



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E  
INFORMÁTICA  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA



# RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Empresa: Álamo Engenharia Ltda.

Aluno: Gustavo Pereira Soares

Professor Orientador: Genoilton João de C. Almeida

Campina Grande

Dezembro 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de Estágio apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.*

Campina Grande

Dezembro 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Data da aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA

---

Genoilton João de C. Almeida

UFCG

Orientador

---

Professor Convidado

UFCG

Avaliador

Campina Grande

Dezembro 2010

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, coragem e bênçãos alcançadas durante esta caminhada.

Ao professor Genoilton, pela oportunidade e orientação deste trabalho.

Ao Engenheiro Jovone Gomes por compartilhar sua experiência e sabedoria.

A minha namorada Priscilla, que mesmo a distância, soube me incentivar e apoiar em todos os momentos.

Aos meus pais Manoel e Celma pelo apoio sempre constante e principalmente pela compreensão da ausência sentida devido aos vários anos em que estive fora.

As minhas irmãs Manoela e Marcela que souberam ao seu jeito estar ao meu lado, sempre dando carinho e afeto.

Aos meus colegas de curso que estiveram comigo nessa dura caminhada.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. A EMPRESA.....	1
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	2
3.1. COMPONENTES DO PROJETO ELÉTRICO.....	2
3.1.1. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	2
3.1.2. CARTA DE SOLICITAÇÃO DE APROVAÇÃO À CONCESSIONÁRIA.....	2
3.1.3. MEMORIAL DE CÁLCULO.....	2
3.1.4. PLANTA BAIXA DO PROJETO ELÉTRICO.....	2
3.1.5. LISTA DE MATERIAL.....	2
3.1.6. MEMORIAL DESCRITIVO.....	2
3.2. PREVISÃO DE CARGA.....	3
3.2.1. CARGA DE ILUMINAÇÃO.....	3
3.2.1.1. CONDIÇÕES GERAIS.....	3
3.2.2. CARGA DE TOMADAS DE USO GERAL.....	3
3.2.3. CARGA DE TOMADAS DE USO ESPECÍFICO.....	4
3.3. ELABORAÇÃO DOS CIRCUITOS TERMINAIS E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES.....	4
3.3.1. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA.....	5
3.3.1.1. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR FASE.....	6
3.3.1.2. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR NEUTRO.....	6
3.3.1.3. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO.....	6
3.3.2. CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE.....	7
3.3.3. CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO.....	8
3.3.3.1. QUEDA DE TENSÃO EM SISTEMA MONOFÁSICO.....	8
3.3.3.2. QUEDA DE TENSÃO EM SISTEMA TRIFÁSICO.....	8
3.4. DEMANDA DE ENERGIA DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	9
3.5. DIMENSIONAMENTO DE DUTOS.....	10
3.5.1. PRESCRIÇÕES GERAIS.....	10
3.5.2. ELETRODUTOS.....	10
3.6. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO.....	11
3.6.1. DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO.....	12

4. SOFTWARES UTILIZADOS.....	12
5. O ESTÁGIO.....	13
5.1. PROJETOS ELABORADOS.....	13
5.2. PROJETO RESIDENCIAL.....	13
5.3. PROJETO DE UMA SUBESTAÇÃO.....	15
5.3.1. CÁLCULO DA DEMANDA.....	16
5.3.2. MEDIÇÃO.....	18
5.3.3. PROTEÇÃO.....	19
5.3.4. ALIMENTADORES.....	20
5.3.5. DOCUMENTOS ENTREGUES A CONCESSIONÁRIA.....	20
6. CONCLUSÃO.....	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
ANEXO 01.....	22
ANEXO 02.....	23
ANEXO 03.....	24
ANEXO 04.....	25
ANEXO 05.....	27
ANEXO 06.....	29
ANEXO 07.....	34

## **1. INTRODUÇÃO**

O Estágio Integrado foi realizado na empresa Álamo Engenharia Ltda, no período de 21 de julho de 2010 a 03 de dezembro de 2010, totalizando mais de 660 horas necessárias para a conclusão de mesmo.

A empresa concedente do estágio elabora projetos elétricos residenciais, prediais, industriais, como também projeto de combate a incêndio e consultoria. Todos os projetos são elaborados com base nas normas técnicas brasileiras - ABNT e nas normas da concessionária de energia elétrica Eletrobrás Distribuição Piauí.

Este relatório tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas durante o estágio.

## **2. A EMPRESA**

A empresa Álamo Engenharia Ltda está fazendo no mês de dezembro de 2010 dez anos de fundação, conseguindo neste tempo, tornar-se umas das principais empresas de elaboração e execução de projetos elétricos no Estado do Piauí, tendo como diretor e proprietário o engenheiro eletricitista Jovone Gomes.

A empresa é composta por engenheiros eletricitistas, civis, e desenhistas que trabalham em conjunto no intuito de realizar projetos cada vez bem elaborados e modernos.

Os clientes pertencem tanto ao setor público como privado, dentre os quais podemos citar:

- Prefeitura Municipal de Teresina;
- Governo do Estado do Piauí;
- Comercial Carvalho;
- Engecopi Material de Construções;
- Grupo Arrey;
- Grupo R. Damásio;
- Nova Engenharia;
- Construtora Bentacon;
- Construtora Decta.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. COMPONENTES DO PROJETO ELÉTRICO**

O projeto elétrico é constituído de alguns documentos e plantas. Para que o projeto seja executado de maneira correta e adequada, alguns documentos são entregues a Concessionária.

Depois de avaliar o projeto, a Concessionária dá o seu parecer, se aprovado, o mesmo está liberado para a execução. Os documentos presentes em um projeto elétrico são:

##### **3.1.1. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA**

Anotação de Responsabilidade Técnica é o registro de contrato (verbal ou escrito) entre o profissional e seu cliente, definindo obrigações contratuais e identifica os responsáveis pelos empreendimentos relativos à área tecnológica.

##### **3.1.2. CARTA DE SOLICITAÇÃO DE APROVAÇÃO À CONCESSIONÁRIA**

Carta de Solicitação de Aprovação à Concessionária como o próprio nome diz é um documento bem simplificado pedindo a aprovação do projeto.

##### **3.1.3. MEMORIAL DE CÁLCULO**

No Memorial de Cálculo encontra-se o dimensionamento dos condutores, dutos, proteção e demanda.

##### **3.1.4. PLANTA BAIXA DO PROJETO ELÉTRICO**

Na planta Baixa do Projeto Elétrico é disposto o local onde se deve inserir as tomadas, eletrocalhas, condutores, quadros, luminárias, etc. no projeto levando-se em conta as normas técnicas.

##### **3.1.5. LISTA DE MATERIAL**

Na Lista de Material encontram-se os materiais que serão utilizados na execução do mesmo, especificando sua quantidade e unidade utilizada na sua compra (quilo, metro, etc.).

##### **3.1.6. MEMORIAL DESCRITIVO**

No Memorial Descritivo encontram-se informações do projeto, como localização, normas e proteções utilizadas, descrevendo-se o que será realizado.

## **3.2. PREVISÃO DE CARGA**

A previsão de carga de uma instalação deve ser feita obedecendo-se às prescrições citadas na norma NBR 5410 que estabelece as condições necessárias para determinação da potência da carga instalada, quantidade e localização das tomadas e luminárias na instalação em baixa tensão.

Devido sua importância pode ser dividido em três sub-itens, carga de iluminação, carga de tomadas de uso geral e carga de tomadas de uso específico.

### **3.2.1. CARGA DE ILUMINAÇÃO**

A carga de iluminação deve ser determinada como resultado da aplicação da NBR 5413. Nesta norma o fator determinante para estabelecer a iluminância adequada é característica da tarefa e do observador levando em considerações a idade, velocidade e precisão, refletância do fundo da tarefa.

#### **3.2.1.1. CONDIÇÕES GERAIS**

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. Em unidade residencial, como alternativa, para a determinação das cargas de iluminação, pode ser adotado o seguinte critério:

1. Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6m<sup>2</sup>, deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA.
2. Em cômodos ou dependências com área superior a 6m<sup>2</sup>, deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6m<sup>2</sup>, acrescida de 60 VA para cada aumento de 4m<sup>2</sup> inteiros.

#### **3.2.2. CARGA DE TOMADAS DE USO GERAL**

A carga de tomadas de uso geral é dada pela quantidade de tomadas a serem instaladas. A norma NBR 5410 estabelece os critérios para a locação correta do mesmo, sendo eles:

1. Em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada junto ao lavatório;
2. Em cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada a cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada com largura igual ou superior a 0,30m, deve ser previstas pelo menos uma tomada;
3. Em halls, corredores, subsolos, garagens, sótãos e varandas, pelo menos uma entrada;

4. Nos demais cômodos e dependências, se a área for igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>, pelo menos uma tomada; se a área for superior a 6 m<sup>2</sup>, pelo menos uma tomada para cada 5m, ou fração do perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;

Para as tomadas de uso geral localizadas em banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço, lavadeiras e locais análogos, devem ser atribuídas 600 VA por tomada, até três tomadas, e 100 VA, por tomada, para as excedentes, considerando cada um desses ambientes separadamente. Nos demais cômodos ou dependências, no mínimo 100 VA por tomada.

### **3.2.3. CARGA DE TOMADAS DE USO ESPECÍFICO**

A carga de tomadas de uso específico varia de acordo com a potência nominal do equipamento a ser instalado.

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.

A tomada de uso específico deve constituir um circuito terminal independente e deve ser instalada, no máximo, a 1,5 m do local previsto de sua utilização.

### **3.3. ELABORAÇÃO DOS CIRCUITOS TERMINAIS E DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES**

Com a previsão de carga concluída, o segundo passo é dividir os circuitos terminais e dimensionar os condutores.

Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam. Em particular, devem ser previstos circuitos terminais distintos para iluminação e tomadas de corrente.

Qualquer instalação deve ser dividida em tantos circuitos quantos forem necessários, de forma a proporcionar facilidade de inspeção, ensaios e manutenção, bem como evitar que, por ocasião de um defeito em um circuito, toda uma área fique desprovida de alimentação.

É importante saber que para cada circuito terminal independente a corrente nominal não pode ser superior a 10 A e que cada circuito terminal será ligado a um dispositivo de proteção (disjuntor) que encontra-se no quadro de distribuição.

Para o correto dimensionamento dos condutores três critérios devem ser obedecidos de acordo com a NBR5410, são eles: seção mínima, capacidade de condução de corrente e queda de tensão.

### 3.3.1. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA

#### 3.3.1.1. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR FASE

As seções dos condutores fase, em circuitos de corrente alternada, e dos condutores vivos, em circuitos de corrente contínua, não devem ser inferiores aos valores dados na tabela 1.

TABELA 1: Seção Mínima dos Condutores

Tipo de Instalação		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm <sup>2</sup> - material
Instalações fixas em geral	Cabos isolados	Circuito de Iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuito de Força	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de Sinalização e Circuitos de Controle	0,5 Cu
	Condutores nus	Circuitos de Força	10 Cu 16 Al
		Circuitos de Sinalização e Circuitos de Controle	4 Cu
Linhas flexíveis feitas com cabos isolados		Para Equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para Qualquer outra instalação	0,75 Cu
		Circuitos a Extra-baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

A empresa Álamo Engenharia Ltda utiliza a tabela 2 fornecida pela Wetzel S. A. – Divisão Eletrotécnica para dimensionar a seção do cabo a ser usado.

TABELA 2: Tabela Comparativa de Capacidade de Condução de Corrente

ESCALA AWG EB-98 ABNT - 60°C			ESCALA MÉTRICA NBR-6418 - 70°C	
AWG/MCM	SEÇÃO aprox. em mm <sup>2</sup>	AMPÈRES	SEÇÃO em mm <sup>2</sup>	AMPÈRES
14	2,09	15	1,50	15,5
12	3,30	20	2,50	21
10	5,27	30	4,00	28
8	8,35	40	6,00	36
6	13,27	55	10,00	50
4	21,00	70	16,00	68
2	34,00	95	25,00	89
1	42,00	110	35,00	111
1/0	53,00	125	50,00	134
2/0	67,00	145	70,00	171
3/0	85,00	165	—	—
4/0	107,00	195	95,00	207
250	127,00	215	120,00	239
300	152,00	240	150,00	272
350	177,30	260	—	—
400	202,70	280	185,00	310
500	253,40	320	240,00	364
600	304,00	355	300,00	419
700	354,70	385	—	—
750	380,00	400	—	—
800	405,40	410	400,00	502
900	450,00	435	—	—
1000	506,80	455	500,00	578

Nota: Capacidade de condução de corrente para cabos instalados em eletrodutos (até 3 condutores carregados).

### 3.3.1.2. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR NEUTRO

O condutor neutro, essencial ao equilíbrio do sistema deve possuir a mesma seção que o condutor fase nos seguintes casos:

- a) Em circuitos monofásicos a 2 e 3 condutores e bifásicos a 3 condutores, qualquer que seja a seção;
- b) Em circuitos trifásicos, quando a seção dos condutores fase for inferior ou igual a 25 mm<sup>2</sup>, em cobre ou em alumínio;
- c) Em circuitos trifásicos, quando for prevista a presença de harmônicas, qualquer que seja a seção.

Nos circuitos trifásicos, a seção do condutor neutro pode ser inferior à dos condutores fase, sem ser inferior aos valores indicados na tabela 2, em função da seção dos condutores fase, quando as duas condições seguintes forem simultaneamente atendidas:

- a) Não for prevista a presença de harmônicas;
- b) A máxima corrente susceptível de percorrer o condutor neutro, em serviço normal, seja inferior à capacidade de condução de corrente correspondente à seção reduzida do condutor neutro.

TABELA 2: Seção do Condutor Neutro

Seção dos condutores fase (mm <sup>2</sup> )	Seção mínima do condutor neutro (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

### 3.3.1.3. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA DO CONDUTOR DE PROTEÇÃO

Todas as partes metálicas não-condutoras de uma instalação devem ser obrigatoriamente aterradas com a finalidade de proteção ou com finalidade funcional.

O sistema de aterramento deve ser o elemento responsável pelo escoamento à terra de todas as correntes resultantes de defeitos na instalação, de forma a dar total segurança às pessoas que a operam e dela se utilizam.

A seção mínima do condutor de proteção pode ser dada em função da seção dos condutores fase do circuito, de acordo com a tabela 5.

TABELA 5: Seção Mínima do Condutor de Proteção

Seção do condutor de fase S (mm <sup>2</sup> )	Seção mínima do condutor de proteção (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S \geq 35$	0,5 X S

### 3.3.2. CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

O critério da capacidade de condução de corrente é destinado a garantir uma vida útil satisfatória aos condutores e suas isolações, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação de corrente durante períodos prolongados em serviço normal.

A corrente transportada por qualquer condutor, durante período prolongado em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima em serviço contínuo, dada na Tabela 3, não seja ultrapassada.

TABELA 3: Temperaturas Características dos Condutores

Tipo de isolação	Temperatura Máxima para Serviço Contínuo (Condutor) (°C)	Temperatura limite de Sobrecarga (Condutor) (°C)	Temperatura Limite de Curto-Circuito (Condutor) (°C)
Cloreto de polivinila (PVC)	70	100	160
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Para determinar a seção do condutor a ser utilizado no circuito, deve-se obter primeiramente o valor da corrente que circulará pelo circuito em função da carga instalada e aplicar à capacidade de condução de corrente do condutor levando em consideração os fatores de correção dados nas tabelas 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 e 42 da NBR 5410. São estes:

- Fator de Correção para Temperatura;
- Fator de Correção para Resistividade Térmica;
- Fator de Correção para Agrupamento de condutores;
- Fator de Correção para Agrupamento de circuitos diretamente enterrados;

- Fator de Correção para Agrupamento de circuitos em Eletrodutos enterrados.

### 3.3.3. CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO

Afim de que cada equipamento elétrico funcione de maneira correta é necessária que a tensão fornecida seja a mesma já pré-definida do equipamento, porém existe uma queda de tensão durante o percurso da origem da instalação ate o ponto de utilização.

A NBR 5410 estabelece valores para o limite da queda de tensão. Esses valores podem ser observados na tabela 4.

TABELA 4: Limites de Queda de Tensão

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

#### 3.3.3.1. QUEDA DE TENSÃO EM SISTEMA MONOFÁSICO

Devido à queda de tensão em circuitos monofásicos, a seção de condutor é dada pela equação:

$$S_C = \frac{200 \times \rho \times L_C \times I_C}{\Delta V \% \times V} \quad (1)$$

Sendo:  $\rho$  – resistividade do material condutor (cobre): 1/56  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

$L_C$  – comprimento do circuito, em m;

$I_C$  – corrente total do circuito, em A;

$\Delta V\%$  - queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

$V$  – tensão entre fase e neutro, em V.

#### 3.3.3.2. QUEDA DE TENSÃO EM SISTEMA TRIFÁSICO

Devido à queda de tensão em circuitos trifásicos, a seção de condutor é dada pela equação:

$$S_C = \frac{\sqrt{3} \times 100 \times \rho \times L_C \times I_C}{\Delta V \% \times V} \quad (2)$$

Os termos usados são os mesmo do item 3.3.3.1, porém a  $V$  é tensão entre fases e não entre fase e neutro.

### 3.4. DEMANDA DE ENERGIA DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Em uma instalação elétrica residencial, comercial ou industrial pode-se constatar que a potência elétrica consumida é variável com o tempo. Isto ocorre porque nem todas as cargas instaladas estão funcionando simultaneamente.

Para realizar o dimensionamento dos condutores e dispositivos de proteção corretamente, deve-se considerar a demanda dos equipamentos quando estiver encontrando a potência total solicitada pela instalação a concessionária.

As tabelas 5 a 8 fornecidas pela concessionária informam a demanda de alguns equipamentos.

Tabela 5: Fator de Demanda para iluminação e tomadas de uso geral

Descrição	Fator de Demanda %
Auditórios, Salões para Exposições e Semelhantes	100
Bancos, Lojas e Semelhantes	100
Clubes e Semelhantes	100
Escolas e semelhantes	100 para os primeiros 12 kW
	50 para o que exceder de 12 kW
Escritórios e Edifícios	100 para os primeiros 20 kW
	70 para o que exceder de 20 kW
Garagens Comerciais e Semelhantes	100
Hospitais e Semelhantes	40 para os primeiros 50 kW
	20 para o uqe exceder de 50 kW
Hotéis e Semelhantes	50 para os primeiros 20 kW
	40 para os seguintes 80 kW
	30 para o que exceder de 100 kW
Residência (Apartamentos Residenciais)	70 para os primeiros 5 kW
	35 para os seguintes 5 kW
	24 para o que exceder de 10 kW
Restaurantes e Semelhantes	100
Indústrias em Geral	100

Tabela 6: Fator de Demanda dos Aparelhos de Aquecimento

Fatores de Demanda de Aparelhos de Aquecimento - Chuveiro Elétrico, Fogão e Assadeira etc.					
Número de Aparelhos	Fator de Demanda %		Número de Aparelhos	Fator de Demanda %	
	Com Potência Individual Até 3,5 kW	Com Potência Individual Acima de 3,5 kW		Com Potência Individual Até 3,5 kW	Com Potência Individual Acima de 3,5 kW
1	80	80	16	39	28
2	75	65	17	38	28
3	70	55	18	37	28
4	66	50	19	36	28
5	62	45	20	35	28
6	59	43	21	34	26
7	56	40	22	33	26
8	53	36	23	32	26
9	51	35	24	31	26
10	49	34	25	30	26
11	47	32	26 a 30	30	24
12	45	32	31 a 40	30	22
13	43	32	41 a 50	30	20
14	41	32	51 a 60	30	18
15	40	32	>= 61	30	16

Tabela 7: Fator de Demanda dos Aparelhos de Ar Condicionado

Fatores de Demanda de Condicionadores de Ar	
Número de Aparelhos	Fator de Demanda %
1 a 10	100
11 a 20	86
21 a 30	80
31 a 40	78
41 a 50	75
51 a 75	70
76 a 100	65
Sup. 100	60

Tabela 8: Fator de Demanda dos Elevadores

Fatores de Demanda para Elevadores	
Número de Elevadore por Bloco	Fator de Demanda %
1	80
2	70
3	65
4	60
5	50
Superior a 5	45

### 3.5. DIMENSIONAMENTO DE DUTOS

#### 3.5.1. PRESCRIÇÕES GERAIS

- Todos os condutores vivos (fase e neutro) pertencentes a um mesmo circuito devem ser agrupados num mesmo duto (eletrocalha, calha, etc.);
- Não se devem colocar fases diferentes de um mesmo circuito em eletrodutos de ferro galvanizado individuais;
- Os eletrodutos ou calhas somente devem conter mais de um circuito nas seguintes condições, simultaneamente atendidas:
  - a) Todos os circuitos devem se originar de um mesmo dispositivo geral de comando e proteção;
  - b) Os condutores isolados ou cabos isolados devem ter a mesma temperatura máxima para serviço contínuo;
  - c) As seções dos condutores devem estar dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos quando instalados no interior de eletrodutos, calhas, etc.

#### 3.5.2. ELETRODUTOS

Os eletrodutos são os dutos mais utilizados, podendo ser de PVC ou de ferro galvanizado. Os eletrodutos de PVC são geralmente utilizados quando embutidos ou enterrados. Já os eletrodutos de ferro galvanizados são geralmente utilizados em

instalações aparentes. A instalação de condutores em eletrodutos deve ser precedida das seguintes considerações:

- A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deve ser superior a:
  - a) 53% no caso de um único condutor ou cabo;
  - b) 31% no caso de dois condutores ou cabos;
  - c) 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos;
- Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto exclusivo, quando tal condutor se destina a aterramento;
- O diâmetro externo dos eletrodutos deve ser igual ou superior a 16 mm;
- Não deve haver trechos contínuos (sem interposição de caixas de derivação) retilíneos de tubulação do que 15 m, nos trechos com curvas, este espaçamento deve ser reduzido de 3m para cada curva de 90°.

### **3.6. DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO**

Para que o sistema de proteção atinja a finalidade a que se propõe, deve responder aos seguintes requisitos básico.

a) Seletividade

É a capacidade que possui o sistema de proteção de selecionar a parte danificada da rede e retirá-la de serviço sem afetar os circuitos sãos.

b) Exatidão e Segurança

Garante ao sistema uma alta confiabilidade operativa.

c) Sensibilidade

Representa a faixa de operação e não-operação do dispositivo de proteção.

Basicamente, um projeto de proteção é feito com dois dispositivos: fusíveis e relés. E para que os mesmos sejam selecionados adequadamente é necessário se proceder à determinação das correntes de curto-circuito nos vários pontos do sistema elétrico.

A proteção é considerada ideal quando reproduz a imagem fiel das condições do circuito para o qual foi projetada, dentro das limitações de corrente, tensão, frequência e tempo para as quais foram dimensionados os equipamentos e materiais da instalação.

### **3.6.1. DISJUNTORES DE BAIXA TENSÃO**

Disjuntores de baixa tensão são dispositivos destinados á proteção de circuitos elétricos. Devem atuar quando percorridos por uma corrente de valor superior ao estabelecido para funcionamento normal. De acordo com a sua forma construtiva, os disjuntores podem acumular varias funções, ou seja:

- Proteção contra sobrecarga;
- Proteção contra curtos-circuitos;
- Comando funcional;
- Seccionamento;
- Proteção contra contatos indiretos;
- Proteção contra quedas e ausência de tensão.

Quanto às unidades de proteção incorporadas, os disjuntores podem ser fabricados em quatro diferentes tipos.

- Disjuntores somente térmicos

São aqueles que dispõem de somente uma unidade de proteção térmica de sobrecarga.

- Disjuntores somente magnéticos

São aqueles que dispõem de somente uma unidade magnética de proteção contra curtos-circuitos.

- Disjuntores termomagnéticos

São aqueles que dispõem das unidades de proteção térmica e magnética e de um sistema especial capaz de interromper as elevadas correntes de curto-circuito antes que elas atinjam o seu valor de pico.

## **4. SOFTWARES UTILIZADOS**

No estágio foram utilizados alguns softwares para elaboração dos projetos. Entre eles podemos citar o Word, Excel, usados na elaboração de textos e planilhas, o AutoCAD, programa de desenho gráfico largamente utilizado na elaboração de plantas, quadro de carga, diagrama unifilares, detalhes, etc.

Outro programa também usado paralelamente com o AutoCAD foi o Lumisoft. Programa que da maior precisão na inserção das luminárias por área, utilizando sempre a norma 5413 da ABNT como padrão a ser seguido.

## 5. O ESTÁGIO

Nessa seção são descritas as atividades realizadas no período em que o estágio ocorreu.

### 5.1. PROJETOS ELABORADOS

Nessa seção são descritos dois projetos dentre os vários realizados na empresa.

### 5.2. PROJETO RESIDENCIAL

O projeto residencial descrito aqui é uma residência feita pela Prefeitura Municipal de Teresina, para abrigar ex-dependentes químicos em tratamento, localizado no bairro o Socopo em Teresina.

A residência possui 59 suítes (quarto mais banheiro). Devidos sua dimensão, cada quarto será dotado de 2 tomadas de 100VA e uma lâmpada de 15 W no quarto e no banheiro. Pode-se pensar que a iluminação de cada quarto não está adequada como previsto na norma NBR 5413, porém estes quartos utilizam bem a iluminação externa e serão usados apenas como dormitórios, assim não haverá problemas, de iluminação.

Com a planta baixa em mãos e utilizando o AutoCAD inserimos as lâmpadas e tomadas. Na figura 1, observa-se um dos quartos da residência, todos seguem o mesmo padrão, a residência por completa pode ser observada no anexo 1, devido ao extenso tamanho do projeto, detalhes do mesmo poderão não ser bem visualizados.

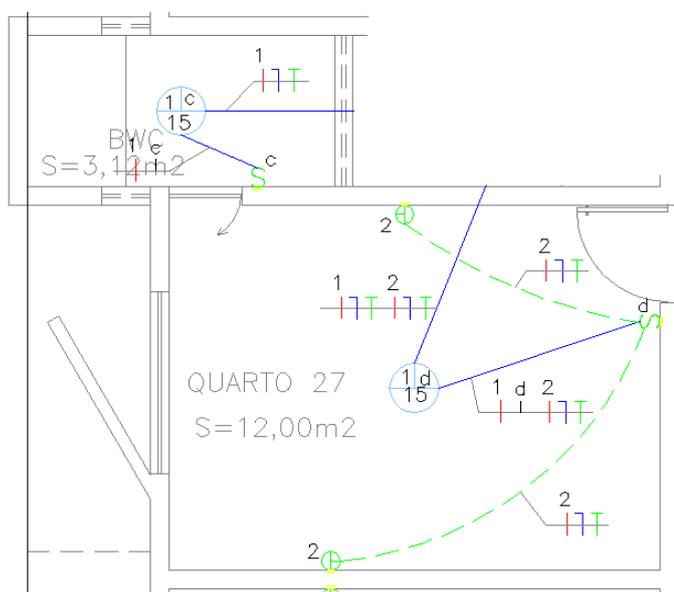


Figura 1: suíte da residência localizado no bairro socopo

Com a carga instalada, são determinados os circuitos terminais, separando luminárias das tomadas. Devido o tamanho da instalação e para evitar queda de tensão foi dimensionado dois quadros de luz e tomadas um para atender as suítes 01 a 23 e outro para as suítes 24 a 49. Ver os quadros abaixo relacionados:

## QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E TOMADA

Quadro terminal – QDLT 01, referente às suítes 01 a 23

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	TENSÃO (V)	CORRENTE IB(A)	NF	SEÇÃO	DISJUNTOR(A)	FAT. POTÊNCIA
1	ILUMINAÇÃO 01	885	220	4.02	M	2.5	15	1
2	TOMADA 01	1000	220	4.55	M	2.5	20	1
3	TOMADA 02	1200	220	5.45	M	2.5	20	1
4	TOMADA 03	800	220	3.64	M	2.5	20	1
5	TOMADA 04	1200	220	5.45	M	2.5	20	1
6	TOMADA 05	1200	200	5.45	M	2.5	20	1
	TOTAL	6285	380	10.39	T	6.0	35	0.92

## QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE LUZ E TOMADA

Quadro terminal – QDLT 02, referente às suítes 24 a 49

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTÊNCIA	TENSÃO (V)	CORRENTE IB(A)	NF	SEÇÃO	DISJUNTOR(A)	FAT. POTÊNCIA
1	ILUMINAÇÃO 01	780	220	3.55	M	2.5	15	1
2	TOMADA 01	1200	220	5.45	M	2.5	20	1
3	TOMADA 02	1200	220	5.45	M	2.5	20	1
4	TOMADA 03	1200	220	5.45	M	2.5	20	1
5	TOMADA 04	1000	220	4.55	M	2.5	20	1
6	ILUMINAÇÃO 02	645	220	2.94	M	2.5	15	1
7	TOMADA 05	1200	220	5.45	M	2.5	20	1
8	TOMADA 06	1000	220	4.55	M	2.5	20	1
9	TOMADA 07	1200	220	5.45	M	2.5	20	1
	TOTAL	9425	380	15.58	T	6.0	35	0.92

No quadro de carga encontram-se o número do circuito terminal, sua descrição, a potência, tensão, corrente, seção, disjuntor e fator de potência.

A empresa Álamo Engenharia Ltda utiliza no mínimo a seção de 2.5 mm<sup>2</sup> e a potência nominal máxima em torno de 1200 W como padrão por questões de segurança.

Os disjuntores também se encontram super dimensionados, a empresa adota disjuntores de 15A para circuitos de iluminação e 20A para circuitos de tomadas.

A partir da soma das potências dos circuitos, define-se a tensão de alimentação da instalação.

O diagrama unifilar trifásico é feito com três barramentos, um para cada fase. Os circuitos terminais são postos de maneira a equilibrar o sistema, a figura 2, representa o diagrama unifilar do QDLT 01 e QDLT 02.

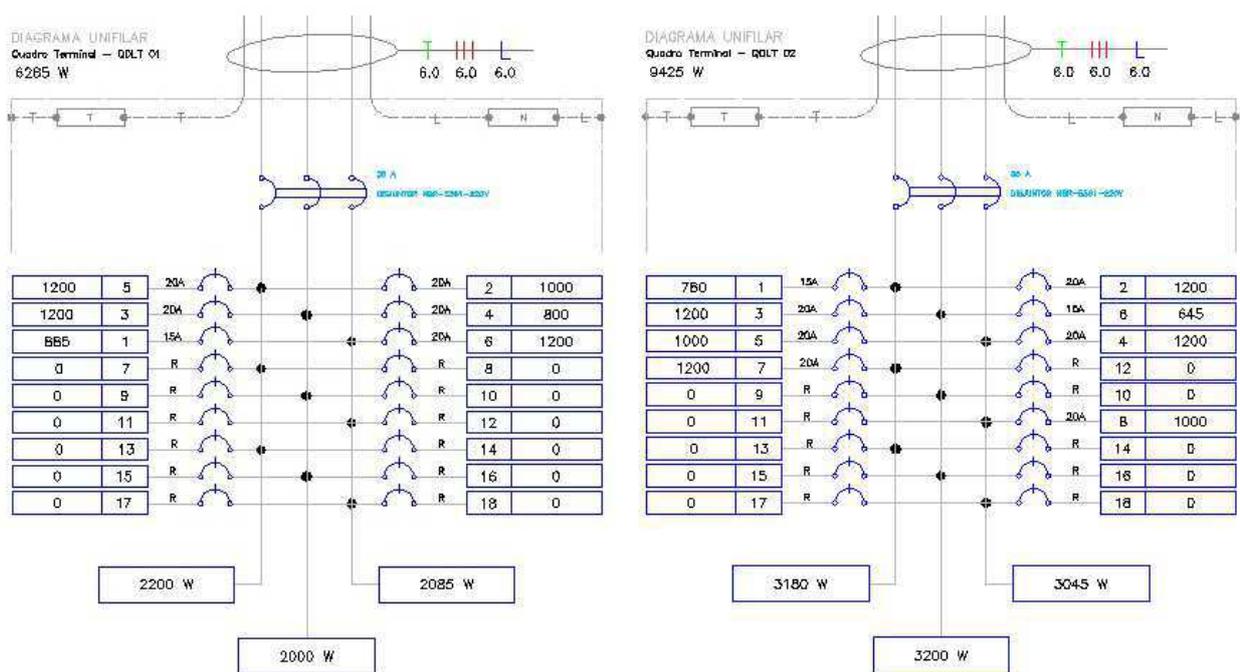


Figura 2: diagramas unifilares da residência localizado no bairro socopo

Para projetos residenciais a empresa não elabora memorial descritivo.

### 5.3. PROJETO DE UMA SUBESTAÇÃO

O objetivo é elaborar uma subestação aérea trifásica para atender ao Edifício Antares, que possui 24 apartamentos, localizado na Rua Nogueira Lima, Jóquei Clube, Teresina – PI.

Foi realizado um levantamento da rede existente à trena métrica, observando a situação física do terreno tais como: inclinação de arruamento, calçadas, edificações e outros; bem como os dados mais importantes da rede existente necessários para a elaboração do projeto. Para efetuar esse levantamento seguiu-se rigorosamente o padrão normalizado da concessionária.

Para o cálculo de demanda, como sugestão, a Eletrobrás Distribuição Piauí apresenta a metodologia seguinte, podendo, no entanto, o interessado recorrer a outra fórmula de cálculo, desde que devidamente demonstrada e justificada. A empresa Álamo Engenharia Projetos e Execução utiliza a fórmula fornecida pela concessionária.

$$D = (0,77a+0,7b+0,95c+0,59d+1,2e+f)$$

Onde:

D=Demanda total da instalação em KVA

$a = \Sigma(ai+ad/FP)$  demanda das potencias de iluminação e tomadas de uso geral

$\Sigma ai$  - somatório das potências de iluminação incandescente e tomadas de uso geral

$\Sigma ad$  - somatório das potências de iluminação de descarga

FP - fator de potência da instalação de iluminação de descarga.

b - demanda de todos os aparelhos de aquecimento em KVA

(chuveiro, aquecedores, fornos, fogões, etc)

c - demanda de todos os aparelhos de ar condicionado, em KVA

d - potência nominal em KVA das bombas de água do sistema de serviço da instalação

e - demanda de todos os elevadores em KVA

f – outras cargas não relacionadas em KVA.

### 5.3.1. CÁLCULO DA DEMANDA

- **DEMANDA DA ILUMINAÇÃO E TOMADAS DE USO GERAL (a)**

O fator de Demanda para iluminação e tomadas de uso geral é dado pela tabela 5. No caso, Apartamentos Residenciais.

Potência instalada (KW) = 95,69

Fator de demanda (%) = 70 para os primeiros 5 KW	3,50
35 para os seguintes 5 KW	1,75
24 para os que excederem de 10 KW	<u>20,57</u>

TOTAL (KW) = 25,82

Fator de Potência (FP) = 0,92

**Demanda em KVA (a) = 28,06**

- **DEMANDA DOS APARELHOS DE AQUECIMENTO (b)**

O fator de Demanda dos aparelhos de aquecimento é dado pela tabela 6.

Número de chuveiro = 48

Potência instalada (KW) = 96,00

Fator de demanda (%) = 0,30

Fator de potência (FP) = 1

**Demanda em KVA(b) = 28,80`**

- **DEMANDA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO (c)**

O fator de Demanda dos aparelhos de ar condicionado é dado pela tabela 7.

Número de ar condicionado = 72

Potência instalada (KW) = 63,36

Fator de demanda (%) = 0,70

Fator de potência (FP) = 0,92

**Demanda em KVA(b) = 48,21**

- **DEMANDADAS BOMBAS DE ÁGUA (d)**

Potência instalada (CV) = 11,00 = 11 x 0,736 = 8,10 KW

Fator de demanda (%) = 1

Fator de potência (FP) = 0,92

**Demanda em KVA(b) = 8,80**

- **DEMANDA DOS ELEVADORES (e)**

O Fator de Demanda dos elevadores é dado pela tabela 8.

Potência instalada (KW) = 9,20

Número de elevadores por bloco = 1

Fator de demanda(%) = 0,80

Fator de potência(FP) = 0,92

### **Demanda em KVA(b) = 8,00**

- **DEMANDA TOTAL**

Carga instalada = 272,34 kW.

Demanda TOTAL = 102,36 kVA

Conforme Demanda total acima calculada foi dimensionado um transformador de 112,5kVA, montado em estrutura N3T, ficando o carregamento de 91%.

### **5.3.2 MEDIÇÃO**

A medição de energia será feita em dois estágios:

- 1º Estágio

Localizado logo abaixo do transformador no poste, será medida de forma indireta com o uso de transformadores de corrente (TC's). Objetiva ter-se uma medição para comparação com o total medido na medição secundária, para efeitos de comparação e verificação da existência de desvio de energia. Os TC's para alimentação do medidor primária são dimensionados a partir da TABELA 09 abaixo, extraída da Norma da concessionária

Tabela 09: dimensionamento de Transformadores de Corrente

Dimensionamento de Transformadores de Corrente		
Medição em Baixa Tensão		
Potência Instalada kVA	Relação Nominal	Classe de Isolamento Volts
45,00	100/5	600
75,00	150/5	600
112,50	200/5	600
150,00	250/5	600
225,00	400/5	600
300,00	500/5	600

- 2º estágio

Localizado no quadro de medição do condomínio. Será colocado um barramento de distribuição que alimentará os medidores trifásicos dos apartamentos e condomínio. Será observada a diferença de valores entre os dois estágios de medições para evitar desvios de energia elétrica.

### 5.3.3 PROTEÇÃO

- **ALTA TENSÃO**

- **CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA OU SURTO DE TENSÃO**

Foi instalado três pára-raios tipo válvula, um por fase, com tensão nominal 12 KV e  $I_{cc}=10kA$ , na estrutura da subestação.

- **CONTRA CURTO CIRCUITO**

Foram instaladas chaves fusíveis indicadoras (uma por fase) na estrutura de derivação da rede de distribuição que alimenta a rede de média tensão com classe de 15 KV, 100A, elo 6K e  $I_{cc}=10KA$ .

Tabela 10: Dimensionamento dos Elos Fusíveis Primários

Dimensionamento dos Elos Fusíveis Primários			
Potência dos Transformadores kVA	Elo Fusível	Chave Fusível-(A)	
Até 15,0	1 H	50	
Até 30,0	2 H	50	
Até 45,0	3 H	50	
Até 75,0	5 H	50	
Até 112,5	6 K	50	
Até 150,0	8 K	50	
Até 225,0	10 K	50	
Até 300,0	15 K	100	
Até 500,0	25 K	100	
Até 750,0	40 K	100	
Até 1.000,0	50 K	100	
Até 1.500,0	65 K	100	
Até 2.000,0	100 K	100	
Até 2.500,0	140 K	100	

- **BAIXA TENSÃO**

- **PRIMÁRIA**

Será instalado na Medição da Eletrobrás Distribuição Piauí, para proteção da baixa tensão um disjuntor geral tripolar de 200 A, com classe de tensão 660 V, capacidade de ruptura simétrica de 5kA. Tais valores foram encontrados utilizando a tabela 10 da Norma de Fornecimento de Energia em Múltiplas Unidades de Consumo COM – 040F Eletrobrás Distribuição Piauí.

- **DA UNIDADES DE CONSUMO**

A proteção geral da unidade de consumo que será instalada junto ao medidor, será feita por disjuntor termomagnético tripolar para os apartamentos e condomínio, instalado na caixa do medidor após a medição conforme a Norma de Fornecimento de Energia em Múltiplas Unidades de Consumo COM – 010F Eletrobrás Distribuição Piauí.

### 5.3.4 ALIMENTADORES

Os condutores que alimentarão a medição através do secundário do transformador serão de 3#70,0 mm<sup>2</sup> para as fases e 1#35 mm<sup>2</sup> para o neutro, que foram dimensionados para a potência do transformador de acordo com a tabela 11 da concessionária.

Tabela 11: Dimensionamento dos Condutores e Proteção em Baixa Tensão

Dimensionamento dos Condutores e Proteção em Baixa Tensão																		
Tensão Secundária em Volts	Potência do Transformador kVA	Disjuntor Capacidade de Interrupção Simétrica kA	Corrente Nominal em A	Cabos de Cobre Isolado com PVC 70°C a Temperatura Ambiente de 30°C 1 Condutor por Fase (mm)				Eletroduto		Cabos de Cobre Isolado com PVC 70°C a Temperatura Ambiente de 30°C 2 Condutores por Fase (mm)								
				Em Eletroduto		Em canaleta		mm	Polegadas	Em Eletroduto		Em canaleta		mm	Polegadas			
				95(50)	185(95)	95(50)	150(70)			50(50)	95(50)	50(50)	95(50)			300(150)	240(120)	50(50)
220/127	75,00	5	200			60	2.1/2"											
	112,50	10	300			75	3"											
	150,00	15	400			100	3"											
	225,00	15	600															
	300,00	20	800															
	500,00	30	1.400															
	750,00	42	2.000															
380/220	1.000,00	45	3.000															
	75,00	5	125	50(25)	35(25)	50	1.1/2"											
	112,50	5	175	70(35)	70(35)	60	2"											
	150,00	10	250	120(70)	95(50)	85	2.1/2"	2x70(50)	1x70(50)	75	2.1/2"							
	225,00	10	350	240(120)	185(95)	100	4"	2x120(70)	1x120(50)	85	3"							
	300,00	10	500	400(185)	300(150)	110	4"	2x185(95)	1x185(70)	100	3.1/2"							
	500,00	18	800															
440/254	750,00	20	1.200															
	1.000,00	25	1.600															
	75,00	4	100	35(25)	25(25)	40	1.1/4"											
	112,50	5	150	70(35)	50(25)	50	1.1/2"											
	150,00	10	200	95(50)	95(50)	60	2"	50(50)	50(50)	75	2.1/2"							
	225,00	10	300	185(95)	150(70)	75	2.1/2"	95(50)	95(50)	75	2.1/2"							
	300,00	10	400	300(150)	240(120)	100	3.1/2"	150(70)	120(70)	100	3.1/2"							
500,00	14	700																
750,00	22	1.000																
1.000,00	25	1.600																

- Obs:
- 1 - Quando a medição for em baixa tensão o eletroduto será sempre de 3".
  - 2 - Os condutores foram dimensionados com base nas tabelas de condução de corrente para condutores de cobre isolado com P.V.C. da N.B.R 5410.
  - 3 - Só poderão ser usados em canaleta cabos que possuam cobertura.
  - 4 - Para o dimensionamento dos condutores de aterramento seguir orientação da N.B.R 5410.
  - 5 - Para efeitos práticos foram consideradas iguais as áreas úteis dos eletrodutos rígidos metálicos e de P.V.C.
  - 6 - Os eletrodutos foram dimensionados para trechos retilíneos. No caso em que haja curva e na impossibilidade de construção de caixas de derivação a cada 30 (trinta) metros, o dimensionamento deverá obedecer o que prescreve a N.B.R 5410.

### 5.3.5. DOCUMENTOS ENTREGUES A CONCESSIONARIA

Os documentos entregues a concessionária encontram-se em anexo:

- Carta de solicitação de aprovação à concessionária, anexo 02;
- ART, anexo 03;
- Memorial de calculo, anexo 04;
- Lista de material, anexo 05;
- Memorial descritivo, anexo 06;
- Planta de situação e Planta Geral, anexo 07.

## **6. CONCLUSÃO**

O estágio foi de grande importância, visto que permitiu aplicação na prática dos conhecimentos teóricos adquiridos durante a graduação na universidade federal de campina grande.

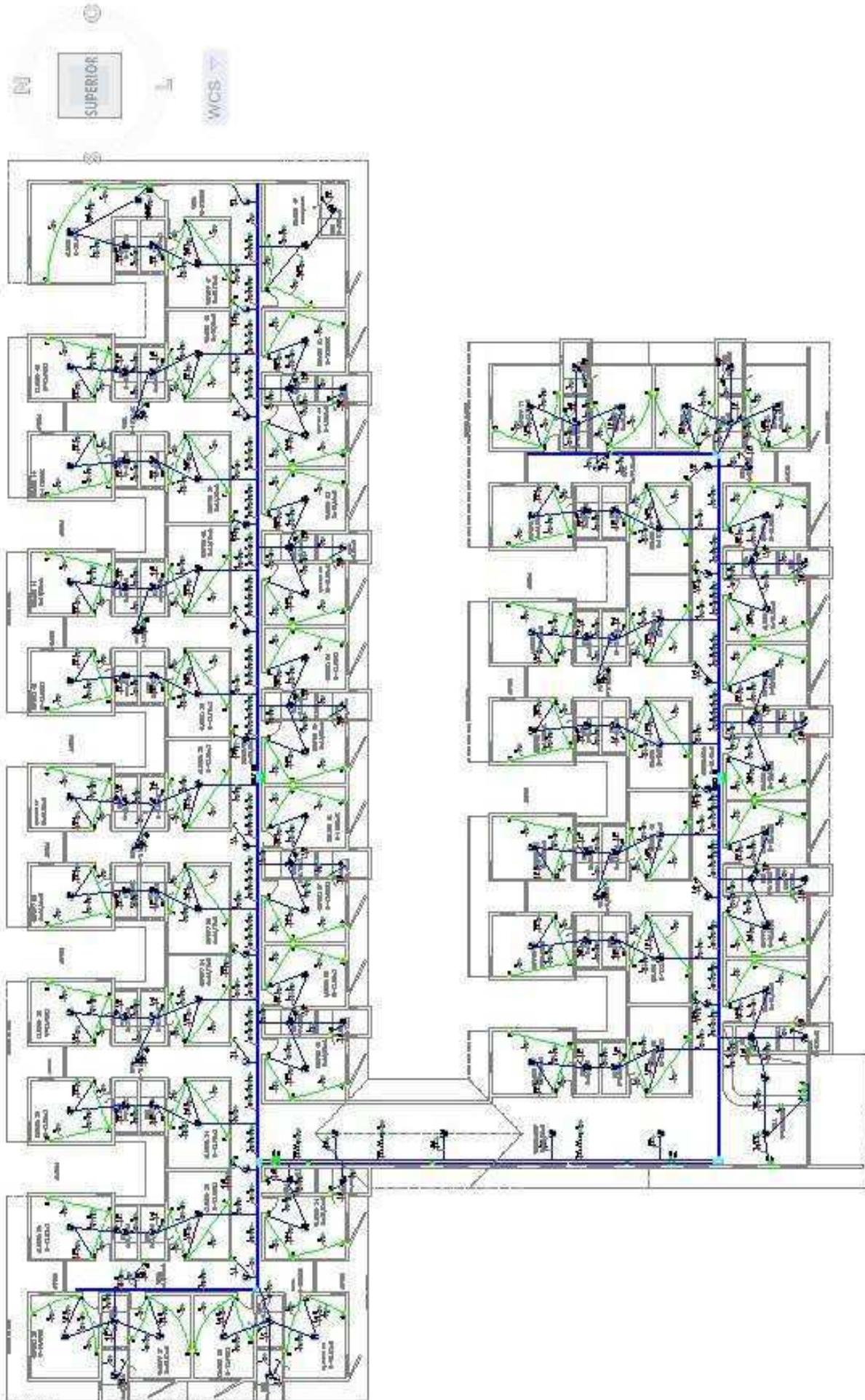
Vale ressaltar ainda a necessidade permanente de atualização dos profissionais, visto que por mais sólido e atual que seja os conhecimentos adquiridos durante nossa vida acadêmica, existe o surgimento de novos materiais, novas tecnologias e modo “operandi” de empresas e concessionárias que temos necessidades na nossa vida pratica de conhecê-las e aplicá-las.

Tão importante quanto os conhecimentos teóricos adquiridos na universidade, é também a experiência adquirida no relacionamento e convivência com colegas profissionais, não só na nossa área de atuação, como também em todas as áreas da empresa onde atuamos. Onde o respeito e humildade, em reconhecer a importância do trabalho desenvolvido por cada um é fundamental para o crescimento de todos e desenvolvimento das empresas em que atuamos.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] COM – 010F: Norma de Fornecimento de Energia em Múltiplas Unidades de Consumo Eletrobrás Distribuição Piauí.
- [2] CREDER, H., Instalações Elétricas, 15ª Ed.,Rio de Janeiro: LTC, 2007.´
- [3] FILHO, J.M., Instalações Elétricas Industriais, 6ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- [4] NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão
- [5] NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores.

ANEXO 01



## ANEXO 02

### À ELETROBRÁS DISTRIBUIÇÃO PIAUÍ

**NOVA ENGENHARIA LTDA** vem pelo presente, solicitar de V.S.as a aprovação e posterior ligação, do projeto da Subestação Aérea Trifásica de 112,5 kVA, Localizada na Rua Manoel Nogueira Lima, 1425, Bairro Jóquei Clube, Teresina, Piauí, para atender o canteiro de obra do EDIFÍCIO ANTARES.

Teresina (PI), 02 de Agosto de 2010.

---

**NOVA ENGENHARIA LTDA**

CNPJ: 04.533.837/0001-57

Declaro que as instalações elétricas acima mencionadas foram por mim projetadas de acordo com as Normas Técnicas vigentes no País e Instruções Gerais da Eletrobrás Distribuição Piauí e devidamente averbadas no CREA-PI.

---

**Jovone Gomes Medeiros Tavares – CREA 1342-D/RJ**

*Eng.º Eletricista especialista em Segurança do Trabalho*



ANEXO 04

<b>CÁLCULO DE DEMANDA GERAL - ANEXO 1</b>			
<b>ED. ANTARES</b>	Carga Instalada =	<b>272.34</b>	KW
	Número de Apart tipo 01. =	24	
	Condominio =	1	
D=Demanda total da instalação em KVA			
D=(0,77a+0,7b+0,95c+0,59d+1,2e+f) KVA			
a=Σ(ai+ad/FP) demanda das potencias de iluminação e tomadas de uso geral (ventiladores, calculadoras, televisores, equipamentos de som, etc)			
Σai - somatório das potências de iluminação incandescente e tomadas de uso geral			
Σad - somatório das potências de iluminação de descarga			
FP - fator de potência da instalação de iluminação de descarga.			
b - demanda de todos os aparelhos de aquecimento em KVA (chuveiro, aquecedores, fornos, fogões, etc)			
c - demanda de todos os aparelhos de ar condicionado, em KVA			
d - potência nominal em KVA das bombas de água do sistema de serviço da instalação			
e - demanda de todos os elevadores em KVA			
f - outras cargas não relacionadas em KVA			
<b>Cálculo da demanda para iluminação e tomadas de uso geral ( a )</b>			
Potência instalada (KW) =	95.69		
Fator de demanda (%) =	70 para os primeiros 5 KW		3.50
	35 para os seguintes 5 KW		1.75
	24 para o que exceder de 10 KW		20.57
		Total (KW) =	25.82
Fator de potência (FP) =	0.92		
<b>Demanda em KVA (a) =</b>	<b>28.06</b>		
<b>Cálculo da demanda de todos os aparelhos de aquecimento ( b )</b>			
Potência instalada (KW) =	96.00		
Número de chuveiro =	48		
Fator de demanda (%) =	<b>0.30</b>		
Fator de potência (FP) =	1		
<b>Demanda em KVA (b) =</b>	<b>28.80</b>		

**Cálculo da demanda de todos os aparelhos de aquecimento ( b )**

Potência instalada (KW) =	96.00
Número de chuveiro =	48
Fator de demanda (%) =	<b>0.30</b>
Fator de potência (FP) =	1
<b>Demanda em KVA (b) =</b>	<b>28.80</b>

**Cálculo da demanda de todos os aparelhos de ar condicionado ( c )**

Potência instalada (KW) =	63.36
Número de ar condicionado =	72
Fator de demanda (%) =	<b>0.70</b>
Fator de potência (FP) =	0.92
<b>Demanda em KVA (c) =</b>	<b>48.21</b>

**Potência nominal das bombas de água do sistema de serviço da instalação ( d )**

Potência nominal das moto-	<b>11</b>				
Fator de potência (FP) =	0.92	11	x	0.736	= <b>8.10</b>
<b>Demanda em KVA (d) =</b>	<b>8.80</b>	(CV)		(KW)	(KW)

**Cálculo da demanda de todos os elevadores ( e )**

Potência instalada (KW) =	9.20
Número de elevadores p/ bloco =	1
Fator de demanda (%) =	<b>0.80</b>
Fator de potência (FP) =	0.92
<b>Demanda em KVA (c) =</b>	<b>8.00</b>

**Demanda D em ( KVA ) = 102.36**

forme demanda total acima calculada foi dimensionado um transformador **112.5 kVA** montado em estrutura tipo N3T, ficando o transformador com carregame **91%**

## ANEXO 05

CLIENTE: ANGE ENGEHAFRILITDA  
 CENB: SERVIÇO ANGE  
 END: TRAF. MARCEL ROSSATO S/Nº - TERRAENA - P  
 LISTA DE MATERIAL ESTRUTURANTE

ITEM	LISTA DE MATERIAL - GERAL	UNID.	QUANT.
01	CRUZETA CONCRETO ARMADO 1900 mm	Pç	02
02	POSTE CONCRETO ARMADO 10-300	Pç	01
03	CONECTOR KSU - 35 mm <sup>2</sup>	Pç	03
04	CONECTOR KS - 35 mm <sup>2</sup>	Pç	03
05	CONECTOR GPH 4 ANG CAA	Pç	03
06	FIO DE COBRE NU MEIO DURO 10,0 mm <sup>2</sup>	Kg	0,4
07	ISOLADOR DE DISCO PARA 15KV	Pç	06
08	PARAFUSO DE MAQ. GALVANIZADO Ø 5/8"x400mm C/150mm DE ROSCA	Pç	12
09	PARAFUSO DE MAQ. GALVANIZADO Ø 5/8"x50mm C/ROSCA TOTAL	Pç	04
10	PARAFUSO DE OLHAL GALVANIZADO Ø 5/8"x400mm C/150mm DE ROSCA	Pç	01
11	PARAFUSO DE OLHAL GALVANIZADO Ø 5/8"x400mm C/ROSCA TOTAL	Pç	02
12	PARA RAIO TIPO VALVULA PARA 12KV- 10KA	Pç	03
13	SUPORTE GALVANIZADO PARA MONTAGEM DE TRAFO 490mm	Pç	02
14	ALÇA PREFORMADA 4 ANG	Pç	03
15	CANO DE FERRO GALVANIZADO Ø 3/4" x600mm	Pç	01
16	FIO DE COBRE ISOLADO 4,0 mm <sup>2</sup>	Kg	0,3
17	TRANSF. TRIFASICO 112,5KVA 13,8KV - 380V/220V	Pç	01
18	ELETRODUTO PVC DE Ø3" ROSCÁVEL	m	16
19	CABO DE COBRE NU 35,0 mm <sup>2</sup>	Kg	07
20	CABO ISOLADO PARA 1000V DE 70 mm <sup>2</sup>	m	160
21	CABO ISOLADO PARA 1000V DE 35 mm <sup>2</sup>	m	160
22	CAIXA DE MEDIÇÃO TRIFÁSICA PADRÃO ELETROBRAS (1,20x0,90x0,25m)	Pç	01
23	PARAFUSO DE MAQ. GALVANIZADO Ø 5/8"x400mm C/150mm DE ROSCA	Pç	01
24	CONECTOR P/HASTE DE TERRA Ø 3/4"	Pç	03
25	HASTE DE TERRA AÇO COBREADO Ø 19x2400 mm	Pç	03
26	DISJUNTOR TRIFÁSICO NOFUS E 200A	Pç	01
27	LÚVA PVC ROSCA Ø 3"	Pç	05
28	CURVA PVC ROSCA Ø 3"	Pç	03
29	TC 2005A	Pç	03
30	CINTA PARA POSTE DT GALV. 210x230 mm	Pç	01
31	CABO DE ALUMÍNIO C/ALMA DE AÇO DE 4ANG	m	16

CLIENTE: NOVA ENGENHARIA LTDA.  
 OBRA: EDIFÍCIO ANEXO  
 END: RUA MARCELINO QUEIROZ LIMA - TERESINA - PI  
 LISTA DE MATERIAL ESTRUTURA DE DISTRIBUIÇÃO

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.
01	CRUZETA CONCRETO ARMADO 190cm	Pç	04
02	POSTE CONCRETO ARMADO 11-300	Pç	01
03	CONECTOR GPH 4 ANG. CAA	Pç	03
04	ISOLADOR DE DISCO PARA 15KV	Pç	12
05	ISOLADOR DE PINO PARA 25KV	Pç	01
06	PINO EM F.G. Ø16mm, C/150mm DE ROSCA ACIMA E Ø16mm C/150mm ROSCA ABAIXO	Pç	01
07	PARAFUSO DE MAQ. GALVANIZADO Ø16mmx400mm C/150mm DE ROSCA	Pç	02
08	PARAFUSO DE OLHAL GALVANIZADO Ø16mmx400mm C/150mm DE ROSCA	Pç	02
09	PARAFUSO DE OLHAL GALVANIZADO Ø16mmx400mm C/ROSCA TOTAL	Pç	04
10	ARRUELA QUADRADA 50mm C/ FURO Ø16mm, EM FERRO GALVANIZADO	Pç	24
11	ARRUELA REDONDA Ø35mm C/ FURO Ø16mm, EM FERRO GALVANIZADO	Pç	02
12	ALÇA DE AÇO PREFORMADO P/ CABO DE 4ANG-CAA	Pç	06
13	FIO DE ALUMÍNIO DE 6 ANG, TEMPERA MOLE	KG	0,03
14	FITA PROTETORA DA ALUMÍNIO 10mm DE LARGURA	KG	0,02
15	CHAVE FUSÍVEL UNIPOLAR I <sub>rt</sub> =100A, I <sub>cc</sub> =10KA E 15KV	Pç	03
16	ELO FUS MEL 9K	Pç	03
17	CONECTOR TIPO CUNHA P/ CABO DE 4 ANG-CAA	Pç	06
18	CABO DE ALUMÍNIO C/ ALMA DE AÇO DE 4 ANG	m	235

CLIENTE: NOVA ENGENHARIA LTDA.  
 OBRA: EDIFÍCIO ANEXO  
 END: RUA MARCELINO QUEIROZ LIMA - TERESINA - PI  
 LISTA DE MATERIAL ESTRUTURA

ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.
01	CRUZETA CONCRETO ARMADO 190cm	Pç	01
02	POSTE CONCRETO ARMADO 10-150	Pç	01
03	ISOLADOR DE PINO PARA 25KV	Pç	03
04	PINO EM F.G. Ø16mm, C/150mm DE ROSCA ACIMA E Ø16mm C/150mm ROSCA ABAIXO	Pç	03
05	PARAFUSO DE MAQ. GALVANIZADO Ø16mmx400mm C/150mm DE ROSCA	Pç	02
06	ARRUELA QUADRADA 50mm C/ FURO Ø16mm, EM FERRO GALVANIZADO	Pç	04
07	ARRUELA REDONDA Ø35mm C/ FURO Ø16mm, EM FERRO GALVANIZADO	Pç	03
08	FIO DE ALUMÍNIO DE 6 ANG, TEMPERA MOLE	KG	0,03
09	FITA PROTETORA DA ALUMÍNIO 10mm DE LARGURA	KG	0,02

**PROJETO DE INSTALAÇÃO**

**SUBESTAÇÃO TRIFÁSICA AÉREA 112,5 KVA**

**OBRA: EDIFÍCIO ANTARES**  
RUA MANOEL NOGUEIRA LIMA, N°1425, JÓQUEI  
CLUBE, TERESINA - PI

**TERESINA - PI**

**AGOSTO / 2010**

## MEMORIAL DESCRITIVO

### EDIFÍCIO ANTARES

SUBESTAÇÃO AÉREA, POTÊNCIA DO TRANSFORMADOR: 112,5 KVA

#### 1. INTRODUÇÃO

Este projeto trata-se de uma rede de média tensão com 78,0 metros de comprimento em 13.8KV/380/220 V, e instalação de uma subestação aérea trifásica de 112,5 kVA, para atender ao **EDIFÍCIO ANTARES**, localizado na Rua Manoel Nogueira Lima, N°1425, Jóquei Clube, Teresina - PI.

#### 2. FINALIDADE

Suprimento de energia elétrica ao **EDIFÍCIO ANTARES** acima citado, com carga instalada de **272,34 kW** (classe A), e o mesmo será suprido através de uma subestação aérea do tipo N3T de 112,5 kVA.

#### 3. CONSIDERAÇÕES

Para elaboração desse presente projeto foram observadas, as Normas em vigor da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT – NBR 5410 (instalações elétricas em baixa tensão – menor que 1KV), NBR 14039 (instalações elétricas em média tensão – 1,0KV à 36,2KV), Norma de fornecimento de energia elétrica em Tensão Primária de distribuição COM - 012 Eletrobrás Distribuição Piauí e Norma de Fornecimento de Energia em Múltiplas Unidades de Consumo COM – 010F Eletrobrás Distribuição Piauí.

#### 4. LEVANTAMENTO

O levantamento da rede existente foi realizado a trena métrica, observando a situação física do terreno tais como: inclinação de arruamento, calçadas, edificações e outros; bem como os dados mais importantes da rede existente necessário para a elaboração do projeto. Para efetuar esse levantamento seguiu-se rigorosamente o padrão normalizado dessa concessionária, conforme cópia do projeto anexo.

## 5. SUPORTE ENERGÉTICO

A extensão projetada será derivada da rede de média tensão existente da Eletrobrás Distribuição Piauí **localizado na Rua Manoel Nogueira Lima**, partindo de uma estrutura N3N3-11-300 a ser alterada para N4N3F-11-300 a fim de que possa alimentar a mencionada subestação aérea.

## 6. REDE DE MÉDIA TENSÃO

A rede de media tensão com 78,0 metros de comprimento será conectada com a rede existente na Rua Manoel Nogueira Lima. Na rede de media tensão projetada será usado o condutor de alumínio nu 3#4 AWG-CAA, com estruturas padronizadas do tipo, N4N3F-11-500, N1-10-150 e N3N3F-11-300, onde essas estruturas serão montadas em poste de concreto armado Duplo-T, conforme cópia do projeto anexo.

## 7. CARGA PREVISTA

A subestação deverá atender uma carga instalada de **272,34 KW**, conforme distribuição no quadro de carga geral na documentação anexa planta 02/02, ficando a demanda calculada conforme demonstrado no anexo 1.

## 8. SUBESTAÇÃO

A subestação projetada é do tipo aérea, montada em poste de concreto armado duplo 'T', com estrutura do tipo N3T-10-300, com transformador trifásico de 112,5KVA 13.8KV, na tensão primária e 380/220V na tensão secundária.

## 9. FERRAGENS E CONECTORES

As ferragens serão todas de ferro galvanizado, obedecendo aos padrões dessa concessionária.

## 10. MEDIÇÃO

A medição de energia será feita em dois estágios onde o primeiro ficará localizado logo abaixo do tráfo no poste e será feita de forma indireta com o uso de transformadores de corrente (TC'S), o segundo estágio será formado um barramento de distribuição que alimentará os medidores trifásicos dos apartamentos e condomínio. Será observada a diferença de valores entre os dois estágios de medições para evitar desvios de energia elétrica.

## 11. PROTEÇÃO

### 11.1 Contra descarga atmosférica ou surto de tensão:

Serão instalados três pára-raios tipo válvula, um por fase, com tensão nominal 12 KV e  $I_{cc} = 10kA$ , na estrutura da subestação.

### 11.2 Contra Curto Circuito:

Serão instaladas chaves fusíveis indicadoras (uma por fase) na estrutura de derivação da rede de distribuição que alimenta a rede de media tensão com classe de 15 KV, 100 A, elo 6K ,  $I_{cc} = 10kA$ .

### 11.3 BAIXA TENSÃO:

Será instalado na Medição da Eletrobrás Distribuição Piauí, para proteção da baixa tensão um disjuntor geral tripolar de 200 A, com classe de tensão 660 V, capacidade de ruptura simétrica de 5kA, conforme diagrama unifilar na documentação anexa, planta 02/02.

## 12. CARACTERISTICA DOS EQUIPAMENTOS

### 12.1 PÁRA-RAIOS:

- Tipo: Válvula

- Tensão nominal: 12 KV
- Corrente de Descarga: 10 KA

#### 12.2 CHAVE FUSÍVEL INDICADORA:

- Uso externo:
- Classe de tensão: 15 kV
- Corrente nominal: 200 A
- Corrente Assimétrica: 10 kA
- Elo fusível: 6K

#### 12.3 TRANSFORMADOR DE DISTRIBUIÇÃO:

- Potência nominal: 112,5 kVA
- Classe de isolamento em média tensão: 15 kV
- Tensão de fornecimento: 13.8 kV
- Taps: 13.800/13.200/12.600/12.000/11.400 - 380/220 V, 60 Hz
- Ligação: Delta-estrela (aterrado)

### 13. PROTEÇÃO DAS UNIDADES DE CONSUMO

A proteção geral da unidade de consumo será instalada junto ao medidor, será feita por disjuntor termomagnético tripolar para os apartamentos e condomínio, instalado na caixa do medidor após a medição e dimensionados conforme a Norma de Fornecimento de Energia em Múltiplas Unidades de Consumo COM – 010F Eletrobrás Distribuição Piauí.

### 14. ISOLADORES

Os isoladores de média tensão serão do tipo disco de vidro temperado para 15KV.

## 15. ALIMENTADORES

Os condutores que alimentarão a Medição através do secundário do transformador serão de 3#70,0mm<sup>2</sup> para as fases e 1#35,0mm<sup>2</sup> para o neutro, que foram dimensionados para a potência do transformador.

## 16. ATERRAMENTO

Para aterramento da subestação, será feita uma malha de terra triangular com espaçamento máximo de 3,0m entre as hastes de aterramento, composta de cabo de cobre nu de #35 mm<sup>2</sup> e hastes de aterramento tubular aço cobreado 19x2400 milímetros, onde, pára-raios, neutro e carcaça do transformador, serão feito através de um único condutor (cabo de cobre nu bitola 35mm<sup>2</sup> ). O valor da resistência máxima de terra em qualquer época do ano não ultrapassará a 10 ohms. (conforme disposição na planta 2/2 anexa).

## 17. NORMAS APLICÁVEIS

Para elaboração desse presente projeto foram observadas, as Normas em vigor da Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT – NBR 5410 (instalações elétricas em baixa tensão – menor que 1KV), NBR 14039 (instalações elétricas em média tensão – 1,0KV à 36,2KV), Norma de fornecimento de energia elétrica em Tensão Primária de distribuição COM - 012 Eletrobrás Distribuição Piauí e Norma de Fornecimento de Energia em Múltiplas Unidades de Consumo COM – 010F Eletrobrás Distribuição Piauí.

## 18. PREVISÃO DE LIGAÇÃO

A previsão de ligação da subestação é para 10 de Agosto de 2011.

Teresina, 02 de Agosto de 2010.

---

**Jovone Gomes Medeiros Tavares – CREA 1342-D/RJ**

*Eng.º Eletricista especialista em Segurança do Trabalho*

# ANEXO 07

