



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

FELIPE JOSÉ LUCENA DE ARAÚJO

**ESTÁGIO SUPERVISIONADO**

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2013

FELIPE JOSÉ LUCENA DE ARAÚJO

## ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Trabalho de Estágio Supervisionado do Curso  
submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia  
Elétrica da Universidade Federal de Campina  
Grande como parte dos requisitos necessários  
para a obtenção do grau de Bacharel em  
Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Orientador:

Genoilton João de Carvalho Almeida,, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2013

FELIPE JOSÉ LUCENA DE ARAÚJO

## ESTÁGIO SUPERVISIONADO

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Processamento de Energia

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

Professor Genoilton João de Carvalho Almeida,, M. Sc.  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua imensa sabedoria em ter feito esse belo mundo e as coisas que o compõe.

Um agradecimento especial a minha família que amo tanto, especialmente aos meus pais Maria do Socorro e José Sales, aos irmãos Bruno e Rômulo, as cunhadas Samantha e Wanuza e aos sobrinhos Cauã e Ravi.

Outro agradecimento especial a todos os meus amigos, especialmente aos amigos do colégio Marista Pio X e os da Universidade Federal de Campina Grande.

Agradeço a todos os professores e funcionários, do maternal até o último período da graduação, todos contribuíram nesse trabalho. Agradecimento especial ao professor Genoilton e aos funcionários Tchai e Adail que tanto ajudaram ao longo de toda graduação.

# SUMÁRIO

Agradecimentos .....	iii
Sumário .....	iv
1 A Empresa .....	5
2 Estágio .....	5
2.1 Estudos Das Normas .....	6
2.2 Projeto Residencial .....	7
2.2.1 Memorial descritivo.....	9
2.2.2 Quadro de Cargas .....	14
2.2.3 Dimensionamento dos Condutores e das Proteções.....	17
2.2.4 Padrão de Atendimento .....	19
2.3 Projeto Predial.....	20
2.3.1 Memorial Descritivo.....	20
2.3.2 Quadro de Cargas .....	33
2.3.3 Dimensionamento dos Condutores e das Proteções.....	39
2.3.4 Padrão de Atendimento .....	40
Bibliografia.....	41
ANEXO A (Tabelas).....	43
ANEXO B(Fundamentação Teórica).....	48

# 1 A EMPRESA

A empresa Amadeu Projetos e Construções Ltda. se encontra na cidade de Campina Grande, Paraíba e foi fundada em setembro de 1996 por Ricardo Amadeu Costa Aranha, Engenheiro Eletricista.

A empresa atua no ramo de realização e execução de projetos elétricos em residências, prédios de maior porte, indústrias e ainda na distribuição de energia elétrica. Todos os projetos, na empresa, são elaborados seguindo as recomendações técnicas prescritas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT e nas Normas de Distribuição das concessionárias de energia elétrica.

A empresa é composta por engenheiros (eletricista e civil), arquitetos, desenhistas especializados na ferramenta AutoCAD®, além de auxiliares administrativos que trabalham sempre em conjunto para que todo o trabalho seja cada vez mais aprimorado.

Os clientes variam de pessoas físicas a empresas dos setores público e privado, entre elas: Cipresa, Construtora Rocha, Alpargatas, Prefeitura Municipal de Campina Grande, Silvana, Fronteira Engenharia e Paraíba Construções.

Os fornecedores variam de acordo com os materiais elétricos desejados e a escolha deles é baseada no equilíbrio entre preço e qualidade, para satisfazer ainda mais o cliente do projeto. Alguns exemplos de fornecedores são: Disjuntores SIEMENS, Lâmpadas e Luminárias PHILIPS, ALMEC e/ou ITAIM, Fios e Cabos FICAP, Transformadores COMTRAFO, Eletrodutos KANAFLEX e Barramentos e equipamentos BEGHIM.

## 2 ESTÁGIO

Neste capítulo as atividades realizadas durante o período de estágio serão descritas.

## 2.1 ESTUDOS DAS NORMAS

Primeiramente, foi realizado o estudos das Normas Brasileiras da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 5410 e NBR 5413, que fixam as condições a que as instalações elétricas devem satisfazer, a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e animais domésticos, e a conservação dos bens. Depois, algumas Normas de Distribuição Unificada da concessionária Energisa também foram estudadas, estas fixam os procedimentos a serem seguidos em projetos de execução das instalações de entradas de serviço das unidades consumidoras em toda a área de concessão da Energisa.

Para o desenvolvimento dos projetos foram estudadas as seguintes normas da Energisa:

- 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 em tensão primária e secundária a agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 unidades consumidoras.

Para a realização dos projetos, usou-se as seguintes definições retiradas das normas da concessionária local [4], [5] e [6]:

- 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).
- Caixa de medição: Caixa destinada à instalação do medidor de energia e seus acessórios, bem como do dispositivo de proteção.
- 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 kW.
- Circuito Terminal: Circuito que alimenta diretamente os equipamentos de utilização e ou tomadas de uso geral e de uso específico. Partem do quadro de distribuição ou dos quadros terminais.

- Demanda: É a média das potências elétricas, ativas e 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.
- Ramal de Entrada: É o conjunto de condutores e acessórios, inclusive conectores, instalados a partir do ponto de entrega de energia, até a caixa para medição e proteção, cuja instalação é de responsabilidade e propriedade do consumidor.
- Ramal Interno ou de Saída: É o conjunto de condutores e acessórios instalados internamente nas unidades consumidoras, a partir da medição.
- Ramal de Ligação: Conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede da Concessionária e o ponto de entrega.
- 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.

Seguindo as normas da Energisa, o fator de potencia considerado foi de 0,92.

## 2.2 PROJETO RESIDENCIAL

O projeto apresentado nessa seção refere-se ao projeto de instalação elétrica de uma residência situada no Loteamento Jardim Areia Dourada – Cabedelo – PB.

O projeto foi elaborado em conformidade com as Normas 5410/2004 da ABNT e Padrão e Normas da ENERGISA. Foram projetadas as seguintes instalações:

- Entrada e Medição de Energia;
- Quadro de Cargas;
- Diagrama Unifilar;
- Memorial Descritivo.

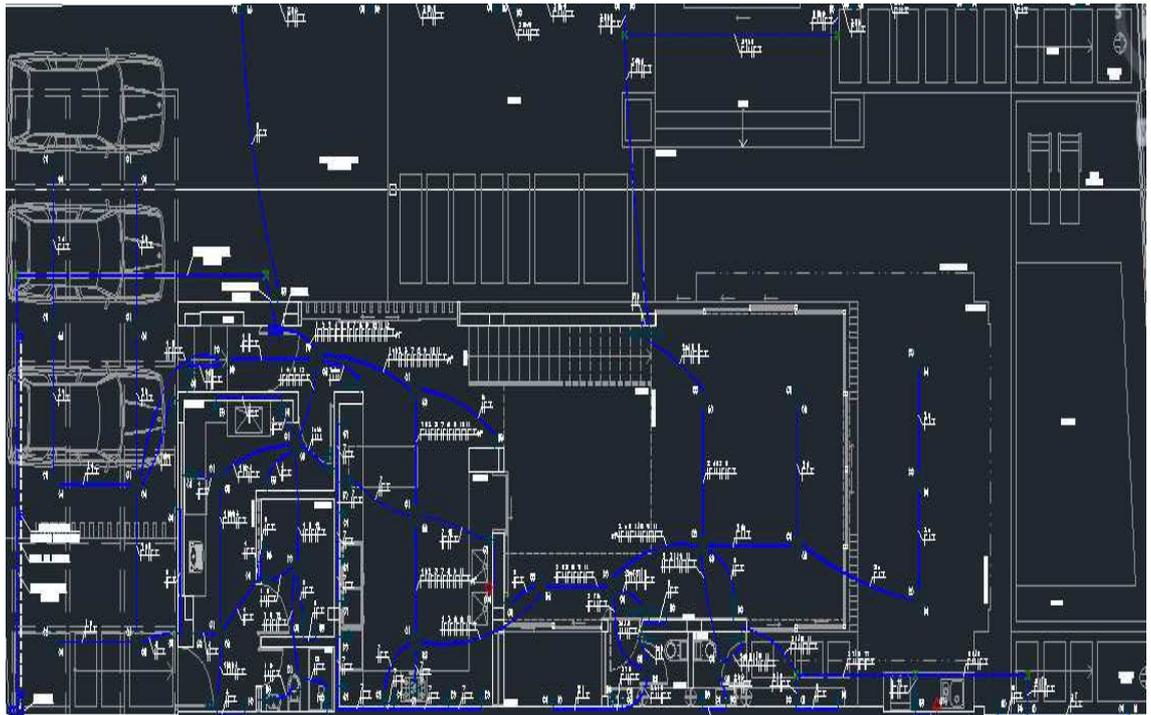


Figura 1 – Planta da residência(Térreo).

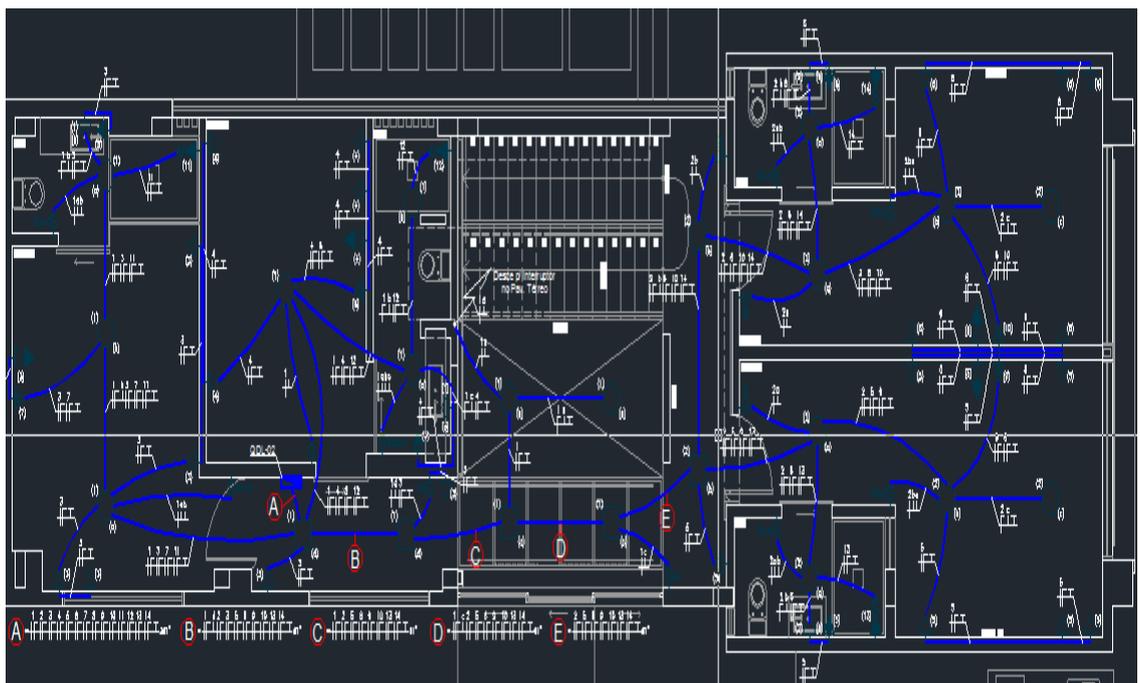


Figura 2 – Planta da residência(Pavimento superior).

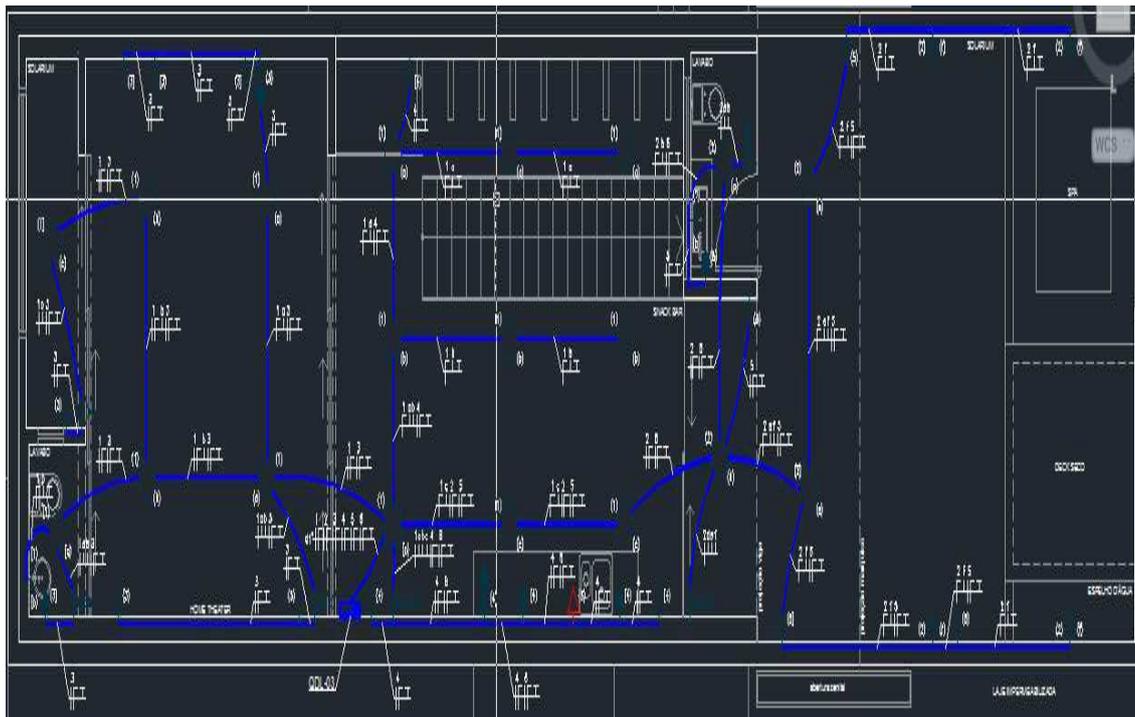


Figura 3 – Planta da residência(Cobertura).

A partir da planta da residência elaborou-se a disposição dos condutores elétricos da mesma e em seguida dimensionou-se os quadros de carga e o diagrama unifilar.

### 2.2.1 MEMORIAL DESCRITIVO

**INTERESSADO:** WALKÍRIA HENRIQUE ROBERTO

**Localidade:** *Loteamento Jardim Areia Dourada – Cabedelo – PB.*

**Título do Projeto:** *Projeto das instalações elétricas para atender a uma residência situada na Rua Max Zagel - Loteamento Jardim Areia Dourada – Cabedelo – PB.*

#### **FINALIDADE:**

O presente projeto tem a finalidade de atender as instalações elétricas da referida residência.

### 1. CONDIÇÕES GERAIS:

O projeto das instalações elétricas foi elaborado de acordo com as instruções aplicáveis da ABNT, NBR 5410 – Instalações elétricas, Padrão e Normas da ENERGISA.

Foram projetadas as seguintes instalações:

- Entrada e Medição de Energia.
- Quadro de Cargas
- Diagrama Unifilar

### **1.1 - Entrada e Medição de Energia**

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

#### **1.1.1.1 A MEDIÇÃO SERÁ INSTALADA NO MURO EXTERNO CONFORME PADRÃO ENERGISA.**

### **1.2 - Circuitos e Quadros**

Do quadro de medição será alimentado um quadro geral de distribuição, de onde será derivado o circuito de alimentação dos quadros de distribuição.

### **1.3 - Sistema 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. A escolha das luminárias ficará a cargo do proprietário e do arquiteto.

## **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 - 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.
- 2.3.3 - A instalação dos condutores somente deverá ser executada após a conclusão de todos os serviços de revestimentos das paredes.
- 2.3.4 - A fim de serem facilitadas às interligações dos vários circuitos, deverão ser utilizados condutores coloridos, com as seguintes identificações de cores:

<b>Terra</b>	<b>Verde</b>
<b>Neutro</b>	<b>Azul Claro</b>
<b>Fase Ilum.</b>	<b>Preto</b>
<b>Fase Tom.</b>	<b>Vermelho</b>
<b>Retorno</b>	<b>Amarelo</b>

- 2.3.5 - Não poderão ser empregados condutores com bitolas inferiores a 1,5mm<sup>2</sup> para retorno dos interruptores e 2,5mm<sup>2</sup> distribuição de circuitos, equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e 4,0mm<sup>2</sup> para 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 - O corte dos eletrodutos deverá ser executado perpendicularmente ao eixo longitudinal, sendo as novas extremidades dotadas de rosca, a seção objeto de corte deverá ser cuidadosamente limpa, de forma a serem eliminadas rebarbas que possam danificar os condutores.
- 2.4.3 - Todas as curvas de bitola de 1", ou maiores, deverão ser executadas com peças especiais e as curvas correspondentes às bitolas poderão ser executadas no próprio local de trabalho e deverá apresentar um raio de curvatura correspondente a dez vezes o diâmetro nominal do eletroduto.
- 2.4.4 - Durante a execução da obra, as extremidades dos eletrodutos deverão ser vedadas, para evitar obstruções.

## **2.5 - Componentes**

### 2.5.1 - Caixas de Passagem

As caixas de passagem e inspeção serão construídas em alvenaria de meia vez ou concreto, fundo falso em brita e tampa de concreto armado nas dimensões conforme projeto.

- 2.5.2 - 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:**

#### 3.1.1 - Eletrodutos:

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

#### 3.1.2 - Condutores:

Os condutores até a bitola 4,0mm<sup>2</sup>, será fio de cobre com têmpera mole isolamento termoplástico executado de cloreto de polivinila do tipo cabinho Pirastic de fabricação CORDEIRO ou FICAP.

Os condutores de bitola superior a 4,0mm<sup>2</sup> serão formados por fios de cobre mole (compacto), do tipo pirastic flex de fabricação CORDEIRO ou FICAP.

### 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 da linha a ser escolhida pelo arquiteto e proprietário. Todas as tomadas monofásicas serão do tipo 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, com barramento de cobre de fabricação CEMAR ou SIEMENS.

### 3.1.6 - Caixas

Serão de PVC 4"x2" de fabricação TIGRE ou similar.

### 3.1.7 - Disjuntores

Os disjuntores monofásicos e tripolares deverão ser do tipo termomagnético, tipo "N", e na proteção do quadro geral, será instalado um disjuntor diferencial "DR", de fabricação Siemens, ou similar.

### 3.1.8 - Aterramento

Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra. As hastes serão cobreadas de alta camada (254 microns), de 5/8" x 2,40m

## 4. CALCULO DA DEMANDA

Demanda Total Prevista = D1+D2+D3, onde:

D1 = Demanda Total da Iluminação e Tomadas

D2 = Demanda Total dos Chuveiros

D3 = Demanda Total dos Ar Condicionados

- ***Iluminação e tomadas em geral***

Total de Iluminação e Tomadas = 25.352 W

FD = 0,24 (tab. 02 – NDU 001)

= 25,35 x 0,24 = **6,08 kW**

- ***Chuveiros / Aquecedores***

Chuveiros (05 unidades) = 22.500 W  
 FD = 0,62 (tab. 03 – NDU 001)  
 = 22,50 x 0,62 = **13,95 kW**

- **Ar Condicionado**

Ar condicionado (04 unidades) = 3.600 W  
 FD = 0,78 (tab. 07 – NDU 001)  
 = 3,60 x 0,78 = **2,81 kW**

**Demanda total = 6,08 + 13,95 + 2,81 = 22,84 kW**

**Demanda total em kVA (fp=0,92)= 22,84/0,92 = 24,83 kVA**

Categoria: T2 tabela 14 NDU 001

Cabo Escolhido = **10mm<sup>2</sup>**

Disjuntor Escolhido = **50 A**

Eletroduto escolhido = **Aço Galv. 32mm**

Aterramento = **cobre nu 10mm<sup>2</sup>**

## 5. NORMAS:

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

### 2.2.2 QUADRO DE CARGAS

Tabela 1 – Quadro Geral.

QUADRO	CIRCUITO	ILUMINAÇÃO(W)			TOMADAS(W)					Carga(w)	Proteção(w)	Condutor(mm)	Tensão(V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	40	100	300	2200	900	4.500					
QDL - 01	1			18						720	15	1,5		ILUMINAÇÃO
	2			14						560	15	1,5		ILUMINAÇÃO
	3			10						400	15	1,5		ILUMINAÇÃO EXTERNA
	4				4	3				1.300	20	2,5		TOMADAS
	5				2	1				500	20	2,5		TOMADAS
	6				4	1				700	20	2,5		TOMADAS
	7				10	5				2.500	20	2,5		TOMADAS
	8				5	1				800	20	2,5		TOMADAS
	9				6	2				1.200	20	2,5		TOMADAS
	10						1			2.200	20	2,5		TOMADAS
	11						1			2.200	20	2,5		TOMADAS
	12								1	4.500	30	6		CHUVEIRO
	13									27.332	40	10		QDL-02
	14									6.020	40	10		QDL-03
	TOTAL								51.452	50	10	380		

Tabela 2 – Quadro de distribuição pavimento superior.

QUADRO	CIRCUITO	ILUMINAÇÃO(W)			TOMADAS(W)					Carga(w)	Proteção(w)	Condutor(mm)	Tensão(V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	40	100	300	600	900	4.500					
ODL - 02	1		14							448	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	2		12							384	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	3				7	2				1.300	20	2,5	220	TOMADAS
	4				5	2				1.100	20	2,5	220	TOMADAS
	5									1.300	20	2,5	220	TOMADAS
	6				6	2				1.200	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							1		900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO
	11								1	4.500	30	6	220	CHUVEIRO
	12								1	4.500	30	6	220	CHUVEIRO
	13								1	4.500	30	6	220	CHUVEIRO
	14								1	4.500	30	6	220	CHUVEIRO
		TOTAL	0	26	0	25	8	0	4	4	27.332	50	10	380

Tabela 3 – Quadro de distribuição cobertura.

QUADRO	CIRCUITO	Iluminação(w)			Tomadas(w)					Carga(w)	Proteção(A)	Condutor(mm)	TENSÃO(V)	Observação
		20	32	2x32	100	300	600	2.200	4.500					
ODL - 03	1	16								320	15	1,5	220	Iluminação
	2	10								200	15	1,5	220	Iluminação
	3				6	3				1.500	20	2,5	220	Tomadas
	4				5	2				1.100	20	2,5	220	Tomadas
	5				4	1				700	20	2,5	220	Tomadas
	6							1		2.200	20	2,5	220	Tomadas
		TOTAL									6.020			220

- Demanda Total Prevista = D1+D2+D3, onde:

D1 = Demanda Total da Iluminação e Tomadas

D2 = Demanda Total dos Chuveiros

D3 = Demanda Total dos Ar Condicionados

- Iluminação e tomadas em geral

Total de Iluminação e Tomadas = 25.352 W

$$FD = 0,24 \text{ (tab. 02 – NDU 001)}$$

$$= 25,35 \times 0,24 = \mathbf{6,08 \text{ kW}}$$

- Chuveiros / Aquecedores

$$\text{Chuveiros (05 unidades)} = 22.500 \text{ W}$$

$$FD = 0,62 \text{ (tab. 03 – NDU 001)}$$

$$= 22,50 \times 0,62 = \mathbf{13,95 \text{ kW}}$$

- Ar Condicionado

$$\text{Ar condicionado (04 unidades)} = 3.600 \text{ W}$$

$$FD = 0,78 \text{ (tab. 07 – NDU 001)}$$

$$= 3,60 \times 0,78 = \mathbf{2,81 \text{ kW}}$$

$$\mathbf{\text{Demanda total} = 6,08 + 13,95 + 2,81 = \boxed{22,84 \text{ kW}}}$$

$$\mathbf{\text{Demanda total em kVA (fp=0,92)} = 22,84/0,92 = \boxed{24,83 \text{ kVA}}}$$

Para que a instalação fique mais perto possível de uma carga equilibrada, os circuitos dos quadros devem ficar distribuídos da seguinte forma:

Tabela 4 – Balanceamento de carga QDL-01.

Circuito	Fase
1	A
2	A
3	A
4	A
5	A
6	A
7	A
8	A
9	A
10	A
11	A
12	A
13	A,B,C
14	C

Tabela 5 – Balanceamento de carga QDL-02.

Circuito	Fase
1	B
2	B
3	B
4	B
5	B
6	B
7	B
8	B
9	B
10	B
11	B
12	C
13	C
14	C

Tabela 6 – Balanceamento de carga QDL-03.

Circuito	Fase
1	C
2	C
3	C
4	C
5	C
6	C

### 2.2.3 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E DAS PROTEÇÕES

O dimensionamento dos condutores dos circuitos é feita a partir da carga que está ligada no mesmo e das seções dos condutores que tem disponibilizado no mercado. A proteção é dimensionada a partir do critério da capacidade de condução de corrente dos condutores sem que haja aumento de temperaturas significativas que danifiquem o isolamento dos condutores.

O quadro de medição foi dimensionado a partir da tabela 14 da NDU-001, que esta de acordo com a parte referente a capacidade de corrente da NBR-5410, com isso, os condutores do quadro de medição são do tipo EPR com seção de 10 mm<sup>2</sup>. A proteção do quadro de medição é feita por um disjuntor termomagnético com sensibilidade de 50 A que protege a instalação contra sobrecargas e curtos-circuitos.

O quadro de medição alimenta um quadro geral de distribuição, QDL-001, a partir do qual serão derivados os circuitos de alimentação dos quadros de distribuição QDL-002 e QDL-003 dos pavimentos superior e cobertura respectivamente.

Os condutores do ramal de ligação do QDL-001 possui seção de 16 mm<sup>2</sup>, dimensionados a partir da tabela 14 da NDU-001. A proteção do quadro de distribuição é realizada por um disjuntor termomagnético, com sensibilidade de 50 A, que protege a instalação contra sobre cargas e curtos-circuitos e também é protegido por um disjuntor residual diferencial, com sensibilidade de 30 mA para proteção contra choques elétricos e 63 A para proteção contra curtos-circuitos. A partir do QDL-001 são derivados 12 circuitos terminais, sendo 3 circuitos para iluminação com seção de 1,5 mm<sup>2</sup> protegidos por disjuntor com sensibilidade de 15 A, 8 circuitos para tomadas de uso geral com seção de 2,5 mm<sup>2</sup> protegidos por disjuntor com sensibilidade de 20 A e 1 circuito para chuveiro-elétrico com seção de 6 mm<sup>2</sup>, protegidos por disjuntor com sensibilidade de 30 A. Os circuitos 13 e 14, com seção de 10 mm<sup>2</sup> e protegidos por disjuntor com sensibilidade de 40 A, alimentam os quadros de distribuição QDL-002 e QDL-003 respectivamente.

O QDL-002 alimenta 14 circuitos terminais, sendo 2 circuitos para iluminação com seção de 1,5 mm<sup>2</sup> protegidos por disjuntor com sensibilidade de 15 A, 4 circuitos para tomadas de uso geral com seção de 2,5 mm<sup>2</sup> protegidos por disjuntor com sensibilidade de 20 A, 4 circuitos para chuveiro-elétrico com seção de 6 mm<sup>2</sup>, protegidos por disjuntor com sensibilidade de 30 A e 4 circuitos para ar-condicionados com seção de 2,5 mm<sup>2</sup> protegidos por disjuntor com sensibilidade de 20 A.

O QDL-003 alimenta 6 circuitos terminais, sendo 2 circuitos para iluminação com seção de 1,5 mm<sup>2</sup> protegidos por disjuntor com sensibilidade de 15 A, 4 circuitos para tomadas de uso geral com seção de 2,5 mm<sup>2</sup> protegidos por disjuntor com sensibilidade de 20 A.

A proteção dos circuitos terminais são feitas a partir de disjuntores termomagnéticos que protegem contra sobrecargas e curtos-circuitos.

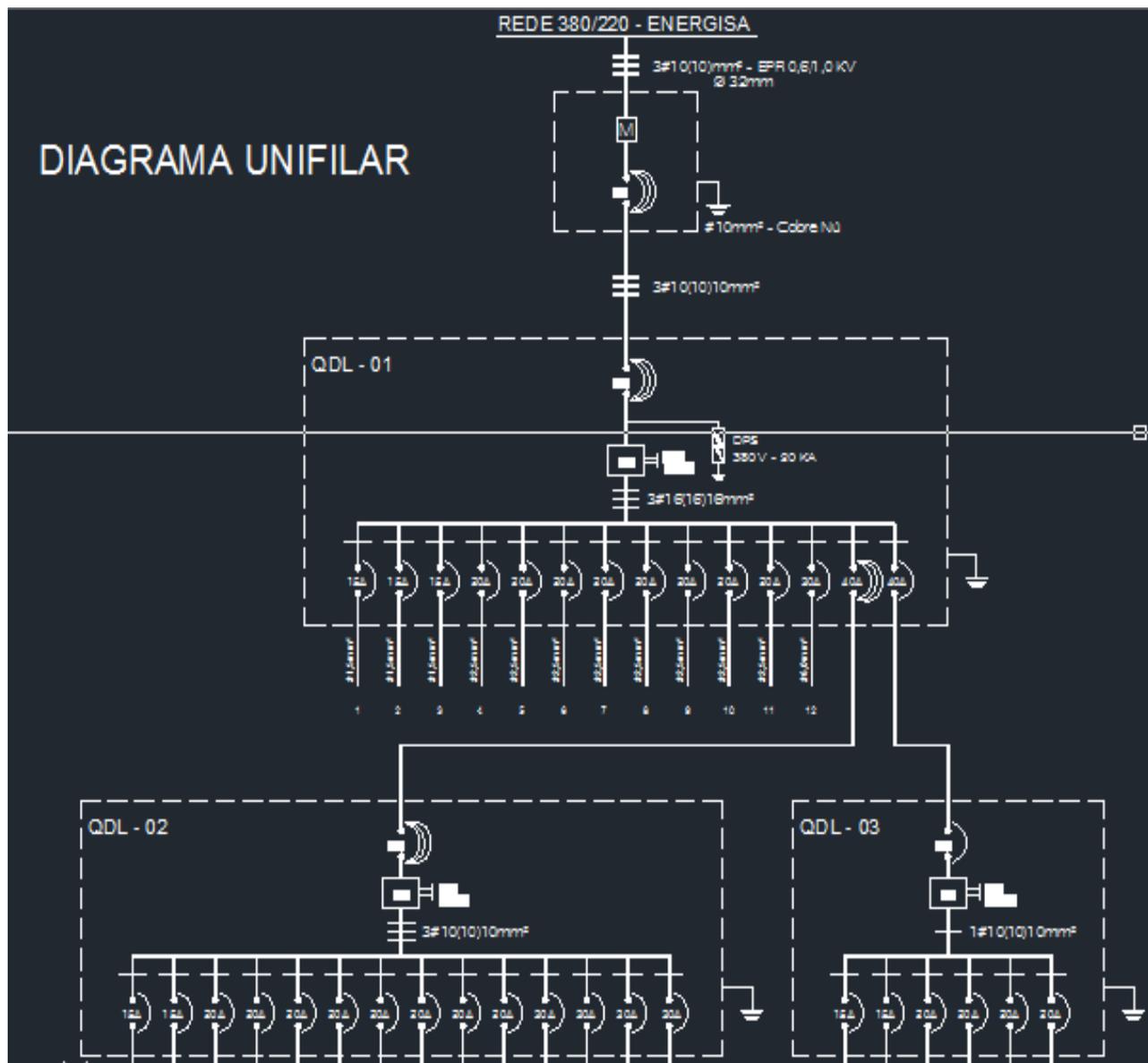


Figura 4 – Diagrama unifilar da residência.

#### 2.2.4 PADRÃO DE ATENDIMENTO

A partir do cálculo da demanda da instalação, observa-se a tabela 14 da NDU-001 e verifica-se que a instalação deve ser trifásica pois possui potencia maior que 22 KVA. A instalação poderia se enquadrar na categoria trifásica tipo T1 pois possui demanda inferior à 26,3 KVA mas optou-se pela trifásica tipo T2 para cobrir uma eventual aumento de carga que possa acontecer na instalação, já que ficou próximo do limite máximo da instalação ser da categoria trifásica tipo T1.

## 2.3 PROJETO PREDIAL

A segunda atividade realizada foi a elaboração de quadros de cargas dos apartamentos e memorial descritivo referentes à instalação elétrica do condomínio Austro França na cidade de Campina Grande. O prédio possui seis tipos diferentes de apartamentos. Sendo assim, para cada tipo de apartamento, foi feito um quadro de carga, chamado QDL, diferente, além do Quadro Geral do Condomínio, o QGC, referente à área comum do prédio.

### 2.3.1 MEMORIAL DESCRITIVO

#### **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 Pavimento 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 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.

### **1.3 - 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.

<b>Terra</b>	<b>Verde</b>
<b>Neutro</b>	<b>Azul Claro</b>
<b>Fase Ilum.</b>	<b>Preto</b>
<b>Fase Tom.</b>	<b>Vermelho</b>
<b>Retorno</b>	<b>Amarelo</b>

2.3.5 - Não poderão ser empregados condutores com bitolas inferiores a 1,5mm<sup>2</sup> para distribuição de circuitos, 2,5mm<sup>2</sup> para equipamentos

trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e 6,0mm<sup>2</sup> 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 4mm<sup>2</sup> 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<sup>2</sup> 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, 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 do 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 03 (três) conjuntos de medição para 140 (cento e quarenta) medidores trifásicos, sendo dois deles responsáveis pela medição de 48 (quarenta e

oito) apartamentos, cada e o outro, por 44 (quarenta e quatro) 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 cabo de cobre nu  $2 \times 70 \text{ mm}^2$  e haste de terra cooperweld de  $5/8'' \times 2,40\text{m}$ , os quais fornecerão uma resistência inferior a 10 ohms.

Na malha da entrada de energia, será utilizado cabo de cobre nu de  $2 \times 70 \text{ mm}^2$  para interligação das hastes, e cabo de cobre isolado  $2 \times 70 \text{ mm}^2$  para interligação com o quadro.

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

Para aterramento do Quadro de Medição, serão instaladas 08 (oito) hastes de terra cooperweld  $5/8'' \times 2,40 \text{ m}$  (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 -  $50 \text{ mm}^2$  para as fases,  $35 \text{ mm}^2$  para o neutro e  $25 \text{ mm}^2$  para o terra.

Para o quadro de medição 03, será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 0,6/1,0kV -  $70 \text{ mm}^2$  para as fases e  $35 \text{ mm}^2$  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 -  $120 \text{ mm}^2$  - 02(dois) condutores por fase e EPR0,6/1,0kV -  $70 \text{ mm}^2$  - 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.

## DEMANDA DOS APARTAMENTOS TIPO (D1)

- 140 (cento e quarenta) apartamentos tipo, sendo:
- 44(quarenta e quatro) apartamentos tipo com área útil de 102,26 m<sup>2</sup>
- 44(quarenta e quatro) apartamentos tipo com área útil de 85,52 m<sup>2</sup>
- 44(quarenta e quatro) apartamentos tipo com área útil de 72,31 m<sup>2</sup>
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de 94,40 m<sup>2</sup>
- 04(quatro) apartamentos tipo com área útil de 135,21 m<sup>2</sup>
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de 157,12 m<sup>2</sup>

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(44 \times 102,26) + (44 \times 85,52) + (44 \times 72,31) + (02 \times 94,40) + (04 \times 135,21) + (02 \times 157,12)}{44 + 44 + 44 + 02 + 04 + 02} =$$

$$= \frac{4.499,44 + 3.762,88 + 3.181,64 + 188,80 + 540,84 + 314,24}{140} = \mathbf{89,20 \text{ m}^2}$$

Portanto a área média é **89,20 m<sup>2</sup>**

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

$$D1=(72,59 \times 1,96) = \underline{142,28 \text{ kW}}$$

DEMANDA DO CONDOMÍNIO (D2)

- **Iluminação e tomadas em geral**

Iluminação = 23.108 W

Tomadas = 9.400W

23.108 + 9.400 = 32.508 W

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

$$= 32.508 \times 0,86 = \underline{27,96 \text{ kW}}$$

- **Motores**

- **Monofásicos**

3 x 2,0 CV

$$3 \times 1,71 \times 0,85 = \boxed{4,36 \text{ kW}}$$

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

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

- **Trifásicos**

$$4 \times 10,0 \text{ CV}$$

$$4 \times 7,53 \times 0,90 = \boxed{27,11 \text{ kW}}$$

$$D_2 = 27,96 + 4,36 + 2,15 + 27,11 = \underline{61,58 \text{ kW}}$$

Cabo escolhido = EPR 50 mm<sup>2</sup> para as fases, EPR 35 mm<sup>2</sup> para o neutro e  
EPR 25 mm<sup>2</sup> para o terra.

Disjuntor geral escolhido = 125 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 100 mm

$$\text{DEMANDA TOTAL PREVISTA} = D_T = D_1 + D_2 = 142,28 + 61,58 = 203,86 \text{ kW}$$

$$\text{DEMANDA TOTAL PREVISTA} \text{ =====>} \boxed{203,86 \text{ kW}}$$

Cabo escolhido = EPR 120 mm<sup>2</sup> – 02(dois) condutores por fase e EPR 70 mm<sup>2</sup>  
– 02(dois) condutores para o neutro.

Disjuntor geral escolhido = 400 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 2x100 mm

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

Aterramento em 02(dois) cabos de cobre nu 70 mm<sup>2</sup>

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

metálicas

DEMANDA DOS QUADROS DE MEDIÇÃO 01 E 02

- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de 102,26 m<sup>2</sup>
- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de 85,52 m<sup>2</sup>
- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de 72,31 m<sup>2</sup>

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(16 \times 102,26) + (16 \times 85,52) + (16 \times 72,31)}{16 + 16 + 16} = \frac{1.636,16 + 1.368,32 + 1.156,96}{48} = \mathbf{86,70 \text{ m}^2}$$

Portanto a área média é  $\boxed{86,70 \text{ m}^2}$

DQM1 E DQM2=(F X A)

$$DQM1 E 2 = (34,22 \times 1,96) = \underline{67,07 \text{ kW}}$$

Cabo escolhido = EPR 50 mm<sup>2</sup> para as fases, EPR 35 mm<sup>2</sup> para o neutro e EPR 25 mm<sup>2</sup> para o neutro e o terra

Disjuntor geral escolhido = 125 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 100 mm

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

#### DEMANDA DOS QUADROS DE MEDIÇÃO 03

- 12(doze) apartamentos tipo com área útil de 102,26 m<sup>2</sup>
- 12(doze) apartamentos tipo com área útil de 85,52 m<sup>2</sup>
- 12(doze) apartamentos tipo com área útil de 72,31 m<sup>2</sup>
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de 94,40 m<sup>2</sup>
- 04(quatro) apartamentos tipo com área útil de 135,21 m<sup>2</sup>
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de 157,12 m<sup>2</sup>

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(12 \times 102,26) + (12 \times 85,52) + (12 \times 72,31) + (02 \times 94,40) + (04 \times 135,21) + (02 \times 157,12)}{12 + 12 + 12 + 02 + 04 + 02} =$$

$$= \frac{1.227,12 + 1.026,24 + 867,72 + 188,80 + 540,84 + 314,24}{44} = \underline{108,29 \text{ m}^2}$$

Portanto a área média é **108,29 m<sup>2</sup>**

$$DQM3 = (F \times A)$$

$$DQM3 = (31,94 \times 2,35) = \underline{75,06 \text{ kW}}$$

Cabo escolhido = EPR 70 mm<sup>2</sup> para as fases, EPR 35 mm<sup>2</sup> para o neutro e para o terra

Disjuntor geral escolhido = 150 A

Eletroduto escolhido = Aço Galv. 100 mm

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

## Demanda Individual do Apartamento Tipo 01

- **Iluminação e tomadas em geral**  
Lâmpadas = 380 W  
Tomadas = 6.400 W  
 $380 + 6.400 = 6.780 \text{ W}$ ; FD = 0,40 (tab. 02 – NDU 001)  
 $= 6.780 \times 0,40 = \mathbf{2,71 \text{ kW}}$
- **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 01 =  $2,71 + 6,75 + 2,21 = \mathbf{11,67 \text{ kW}}$**

**Demanda do apartamento Tipo 01 em kVA (fd=0,92) =  $11,67/0,92 = \mathbf{12,68 \text{ kVA}}$**

Categoria T1  
Cabo escolhido = 6 mm<sup>2</sup>  
Disjuntor escolhido = 40 A  
Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

## 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) =  $11,74/0,92 = \mathbf{12,76 \text{ kVA}}$**

Categoria T1  
Cabo escolhido = 6 mm<sup>2</sup>  
Disjuntor escolhido = 40 A  
Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

## 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 mm<sup>2</sup>  
Disjuntor escolhido = 40 A  
Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

## Demanda Individual do Apartamento Tipo 04

- **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 04=  $2,47 + 6,75 + 2,21 = \mathbf{11,43 \text{ kW}}$**

**Demanda do apartamento Tipo 04 em kVA ( $fd=0,92$ ) =  $11,43/0,92 = \mathbf{12,42 \text{ kVA}}$**

Categoria T1  
Cabo escolhido = 6 mm<sup>2</sup>  
Disjuntor escolhido = 40 A  
Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

## Demanda Individual do Apartamento Tipo 05

- **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 05 =  $2,47 + 6,75 + 2,21 = \mathbf{11,43 \text{ kW}}$**

**Demanda do apartamento Tipo 05 em kVA ( $fd=0,92$ ) =  $11,43/0,92 = \mathbf{12,42 \text{ kVA}}$**

Categoria T1  
Cabo escolhido = 6 mm<sup>2</sup>  
Disjuntor escolhido = 40 A  
Eletroduto escolhido = Aço Galv. 32 mm

## Demanda Individual do Apartamento Tipo 06

- **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 06 =  $2,47 + 6,75 + 2,21 = \mathbf{11,43 \text{ kW}}$**

**Demanda do apartamento Tipo 06 em kVA ( $fd=0,92$ ) =  $11,43/0,92 = \mathbf{12,42 \text{ kVA}}$**

Categoria T1  
Cabo escolhido = 6 mm<sup>2</sup>  
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 mm<sup>2</sup> - 02(dois) condutores por fase  
e EPR0,6/1,0kV - 70 mm<sup>2</sup> – 02(dois) condutores para o neutro.
- Proteção : Disjuntor tripolar de 400 A.
- Aterramento : 08 (oito) Hastes de terra cobreada 5/8"x 2,40m  
02(dois) Cabos de cobre nu 70 mm<sup>2</sup>

**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

## 2.3.2 QUADRO DE CARGAS

Tabela A1 – Quadro de cargas do apartamento tipo 1.

QUADRO DE CARGAS														
QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)				4.500	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm <sup>2</sup>	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	2X32	100	300	600	900						
QDL-01	1		8							256	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	2		8							256	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	3				4	4				1.600	20	2,5	220	TOMADAS
	4				2		1			800	20	2,5	220	TOMADAS
	5				5	1				800	20	2,5	220	TOMADAS
	6				4	1				700	20	2,5	220	TOMADAS
	7				7	2				1.300	20	2,5	220	TOMADAS
	8							1		900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO
	9							1		900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO
	10							1		900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO
	11								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	12								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
Soma		0	16	0	22	8	1	3	2	17.412	40	6,0	380	

Tabela A2 – Quadro de cargas do apartamento tipo 2.

QUADRO DE CARGAS														
QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)				4.500	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm <sup>2</sup>	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	2X32	100	300	600	900						
QDL-02	1		6							192	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	2		6							192	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	3				4	4				1.600	20	2,5	220	TOMADAS
	4						1			600	20	2,5	220	TOMADAS
	5				4	1				700	20	2,5	220	TOMADAS
	6				6	2				1.200	20	2,5	220	TOMADAS
	7				4	2				1.000	20	2,5	220	TOMADAS
	8							1		900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO
	9							1		900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO
	10							1		900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO
	11								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	12								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
Soma		0	12	0	18	9	1	3	2	17.184	40	6,0	380	

Tabela A3 – Quadro de cargas do apartamento tipo 3.

QUADRO DE CARGAS														
QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)				4.500	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm <sup>2</sup>	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO
		20	32	2X32	100	300	600	900						
QDL-03	1		7							224	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	2		7							224	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO
	3				4	4				1.600	20	2,5	220	TOMADAS
	4						1			600	20	2,5	220	TOMADAS
	5				5	1				800	20	2,5	220	TOMADAS
	6				6	3				1.500	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	4.500	20	2,5	220	CHUVEIRO
	10								1	4.500	20	2,5	220	CHUVEIRO
Soma		0	14	0	15	8	1	2	2	15.748	40	6,0	380	

Tabela A4 – Quadro de cargas do apartamento tipo 4.

QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)				CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm <sup>2</sup>	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO	
		20	32	2X32	100	300	600	900						4.500
QDL-04	1		17						544	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	2		12						384	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	3				6	5			2.100	20	2,5	220	TOMADAS	
	4				2		1		800	20	2,5	220	TOMADAS	
	5				6	2			1.200	20	2,5	220	TOMADAS	
	6				4	1			700	20	2,5	220	TOMADAS	
	7				8	3			1.700	20	2,5	220	TOMADAS	
	8				5	2			1.100	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	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	12								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO

Tabela A5 – Quadro de cargas do apartamento tipo 5.

QUADRO DE CARGAS														
QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)				CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm <sup>2</sup>	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO	
		20	32	2X32	100	300	600	900						4.500
QDL-05	1		8						256	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	2		8						256	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	3				5	4			1.700	20	2,5	220	TOMADAS	
	4				1		1		700	20	2,5	220	TOMADAS	
	5				6	1			900	20	2,5	220	TOMADAS	
	6				6	2			1.200	20	2,5	220	TOMADAS	
	7				4	2			1.000	20	2,5	220	TOMADAS	
	8							1	900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO	
	9							1	900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO	
	10							1	900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO	
	11								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	12								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
Soma		0	16	0	22	9	1	3	2	17.712	40	6,0	380	

Tabela A6 – Quadro de cargas do apartamento tipo 6.

QUADRO DE CARGAS														
QUADRO	CIRCUITO N.	ILUMINAÇÃO (W)			TOMADAS (W)				CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm <sup>2</sup>	TENSÃO (V)	OBSERVAÇÃO	
		20	32	2X32	100	300	600	900						4.500
QDL-06	1		15						480	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	2		14						448	15	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	3				5	4			1.700	20	2,5	220	TOMADAS	
	4				1		1		700	20	2,5	220	TOMADAS	
	5				4	3			1.300	20	2,5	220	TOMADAS	
	6				8	2			1.400	20	2,5	220	TOMADAS	
	7				4	2			1.000	20	2,5	220	TOMADAS	
	8							1	900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO	
	9							1	900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO	
	10							1	900	20	2,5	220	AR CONDICIONADO	
	11								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	12								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
	13								1	4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO
Soma		0	29	0	22	11	1	3	3	23.228	40	6,0	380	

## DEMANDA DA INSTALAÇÃO

- 140 (cento e quarenta) apartamentos tipo, sendo:
- 44(quarenta e quatro) apartamentos tipo com área útil de 102,26 m<sup>2</sup>
- 44(quarenta e quatro) apartamentos tipo com área útil de 85,52 m<sup>2</sup>
- 44(quarenta e quatro) apartamentos tipo com área útil de 72,31 m<sup>2</sup>
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de 94,40 m<sup>2</sup>

- 04(quatro) apartamentos tipo com área útil de 135,21 m<sup>2</sup>
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de 157,12 m<sup>2</sup>

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(44 \times 102,26) + (44 \times 85,52) + (44 \times 72,31) + (02 \times 94,40) + (04 \times 135,21) + (02 \times 157,12)}{44 + 44 + 44 + 02 + 04 + 02} =$$

$$= \frac{4.499,44 + 3.762,88 + 3.181,64 + 188,80 + 540,84 + 314,24}{140} = 89,20 \text{ m}^2$$

Portanto a área média é **89,20 m<sup>2</sup>**

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

$$F= 72,59 \text{ (Tabela 01 NDU-003)}$$

$$A=1,96 \text{ (Tabela 02 NDU-003)}$$

$$D1=(72,59 \times 1,96) = 142,28 \text{ kW}$$

DEMANDA DO CONDOMÍNIO (D2)

- **Iluminação e tomadas em geral**

$$\text{Iluminação} = 23.108 \text{ W}$$

$$\text{Tomadas} = 9.400 \text{ W}$$

$$23.108 + 9.400 = 32.508 \text{ W}$$

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

$$= 32.508 \times 0,86 = 27,96 \text{ kW}$$

- **Motores**

- **Monofásicos**

$$3 \times 2,0 \text{ CV}$$

$$3 \times 1,71 \times 0,85 = 4,36 \text{ kW}$$

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

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

- **Trifásicos**

$$4 \times 10,0 \text{ CV}$$

$$4 \times 7,53 \times 0,90 = 27,11 \text{ kW}$$

$$D2 = 27,96 + 4,36 + 2,15 + 27,11 = 61,58 \text{ kW}$$

**DEMANDA TOTAL PREVISTA =  $D_T = D_1 + D_2 = 142,28 + 61,58 = 203,86 \text{ kW}$**

DEMANDA DOS QUADROS DE MEDIÇÃO 01 E 02

- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de  $102,26 \text{ m}^2$
- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de  $85,52 \text{ m}^2$
- 16(dezesseis) apartamentos tipo com área útil de  $72,31 \text{ m}^2$

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(16 \times 102,26) + (16 \times 85,52) + (16 \times 72,31)}{16 + 16 + 16} = \frac{1.636,16 + 1.368,32 + 1.156,96}{48} = \mathbf{86,70}$$

Portanto a área média é  **$86,70 \text{ m}^2$**

$DQM1 \text{ e } DQM2 = (f \times a)$

$F = 34,22$  (Tabela 01 NDU-003)

$A = 1,96$  (Tabela 02 NDU-003)

$DQM1 = DQM2 = (34,22 \times 1,96) = \mathbf{67,07 \text{ kW}}$

DEMANDA DOS QUADROS DE MEDIÇÃO 03

- 12(doze) apartamentos tipo com área útil de  $102,26 \text{ m}^2$
- 12(doze) apartamentos tipo com área útil de  $85,52 \text{ m}^2$
- 12(doze) apartamentos tipo com área útil de  $72,31 \text{ m}^2$
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de  $94,40 \text{ m}^2$
- 04(quatro) apartamentos tipo com área útil de  $135,21 \text{ m}^2$
- 02(dois) apartamentos tipo com área útil de  $157,12 \text{ m}^2$

Conforme NDU 003, a média ponderada será:

$$\frac{(12 \times 102,26) + (12 \times 85,52) + (12 \times 72,31) + (02 \times 94,40) + (04 \times 135,21) + (02 \times 157,12)}{12 + 12 + 12 + 02 + 04 + 02} =$$

$$= \frac{1.227,12 + 1.026,24 + 867,72 + 188,80 + 540,84 + 314,24}{44} = \mathbf{108,29 \text{ m}^2}$$

Portanto a área média é  **$108,29 \text{ m}^2$**

$DQM3 = (f \times a)$

$F = 31,94$  (Tabela 01 NDU-003)

$A=1,96$  (Tabela 02 NDU-003)

$DQM3=(31,94 \times 2,35) = \underline{75,06 \text{ kW}}$

## DEMANDA INDIVIDUAL DO APARTAMENTO TIPO 01

- **Iluminação e tomadas em geral**  
 Lâmpadas = 380 W  
 Tomadas = 6.400 W  
 $380 + 6.400 = 6.780 \text{ W}$ ;  $FD = 0,40$  (tab. 02 – NDU 001)  
 $= 6.780 \times 0,40 = \mathbf{2,71 \text{ kW}}$
- **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 01=  $2,71 + 6,75 + 2,21 = \mathbf{11,67 \text{ kW}}$**

**Demanda do apartamento Tipo 01 em kVA ( $fd=0,92$ ) =  $11,67/0,92 = \mathbf{12,68 \text{ kVA}}$**

## 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 ( $fd=0,92$ ) =  $11,74/0,92 = \mathbf{12,76 \text{ kVA}}$**

## 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 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 03= 2,47 + 6,75 + 2,21 = 11,43 kW**

**Demanda do apartamento Tipo 03 em kVA (fd=0,92) = 11,43/0,92 = 12,42 kVA**

## DEMANDA INDIVIDUAL DO APARTAMENTO TIPO 04

- **Iluminação e tomadas em geral**  
 Lâmpadas = 360 W  
 Tomadas = 6.700 W  
 360 + 6.700 = 7.060 W; FD = 0,35 (tab. 02 – NDU 001)  
 = 7.060 x 0,35 = **2,47 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 04= 2,47 + 6,75 + 2,21 = 11,43 kW**

**Demanda do apartamento Tipo 04 em kVA (fd=0,92) = 11,43/0,92 = 12,42 kVA**

## DEMANDA INDIVIDUAL DO APARTAMENTO TIPO 05

- **Iluminação e tomadas em geral**  
 Lâmpadas = 360 W  
 Tomadas = 6.700 W  
 360 + 6.700 = 7.060 W; FD = 0,35 (tab. 02 – NDU 001)  
 = 7.060 x 0,35 = **2,47 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 05= 2,47 + 6,75 + 2,21 = 11,43 kW**

**Demanda do apartamento Tipo 05 em kVA (fd=0,92) = 11,43/0,92 = 12,42 kVA**

## DEMANDA INDIVIDUAL DO APARTAMENTO TIPO 06

- **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 06= 2,47 + 6,75 + 2,21 = 11, 43 kW**

**Demanda do apartamento Tipo 06 em kVA (fd=0,92) =  $11,43/0,92 = \mathbf{12,42 \text{ kVA}}$**

### 2.3.3 DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES E DAS PROTEÇÕES

O dimensionamento dos condutores dos circuitos é feita a partir da carga que está ligada no mesmo e das seções dos condutores que tem disponibilizado no mercado. A proteção é dimensionada a partir do critério da capacidade de condução de corrente dos condutores sem que haja aumento de temperaturas significativas que danifiquem o isolamento dos condutores.

O quadro de medição foi dimensionado a partir da tabela 03 da NDU-003, que esta de acordo com a parte referente a capacidade de corrente da NBR-5410, com isso, o condutor fase do quadro de medição são do tipo EPR com seção de  $120 \text{ mm}^2$ , dois condutores por fase e condutor neutro do tipo EPR com seção de  $70 \text{ mm}^2$ , dois condutores por neutro. A proteção do quadro de medição é feita por um disjuntor termomagnético com sensibilidade de 400 A que protege a instalação contra sobrecargas e curtos-circuitos.

O quadro de medição alimenta um quadro geral de distribuição chamado QGC.

O quadro geral de distribuição, QGC, alimenta três quadros de distribuição que são QDM-01, QDM-02 e QDM-03.

O dimensionamento do QGC foi feito a partir da tabela 03 da NDU-03, por tanto o condutor fase é do tipo do tipo EPR com seção de  $50 \text{ mm}^2$ , condutor neutro do tipo do tipo EPR com seção de  $35 \text{ mm}^2$  e condutor terra do tipo do tipo EPR com seção de 25

mm<sup>2</sup>. A proteção do quadro do quadro geral é feita por um disjuntor termomagnético com sensibilidade de 125A que protege a instalação contra sobrecargas e curtos-circuitos.

O dimensionamento dos quadros DQM-01, DQM -02 e DQM -03 foi feito a partir da tabela 03 da NDU-03. O DQM-01 e DQM-02 possui condutor fase do tipo EPR com seção de 50 mm<sup>2</sup>, condutor neutro do tipo do tipo EPR com seção de 35 mm<sup>2</sup> e condutor terra do tipo do tipo EPR com seção de 25 mm<sup>2</sup>, protegidos por disjuntor termomagnético de 125 A. O DQM-03 possui condutor fase do tipo EPR com seção de 70 mm<sup>2</sup>, condutor neutro do tipo do tipo EPR com seção de 35 mm<sup>2</sup> e condutor terra do tipo do tipo EPR com seção de 35 mm<sup>2</sup>, protegidos por disjuntor termomagnético de 150 A.

Os circuitos terminais alimentam circuitos de iluminação, tomadas de uso geral, ar-condicionado e chuveiro-elétrico. As bitolas desses circuitos possui a mesma seção que os circuitos terminais do projeto da residência mostrado anteriormente. Os condutores de todos os apartamentos foram dimensionados a partir da tabela 14 da NDU-1, por tanto possui condutor fase, neutro e terra de 6 mm<sup>2</sup>. A proteção é feita por um disjuntor termomagnético de 40 A.

#### 2.3.4 PADRÃO DE ATENDIMENTO

A partir da tabela 03 da NDU-003 verifica-se que o condomínio se encaixa na categoria trifásica, por tanto o quadro de medição e quadros de distribuição são trifásicos. Verificando a tabela 14 da NDU-001, verifica-se que os apartamentos são da categoria T1.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] CREDER, H. Instalações elétricas. 15ª ed., Rio de Janeiro: LTC 2007.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 1997.
- [3] NBR 5413: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- [4] Energisa, Norma de Distribuição Unificada. NDU 001: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades. Março de 2010.
- [5] NDU 002: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária. Março de 2010.
- [6] 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. Março de 2010.
- [7] COSTA, E. G. e MOREIRA V. D. Guia Experimental de Fotometria. Grupo de Sistemas Elétricos – UAEE – UFCG. Campina Grande: 2008.
- [8] CAVALIN, G. e CERVELIN, S. Instalações Elétricas Prediais. 14ª ed., São Paulo: Érica, 2006.
- [9] FILHO, D. L. L. Projetos de Instalações Elétricas Prediais. 6ª ed., São Paulo: Érica, 2001.
- [10] FILHO, J.M., Instalações Elétricas Industriais, 6ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2002

## ANEXO A

Tabela A.1 – Dimensionamento das Categorias de Atendimento da NDU-001 da Energisa (Tabela 14 NDU-001).

POTÊNCIA /DEMANDA	CATEGORIA	N.º DE FIOS	N.º DE FASES	POTÊNCIA/DEMANDA	CONDUTORES (mm <sup>2</sup> )					HASTE PARA ATERRAMENTO AÇO COBRE	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo (A))	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO (mm)		POSTE		PONTALETE		
					RAMAL DE LIGAÇÃO MULTIPLEX (ALUMÍNIO)	RAMAL DE LIGAÇÃO CONCENTRICO (ALUMÍNIO)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE PVC 70°C)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE EPRI/XLPE 90°C)	ATERRAMENTO (COBRE)			ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO (mm)	ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO (mm)	POSTE DT	POSTE TUBO DE AÇO GALVANIZADO (mm)	FIXAÇÃO COM PARAFUSO (mm)	FIXAÇÃO EMBUTIDO NA PAREDE (mm)	
POTÊNCIA INSTALADA (kVA)	M1	2	1	$0 < P \leq 6,0$	1x1x10+10	2x10	6(6)	6(6)	6	1H 16X2400	30/32	25	20	5/7m	150	80X 5/7m	40	40
	M2	2	1	$6,0 < P \leq 11,0$	1x1x10+10	2x10	10(10)	10(10)	10	1H 16X2400	50	25	20	5/7m	150	80X 5/7m	40	40
	M3	2	1	$11,0 < P \leq 15,4$	1x1x16+16		16(16)	16(16)	10	1H 16X2401	70	25	25	5/7m	150	80X 5/7m	40	40
	B1	3	2	$0 < P \leq 17,6$	2x1x10+10		2#10(10)	2#6(6)	6	1H 16X2401	40	32	25	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
	B2	3	2	$17,6 < P \leq 22,0$	2x1x16+16		2#10(10)	2#10(10)	10	1H 16X2400	50	32	25	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
DEMANDA PROVÁVEL (kVA)	T1	4	3	$0 < D \leq 26,3$	3x1x10+10		3#10(10)	3#6(6)	6	*H 16X2400	40	32	32	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
	T2	4	3	$26,3 < D \leq 32,9$	3x1x16+16		3#10(10)	3#10(10)	10	*H 16X2400	50	32	32	5/7m	150	80X 5/7m	50	50
	T3	4	3	$32,9 < D \leq 46,05$	3x1x25+25		3#25(25)	3#16(16)	10	*H 16X2400	70	40	40	5/7m	300	100X 5/7m	50	50
	T4	4	3	$46,05 < D \leq 65,8$	3x1x35+35		3#35(35)	3#25(25)	16	*H 16X2400	100	50	50	5/7m	300	100X 5/7m	50	50
	T5	4	3	$65,8 < D \leq 75$	3x1x70+70		3#70(35)	3#50(35)	25	*H 16X2400	125	65	75	5/7m	600			

Tabela A.2 –Fatores de multiplicação de demanda em função do número de apartamentos residenciais da edificação(Tabela 01 NDU-003).

Nº Apto	F. Mult.										
1	*	51	35,90	101	63,59	151	74,74	201	80,89	251	82,73
2	*	52	36,46	102	63,84	152	74,89	202	80,94	252	82,74
3	*	53	37,02	103	64,09	153	75,04	203	80,99	253	82,75
4	3,88	54	37,58	104	64,34	154	75,19	204	81,04	254	82,76
5	4,84	55	38,14	105	64,59	155	75,34	205	81,09	255	82,77
6	5,80	56	38,70	106	64,84	156	75,49	206	81,14	256	82,74
7	6,76	57	39,26	107	65,09	157	75,64	207	81,19	257	82,79
8	7,72	58	39,82	108	65,34	158	75,79	208	81,24	258	82,80
9	8,68	59	40,38	109	65,59	159	75,94	209	81,29	259	82,81
10	9,64	60	40,94	110	65,84	160	76,09	210	81,34	260	82,82
11	10,42	61	41,50	111	66,09	161	76,24	211	81,39	261	82,83
12	11,20	62	42,06	112	66,34	162	76,39	212	81,44	262	82,84
13	11,98	63	42,62	113	66,59	163	76,54	213	81,49	263	82,85
14	12,76	64	43,18	114	66,84	164	76,69	214	81,54	264	82,86
15	13,54	65	43,74	115	67,09	165	76,84	215	81,59	265	82,87
16	14,32	66	44,30	116	67,34	166	76,99	216	81,64	266	82,88
17	15,10	67	44,86	117	67,59	167	77,14	217	81,69	267	82,89
18	15,88	68	45,42	118	67,84	168	77,29	218	81,74	268	82,90
19	16,66	69	45,98	119	68,09	169	77,44	219	81,79	269	82,91
20	17,44	70	46,54	120	68,34	170	77,59	220	81,84	270	82,92
21	18,04	71	47,10	121	68,54	171	77,74	221	81,89	271	82,93
22	18,65	72	47,66	122	68,84	172	77,84	222	81,94	272	82,94
23	19,25	73	48,22	123	69,09	173	78,04	223	81,99	273	82,95
24	19,86	74	48,78	124	69,34	174	78,19	224	82,04	274	82,96
25	20,46	75	49,34	125	69,59	175	78,34	225	82,09	275	82,97
26	21,06	76	49,90	126	69,79	176	78,44	226	82,12	276	83,00

Tabela A.3 – Demanda por área para apartamentos residenciais(Tabela 02 – NDU-003).

ÁREA ÚTIL (m <sup>2</sup> )	DEMANDA (kW)	ÁREA ÚTIL (m <sup>2</sup> )	DEMANDA (kW)	ÁREA ÚTIL (m <sup>2</sup> )	D (kW)
até 15	0,39	86 - 90	1,96	241 - 260	5,07
16 - 20	0,51	91 - 95	2,06	260 - 280	5,42
21 - 25	0,62	96 - 100	2,16	281 - 300	5,76
26 - 30	0,73	101 - 110	2,35	301 - 350	6,61
31 - 35	0,84	111 - 120	2,54	351 - 400	7,45
36 - 40	0,95	121 - 130	2,73	401 - 450	8,28
41 - 45	1,05	131 - 140	2,91	451 - 500	9,10
46 - 50	1,16	141 - 150	3,10	501 - 550	9,91
51 - 55	1,26	151 - 160	3,28	551 - 600	10,71
56 - 60	1,36	161 - 170	3,47	601 - 650	11,51
61 - 65	1,47	171 - 180	3,65	651 - 700	12,30
66 - 70	1,57	181 - 190	3,83	701 - 800	13,86
71 - 75	1,67	191 - 200	4,01	801 - 900	15,40
76 - 80	1,76	201 - 220	4,36	901 - 1000	16,93
81 - 85	1,86	221 - 240	4,72		

Tabela A.4 – Dimensionamento da Entrada de Serviço de Edificação de Uso Coletivo(Tabela 03 da NDU-003)

Nº de fios	Nº de fases	Potência/ Demanda (kW)	Condutores (mm <sup>2</sup> )				Haste para aterramento aço/cobre	Proteção (A)	Eletroduto de aço galvanizado (mm)	Poste		Pontaletes		
			Ramal de ligação Multiplex (alumínio)	Ramal de Entrada Subterrâneo ou Embutido (cobre) PVC	Ramal de Entrada Subterrâneo ou Embutido (cobre) XLPE/EPR/HEPR	Aterramento (cobre)				Disjuntor Termomagnético (Norma IEC)	Poste DT	Poste tubo de aço galvanizado	Fixação com parafuso	Fixação embutido na parede
4	3	0,00 < D ≤ 24,00	3x1x10+10	3#10(10)	3#6(6)	10 / 6	*H16x2400	40	1x32	5/7m	150	80x5/7m	50	50
4	3	24,00 < D ≤ 30,00	3x1x16+16	3#10(10)	3#10(10)	10	*H16x2400	50	1x32	5/7m	150	80x5/7m	50	50
4	3	30,00 < D ≤ 42,00	3x1x25+25	3#25(25)	3#16(16)	10	*H16x2400	70	1x40	5/7m	300	100x5/7m	50	50
4	3	42,00 < D ≤ 58,00	3x1x35+35	3#35(35)	3#25(25)	16	*H16x2400	100	1x50	5/7m	300	100x5/7m	50	50
4	3	58,00 < D ≤ 75,00	3x1x70+70	3#70(35)	3#50(35)	25 / 25	*H16x2400	125	1x80	5/7m	600			
4	3	75,00 < D ≤ 90,00	3x1x70+70	3#95(50)	3#70(35)	50 / 35	3H16x2400	150	1x80	5/7m	600	-	-	-
4	3	90,00 < D ≤ 121,00	3x1x120+70	3#150(95)	3#120(70)	50	3H16x2400	200	1x90	5/7m	600	-	-	-
4	3	121,00 < D ≤ 136,00	3x1x120+70	3#185(95)	3#150(95)	50	3H16x2400	225	1x100	5/7m	600	-	-	-
4	3	136,00 < D ≤ 151,00	-	3#240(120)	3#185(95)	50	3H16x2400	250	1x100	-	-	-	-	-
4	3	151,00 < D ≤ 181,00	-	2x{3#95(50)}	3#240(120)	50	3H16x2400	300	2x80	-	-	-	-	-
4	3	181,00 < D ≤ 211,00	-	2x{3#120(70)}	2x{3#95(50)}	50	3H16x2400	350	2x90/1x100	-	-	-	-	-
4	3	211,00 < D ≤ 242,00	-	2x{3#150(95)}	2x{3#120(70)}	50	3H16x2400	400	2x100	-	-	-	-	-
4	3	242,00 < D ≤ 272,00	-	2x{3#185(95)}	2x{3#150(95)}	50	3H16x2400	450	2x100	-	-	-	-	-

## ANEXO B(Fundamentação Teórica)

Instalação elétrica é um conjunto de componentes elétricos, associados e com características coordenadas entre si, constituídas para uma determinada finalidade. No uso corrente do termo, essa finalidade é via de regra associada à utilização de energia elétrica.

As instalações elétricas podem ser classificadas quanto à sua tensão nominal,  $U_N$ , utilizada para designar a instalação, como:

- Baixa tensão (BT), com  $U_N \leq 1000$  V em corrente alternada (CA), ou com  $U_N \leq 1500$  V em corrente contínua (CC);
- Alta tensão (AT), com  $U_N > 1000$  V em corrente alternada ou com  $U_N > 1500$  V em corrente contínua;
- Extra baixa tensão, com  $U_N \leq 50$  V em CA, ou com  $U_N \leq 120$  V em CC.

Uma instalação de baixa tensão pode ser alimentada:

- a) diretamente em baixa tensão por:

- Rede pública em baixa tensão da concessionária, caso típico de pequenas edificações residenciais, comerciais e mesmo industriais;
- Transformador exclusivo, da concessionária, como é o caso de edificações residenciais e comerciais de maior porte (muitas vezes as unidades residenciais ou comerciais em edificações de uso coletivo são alimentadas, em baixa tensão, por sistemas de distribuição padronizados, da concessionária, internos à edificação, que partem, seja da rede pública de baixa tensão, seja de transformador exclusivo;
  - b) Em alta tensão, através de subestação de transformação do usuário, caso típico de edificações de uso industrial de médio e grande porte;
  - c) Por fonte própria em baixa tensão, como é o caso típico dos chamados “sistemas de alimentação elétrica para serviços de segurança”, ou mesmo de instalações em locais não servidos por concessionária.

A Figura 1 indica os elementos básicos constituintes da alimentação de uma instalação por parte de uma concessionária correspondendo as condições (a) e (b) descritas anteriormente, onde:

- Entrada de serviço: É o conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação da rede (alta ou baixa tensão) da concessionária e a proteção e medição;
- Ponto de entrega: É o ponto até o qual a concessionária se obriga a fornecer energia elétrica, participando dos investimentos necessários, bem como responsabilizando-se pela execução dos serviços, pela operação e pela manutenção;
- Entrada consumidora: É o conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados entre o ponto de entrega e a proteção e medição;
- Ramal de ligação: Conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de derivação e o ponto de entrega;
- Ramal de entrada: Conjunto de condutores e acessórios instalados entre o ponto de entrega e a proteção e medição;
- Unidade de consumo: É a instalação elétrica pertencente a um único consumidor, recebendo energia elétrica em um só ponto, com sua respectiva medição.

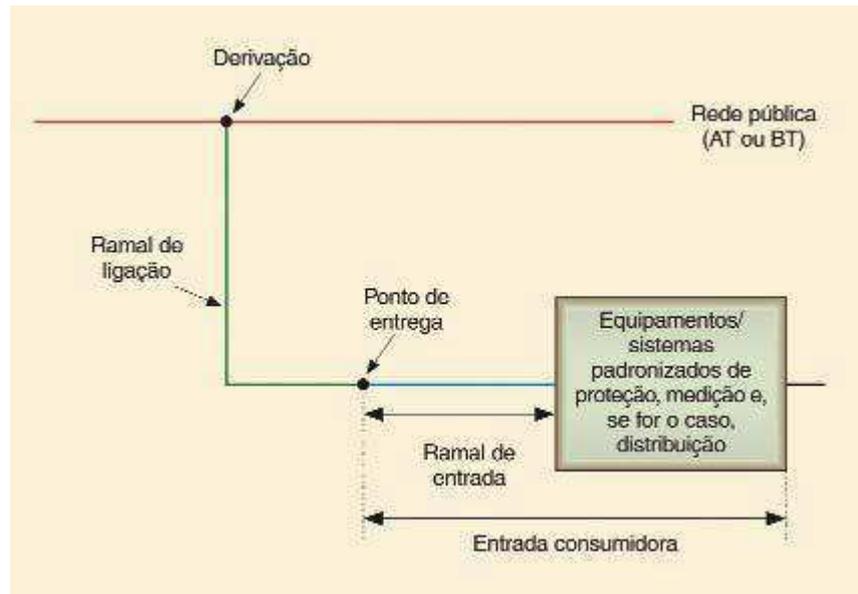


Figura 1 – Esquema de entrada e serviço [4].

A origem de uma instalação de baixa tensão é o ponto a partir do qual se aplicam as prescrições da NBR 5410. Devemos observar que:

- Quando a instalação é alimentada diretamente em baixa tensão, a origem corresponde aos terminais de saída do dispositivo geral de comando e proteção. Nos casos em que esse dispositivo se encontra antes do medidor, a origem corresponde aos terminais de saída (Figura 2).
- Quando a instalação é alimentada através de subestação de transformação do usuário, a origem correspondente ao secundário (terminais de saída) do transformador;
- Numa instalação alimentada por fonte de baixa tensão própria, a origem deve incluir a fonte.

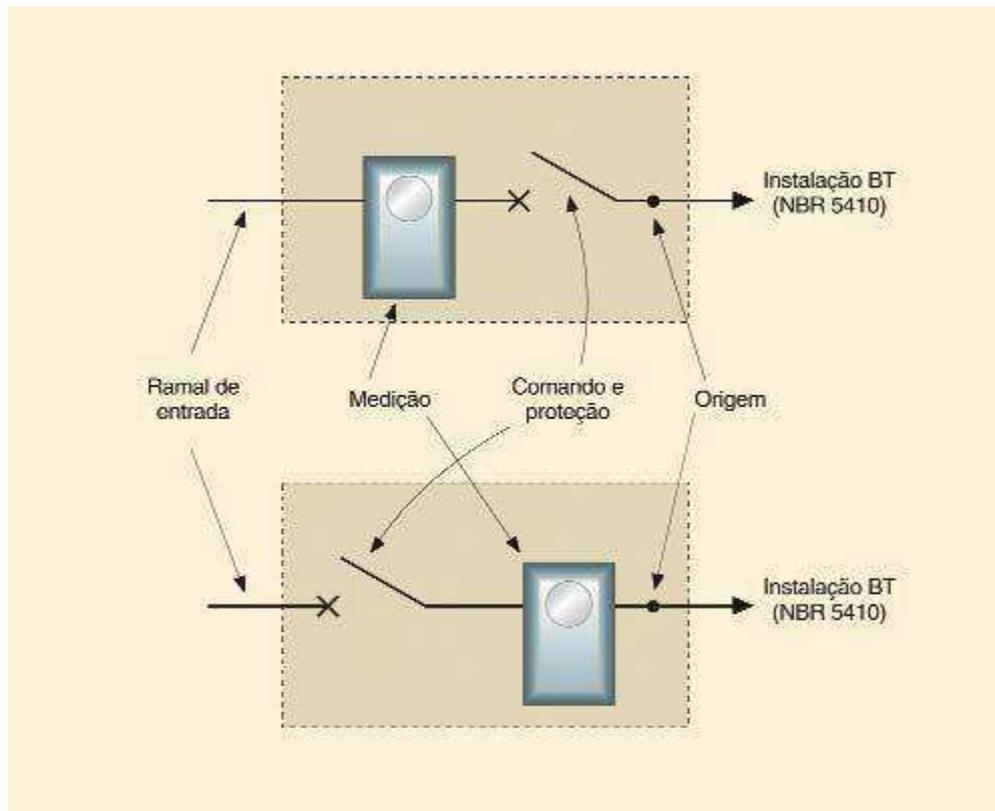


Figura 2 – Origem de instalação alimentada diretamente em baixa tensão.

A NBR 5410 considera, para a alimentação da instalação, diversos esquemas de condutores vivos, em corrente alternada (CA). São eles:

- Monofásico a 2 condutores (fase-neutro ou fase-fase);
- Monofásico a 3 condutores (2 fases-neutro);
- Bifásico a 3 condutores (2 fases-neutro);
- Trifásicos a 3 condutores (3 fases);
- Trifásicos a 4 condutores (3 fases-neutro).

Para as unidades consumidoras alimentadas pela concessionária diretamente em tensão secundária, o esquema de condutores vivos é determinado em função do sistema de distribuição (rede pública com transformadores com secundário em delta ou estrela), da potência instalada e da potência máxima, individual, para motores e outros equipamentos.

Equipamento elétrico é uma unidade funcional completa e distinta, que exerce uma ou mais funções relacionadas com geração, transmissão, distribuição ou utilização de energia, incluindo máquinas, transformadores, dispositivos, aparelhos de medição e

equipamentos de utilização – que convertem energia elétrica em outra forma de energia diretamente utilizável (mecânica, luminosa, térmica, etc.).

Linha elétrica é o conjunto de um ou mais condutores com seus elementos de fixação e suporte e, se for o caso, de proteção mecânica, destinado a transportar energia ou transmitir sinais elétricos. As linhas podem ser constituídas apenas por condutores com elementos de fixação, como é o caso dos condutores diretamente fixados em paredes ou em tetos e dos fixados sobre isoladores em paredes, tetos ou postes. As linhas podem também ser constituídas por condutores em condutos, sobre suportes ou ainda do tipo pré-fabricada, como os barramentos blindados.

O termo aparelho elétricos designa equipamentos de medição e outros de utilização, como:

- Eletrodoméstico: Destinados ao uso residencial ou análogos;
- Eletroprofissional: Utilizados em estabelecimentos comerciais ou análogos;
- Iluminação: Conjunto constituído, no caso mais geral, por uma ou mais lâmpadas, luminárias e acessórios como reator, starter, etc.

## LUMINOTÉCNICA

Cada aparelho de utilização consome uma carga específica em watts ou VA que o projetista precisa conhecer. A carga a considerar para um equipamento de utilização é a sua potência nominal absorvida, dada pelo fabricante ou calculada a partir da tensão nominal, da corrente nominal e do fator de potência. Nos casos em que for dada a potência nominal fornecida pelo equipamento, e não a potência absorvida, devem ser considerados o rendimento e o fator de potência [2].

As grandezas fundamentais da luminotécnica, baseadas nas definições apresentadas pela ABNT são:

- Luz: é o aspecto da energia radiante que um observador humano constata pela sensação visual, determinado pelo estímulo da retina ocular.
- Cor: a cor da luz é determinada pelo comprimento de onda.
- Intensidade Luminosa: É o limite da relação entre o fluxo luminoso em um ângulo sólido em torno de uma direção dada, e o valor desse ângulo sólido, quando o ângulo sólido tende para zero. A unidade de intensidade luminosa é a candela (cd).
- Fluxo Luminoso: É a grandeza característica de um fluxo energético, exprimindo sua aptidão de produzir uma sensação luminosa no ser humano através do estímulo da retina ocular. O fluxo luminoso é definido como o fluxo emitido por uma fonte

luminosa puntiforme de intensidade invariável e igual a uma candela, do mesmo valor em todas as direções, no interior de um ângulo sólido igual a um esterradiano. A unidade de fluxo luminoso é o lúmen [lm];

- 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 este incide. A unidade de iluminância é o Lux [lux];
- Eficiência Luminosa: A eficiência luminosa de uma fonte é a relação entre o fluxo luminoso total emitido pela fonte e a potência por ela consumida. A unidade de eficiência luminosa é o Lúmen por Watt [lm/W];

Pode-se determinar o número de luminárias necessárias para produzir determinado iluminamento das seguintes maneiras [1]:

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

#### CARGA MÍNIMA EXIGIDA POR NORMA

Na determinação das cargas de iluminação adotam-se os seguintes critérios:

- Em cada cômodo ou dependência de unidades residenciais e similares, com área igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>, deverá ser previsto pelo menos um ponto de luz fixo no teto, com potencia mínima de 100 VA.
- Para cômodo ou dependência com área superior a 6 m<sup>2</sup> deverá ser prevista uma carga de 100 VA para os primeiros 6 m<sup>2</sup>, acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m<sup>2</sup> inteiros.

#### MÉTODO DOS LUMENS

O método dos lumens é baseado na determinação do fluxo luminoso para se obter um iluminamento médio desejado no plano de trabalho. Isto é feito determinando-se a iluminância adequada ao ambiente de acordo com a NBR 5413, escolhendo a luminária de acordo o resultado desejado.

Depois de determinada a iluminância total do ambiente e a luminária que será utilizada, determina-se o índice  $k$ , que relaciona as dimensões do recinto com o tipo de iluminação.

$$k = \frac{c \cdot l}{h_m(c+l)}, \quad (1)$$

onde  $c$  é o comprimento do local,  $l$  a largura do local e  $h_m$  a altura de montagem da luminária.

Deve-se ainda observar a reflexão das superfícies do teto, paredes e piso (Tabela 1). A partir dessa combinação de índices (teto, parede e piso) se verifica o coeficiente de utilização que deve ser apresentado nos catálogos de apresentação das luminárias.

Tabela 1 - Valores de Reflexão de Superfície.

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

A partir dos valores encontrados acima, determina-se o número de luminárias que deve ser utilizada no ambiente, a partir da equação abaixo:

$$\frac{E \cdot A}{N \cdot \varphi \cdot u \cdot FPL}, \quad (2)$$

onde,  $E$  é nível de iluminação [lx],  $A$  é área do recinto [ $m^2$ ],  $n$  é o número de lâmpadas presentes na luminária,  $\varphi$  é fluxo luminoso da lâmpada [lm],  $u$  é o coeficiente de utilização e  $FPL$  é fator de perdas luminosas que está relacionado com a depreciação da luminária.

Conhecido o número total de luminárias, deve-se, então, distribuí-las uniformemente. Como dados práticos, toma-se a distância entre as luminárias, o dobro da distância entre a luminária e a parede.

#### 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.

#### MÉTODO DO PONTO A PONTO

Este método para cálculo de iluminamento por projetores consiste em obter o iluminamento em um ponto, a partir do iluminamento de cada projetor individualmente. Utiliza-se para isso a Lei de Lambert mostrada abaixo:

$$E = \frac{I \cdot \cos \sigma}{d^2} . \quad (3)$$

De acordo com a Figura 3 [3], onde:

- MN é normal ao plano;
- P é um projetor de feixe 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 acima, a Lei de Lambert torna-se:

$$E = \frac{I \cdot \cos \sigma}{D^2 + H^2 + L^2} . \quad (4)$$

O algoritmo para cálculo de iluminamentos utilizando o método ponto por ponto se desenvolve da seguinte maneira [3]:

- Considera-se um ponto qualquer;
- Calcula-se o ângulo entre a direção do feixe principal do projetor e o ponto considerado;
- 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;
- Calculam-se as distâncias nas direções H, D e L com relação à posição do projetor;
- Determina-se o iluminamento no ponto considerado devido ao projetor aplicando-se a Lei de Lambert;

- Aplicam-se os procedimentos anteriores para os demais refletores em todos os pontos onde se deseja calcular o iluminamento.

Como o método dos lumens baseia-se no fluxo médio de luz numa área, é necessário o conhecimento da distribuição da luz de diferentes fontes. Por exemplo, na fonte puntiforme o iluminamento é inversamente proporcional ao quadrado da distância enquanto que na fonte linear finita o iluminamento é inversamente proporcional à distância, e a fonte superficial de área infinita e o feixe de luz paralelo não têm seus iluminamentos variados de acordo com a distância [1].

## PONTOS DE TOMADA

Um ponto de tomada é um ponto de utilização de energia elétrica em que a conexão dos equipamentos a serem alimentados é feita pela tomada de corrente. As tomadas são divididas em tomadas de uso geral e de uso específico.

### PONTOS DE TOMADAS DE USO GERAL

Nas unidades residenciais e nas acomodações de hotéis, motéis e similares, o número de tomadas de uso geral deve ser fixado de acordo com o seguinte [2]:

- Em banheiros, pelo menos uma tomada junto ao lavatório, desde que observadas as restrições locais contendo banheira e/ou chuveiros;
- Em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais análogos, no mínimo uma tomada para cada 3,5 m, ou fração de perímetro, sendo que, acima de cada bancada com largura igual ou superior a 0,30 m, deve ser prevista pelo menos uma tomada;
- Em halls, corredores, subsolos, garagens, sótãos e varandas, pelo menos uma tomada;
- 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 a cada 5 m, ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível.

Às tomadas de uso geral devem ser atribuídas as seguintes potências [2]:

- 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;
- 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 [2].

#### PONTOS DE TOMADAS DE USO ESPECÍFICO

As 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 [2].

As tomadas de uso específico devem ser instaladas, no máximo, a 1,5 m do local previsto para o equipamento a ser alimentado [2].

#### DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

A NBR 5410 estabelece as prescrições fundamentais destinadas a garantir a segurança de pessoas, animais domésticos e bens contra perigos e danos que possam resultar da utilização das instalações elétricas em condições previstas [8].

Os requisitos básicos de um sistema de proteção são:

- Seletividade: Capacidade de selecionar a parte danificada da rede e retirá-la de serviço sem afetar os circuitos sãos;
- Exatidão e segurança: Garante ao sistema uma alta confiabilidade operativa;
- Sensibilidade: Representa a faixa de operação e não-operação do dispositivo de proteção.

## PROTEÇÃO CONTRA SOBRE CORRENTE

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 (curtocircuito)[8]. 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 [9].

Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são capazes de proteger os circuitos contra correntes de curto-circuito e/ou correntes de sobrecarga. Como exemplos desses dispositivos podem ser citados os disjuntores, os fusíveis e os relés térmicos [9].

## PROTEÇÃO CONTRA SOBRE CARGA

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 ao sistema [9].

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 [9].

As prescrições básicas seguintes devem ser atendidas para proteção contra sobrecarga [2].

- 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 isolamento, das conexões e de outras partes contíguas da instalação além dos limites previstos por norma;

- Os dispositivos de proteção contra sobrecarga devem ser localizados nos pontos do circuito onde haja uma mudança qualquer que assinale uma redução do valor da capacidade de condução de corrente dos condutores;
- 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:
  - Estar protegida contra curtos-circuitos;
  - 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.

#### PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITO

As correntes de curto-circuito são provenientes de falhas ou defeitos graves da instalação, como falha ou rompimento da isolação entre fase e terra, entre fase e neutro e entre fases distintas. E como consequência, produzem correntes extremamente elevadas, na ordem de 1000% a 10000% do valor da corrente nominal do circuito [8].

A NBR 5410 estabelece que devem ser previstos dispositivos de proteção para interromper toda corrente de curto-circuito nos condutores dos circuitos, antes que os efeitos térmicos e mecânicos dessa corrente possam tornar-se perigosos aos condutores e suas ligações.

As correntes presumidas de curto-circuito devem ser determinadas em todos os pontos da instalação julgados necessários, nos quais serão aplicados os dispositivos de proteção.

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 [8].

#### PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

Os choques elétricos podem acontecer de duas maneiras. A primeira delas é

por contado direto, onde uma pessoa entra em contato com partes vivas da instalação. A segunda ocorre quando massas são energizadas acidentalmente e há, posteriormente, o contato da pessoa, chama-se esse de contato indireto [8].

A proteção contra contatos diretos deve ser feita por isolamento, por meio de barreiras ou invólucros, por meio de obstáculos, por colocação fora de alcance e por instalação de dispositivos de proteção à corrente diferencial-residual [2].

A proteção contra contatos indiretos é feita pelo seccionamento automático da alimentação e equipotencialização visando impedir que uma tensão de contato se mantenha por um tempo que possa resultar em risco para as pessoas, pelo emprego de equipamentos da classe II (dupla isolamento) ou por isolamento equivalente, por ligações equipotenciais não aterradas e por separação elétrica [2].

O principal dispositivo utilizado para esse fim é o disjuntor diferencial residual, o DR. Os DRs exercem múltiplas funções, pois, além de realizarem proteção dos condutores contra sobrecorrentes, garantem a proteção das pessoas contra choques elétricos e a proteção dos locais contra incêndios. Esses dispositivos são utilizados como garantias da qualidade da instalação, já que não admitem correntes de fuga ou de falta excessivas, contribuindo para a redução das perdas por efeito joule [10].

## DIVISÃO DOS CIRCUITOS DE UMA INSTALAÇÃO

Chama-se de circuito o conjunto de pontos de consumo, alimentados pelos mesmos condutores e ligados ao mesmo dispositivo de proteção (chave ou disjuntor) [1].

Toda a instalação deve ser dividida em vários circuitos, de modo a limitar as consequências de uma falta, a qual provocará apenas seccionamento do circuito defeituoso, e facilitar as verificações, os ensaios e a manutenção [1].

Os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomadas. Em unidades residenciais, hotéis, motéis ou similares são permitidos pontos de iluminação e tomadas em um mesmo circuito, exceto nas cozinhas, copas e áreas de serviço, que devem constituir um ou mais circuitos independentes [1].

Devem ser observadas as seguintes restrições em unidades residenciais, hotéis, motéis ou similares [2]:

- 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;
- 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;
- Quando um mesmo alimentador abastece vários aparelhos individuais de ar-condicionado, deve haver uma 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:

- Residências: 1 circuito para cada 60 m<sup>2</sup> ou fração;
- Lojas e escritórios: 1 circuito para cada 50 m<sup>2</sup> ou fração.

## DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES ELÉTRICOS

É chamado de condutor elétrico todo material que possui a propriedade de conduzir ou transportar a energia elétrica, ou ainda, transmitir sinais elétricos [8]. Dimensionar um circuito é definir a seção mínima dos condutores, de forma a garantir que os mesmos suportem satisfatoriamente e simultaneamente as condições de limite de temperatura, determinado pela capacidade de condução de corrente, limite de queda de tensão, capacidade dos dispositivos de proteção contra sobrecargas e capacidade de condução da corrente de curto-circuito por tempo limitado [9].

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.

### CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA

A NBR 5410 define os valores mínimos as seções para condutores fase, neutro e condutor de proteção (PE) [9].

As seções mínimas dos condutores fases, em circuito C.A., e dos condutores vivos em circuitos C.C. são definidas pela ABNT e se encontram na NBR 5410.

O condutor neutro, se existir, deve possuir a mesma seção que o(s) condutor(es) fase em circuitos monofásicos a 2 e 3 condutores e bifásicos a 3 condutores; em circuitos trifásicos, quando a seção dos condutores fase for inferior ou igual a  $25 \text{ mm}^2$ , em cobre ou em alumínio e em circuitos trifásicos, quando for prevista a presença de harmônicas, qualquer que seja a seção [2].

Em um circuito terminal, o condutor de proteção liga as massas dos equipamentos de utilização e, se for o caso, o terminal “terra” das tomadas de corrente ao terminal de aterramento do quadro de distribuição específico. Em um circuito de distribuição, o condutor de proteção interliga o terminal de aterramento do quadro de onde parte o circuito de distribuição, ao quadro alimentado pelo circuito[9].

O dimensionamento do condutor de proteção deve atender a aspectos elétricos e mecânicos. E seus valores são determinados pela NBR 5410.

#### CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

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

A maneira segundo a qual os condutores estarão instalados (em eletrodutos embutidos ou aparentes, em canaletas ou bandejas, subterrâneos, etc) influenciará 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 define as diversas maneiras de instalar, 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.

