e de neutro é nula, gerando conseqüentemente um campo magnético nulo e induzindo no secundário do TC do dispositivo uma corrente também nula.

Se a instalação elétrica é submetida a uma corrente de falta, a relação de nulidade das correntes deixa de existir e surgirá um campo magnético residual que

induzirá no secundário do transformador de corrente do dispositivo uma corrente elétrica que sensibilizará o mecanismo de disparo do dispositivo DR.

Há dois tipos de DR quanto à sensibilidade da corrente de falta. Os mais sensíveis detectam correntes de falta de até 30 mA, assegurando proteção contra contatos diretos, indiretos e contra incêndio. Já os dispositivos menos sensíveis, corrente de falta maior que 30 mA, são empregados para proteção contra contatos indiretos e contra incêndio.

Algumas recomendações na utilização dos disjuntores DR:

- i. Os disjuntores termomagnéticos diferenciais-residuais serão dimensionados atendendo simultaneamente às prescrições de proteção contra sobrecorrentes e as prescrições de proteção contra choques elétricos.
- ii. Podem ser instalados DR's na proteção geral da instalação e/ou nas proteções individuais de circuitos terminais;
- iii. Circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- iv. Devem ser utilizados para proteção das partes metálicas conectadas à terra que se tornem vivas;
- v. Dependendo dos níveis de corrente de fuga do sistema, à instalação, devem-se tomar cuidados especiais na sensibilidade dos DR's, pois principalmente se instalados na proteção geral poderão causar seccionamentos intempestivos da alimentação de toda a instalação;
- vi. Quando tivermos DR's na proteção geral e nos circuitos terminais, devera ser feita uma coordenação buscando a seletividade de atuação. O dispositivo de maior sensibilidade de atuação deverá ser instalado no circuito terminal e o de maior sensibilidade no circuito de distribuição, obedecidos aos limites fixados em norma;
- vii. Em instalações residenciais em locais molhados, em particular banheiros e piscinas, as tomadas de corrente devem ser instaladas obedecendo a distâncias mínimas e devem ser feitas ligações de equipotencialidade conforme a NBR 5410. Nos circuitos terminais dessas áreas, é recomendável a utilização de DR's de alta sensibilidade;

5 O ESTÁGIO

Nesta seção são relatadas as atividades desenvolvidas no período de estágio, utilizando para isso a base teórica descrita nas seções anteriores.

O objetivo do estágio é colocar em prática os conhecimentos obtidos ao longo da graduação, bem como proporcionar experiência ao futuro profissional.

5.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O início das atividades ocorreu com a familiarização das normas utilizadas e, posteriormente com a elaboração de alguns projetos.

Na elaboração de projetos elétricos, é fundamental seguir as prescrições estabelecidas pelas normas da ABNT. Na Amadeu Projetos e Construções, as normas mais utilizadas são a NBR 5410 e a NBR 5413. Além destas normas citadas, também são utilizadas as Normas de Distribuição Unificada (NDU) da concessionária Energisa. Durante o estágio, os projetos acompanhados fizeram uso das normas listadas a seguir:

- NDU 001: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras;
- NDU 002: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária;
- NDU 003: Fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 unidades consumidoras;

A razão de utilizar as normas da concessionária local, em conjunto com as normas da ABNT, está no fato que previamente à execução, os projetos precisam ser aprovados pela concessionária e, posteriormente ligação à rede de distribuição.

5.2 EDIFÍCIO SOLAR VERONESE

O início das atividades de elaboração de projetos deu-se com a participação do estagiário na realização de parte do projeto elétrico do edifício residencial e comercial

da Fronteira Construções, Incorporações e Vendas LTDA, denominado SOLAR VERONESE. O edifício se situa na Rua Dr. Severino Ribeiro Cruz, s/n – Centro – Campina Grande – PB.

A edificação é composta por 31(trinta e um) pavimentos, sendo 01(um) Subsolo, 01(um) Pavimento Térreo, 01(um) Garagem Elevada, 01(um) Mezanino e 27(vinte e sete) Pavimentos Tipo – Totalizando 54(cinqüenta e quatro) apartamentos.

O início do projeto elétrico se dá pela análise das plantas baixas e cortes provenientes do projeto arquitetônico, que são desempenhados pela equipe de arquitetura. Esta análise em conjunto com as normas já citadas define a localização dos pontos de iluminação e de tomadas.

5.2.1 PONTOS DE TOMADA E DE ILUMINAÇÃO

A norma da ABNT 5410 estabelece as condições necessárias para a definição dos pontos de tomada e iluminação.

Como prática de projeto na empresa, o primeiro ambiente a ser projetado foi a cozinha e a área de serviço. A NBR 5410 determina que para estes ambientes, 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. Entretanto, para atender a especificação de projeto, que por sua vez atende às necessidades do cliente, foram instalados mais pontos do que o mínimo necessário.

No projeto de cada cômodo foi inserido ao menos um ponto de luz fixo no teto, com acendimento comandado por interruptor, de modo a seguir a prescrição da norma. Para cômodos com área maior que 6m^2 , como, por exemplo, a sala dos apartamentos, deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6m^2 , acrescida de 60 VA para cada aumento de 4m^2 inteiros.

A definição dos locais de utilização de aparelhos eletro-eletrônicos, tais como TV, computador, vídeo-game, DVD, entre outros, foi feita a partir da observação do leiaute dos apartamentos.

Foram previstas pontos de TUE nas 4 suítes, para ligação de chuveiros elétricos e dos condicionadores de ar.

5.2.2 DIVISÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

A edificação possui dois apartamentos por pavimento, sendo eles com o mesmo projeto arquitetônico e, conseqüentemente, elétrico. Assim, após a determinação dos pontos de luz e de tomada, juntamente com a quantidade, 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 exclusivos.

A divisão dos circuitos foi feita de acordo com as recomendações da NBR 5410 e de forma a se ter maior facilidade de manutenção, inspeção e execução das instalações. O QDL-TIPO alimenta quinze circuitos terminais, sendo: 2 (dois) de iluminação, 5 (cinco) de tomadas, 4 (quatro) de chuveiros e 4 (quatro) de ar-condicionado.

A divisão da iluminação em dois circuitos é uma forma de se evitar perda de toda a iluminação no caso de uma falta em algum ponto de luz. A divisão também foi necessária dada a arquitetura do apartamento e a disposição dos pontos de luz.

Assim, após o seccionamento em circuitos, foi elaborado o quadro de cargas para os apartamentos. 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 ar-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, 300 e 600 W, ar-condicionado de 900 W e chuveiros de 4500 W.

O dimensionamento dos condutores foi realizado pelo critério da máxima condução de corrente e da seção mínima exigida pela NBR 5410, já que as distâncias dos pontos de utilização aos quadros de distribuição são pequenas e as quedas de tensões serão irrelevantes. O dimensionamento 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 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, que ilustra o quadro de carga, com proteções respectivas de 20 A e 30 A.

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)					TOMADAS (W)					Número de Pontos	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CORRENTE (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	2x32	100	300	600	900	4,500	5,700								
QDL - TIPO	1	13									13	260	15	1.18	1.5	220	ILUMINAÇÃO	
	2	15									15	300	15	1.36	1.5	220	ILUMINAÇÃO	
	3				5	4					9	1,700	20	7.73	2.5	220	TOMADAS	
	4				2	1	1				4	1,100	20	5.00	2.5	220	TOMADAS	
	5				8	2					10	1,400	20	6.36	2.5	220	TOMADAS	
	6				10	3					13	1,900	20	8.64	2.5	220	TOMADAS	
	7				12	3					15	2,100	20	9.55	2.5	220	TOMADAS	
	8							1			1	900	20	4.09	2.5	220	AR CONDICIONADO	
	9							1			1	900	20	4.09	2.5	220	AR CONDICIONADO	
	10							1			1	900	20	4.09	2.5	220	AR CONDICIONADO	
	11							1			1	900	20	4.09	2.5	220	AR CONDICIONADO	
	12								1		1	4,500	30	20.45	6.0	220	CHUVERO	
	13								1		1	4,500	30	20.45	6.0	220	CHUVERO	
	14								1		1	4,500	30	20.45	6.0	220	CHUVERO	
	15								1		1	4,500	30	20.45	6.0	220	CHUVERO	
Soma	28	0	0	37	13	1	4	4	0	87	30,360	50	46.45	10.0	380			

Figura 3. Condomínio Residencial Solar Veronese: quadro de carga dos apartamentos

Para as instalações comuns do condomínio, foram elaborados quatro quadros de carga:

- QDC-1: iluminação do subsolo, térreo e garagem elevada;
- QDC-2: iluminação do salão de festas, salão de ginástica, de *halls* (mezanino, ante-câmara, pavimento tipo e serviço) e, tomadas do salão de festas, cozinha salão de festas, salão de ginástica e de jogos.
- QDC-3: iluminação e tomadas do alpendre da biblioteca.
- QDC-4: iluminação (guarita, brinquedoteca, sala, salão de *squash*, entrada, jardim, piscina, passagem, *playground*, pista de *Cooper*, quadra, entrada e saída da garagem), tomadas (brinquedoteca, espaço *gourmet*, guarita, sala de estar da portaria, chuveiro da sauna e motores dos portões).
- QGC: QDC`s, sauna, bomba de água da piscina, bomba da caixa de água e elevadores (1, 2 e 3).

Todos esses quadros são mostrados na Figura 4. O memorial descritivo do projeto do residencial Solar Veronese é apresentado no anexo. O projeto consiste no caminhamento e dimensionamento dos dutos e cabos, divisão dos circuitos, previsão da carga e diagrama unifilar de cada apartamento, localização dos sensores de presença para iluminação da garagem, iluminação externa, circuitos de serviço e entrada de alimentação do edifício.

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)			CARGA (w)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	100	300	900					
QDC 01	1.1		42				1,344	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO SUBSOLO
	1.2		38				1,216	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO SUBSOLO
	1.3		32				1,024	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO TÉRREO
	1.4		31				992	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO TÉRREO
	1.5		36				1,152	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO GAR. ELEVADA
	1.6		43				1,376	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO GAR. ELEVADA
Soma		0	222	0	0	0	7,104	50	10.0	220	

(a)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)			CARGA (w)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	100	300	900					
QDC 02	2.1	4					80	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO HALL MEZANINO
	2.2	31					620	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ANTE-CÂMARA
	2.3	31					620	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ESCADA
	2.4	31					620	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ESCADA
	2.5	27					540	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO HALL PAV. TIPO
	2.6	27					540	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO HALL PAV. TIPO
	2.7	42					840	15	1.5	220	ILUM. HALL SERVIÇO (1º-14º PAV.)
	2.8	42					840	15	1.5	220	ILUM. HALL SERVIÇO (15º-27º PAV.)
	2.9		11				352	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO SALÃO DE FESTAS
	2.10		12				384	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO SAL. GINÁSTICA/JOGOS
	2.11			4	2		1,000	20	2.5	220	TOMADAS SALÃO DE FESTAS
	2.12			3	2		900	20	2.5	220	TOMADAS COZ. SALÃO DE FESTAS
	2.13			2			200	20	2.5	220	TOMADAS HALL MEZANINO
	2.14			3	3		1,200	20	2.5	220	TOMADAS SALÃO DE GINÁSTICA
	2.15			2	2		800	20	2.5	220	TOMADAS SALÃO DE JOGOS
Soma		235	23	14	9	0	9,536	50	10.0	220	

(b)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)			Número	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	2x32	100	300	900						
QDC	1				ALIMENTAÇÃO QDC - 01			1	7,104	50	10.0	220	QDC - 01
	2				ALIMENTAÇÃO QDC - 02			1	9,536	50	10.0	220	QDC - 02
	3				ALIMENTAÇÃO QDC - 03			1	3,120	30	6.0	220	QDC - 03
	4				ALIMENTAÇÃO QDC - 04			1	16,186	40	6.0	380	QDC - 04
	5				ALIMENTAÇÃO SAUNA			1	5,000	30	6.0	220	SAUNA
	6				BOMBA PISCINA			1	3,067	25	2.5	220	BOMBA 3CV
	7				BOMBA ÁGUA			1	13,630	50	10.0	380	BOMBA 15 CV
	8				ELEVADOR 01			1	13,630	50	10.0	380	ELEVADOR 15CV
	9				ELEVADOR 02			1	13,630	50	10.0	380	ELEVADOR 15CV
	10				ELEVADOR 03			1	13,630	50	10.0	380	ELEVADOR 15CV
	Soma	0	0	0	0	0	10	98,533	125	50.0	380		

(c)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)			CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	2x32	100	300	300					
QDC 03	3.1	8					160	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ALPENDRE	
	3.2	8					160	15	1.5	220	ILUM. BIBLIOTECA/HOME THEATER	
	3.3				3	3	1,200	20	2.5	220	TOMADAS ALPENDRE	
	3.4				3	1	600	20	2.5	220	TOMADAS BIBLIOTECA	
	3.5				4	2	1,000	20	2.5	220	TOMADAS HOME THEATER	
	Soma	16	0	0	10	6	3,120	30	6.0	220		

(d)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)				TOMADAS (W)			CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	2x32	70	2x250	100	300	4,500					
	4.1	5						100	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO GUARITA	
	4.2	11						220	15	1.5	220	ILUM.BRINQUEDOTECA/GOURMET	
	4.3	5						100	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO SAUNAS	
	4.4		10					640	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO SALÃO DE SQUASH	
	4.5	2						40	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ENTRADA	
	4.6	2						40	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ENTRADA	
	4.7	4						80	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM	
	4.8	3						60	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM	
	4.9	4						80	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM	
	4.10	4						80	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM	
	4.11	6						120	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PISCINA	
	4.12	5						100	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PISCINA	
	4.13	5						100	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PASSAGEM	
	4.14	5						100	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PASSAGEM	
	4.15			1				70	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PLAYGROUND	
	4.16			1				70	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PLAYGROUND	
	4.17			4				280	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PISTA DE COOPER	
	4.18			4				280	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PISTA DE COOPER	
	4.19				2			1,000	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO QUADRA	
	4.20				2			1,000	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO QUADRA	
	4.21	2						40	15	1.5	220	ILUM ENTRADA/SAIDA GARAGEM	
	4.22	2						40	15	1.5	220	ILUM ENTRADA/SAIDA GARAGEM	
	4.23				1	3		1,000	20	2.5	220	TOMADAS BRINQUEDOTECA	
	4.24				1	3		1,000	20	2.5	220	TOMADAS ESPAÇO GOURMET	
	4.25				1	1		400	20	2.5	220	TOMADAS GUARITA	
	4.26				2	1		500	20	2.5	220	TOMADAS SALA DE ESTAR PORTARIA	
	4.27					1		4,500	30	6.0	220	CHUVEIRO SAUNA	
	4.28							2,073	20	2.5	220	MOTOR PORTÃO 2CV	
	4.29							2,073	20	2.5	220	MOTOR PORTÃO 2CV	
	Soma	65	10	10	4	5	8	16,186	40	6.0	380		

QDC 04

(e)

Figura 4. Condomínio Residencial Solar Veronese: quadros de carga

5.3 EDIFÍCIO RESIDENCIAL CRISTIANO LAURITZEN

A fase final do estágio foi a participação em parte do projeto elétrico do edifício residencial da Ourovel Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda, denominado RESIDENCIAL CRISTIANO LAURITZEN. O edifício se situa na Rua Desembargador Trindade, s/n – Centro – Campina Grande – PB.

A edificação é composta por 33(trinta e três) pavimentos, sendo 02(dois) Subsolos, 01(um) Pavimento Térreo, 01(um) Mezanino e 29(vinte e nove) Pavimentos Tipo – Totalizando 86(oitenta e seis) apartamentos.

O início do projeto elétrico se dá pela análise das plantas baixas e cortes provenientes do projeto arquitetônico, que são desempenhados pela equipe de arquitetura. Esta análise em conjunto com as normas já citadas define a localização dos pontos de tomadas e de iluminação.

5.3.1 DIVISÃO DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS

A divisão dos circuitos foi feita de acordo com as recomendações da NBR 5410 e de forma a se ter maior facilidade de manutenção, inspeção e execução das instalações. O projeto contempla cinco tipos de quadros de luz:

- QDL-TIPO 01, 02 e 03: alimentam onze circuitos terminais, sendo: 1 (um) de iluminação, 5 (cinco) de tomadas, 2 (dois) de chuveiros e 3 (três) de ar-condicionado.
- QDL-COBERTURA 01: alimenta quatorze circuitos terminais, sendo: 2 (dois) de iluminação, 6 (seis) de tomadas, 3 (três) de chuveiros e 3 (três) de ar-condicionado.
- QDL-COBERTURA 02: alimenta dezesseis circuitos terminais, sendo: 2 (dois) de iluminação, 6 (seis) de tomadas, 4 (quatro) de chuveiros e 4 (quatro) de ar-condicionado.

Todos esses quadros estão ilustrados na Figura 5.

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)				CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	100	300	600	900					
QDL - TIPO 01	1	19						380	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO
	2			4	3			1,300	20	2.5	220	TOMADAS
	3			3	1	1		1,200	20	2.5	220	TOMADAS
	4			9	2			1,500	20	2.5	220	TOMADAS
	5			4	1			700	20	2.5	220	TOMADAS
	6			11	2			1,700	20	2.5	220	TOMADAS
	7						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	8						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	9						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	10							4,500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	11							4,500	30	6.0	220	CHUVEIRO
Soma	19	0	31	9	1	3	2	18,480	40	6.0	380	

(a)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)				CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	100	300	600	900					
QDL - TIPO 02	1	18						360	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO
	2			4	3			1,300	20	2.5	220	TOMADAS
	3			2	1	1		1,100	20	2.5	220	TOMADAS
	4			8	2			1,400	20	2.5	220	TOMADAS
	5			5	2			1,100	20	2.5	220	TOMADAS
	6			11	2			1,700	20	2.5	220	TOMADAS
	7						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	8						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	9						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	10							4,500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	11							4,500	30	6.0	220	CHUVEIRO
Soma	18	0	30	10	1	3	2	18,660	40	6.0	380	

(b)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)					Número de Pontos	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	100	300	600	900	4.500						
QDL - TIPO 03	1	18							18	360	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO
	2			4	3				7	1.300	20	2.5	220	TOMADAS
	3			4	1	1			6	1.300	20	2.5	220	TOMADAS
	4			9	2				11	1.500	20	2.5	220	TOMADAS
	5			9	2				11	1.500	20	2.5	220	TOMADAS
	6			5	2				7	1.100	20	2.5	220	TOMADAS
	7						1		1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	8						1		1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	9						1		1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	10							1	1	4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	11								1	4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
Soma		18	0	31	10	1	3	2	65	18.760	40	6.0	380	

(c)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)					CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO	
		20	32	100	300	600	900	4.500						
QDL - COBERTURA 01	1	17								340	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO
	2	12								240	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO
	3			4	4					1.600	20	2.5	220	TOMADAS
	4			3	1	1				1.200	20	2.5	220	TOMADAS
	5			7	2					1.300	20	2.5	220	TOMADAS
	6			2	1					500	20	2.5	220	TOMADAS
	7			9	2					1.500	20	2.5	220	TOMADAS
	8			7	2					1.300	20	2.5	220	TOMADAS
	9						1			900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	10						1			900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	11						1			900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	12							1	1	4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	13								1	4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	14								1	4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
Soma		29	0	32	12	1	3	3	24.180	40	6.0	380		

(d)

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)				CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	100	300	600	900					
QDL - COBERTURA 02	1	16						320	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO
	2	14						280	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO
	3			4	3			1.300	20	2.5	220	TOMADAS
	4			4	1	1		1.300	20	2.5	220	TOMADAS
	5			4	1			700	20	2.5	220	TOMADAS
	6			3	1			600	20	2.5	220	TOMADAS
	7			7	2			1.300	20	2.5	220	TOMADAS
	8			8	2			1.400	20	2.5	220	TOMADAS
	9						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	10						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	11						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	12						1	900	20	2.5	220	AR CONDICIONADO
	13							4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	14							4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	15							4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
	16							4.500	30	6.0	220	CHUVEIRO
Soma		30	0	30	10	1	4	28.800	40	6.0	380	

(e)

Figura 5. Condomínio Residencial Cristiano Lauritzen: quadros de carga dos apartamentos

Para as instalações comuns do condomínio, foram elaborados três quadros de carga:

- QDC-1: iluminação da escada, iluminação de áreas de circulação, garagem subsolo e garagem do térreo;
- QDC-PORTARIA: iluminação do salão de festas, de *halls* entrada, do jardim externo e interno, quadras, interno da piscina, praças e, tomadas do salão de festas, copa salão de festas, apoio piscina e dos três motores dos portões.
- QDC-MEZANINO: iluminação e tomadas do salão de jogos, academia.
- QGC: QDC-01, QDC-PORTARIA, QDC-MEZANINO, sauna, bomba de água da piscina, bomba da caixa de água e elevadores (1, 2 e 3).

Todos esses quadros são mostrados na Figura 6. O memorial descritivo do projeto do residencial Cristiano Lauritzen é apresentado no anexo. O projeto consiste no caminhamento e dimensionamento dos dutos e cabos, divisão dos circuitos, previsão da carga e diagrama unifilar de cada apartamento, localização dos sensores de presença para iluminação da garagem, iluminação externa, circuitos de serviço e entrada de alimentação do edifício.

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO	ILUMINAÇÃO (W)					TOMADAS (W)					Número de Pontos	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	2x32	70	100	300	600	900	4.500								
QDC-01	1.1	32									32	640	15	1.5	220	LUMINAÇÃO ESCADA	
	1.2	32									32	640	15	1.5	220	LUMINAÇÃO ESCADA	
	1.3	32									32	640	15	1.5	220	LUMINAÇÃO ANTE CÂMARA (SUB02 - 14º PAV.)	
	1.4	32									32	640	15	1.5	220	LUMINAÇÃO ANTE CÂMARA (15º PAV. - COBERT.)	
	1.5	40									40	800	15	1.5	220	LUMINAÇÃO CIRCULAÇÃO (3º PAV. - 12º PAV.)	
	1.6	40									40	800	15	1.5	220	LUMINAÇÃO CIRCULAÇÃO (13º PAV. - 22º PAV.)	
	1.7	32									32	640	15	1.5	220	LUMINAÇÃO CIRCULAÇÃO (23º PAV. - COBERT.)	
	1.8	16									16	1,024	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 02	
	1.9	10									10	640	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 02	
	1.10	12									12	768	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 02	
	1.11	16									16	1,024	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 02	
	1.12	5									19	996	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 02	
	1.13	15									15	960	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 01	
	1.14	10									10	640	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 01	
	1.15	12									12	768	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 01	
	1.16	16									16	1,024	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 01	
	1.17	2									16	936	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM SUBSOLO 01	
	1.18	14									14	896	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM TERREO	
	1.19	14									14	896	15	1.5	220	LUMINAÇÃO GARAGEM TERREO	
Soma	247	163	0	0	0	0	0	0	0	410	15,372	40	6.0	380			

(a)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO	ILUMINAÇÃO (W)		TOMADAS (W)					Número de Pontos	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	100	300	600	900	4.500						
QDC	1			ALIMENTAÇÃO DO QDC-01					1	15,372	40	6.0	380	QDC-01
	2			ALIMENTAÇÃO DO QDC-PORTARIA					1	13,627	40	6.0	380	QDC-PORTARIA
	3			ALIMENTAÇÃO DO QDC-MEZANINO					1	5,800	50	10.0	220	QDC-MEZANINO
	4			SAUNA					1	5,000	30	6.0	380	SAUNA
	5			HIDROMASSAGEM					1	5,000	30	6.0	380	HIDROMASSAGEM
	6			MOTOR BOMBA					1	9,684	40	10.0	380	BOMBA 10 CV
	7			ELEVADOR 01					1	9,684	50	10.0	380	ELEVADOR 10 CV
	8			ELEVADOR 02					1	9,684	50	10.0	380	ELEVADOR 10 CV
	9			ELEVADOR 03					1	9,684	50	10.0	380	ELEVADOR 10 CV
Soma	0	0	0	0	0	0	0	0	83,535	125	50.0	380		

(b)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			400	TOMADAS (W)				CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	2X32		100	300	600	900					
	2.1			4					256	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO HALL DE ENTRADA	
	2.2	5	4						228	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO CONTROLE/ADMINISTRAÇÃO	
	2.3	14	7						504	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO CIRCULAÇÃO/SAUNA/WCs	
	2.4		2	9					640	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO SALÃO DE FESTAS	
	2.5	5							100	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO APOIO PISCINA	
	2.6				3	1			600	20	2.5	220	TOMADAS CONTROLE	
	2.7				3	2			900	20	2.5	220	TOMADAS ADMINISTRAÇÃO	
	2.8				4	2			1.000	20	2.5	220	TOMADAS SALÃO DE FESTAS	
	2.9				4	4			1.600	20	2.5	220	TOMADAS COPA SALÃO DE FESTAS	
	2.10				2	1			500	20	2.5	220	TOMADAS APOIO PISCINA	
	2.11	3							60	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ACESSO GARAGEM	
	2.12	3							60	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ACESSO GARAGEM	
	2.13	8							160	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM EXTERNO	
	2.14	7							140	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM EXTERNO	
	2.15	10							200	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ACESSO PEDESTRES	
	2.16	3							60	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO HALL	
	2.17	4							80	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM INTERNO PLAYGROUND	
	2.18	3							60	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM INTERNO PLAYGROUND	
	2.19	4							80	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO PRAÇA	
	2.20	3							60	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM INTERNO PISCINA	
	2.21	2							40	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO JARDIM INTERNO PISCINA	
	2.22	4							80	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ACESSO DECK	
	2.23				2				800	15	2.5	220	ILUMINAÇÃO QUADRAS	
	2.24				2				800	15	2.5	220	ILUMINAÇÃO QUADRAS	
	2.25				1				400	15	2.5	220	ILUMINAÇÃO QUADRAS	
	2.26				2				800	15	2.5	220	ILUMINAÇÃO QUADRAS	
	2.27				Motor Portão 01				2.073	20	2.5	220	MOTOR PORTÃO 2CV	
	2.28				Motor Portão 02				2.073	20	2.5	220	MOTOR PORTÃO 2CV	
	2.29				Motor Portão 03				2.073	20	2.5	220	MOTOR PORTÃO 2CV	
	Soma	78	13	13	16	10	0	0	16.427	40	6.0	380		

QDC-PORTARIA

(c)

QUADRO DE CARGAS

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)			Número de Pontos	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm ²	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32		100	300	600						
QDC-MEZANINO	3.1	18					18	360	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO CINE/CIRCULAÇÃO/CYBER	
	3.2	17			6	2	17	340	15	1.5	220	ILUMINAÇÃO ACADEMIA/KIDS/SAL. JOGOS	
	3.3					4		8	1,200	20	2.5	220	TOMADAS CINE
	3.4					4		4	1,200	20	2.5	220	TOMADAS CYBER
	3.5				2	2		4	800	20	2.5	220	TOMADAS SALÃO DE JOGOS
	3.6				3	1		4	600	20	2.5	220	TOMADAS KIDS CLUB
	3.7				4	3		7	1,300	20	2.5	220	TOMADAS ACADEMIA
	Soma	35	0	15	12	0	62	5,800	50	10.0	220		

(p)

Figura 6. Condomínio Residencial Cristiano Lauritzen: quadros de carga do condomínio

6 CONCLUSÃO

As atividades realizadas durante o estágio foram válidas tanto pelo aspecto técnico quanto pela experiência de trabalho numa empresa, com engenheiros, arquitetos, desenhistas, com a grande diversidade cultural, uma oportunidade de ganhar segurança e comprovar a competência técnica adquirida na universidade.

Ficou claro também que, na área de projetos elétricos, além dos conhecimentos técnicos, a experiência e o conhecimento dos produtos disponíveis no mercado e de suas características são de extrema necessidade para elaboração dos projetos, forçando o profissional a está sempre atualizado.

Outro ponto importante é o uso da ferramenta AutoCAD. Atualmente, é o *software* para desenho mais utilizado e é de grande importância na elaboração de projetos elétricos. Não temos, ao longo do curso, contato com esse programa e isso se torna mais uma dificuldade a mais na elaboração de um projeto.

BIBLIOGRAFIA

CAVALIN, G.; CERVELIN, S. **Instalações Elétricas Prediais**. 14ª. ed. São Paulo: Erica, 2006.

COSTA, E. G.; D., M. V. **Guia Experimental de Fotometria**. UFCG. Campina Grande. 2008.

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

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

ENERGISA. **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**. Sistema Cataguases. Leopoldina. 2006.

FILHO, D. L. L. **Projetos de Instalações Elétricas Prediais**. 6ª. ed. São Paulo: Erica, 2001.

FILHO, J. M. **Instalações Elétricas Industriais**. 6ª. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

TÉCNICAS, A. B. D. N. **NBR 5413: Iluminância de Interiores**. ABNT. Rio de Janeiro, p. 13p. 1992.

TÉCNICAS, A. B. D. N. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. ABNT. Rio de Janeiro, p. 209 p. 2004.

ANEXO A – MEMORIAL DESCRITIVO DO RESIDENCIAL SOLAR VERONESE

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

INTERESSADO: Fronteira Construções, Incorporações e Vendas Ltda.

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: Projeto elétrico de um condomínio residencial, denominado SOLAR VERONESE, com 31(trinta e um) pavimentos, sendo 01(um) Subsolo, 01(um) Pavimento Térreo, 01(um) Garagem Elevada, 01(um) Mezanino e 27(vinte e sete) Pavimentos Tipo - totalizando 54(cinquenta 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.

1.1.2 - Medição:

A medição será feita na baixa tensão, localizada no Pav. Térreo, 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 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.

2.1 - 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 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.

2.2 - 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 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.

2.5 - 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 – Eletrocalhas

Serão utilizadas eletrocalhas na saída dos quadros de medição, do tipo perfurada de 600x75x3000mm, e na saída do Quadro de distribuição do Condomínio, do tipo perfurada de 200x75x3000mm, em chapa #16, pré zincada de fab. MOPA, MEGA ou CEMAR.

3.1.7 – Leitos

Serão utilizados leitos para cabos tipo médio nas medidas de 1.200x100x3.000mm, 800x100x3.000mm e 400x100x3.000mm. Na

saída dos quadros de medição e na prumada elétrica, de fab. MOPA, MEGA ou CEMAR.

3.1.8 - 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.

3.2 - 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 27 (vinte e sete) medidores trifásicos, cada, responsáveis pela medição dos apartamentos.

A medição do condomínio será instalada em caixa individual tipo CM-7.

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 no subsolo do edifício, sendo interligada à caixa de equalização do SPDA.

Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra em dois cabos de cobre nu 50 mm² e haste de terra cooperweld de 5/8” x 2,40m, os quais fornecerão uma resistência inferior a 10 ohms.

Na malha geral de terra, serão utilizados dois cabos de cobre nu de 50 mm² para interligação das hastes, e dois cabos de cobre isolado 50 mm² para interligação com o quadro geral de entrada.

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 - 50 mm² para fase, 35 mm² para neutro e 25 mm² para terra.

Para o quadro de medição 02, será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV - 50 mm² para fase, 35 mm² para neutro e 25 mm² para terra.

Para o quadro de medição do condomínio, será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV - 50 mm² para fase, 35 mm² para o neutro e para o 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 - 95 mm² - 02(dois) condutores por fase e EPR0,6/1,0kV - 50 mm² - 02(dois) condutores para o neutro.

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.

1.3 Demanda dos Apartamentos Tipo (D1)

- 54 (cinquenta e quatro) apartamentos tipo com área útil de 148,50 m²

Portanto a área média é 148,50 m²

2.

3. D1=(f x a)

4. D1=(37,58 x 3,10) = 116,50 kW

1.4 Demanda do Condomínio (D2)

- **Iluminação e tomadas em geral**

Iluminação = 17.500 W

Tomadas = 9.800W

17.500 + 9.800 = 27.300 W

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

= 27.300 x 0,86 = 23,48 kW

- **Motores**

- **Monofásicos**

2 x 2,0 CV

$$2 \times 1,71 \times 0,85 = \boxed{2,91 \text{ kW}}$$

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

$$1 \times 2,24 \times 0,96 = \boxed{2,15 \text{ kW}}$$

- **Trifásicos**

$$4 \times 15,0 \text{ CV}$$

$$4 \times 10,48 \times 0,91 = \boxed{38,15 \text{ kW}}$$

$$1.5 \quad \mathbf{D2 = 23,48 + 2,91 + 2,15 + 38,15 = \underline{66,69 \text{ kW}}}$$

Cabo escolhido = EPR 50 mm² para as fases, EPR 35 mm² para o neutro e
EPR 25 mm² para terra.

Disjuntor geral escolhido = 125 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 100 mm

$$\mathbf{DEMANDA \text{ TOTAL PREVISTA} = D_T = D_1 + D_2 = 116,50 + 66,69 = 183,19 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{DEMANDA \text{ TOTAL PREVISTA} =====> \boxed{183,19 \text{ kW}}}$$

Cabo escolhido = EPR 95 mm² – 02(dois) condutores por fase e EPR 50 mm² –
02(dois) condutores para o neutro.

Disjuntor geral escolhido = 350 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 2 x 100 mm

Barramento de cobre seção transversal = 4,76 x 63,50mm

Aterramento em 02(dois) cabos de cobre nu 50 mm²

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

1.6 Demanda dos Quadros de Medição 01 e 02

- 27(vinte e sete) apartamentos tipo com área útil de 148,50 m²

$$5. \mathbf{DQM1e2 = (f \times a)}$$

$$6. \mathbf{DQM1e2 = (21,67 \times 3,10) = \underline{67,18 \text{ kW}}}$$

Cabo escolhido = EPR 50 mm² para as fases e EPR 35 mm² para neutro e
EPR 25 mm² terra

Disjuntor geral escolhido = 125 A

Eletroduto escolhido= Aço Galv. 100 mm

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

1.7 Demanda Individual do Apartamento Tipo

- ***Iluminação e tomadas em geral***

Lâmpadas = 560 W

Tomadas = 8.500 W

560 + 8.500 = 9.060 W; FD = 0,27 (tab. 02 – NDU 001)

= 9.060 x 0,27 = **2,45 kW**

- **Chuveiros / Aquecedores**
Chuveiros (04 unidades) = 18.000 W
FD = 0,66 (tab. 03 – NDU 001)
= 18.000 x 0,66 = **11,88 kW**
- **Ar Condicionado**
Ar-condicionado (04 unidades) = 3.600W
FD = 0,78 (tab. 07 – NDU 001)
= 3.600 x 0,78 = **2,81 kW**

Demanda do apartamento Tipo = 2,45 + 11,88 + 2,81 = 17,14 kW

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

5. CDC EXISTENTE:

4/227280-5

6. PREVISÃO DE LIGAÇÃO:

Dezembro de 2015

7. PADRÃO DE ENTRADA:

- Entrada tipo : Subterrânea
- Eletroduto : Aço Galv. 2 x 100mm
- Cabo : EPR 0,6/1,0kV - 95 mm² - 02(dois) condutores por fase
e EPR0,6/1,0kV - 50 mm² – 02(dois) condutores para o neutro.
- Proteção : Disjuntor tripolar de 350 A.
- Aterramento : 08 (oito) Hastes de terra cobreada 5/8"x 2,40m
02(dois) Cabos de cobre nu 50 mm²

8. E-MAIL DO CONTRATANTE:

fronteiraengenharia@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 CRISTIANO LAURITZEN

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

INTERESSADO: Ourovel Construções e Empreendimentos Imobiliários Ltda.

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: Projeto elétrico de um condomínio residencial, denominado RESIDENCIAL CRISTIANO LAURITZEN, com 33 (trinta e três) pavimentos, sendo 02(dois) Subsolos, 01(um) Pavimento Térreo, 01(um) Mezanino e 29(vinte e nove) Pavimentos Tipo - totalizando 86(oitenta e seis) apartamentos.

7. 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 Subsolo 02, pois o mesmo possui ventilação e iluminação natural.

1.4 - Circuitos e Quadros:

1.3.2 - Circuitos de Alimentação e Quadro Geral.

Do quadro geral de entrada serão alimentados os quadros de medição de onde 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.

1.5 - 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.

1.6 - 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 $1,5\text{mm}^2$ para distribuição de circuitos, $2,5\text{mm}^2$ para equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e $6,0\text{mm}^2$ 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 $\frac{1}{2}$ ".

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.

2.6 - 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.

4. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS :

3.2 - 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 4mm^2 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 4mm^2 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.

3.1.7 – Leitos

Serão utilizados leitos para cabos tipo médio nas medidas de 1.200x100x3.000mm, 800x100x3.000mm e 400x100x3.000mm. Na saída do quadros de medição e na prumada elétrica, de fab. MOPA, MEGA ou CEMAR.

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 termomagnéticos e dispositivos “DR”, de fabricação Siemens, Pial ou similar.

3.3 - Medição:

A medição será feita individualmente na baixa tensão obedecendo as nomenclaturas, normas e recomendações da ENERGISA. Serão utilizados 02(dois) conjuntos de medição, sendo, 01(um) para 48(quarenta e oito) e 01(um) para 38(trinta e oito) medidores trifásicos responsáveis pela medição dos apartamentos.

A medição do condomínio será instalada na subestação, em caixa individual tipo CM-7.

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 no Subsolo-02 do edifício, sendo interligada à caixa de equalização do SPDA.

Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra em dois cabos de cobre nu 70 mm² e haste de terra cooperweld de 5/8" x 2,40m, os quais fornecerão uma resistência inferior a 10 ohms.

Na malha da entrada de energia, serão utilizados dois cabos de cobre nu de 70 mm² para interligação das hastes, e dois cabos de cobre isolado 70 mm² para interligação com o quadro geral de entrada.

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

Para aterramento do Quadro de Medição, serão instaladas 06 (seis) hastes de terra copperweld 5/8" x 2,40 m (254 microns).

3.4 - Ligação dos Quadros de Medição

Para os quadros de medição 01 e 02, serão feitas por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV - 70 mm² para as fases, e 35 mm² para o neutro e o 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 - 120 mm² - 02(dois) condutores por fase e EPR0,6/1,0kV - 70 mm² - 02(dois) condutores para o neutro.

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.

1.8 Demanda dos Apartamentos Tipo (D1)

- 86 (oitenta e seis) apartamentos tipo, sendo:
- 28(vinte e oito) apartamentos tipo com área útil de 118,32 m²
- 20(vinte) apartamentos tipo com área útil de 114,22 m²
- 08(oito) apartamentos tipo com área útil de 115,50 m²
- 27(vinte e sete) apartamentos tipo com área útil de 124,78 m²
- 01(um) apartamentos tipo com área útil de 125,03 m²
- 01(um) apartamento cobertura com área útil de 164,83 m²

- 01(um) apartamento cobertura com área útil de 206,42 m²

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(28 \times 118,32) + (20 \times 114,22) + (08 \times 115,50) + (27 \times 124,78) + (01 \times 125,03) + (01 \times 164,83) + (01 \times 206,42)}{28 + 20 + 08 + 27 + 01 + 01 + 01} =$$

$$= \frac{3.312,96 + 2.284,44 + 924,00 + 3.369,06 + 125,03 + 164,83 + 206,42}{86} = 120,78 \text{ m}^2$$

Portanto a área média é **120,78 m²**

8.

9. D1=(f x a)

10. D1=(55,50 x 2,73) = 151,52 kW

1.9 Demanda do Condomínio (D2)

- **Iluminação e tomadas em geral**

Iluminação = 21.680 W

Tomadas = 9.700W

21.680 + 9.700 = 31.380 W

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

= 31.380 x 0,86 = **26,97 kW**

- **Sauna**

Potência = 5.000 W; FD = 1

Demanda = **5,00 kW**

- **Hidromassagem**

Potência = 5.000 W; FD = 1

Demanda = **5,00 kW**

- **Motores**

- **Monofásicos**

3 x 2,0 CV

3 x 1,71 x 0,85 = **4,36 kW**

- **Trifásicos**

4 x 10,0 CV

4 x 7,53 x 0,90 = **27,11 kW**

$$1.10 \quad D2 = 26,97 + 5,00 + 5,00 + 4,36 + 27,11 = \underline{68,44 \text{ kW}}$$

Cabo escolhido = EPR 50 mm² para as fases e EPR 35 mm² para o neutro e para o terra.

Disjuntor geral escolhido = 125 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 100 mm

$$\text{DEMANDA TOTAL PREVISTA} = D_T = D1 + D2 = 151,52 + 68,44 = 219,96 \text{ kW}$$

$$\text{DEMANDA TOTAL PREVISTA} = \text{=====} \rightarrow \underline{219,96 \text{ kW}}$$

Cabo escolhido = EPR 120 mm² – 02(dois) condutores por fase e EPR 70 mm² – 02(dois) Disjuntor geral escolhido = 400 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 2 x 100 mm

Barramento de cobre seção transversal = 4,76 x 69,85mm

Aterramento em 02(dois) cabos de cobre nu 70 mm²

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

1.11 Demanda dos Quadros de Medição 01

- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de 118,32 m²
- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de 114,22 m²
- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de 124,78 m²

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(16 \times 118,32) + (16 \times 114,22) + (16 \times 124,78)}{16 + 16 + 16} = \frac{1.893,12 + 1.827,52 + 1.996,48}{48} = \underline{119,11 \text{ m}^2}$$

Portanto a área média é $\underline{119,11 \text{ m}^2}$

11.

$$12. \text{ DQM01} = (f \times a)$$

$$13. \text{ DQM01} = (34,22 \times 2,54) = \underline{86,92 \text{ kW}}$$

Cabo escolhido = EPR 70 mm² para as fases e EPR 35 mm² para o neutro e o terra

Disjuntor geral escolhido = 150 A

Eletroduto escolhido= Aço Galv. 100 mm

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

1.12

1.13 Demanda dos Quadros de Medição 02

- 12 (doze) apartamentos tipo com área útil de 118,32 m²
- 04(quatro) apartamentos tipo com área útil de 114,22 m²
- 08(oito) apartamentos tipo com área útil de 115,50 m²

- 11(onze) apartamentos tipo com área útil de 124,78 m²
- 01(um) apartamentos tipo com área útil de 125,03 m²
- 01(um) apartamento cobertura com área útil de 164,83 m²
- 01(um) apartamento cobertura com área útil de 206,42 m²

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(12 \times 118,32) + (04 \times 114,22) + (08 \times 115,50) + (11 \times 124,78) + (01 \times 125,03) + (01 \times 164,83) + (01 \times 206,42)}{12 + 04 + 08 + 11 + 01 + 01 + 01} =$$

$$= \frac{1.419,84 + 456,88 + 924,00 + 1.372,58 + 125,03 + 164,83 + 206,42}{38} = 122,88 \text{ m}^2$$

Portanto a área média é **122,88 m²**

14.

15. DQM02 = (f x a)

16. DQM02 = (28,31 x 2,73) = 77,29 kW

Cabo escolhido = EPR 70 mm² para as fases e EPR 35 mm² para o neutro e o terra

Disjuntor geral escolhido = 150 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 100 mm

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

1.14 Demanda Individual do Apartamento Tipo 01

- **Iluminação e tomadas em geral**
Lâmpadas = 380 W
Tomadas = 6.400 W
380 + 6.400 = 6.780 W; FD = 0,40 (tab. 02 – NDU 001)
= 6.780 x 0,40 = **2,71 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 (03 unidades) = 2.700W
FD = 0,82 (tab. 07 – NDU 001)
= 2.700 x 0,82 = **2,21 kW**

Demanda do apartamento Tipo 01 = 2,71 + 6,75 + 2,21 = 11,67 kW

Demanda do apartamento Tipo 01 em kVA (fd=0,92) = 11,67/0,92 = 12,68 kVA

Categoria T1

Cabo escolhido = 6 mm²

Disjuntor escolhido = 40 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

1.15

1.16 **Demanda Individual do Apartamento Tipo 02**

- **Iluminação e tomadas em geral**
Lâmpadas = 360 W
Tomadas = 6.600 W
 $360 + 6.600 = 6.960 \text{ W}$; $FD = 0,40$ (tab. 02 – NDU 001)
 $= 6.960 \times 0,40 = \mathbf{2,78 \text{ kW}}$
- **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 (03 unidades) = 2.700W
 $FD = 0,82$ (tab. 07 – NDU 001)
 $= 2.700 \times 0,82 = \mathbf{2,21 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 02= $2,78 + 6,75 + 2,21 = \mathbf{11,74 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 02 em kVA ($fd=0,92$) = $11,67/0,92 = \mathbf{12,76 \text{ kVA}}$

Categoria T1

Cabo escolhido = 6 mm²

Disjuntor escolhido = 40 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

1.17 **Demanda Individual do Apartamento Tipo 03**

- **Iluminação e tomadas em geral**
Lâmpadas = 360 W
Tomadas = 6.700 W
 $360 + 6.700 = 7.060 \text{ W}$; $FD = 0,35$ (tab. 02 – NDU 001)
 $= 7.060 \times 0,35 = \mathbf{2,47 \text{ kW}}$
- **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 (03 unidades) = 2.700W
 $FD = 0,82$ (tab. 07 – NDU 001)
 $= 2.700 \times 0,82 = \mathbf{2,21 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 03= $2,47 + 6,75 + 2,21 = \mathbf{11,43 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Tipo 03 em kVA ($fd=0,92$) = $11,43/0,92 = \mathbf{12,42 \text{ kVA}}$

Categoria T1

Cabo escolhido = 6 mm²

Disjuntor escolhido = 40 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

1.18 **Demanda Individual do Apartamento Cobertura 01**

- **Iluminação e tomadas em geral**
Lâmpadas = 580 W

Tomadas = 7.400 W
 $580 + 7.400 = 7.980 \text{ W}$; $FD = 0,35$ (tab. 02 – NDU 001)
 $= 7.980 \times 0,35 = \mathbf{2,79 \text{ kW}}$

- **Chuveiros / Aquecedores**
 Chuveiros (03 unidades) = 13.500 W
 $FD = 0,70$ (tab. 03 – NDU 001)
 $= 13.500 \times 0,70 = \mathbf{9,45 \text{ kW}}$
- **Ar Condicionado**
 Ar-condicionado (03 unidades) = 2.700W
 $FD = 0,82$ (tab. 07 – NDU 001)
 $= 2.700 \times 0,82 = \mathbf{2,21 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Cobertura 01 = $2,79 + 9,45 + 2,21 = \mathbf{14,45 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Cobertura 01 em kVA ($fd=0,92$) = $14,45/0,92 = \mathbf{15,71 \text{ kVA}}$

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

1.19 Demanda Individual do Apartamento Cobertura 02

- **Iluminação e tomadas em geral**
 Lâmpadas = 600 W
 Tomadas = 6.600 W
 $600 + 6.600 = 7.200 \text{ W}$; $FD = 0,35$ (tab. 02 – NDU 001)
 $= 7.200 \times 0,35 = \mathbf{2,52 \text{ kW}}$
- **Chuveiros / Aquecedores**
 Chuveiros (04 unidades) = 18.000 W
 $FD = 0,66$ (tab. 03 – NDU 001)
 $= 18.000 \times 0,66 = \mathbf{11,88 \text{ kW}}$
- **Ar Condicionado**
 Ar-condicionado (04 unidades) = 3.600W
 $FD = 0,78$ (tab. 07 – NDU 001)
 $= 3.600 \times 0,82 = \mathbf{2,95 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Cobertura 02 = $2,52 + 11,88 + 2,95 = \mathbf{17,35 \text{ kW}}$

Demanda do apartamento Cobertura 02 em kVA ($fd=0,92$) = $17,35/0,92 = \mathbf{18,86 \text{ kVA}}$

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

5. CDC EXISTENTE:

4/229174-8

6. PREVISÃO DE LIGAÇÃO:

Maio de 2015

7. PADRÃO DE ENTRADA:

- Entrada tipo : Subterrânea
- Eletroduto : Aço Galv. 2 x 100mm
- Cabo : EPR 0,6/1,0kV - 120 mm² - 02(dois) condutores por fase
e EPR0,6/1,0kV - 70 mm² – 02(dois) condutores para o neutro.
- Proteção : Disjuntor tripolar de 400 A.
- Aterramento : 06 (seis) Hastes de terra cobreada 5/8"x 2,40m
02(dois) Cabos de cobre nu 70 mm²

8. E-MAIL DO CONTRATANTE:

katyuska@jarconstrucoes.com.br

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