



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



RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Empresa: Amadeu Projetos e Construções Ltda.

Aluno: Felipe Nóbrega de Castro

Professor Orientador: Benedito Antonio Luciano, D. Sc.

Campina Grande

Julho, 2010

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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

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

Campina Grande

Julho, 2010

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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Data da aprovação: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Benedito Antonio Luciano, D. Sc.

UFCG

Orientador

Professor Convidado

UFCG

Avaliador

Campina Grande

Julho, 2010

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de estar nesse mundo e por todas as graças concedidas ao longo de minha caminhada terrena.

Aos meus pais e irmãos pelo apoio e motivação nos momentos difíceis do curso, por suportarem os momentos de estresse e principalmente pela educação a mim dada. Agradecimentos também pela compreensão da ausência em vários momentos de convívio familiar.

Aos colegas de curso, companheiros de algumas noites em claro, de vários finais de semana de estudo e de incontáveis dias de aulas e provas. Companheiros de alegrias, brincadeiras e de alguns momentos não muito felizes superados.

Aos amigos de várias conversas, de vários divertimentos, de apoio nas dificuldades e obstáculos da vida, de conselhos e de compreensão da ausência nos momentos de provas e trabalhos.

Aos professores que contribuíram em minha formação acadêmica, principalmente, ao professor Benedito Antonio Luciano, que se dispôs em me orientar e entrou em contato com o engenheiro Ricardo Amadeu para que esse estágio pudesse ser realizado em sua empresa.

Ao engenheiro Ricardo Amadeu pela oportunidade dada, pelas orientações, pela prestatividade no esclarecimento das dúvidas surgidas nas elaborações dos projetos e por todas as explicações e conversas.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. A EMPRESA	1
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	2
3.1. Partes Componentes do Projeto	2
3.2. Previsão da Carga	3
3.2.1. Iluminação	3
3.2.1.1. Grandezas Fundamentais da Luminotécnica	4
3.2.1.2. Carga Mínima Exigida pela NBR 5410	4
3.2.1.3. Método dos Lumens	5
3.2.1.4. Método das Cavidades Zonais	6
3.2.1.5. Método Ponto a Ponto	9
3.2.2. Tomadas de Uso Geral	10
3.2.3. Tomadas de Uso Específico	11
3.3. Dimensionamento dos Condutores	11
3.3.1. Critério da Seção Mínima	12
3.3.2. Critério da Capacidade de Condução de Corrente	13
3.3.3. Critério do Limite de Queda de Tensão	17
3.4. Dimensionamento dos Condutos	18
3.5. Dimensionamento da Proteção	20
3.5.1. Proteção Contra Sobrecorrente	20
3.5.1.1. Proteção Contra Sobrecarga	21
3.5.1.2. Proteção Contra Curto-Circuito	22
3.5.2. Proteção Contra Sobretensão	24
3.5.3. Proteção Contra Choque Elétrico	26
4. O ESTÁGIO	29
4.1. Introdução	29
4.2. Atividades Desenvolvidas	29
4.2.1. Conhecimento do Material e Normas aplicados	29
4.2.2. Projetos Elaborados	30
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
6. REFERÊNCIAS	39
7. ANEXOS	41
7.1. Tabelas de Capacidade de Condução de Corrente	41

7.2. Memorial Descritivo Clínica Dr. Eugênio H. Barbosa	45
7.3. Memorial Descritivo Pac-Prata Uniced Campina Grande	50
7.4. Memorial Descritivo de uma Residência	54
7.5. Memorial Descritivo do Residencial da Construtora Âncora	59

1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objetivo descrever as atividades desenvolvidas na disciplina de Estágio Supervisionado do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. O estágio foi realizado na empresa AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA, situada na Av. Dom Pedro II, 900, em Campina Grande, Paraíba, no período de 29 de Março a 23 de Junho de 2010.

A disciplina de Estágio Supervisionado do Curso de Engenharia Elétrica tem por finalidade propiciar ao aluno a prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e a experiência extra-acadêmica necessária para formação do profissional.

A empresa concedente do estágio elabora projetos elétricos prediais e industriais e consultorias. Todos os projetos são elaborados com base nas normas brasileiras e nas normas das concessionárias de energia elétrica.

2. A EMPRESA

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

O ramo de atuação da empresa envolve a realização e execução de projetos elétricos residenciais, prediais, industriais e de distribuição, sempre seguindo as recomendações técnicas prescritas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e das Concessionárias de energia elétrica.

Há uma equipe composta por engenheiros, arquitetos, desenhistas (profissionais especializados na ferramenta de desenho AutoCAD^{®1}), e auxiliares administrativos que trabalham conjuntamente em constante busca do aprimoramento dos serviços prestados.

Quanto aos clientes, estes são os mais variados, fazendo parte empresas dos setores público e privado, dentre as quais:

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

¹ AutoCAD é marca registrada da Autodesk, Inc.

- Silvana;
- Fronteira Engenharia.

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

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

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Serão desenvolvidos, nesta seção, os aspectos teóricos relativos aos projetos de instalações elétricas. Um projeto elétrico consiste na previsão, tipificação e localização da carga elétrica a ser instalada, dimensionamento e caminhamento dos dutos e condutores e dimensionamento, localização e escolha do tipo dos dispositivos de proteção, comando e medição.

Algumas definições importantes são essenciais para que se possa entender o desenvolvimento das subseções seguintes.

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.

Dispositivo de Proteção: Equipamento elétrico de 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.

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: Quadros elétricos que alimentam exclusivamente circuitos terminais.

3.1. PARTES COMPONENTES DO PROJETO

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

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

3.2. PREVISÃO DA CARGA

A previsão de carga é a primeira etapa do projeto elétrico, é a partir dela que se torna possível o dimensionamento dos condutores e dos dutos. Durante essa etapa, são definidas a potência, a quantidade e a localização dos pontos de utilização da instalação. A previsão de carga pode ser dividida em carga de iluminação, carga de tomadas de uso geral e carga de tomadas de uso específico. Também com base na previsão das cargas será feita a divisão dos circuitos terminais.

A norma brasileira NBR 5410 estabelece as condições mínimas que devem ser tomadas com relação à determinação da potência, quantidade e localização dos pontos de utilização para instalações elétricas em baixa tensão.

3.2.1. ILUMINAÇÃO

Os principais requisitos para previsão de carga de iluminação estão relacionados com o valor da iluminância necessária em uma área. Os valores mínimos da iluminância estão estabelecidos pela NBR 5413. Tais valores são determinados de acordo com as características da atividade desenvolvida, do ambiente e dos operadores, são alguns fatores: idade, velocidade e precisão e refletância do fundo da tarefa.

Os métodos de cálculo do iluminamento são enumerados abaixo:

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

Antes de descrever-se cada um dos métodos, devem-se definir algumas grandezas fundamentais da luminotécnica. São elas:

3.2.1.1. GRANDEZAS FUNDAMENTAIS DA LUMINOTÉCNICA

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

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

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

Luminância [cd/m²]: Luminância é a razão entre a intensidade luminosa com a qual irradia, em uma direção determinada, uma superfície elementar contendo um ponto dado e a área aparente desta superfície para uma direção considerada, quando esta área tende a zero.

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

Curva Fotométrica: Curva fotométrica é a curva que representa a distribuição de intensidade luminosa nas diferentes direções. Trata-se de um diagrama polar, em que a fonte luminosa é reduzida a um ponto no centro do diagrama, onde as intensidades luminosas, em função do ângulo formado com a vertical, são medidas e registradas. Costuma-se na representação polar, referir os valores de intensidade luminosa constantes a um fluxo de 1000 lumens.

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

3.2.1.2. CARGA MÍNIMA EXIGIDA PELA NBR 5410

Os seguintes requisitos para carga de iluminação são estabelecidos na NBR 5410:

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

- b) em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60 VA para cada aumento de 4 m² inteiros.

3.2.1.3. 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. A primeira etapa do método é a determinação da iluminância adequada do ambiente de acordo com a NBR 5413. Feita essa determinação, é a vez de definir o tipo de luminária a ser utilizada em função da finalidade da instalação.

Determina-se, agora, o índice do local que é função das dimensões do recinto, da luminária e do tipo de iluminação (direta, semidireta, indireta e semi-indireta). O valor do índice é dado pela expressão:

$$k = \frac{c \cdot l}{h_m(c + l)} \quad (3.1)$$

na qual, c é o comprimento do local, l é a largura do local e h_m é a altura da montagem da luminária (distância ao plano de trabalho).

Com o valor do índice do local, o coeficiente de utilização é determinado. Esse coeficiente relaciona o fluxo luminoso inicial emitido pela fonte (fluxo total) e o fluxo recebido no plano de trabalho (fluxo útil). Ele depende, também, das dimensões do local, das cores do teto, das paredes e do acabamento das luminárias. O seu valor é obtido a partir tabela de determinação de coeficiente de utilização da luminária dada pelo fabricante, utilizando-se o valor do índice do local e o valor de reflexão dado pela Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Valor de reflexão da superfície

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

Feitas essas determinações, devemos determinar o fator de depreciação dado pela Tabela 3.2.

Tabela 3.2: Fator de Depreciação

Tipo do Ambiente	Período de Manutenção (h)		
	2500	5000	7500
Limpo	0,95	0,91	0,88
Normal	0,91	0,85	0,80
Sujo	0,80	0,66	0,57

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

Depois de quantificados os valores de iluminância, a escolha da luminária, as determinações do índice do local, do coeficiente de utilização e do fator de depreciação, é a vez de determinar o fluxo total, o número de luminárias e o espaçamento entre elas. Para isso, iremos utilizar as fórmulas dadas pelas expressões (3.2) e (3.3).

$$\Phi = \frac{S \cdot E}{u \cdot d} \quad (3.2)$$

$$n = \frac{\Phi}{\varphi} \quad (3.3)$$

em que, S : área do recinto [m^2], E : nível de iluminamento [lux], u : fator de utilização, d : fator de depreciação, n : número de luminárias, Φ : fluxo luminoso total [lm], e φ : fluxo por luminária [lm].

A distribuição das luminárias deve ser feita o mais uniforme possível dentro do ambiente. Dessa forma, temos a carga total de iluminação do recinto e aplicando o método para todos os demais cômodos, teremos a carga total de iluminação da instalação.

3.2.1.4. MÉTODO DAS CAVIDADES ZONAIIS

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.

Para termos um nível de iluminamento médio inicial, considerando-se o fator de depreciação, de acordo com a NBR 5413, devemos obedecer a expressão. (3.4).

$$E = \frac{\Phi \cdot u}{S} \quad (3.4)$$

em que, S : área do recinto [m^2], E : nível de iluminamento, lux, u : fator de utilização, Φ : fluxo luminoso total [lm].

Ao longo do tempo, há perdas de luz que devem ser consideradas e isso é levado em conta pelo fator de perda de luz (FPL). Logo, a Eq. (3.4) dá origem à expressão. (3.5).

$$E = \frac{\Phi \cdot u \cdot FPL}{S} \quad (3.5)$$

em que, S : área do recinto [m^2], E : nível de iluminamento [lux], u : fator de utilização, Φ : fluxo luminoso total [lm], FPL : fator de perda de luz.

Para determinação do coeficiente de utilização e do fator de perda de luz de forma mais precisa, serão consideradas três cavidades no recinto. São elas: cavidade do teto (H_{tl}), cavidade do ambiente (H_{lp}) e cavidade do piso (H_{pp}). Na figura 3.1, vemos a representação gráfica das cavidades.

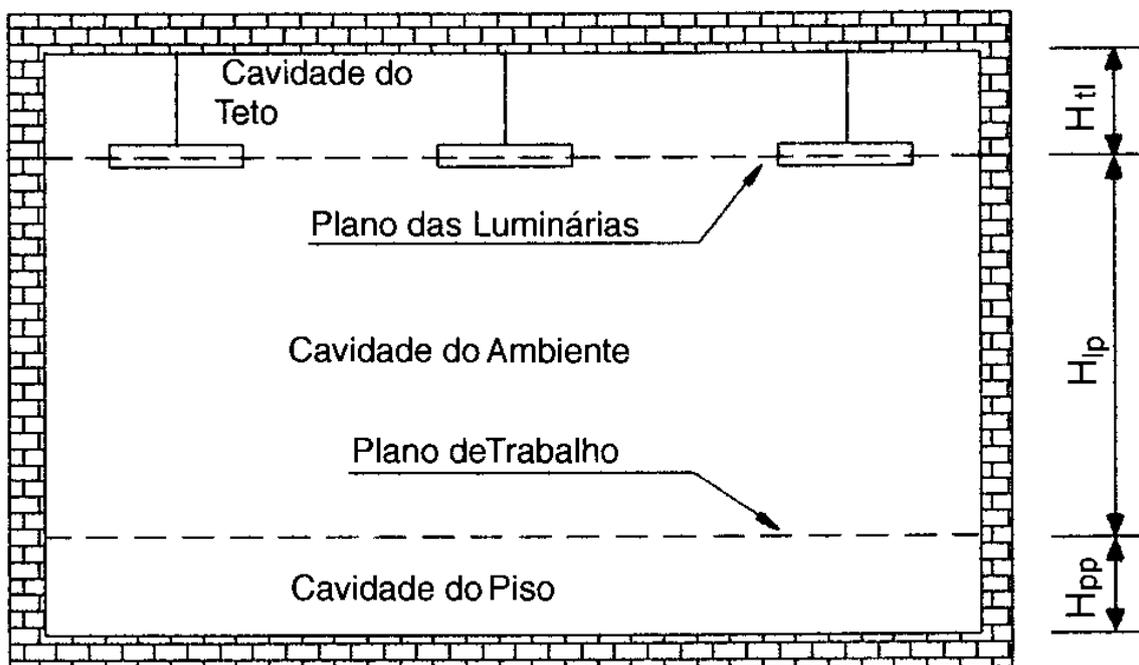


Figura 3.1: Método das cavidades zonais. Fonte: (Mamede, 2002)

Para determinação do índice do local, devemos relacionar as dimensões das cavidades às dimensões do recinto, dando origem às razões da cavidade dadas pelas expressões (3.6), (3.7) e (3.8) para as cavidades do teto, do ambiente e do piso, respectivamente.

$$RCR = \frac{5 H_{lp}(c + l)}{c \cdot l} \quad (3.6)$$

$$RCT = \frac{5 H_{tl}(c + l)}{c \cdot l} \quad (3.7)$$

$$RCC = \frac{5 H_{pp}(c + l)}{c.l} \quad (3.8)$$

Com os valores das razões da cavidade e da refletância da parede e teto ou parede e piso, determinamos a refletância eficaz da cavidade do piso, ρ_{pi} , ou do teto, ρ_{te} , através da Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Refletância Eficaz da Cavidade do Teto ou do Piso (Mamede, 2002)

		Refletâncias (%)																				
ρ_w ou ρ_{pi}		90				80				70			50			30				10		
ρ_{pi}		90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
Razão das cavidades do teto ou do piso R_{ct} ou R_{cp}	0,0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	10	10	9
	0,1	90	89	88	87	79	78	77	76	68	67	66	49	49	47	30	29	29	28	10	10	9
	0,2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	9
	0,3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	10	10	9
	0,4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	10	10	9
	0,5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	11	10	9
	0,6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	11	10	9
	0,7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	11	10	8
	0,8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	11	10	8
	0,9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	46	43	40	29	27	25	22	11	9	8
	0,1	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	46	42	39	29	27	24	22	11	9	8
	1,1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	46	41	38	29	26	24	21	11	9	8
	1,2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	26	23	20	12	9	7
	1,3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	45	40	36	29	26	23	20	12	9	7
	1,4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	26	22	19	12	9	7
	1,5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	12	9	7
	1,6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	52	45	44	39	33	28	25	21	18	12	9	7
	1,7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	12	9	7
	1,8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	12	9	6
	1,9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	12	9	6
	2,0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	12	9	6
	2,1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	13	9	6
	2,2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	13	9	6
	2,3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	13	9	6
	2,4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	13	9	6
	2,5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	13	9	6
	2,6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	9	5
	2,7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	9	5
	2,8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	9	5
	2,9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	9	5
	3,0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
	3,1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	8	5
	3,2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	8	5
	3,3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	8	5
	3,4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	8	5
	3,5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	8	5
	3,6	79	60	47	36	62	54	42	33	48	37	28	39	30	21	26	21	15	10	13	8	5
	3,7	79	60	46	35	62	54	42	32	48	37	27	38	30	21	26	21	15	10	13	8	4
	3,8	79	59	45	35	62	53	41	31	47	36	27	38	29	21	26	21	15	10	13	8	4
	3,9	78	59	45	34	61	53	40	30	47	36	26	38	29	20	26	21	15	10	13	8	4
	4,0	78	58	44	33	61	52	40	30	46	35	26	38	29	20	26	21	15	9	13	8	4
	4,1	78	57	43	32	60	52	39	29	46	35	25	37	28	20	26	21	14	9	13	8	4
	4,2	78	57	43	32	60	51	39	29	46	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
	4,3	78	56	42	31	60	51	38	28	45	34	25	37	28	19	26	20	14	9	13	8	4
	4,4	77	56	41	30	59	51	38	28	45	34	24	37	27	19	26	20	14	8	13	8	4
	4,5	77	55	41	30	59	50	37	27	45	33	24	37	27	19	25	20	14	8	14	8	4
	4,6	77	55	40	29	59	50	37	26	44	33	24	36	27	18	25	20	14	8	14	8	4
	4,7	77	54	40	29	58	49	36	26	44	33	23	36	26	18	25	20	13	8	14	8	4
	4,8	76	54	39	28	58	49	36	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	8	14	8	4
	4,9	76	53	38	28	58	49	35	25	44	32	23	36	26	18	25	19	13	7	14	8	4
5,0	76	53	38	27	57	48	35	25	44	32	22	36	26	17	25	19	13	7	14	8	4	

De posse das razões da cavidade e da refletância eficaz da cavidade, determinamos, por meio de tabelas fornecidas pelos fabricantes, o coeficiente de utilização da luminária, que representa a quantidade de luz que é absorvida até chegar ao plano de trabalho.

Para determinação do fator de perda de luz, consideram-se os seguintes fatores: temperatura ambiente, TA, tensão de serviço, VS, fator de reator, FR, fator de depreciação da superfície da luminária, FSL, fator de depreciação devido à sujeira, FDS, fator devido à queima de lâmpadas, FQL, fator de depreciação dos lumens da lâmpada, FDL, fator de depreciação devido à sujeira da luminária, FDSL. A expressão (3.9) dá a fórmula de cálculo do fator de perda de luz, FPL.

$$FPL = TA \times VS \times FR \times FSL \times FDS \times FQL \times FDL \times FDSL \quad (3.9)$$

Determinado o FPL, os procedimentos são semelhantes aos realizados no Método dos Lumens para determinação do número de luminárias.

3.2.1.5. MÉTODO PONTO A PONTO

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

Como o fluxo luminoso de uma fonte pode atingir tanto o plano horizontal como o vertical, estabelece-se assim dois tipos de iluminamento: Iluminamento Horizontal e Iluminamento Vertical.

O iluminamento horizontal é a soma das contribuições do fluxo luminoso de todas as fontes num ponto do plano horizontal. O iluminamento devido a uma fonte é determinado pela expressão (3.10).

$$E_h = \frac{I \cdot \cos^3(\alpha)}{H^2} \quad (3.10)$$

na qual, I : intensidade do fluxo luminoso [cd], α : ângulo entre uma dada direção do fluxo luminoso e a vertical que passa pelo centro da lâmpada [°], H : altura vertical da luminária [m].

O iluminamento vertical é a soma das contribuições do fluxo luminoso de todas as fontes num ponto do plano vertical. O iluminamento devido a uma fonte é determinado pela expressão (3.11).

$$E_v = \frac{I \cdot \sin^3(\alpha)}{D^2} \quad (3.11)$$

na qual, I : intensidade do fluxo luminoso [cd], α : ângulo entre uma dada direção do fluxo luminoso e a vertical que passa pelo centro da lâmpada [°], H : distâncias entre a luminária e o ponto localizado no plano vertical [m].

Na Figura 3.2, são mostradas as determinações dos parâmetros geométricos das expressões (3.10) e (3.11).

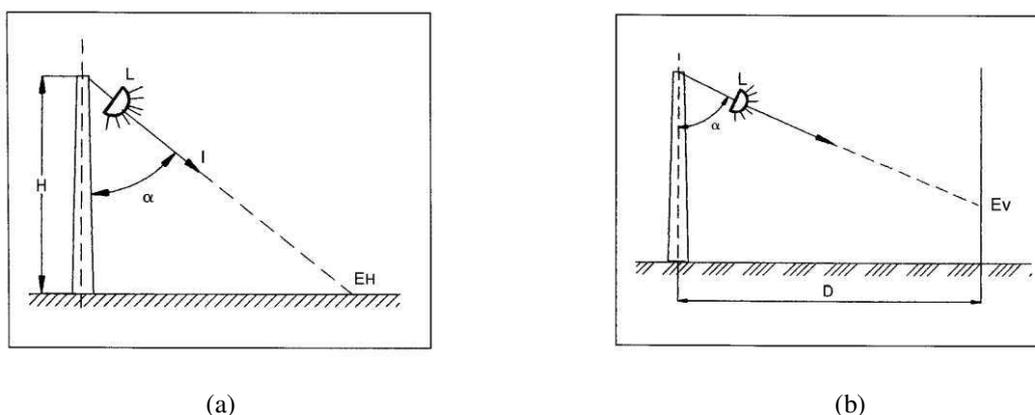


Figura 3.2: Iluminamentos (a) horizontal e (b) vertical (Mamede, 2002)

A intensidade do fluxo luminoso é obtida por meio das curvas de distribuição luminosa de cada luminária. Esse método é bastante utilizado na determinação da iluminância de áreas abertas e de fachadas.

3.2.2. TOMADAS DE USO GERAL

O número de tomadas é função da destinação do local e dos equipamentos que serão utilizados. A NBR5410 estabelece os critérios mínimos seguintes:

- a) em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada;
- b) em cozinhas, copas, áreas de serviço e afins, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada a cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada deve ser previstas duas tomadas de corrente no mínimo, juntas ou separadas;
- c) em varandas, no mínimo uma tomada, caso não seja possível instalação na própria varanda, deve ser instalada o mais próximo possível da entrada;
- d) em salas e dormitórios, devem ser previstos pelas menos um ponto de tomada a cada 5 m, ou fração, de perímetro;
- e) nos demais cômodos, devem ser previstos pelo menos:
 - a. um ponto de tomada, se a área do cômodo for inferior a 2,25 m², podendo ser instalado exteriormente a no máximo 0,80 m do seu acesso;
 - b. um ponto de tomada, se a área do cômodo for maior que 2,25 m² e inferior a 6 m²;
 - c. um ponto de tomada para cada 5 m, ou fração, de perímetro, se a área do cômodo for superior a 6 m².

A potência de cada ponto de tomada é função dos equipamentos que serão ligados a eles. Dessa forma, os valores mínimos são:

- a) em banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço, no mínimo 600 VA por ponto, até três pontos, e 100 VA por ponto para os excedentes;
- b) nos demais cômodos, no mínimo 100 VA por ponto.

3.2.3. TOMADAS DE USO ESPECÍFICO

Os pontos de tomadas de uso específicos (TUE) são instalados para equipamentos cuja corrente nominal seja superior a 10 A. Eles são destinados a atenderem equipamentos fixos ou estacionários, como chuveiro elétricos, ar condicionado. A potência a ser atribuída a cada ponto deve ser o valor da potência do equipamento ligado ao ponto.

Cada TUE deve constituir um circuito terminal independente e deve ser instalada com distância máxima de 1,5 m do ponto de utilização.

3.3. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES

Tendo a previsão da carga de iluminação, tomadas de uso geral e tomadas de uso específico, é a vez de dividir os circuitos terminais. A divisão da instalação em circuitos terminais tem por finalidade evitar qualquer perigo, limitar as consequências de uma falta e facilitar as verificações e os ensaios.

Os circuitos de iluminação devem ser separados dos circuitos de tomada. Após a divisão dos circuitos, os condutores de cada circuito terminal devem ser dimensionados a partir da soma das potências de cada ponto de utilização pertencente ao mesmo.

Cada circuito terminal terá início no quadro de distribuição e terá sua proteção independente da proteção dos demais circuitos. O quadro de distribuição abrigará os dispositivos de proteção de cada circuito terminal, dispositivo de proteção contra surtos, barramento de proteção e barramento neutro.

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

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

3.3.1. CRITÉRIO DA SEÇÃO MÍNIMA

A NBR 5410 estabelece que a seção dos condutores fase, em circuitos CA, e dos condutores vivos, em circuitos CC, não deve ser inferior ao valor indicado na Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Seção Mínima dos Condutores Fase/Vivos ¹⁾

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

¹⁾Seções mínimas ditadas por razões mecânicas.

²⁾Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.

³⁾Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos, é admitida uma seção mínima de 0,1 mm².

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

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

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

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

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

Em circuitos trifásicos presumidos equilibrados em serviço normal, com taxa de terceira harmônica inferior a 15% e com condutor neutro protegido contra sobre correntes, podemos utilizar a Tabela 3.5 para dimensionamento do neutro.

Tabela 3.5: Seção Reduzida do Condutor Neutro

Seção dos condutores de fase mm ²	Seção reduzida do condutor neutro mm ²
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

Em circuitos terminais o condutor de proteção liga as massas dos equipamentos de utilização ou o terminal terra das tomadas de corrente ao terminal de aterramento do quadro de distribuição.

O dimensionamento do condutor de proteção deve atender a requisitos elétricos e mecânicos. Para condutores de proteção do mesmo material dos condutores de fase, na Tabela 3.6, é definida a seção mínima do condutor.

Tabela 3.6: Seção Mínima do Condutor de Proteção

Seção dos condutores de fase S mm ²	Seção mínima do condutor de proteção mm ²
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S \geq 35$	S/2

Quando o condutor de proteção não faz parte do mesmo cabo ou do mesmo invólucro que os condutores vivos, de ser utilizada seção mínima de 2,5 mm² Cu/16 mm² Al, se for provida proteção contra danos mecânicos ou 4 mm² Cu/16 mm² Al, quando não houver proteção mecânica.

3.3.2. CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

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

A corrente transportada por um condutor, durante período prolongado em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima em serviço contínuo, dada na Tabela 3.7, não seja excedida.

Tabela 3.7: Temperaturas Características dos Condutores

Tipo de isolamento	Temperatura Máxima para Serviço Contínuo (Condutor) °C	Temperatura limite de Sobrecarga (Condutor) °C	Temperatura Limite de Curto-Circuito (Condutor) °C
PVC ≤ 300 mm ²	70	100	160
EPR	90	130	250
XLPE	90	130	250

Para que seja determinada a seção do condutor a ser utilizado no circuito, deve-se determinar o valor da corrente que se estabelecerá no circuito em função da carga instalada e aplicar à capacidade de condução de corrente do condutor os fatores de correção de corrente a seguir.

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

As tabelas da capacidade de condução de corrente para os métodos de referência estão no Anexo 7.1. Os métodos de referências são os métodos de instalação para os quais a capacidade de condução de corrente foi determinada por ensaio ou por cálculo. São eles:

- A1: condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- A2: cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
- B1: condutores isolados em eletrodutos de seção circular sobre parede de madeira;
- B2: cabo unipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
- C: cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;
- D: cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
- E: cabo multipolar ao ar livre;
- F: cabos unipolares justapostos ao ar livre;
- G: cabos unipolares espaçados ao ar livre.

Nas Tabelas 3.8 a 3.12, são apresentados os valores dos fatores de correção.

Tabela 3.8: Fatores de Correção para Temperaturas Ambientais Diferentes de 30°C para Linhas Não-Subterrâneas e de 20°C para Linhas Subterrâneas

Temperatura °C	Isolação		Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE		PVC	EPR ou XLPE
Ambiente			Ambiente		
10	1,22	1,15	10	1,10	1,07
15	1,17	1,12	15	1,05	1,04
20	1,12	1,08	25	0,95	0,96
25	1,06	1,04	30	0,89	0,93

35	0,94	0,96	35	0,84	0,89
40	0,87	0,91	40	0,77	0,85
45	0,79	0,87	45	0,71	0,80
50	0,71	0,82	50	0,63	0,76
55	0,61	0,76	55	0,55	0,71
60	0,5	0,71	60	0,45	0,65
65	-	0,65	65	-	0,60
70	-	0,58	70	-	0,53
75	-	0,50	75	-	0,48
80	-	0,41	80	-	0,38

Tabela 3.9: Fatores de Correção para Linhas Subterrâneas em Solo com Resistividade Térmica diferente de 2,5 K.m/W

Resistividade térmica K.m/W	1	1,5	2	3
Fator de correção	1,18	1,1	1,05	0,96

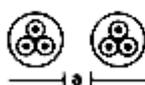
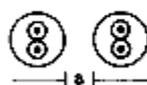
Tabela 3.10: Fator de Agrupamento para Condutores (NBR 5410/2004)

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe; ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Tabela 3.11: Fator de Agrupamento de Circuitos Diretamente Enterrados

Nº de circuitos	Distância entre cabos (a)				
	Nula	1 diâmetro de cabo	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

Cabos multipolares



Cabos unipolares

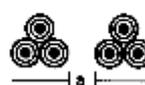


Tabela 3.12: Fator de Correção para agrupamento de circuitos em eletrodutos enterrados

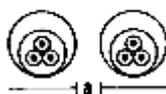
Cabos multipolares em eletrodutos – um cabo por eletroduto				
Nº de circuitos	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos – um cabo por eletroduto				
Nº de circuitos (grupos de dois ou três condutores)	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

(a)

Cabos multipolares

Cabos unipolares



Os fatores de correção de agrupamento só se aplicam quando tem-se grupos de condutores semelhantes, isto é, condutores cujas capacidades de condução de corrente se baseiam na mesma temperatura máxima para serviço contínuo e cujas seções nominais estão contidas no intervalo de três seções normalizadas sucessivas. Não sendo esse o caso, deve-se recorrer a um dos métodos seguintes para determinação do fator de correção:

- Cálculo caso a caso, utilizando, por exemplo, a NBR 11301; ou
- Caso não seja viável um cálculo mais específico, deve-se adotar o fator F dado pela expressão. (3.12):

$$F = \frac{1}{n^{1/2}} \quad (3.12)$$

na qual, F : fator de correção, n : numero de circuitos ou cabos multipolares.

3.3.3. CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO

Todos os aparelhos alimentados por energia elétrica são projetados para operarem em uma determinada faixa de tensão, essa faixa de tensão é função da tensão nominal do aparelho. Dessa forma, deve-se ter em mente que a tensão, no ponto de utilização do equipamento, deve estar dentro desse intervalo.

Depois do dimensionamento dos condutores pelos dois critérios anteriores, deve-se verificar se os limites de queda de tensão são admissíveis. Tais limites são estabelecidos pela NBR 5410 e estão listados na Tabela 3.13.

Tabela 3.13: Limites de Queda de Tensão

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

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

Apesar de os cálculos serem aproximados, haja vista desconsiderar as reatâncias dos condutores e as perdas no circuito, esses cálculos são muito próximos e dão noção muito boa da queda de tensão real. Para os cálculos, são necessários os parâmetros do condutor, resistividade, seção transversal e comprimento l , e da tensão nominal do circuito. Na figura 3.3, é mostrado um circuito e a partir dele, será deduzida a equação para cálculo da queda de tensão entre dois pontos.

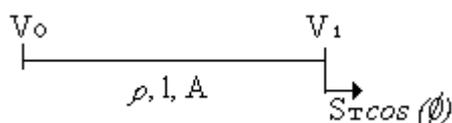


Figura 3.3: Condutor com carga concentrada na extremidade

$$V_1 = V_0 - \frac{\rho \cdot l S_T}{A V_0} \cos(\phi) \quad (3.13)$$

na qual, V_0 : tensão no início do circuito, V_1 : tensão no final do circuito, ρ : resistividade, l : comprimento do condutor, A : seção transversal do condutor, S_T : potência da carga e ϕ : ângulo do fator de potência.

A Eq. (3.13) pode ser reformulada para que seja obtida a queda de tensão. Como queda de tensão é a diferença entre V_0 e V_1 , ΔV é dada pela expressão (3.14),

$$\Delta V = V_0 - V_1 \quad (3.14)$$

Depois de algumas manipulações algébricas chegamos à expressão (3.15):

$$\Delta V(\%) = 100 \frac{\rho \cdot l}{A} \frac{S_T}{V_0^2} \cos(\varnothing) \quad (3.15)$$

na qual,

$$\Delta V(\%) = 100 \frac{V_0 - V_1}{V_0} \quad (3.16)$$

Para determinar a seção do condutor a ser instalado, é necessário encontrar o valor de A e escolher a seção normalizada imediatamente superior ao valor encontrado de A . A expressão (3.17) dá o valor de A .

$$A = 100 \frac{\rho \cdot l}{\Delta V(\%) V_0^2} S_T \cos(\varnothing) \quad (3.17)$$

Após alguns rearranjos algébricos da expressão (3.17), e substituindo A por S_c , chegamos à expressão (3.18), que dá o valor da seção mínima do condutor para circuitos monofásicos:

$$S_c = \frac{200 \cdot \rho \cdot l \cdot I_c}{\Delta V\% \cdot V} \quad (3.18)$$

na qual I_c é a corrente de projeto, $S_T(\cos(\varnothing))/V_0$, e a constante 200 é devido ao circuito monofásico ter a corrente voltando pelo neutro e o condutor do neutro ser igual ao condutor da fase e ter o mesmo comprimento.

A expressão (3.19) dá o valor da seção mínima do condutor para circuitos bifásicos a dois condutores e trifásicos equilibrados a três ou quatro condutores.

$$S_c = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot \rho \cdot l \cdot I_c}{\Delta V\% \cdot V_l} \quad (3.19)$$

onde, V_l é a tensão de linha do sistema e o termo $\sqrt{3}$ aparece devido ao valor de $I_c = S_T(\cos(\varnothing))/\sqrt{3} V_l$.

3.4. DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTOS

O componente de uma instalação que propicia um meio envoltório aos condutores é chamado conduto. Dente os diversos tipos de condutos, destacam-se os eletrodutos por

terem maior aplicação nas instalações elétricas. Há ainda condutos como calhas e bandejas metálicas, prateleiras, blocos alveolados, canaletas e túneis.

As funções dos eletrodutos são: propiciar aos condutores proteção mecânica e proteção contra ataques do meio ambiente, fornecer, ao meio, proteção contra perigos de incêndio e propiciar aos condutores um envoltório metálico aterrado, no caso de eletrodutos metálicos, a fim de evitar perigos de choque elétrico.

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

- É vedado o uso, como eletroduto, de produtos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal.
- Nas instalações elétricas abrangidas por esta Norma só são admitidos eletrodutos não-propagantes de chama.
- Em qualquer situação, os eletrodutos devem suportar as solicitações mecânicas, químicas, elétricas e térmicas a que forem submetidos nas condições da instalação.
- Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares.
- Todos os condutores vivos pertencentes a um mesmo circuito devem ser agrupados num mesmo duto.
- Os dutos somente devem conter mais de um circuito nos seguintes casos:
 - Quando as três condições seguintes forem simultaneamente atendidas:
 - Os circuitos pertençam à mesma instalação, i.e., devem se originar de um mesmo dispositivo geral de comando e proteção, sem a interposição de equipamentos que transformem a corrente elétrica.
 - As seções nominais dos condutores fase estejam contidas em um intervalo de três valores normalizados sucessivos;
 - Os condutores isolados ou cabos isolados tenham a mesma temperatura máxima para serviço contínuo.
 - No caso dos circuitos de força e de comando e/ou sinalização de um mesmo equipamento.
 - Nos eletrodutos, só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto isolante exclusivo, quando tal condutor destinar-se a aterramento.
- As dimensões internas dos eletrodutos e de suas conexões devem permitir que, após montagem da linha, os condutores possam ser instalados e retirados com facilidade. Para tanto:
 - A taxa de ocupação do eletroduto, dada pelo quociente entre a soma das áreas das seções transversais dos condutores previstos, calculadas com base no diâmetro externo, e a área útil da seção transversal do eletroduto, não deve ser superior a:
 - 53% no caso de um condutor;
 - 31% no caso de dois condutores;
 - 40% no caso de três ou mais condutores;
- Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder 15 m de comprimento para linhas internas às edificações e 30 m

para as linhas em áreas externas às edificações, se os trechos forem retilíneos. Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 m e o de 30 m devem ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°.

Tendo em mente as prescrições da NBR 5410, o dimensionamento dos eletrodutos segue as seguintes etapas:

1. Determina-se a seção total ocupada pelos condutores;
2. Determina-se a seção do eletroduto utilizando o fator de ocupação em função do número de condutores instalados no eletroduto;
3. Determina-se o diâmetro externo do eletroduto, a partir da seção obtida na etapa 2, utilizando as tabelas fornecidas pelos fabricantes.

3.5. DIMENSIONAMENTO DA PROTEÇÃO

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

- 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.

Os dispositivos básicos de um projeto de proteção são os relés e os fusíveis. Os disjuntores são dispositivos de seccionamento comandados pelos relés. Para que os relés, fusíveis e disjuntores sejam selecionados corretamente é necessária a determinação das correntes de curto-circuito nos vários pontos da instalação. A sensibilização dos dispositivos deve ser feita pelas correntes mínimas de curto-circuito.

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

3.5.1. PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE

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

Os dispositivos de proteção contra sobrecorrentes são equipamentos elétricos capazes de estabelecer, conduzir e interromper correntes em condições normais de

operação de um circuito, bem como estabelecer, conduzir e interromper automaticamente correntes em condições anormais, de forma a, dentro de condições especificadas, limitar a ocorrência desta grandeza em módulo e tempo de duração.

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

3.5.1.1. PROTEÇÃO CONTRA SOBRECARGA

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

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

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

- É necessária a aplicação de dispositivos de proteção para interromper as correntes de sobrecarga nos condutores dos circuitos, de sorte a evitar o aquecimento da isolação, das conexões e de outras partes contíguas da instalação além dos limites previstos por norma;
- Os dispositivos de proteção contra sobrecarga devem ser localizados nos pontos do circuito onde acha 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.
- Os dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga em circuitos de motor devem ser sensíveis a corrente absorvida pelo motor, tendo, no entanto, as características compatíveis com o regime de corrente de partida, tempo admissível com rotor bloqueado e tempo de aceleração.

O dimensionamento dos dispositivos de proteção contra sobrecarga deve atender às seguintes condições:

1. $I_B \leq I_N \leq I_Z$;
2. $I_2 \leq 1,45 I_Z$.

Nas quais, I_b : corrente de projeto do circuito, I_n : corrente nominal do dispositivo de proteção, I_z : capacidade condução de corrente do condutor, I_2 : corrente convencional de atuação dos dispositivos de proteção em função de I_n .

A condição 2 é aplicável quando for possível assumir que a temperatura limite de sobrecarga dos condutores não seja mantida por um tempo superior a 100 h durante 12 meses consecutivos, ou por 500 h ao longo da vida do condutor. Quando isso não ocorrer, a condição 2 deve ser substituída por: $I_2 \leq I_Z$.

O valor da corrente convencional de atuação é obtido a partir da Tabela 3.14.

Tabela 3.14: Correntes Convencionais de Atuação, de Não Atuação e Tempos Convencionais para Disjuntores Termomagnéticos

Tipo de disparador térmico	Corrente Nominal ou de Ajuste I_n (A)	Corrente Convencional de Não Atuação	Corrente Convencional de Atuação	Tempo Convencional (h)	Temperatura Ambiente de Referência
IEC 947					
Não Compensado	$I_n \leq 63$	1,05	1,35	1	20°C ou 40°C
	$I_n > 63$	1,05	1,25	2	
Compensado	$I_n \leq 63$	1,05	1,30	1	+20°C
		1,05	1,40	1	-5°C
		1,00	1,30	2	+40°C
	$I_n > 63$	1,05	1,25	2	+20°C
		1,05	1,35	2	-5°C
		1,00	1,25	2	+40°C
NBR 5361					
	$I_n \leq 50$	1,05	1,35	1	25°C
	$I_n > 50$	1,05	1,35	3	

3.5.1.2. PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITO

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

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

Os principais dispositivos utilizados para esse tipo de proteção são fusíveis, disjuntores magnéticos e termomagnéticos.

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

- Os dispositivos de proteção devem ter a sua capacidade de interrupção ou de ruptura igual ou superior ao valor da corrente de curto-circuito presumida no ponto de sua instalação;
- A energia que os dispositivos de proteção contra curtos-circuitos devem deixar passar não pode ser superior a energia máxima suportada pelos dispositivos e condutores localizados a jusante;
- O dispositivo de proteção deve ser localizado no ponto onde haja mudança no circuito que provoque redução na capacidade de condução de corrente dos condutores;
- A proteção do circuito terminal dos motores deve garantir a proteção contra as correntes de curto-circuito dos condutores e dispositivos localizados a jusante;
- Os circuitos terminais que alimentam um só motor podem ser protegidos contra curtos utilizando fusíveis tipo NH ou diazed com retardo de tempo, ou disjuntores com dispositivos de disparo magnéticos.

Quando se trata de correntes de curto-circuito, a análise se dá por processo relativamente mais preciso e detalhista, como o da integral de Joule. Esse método é bastante representativo na análise matemática dos efeitos térmicos desenvolvidos pelas correntes de curto-circuito. Na expressão (3.20), temos sua formulação.

$$\int_0^T i(t)^2 dt \leq I_{CS}^2 T \quad (3.20)$$

na qual, I_{CS} : corrente de curto-circuito que atravessa o dispositivo, T : tempo de duração do curto-circuito.

A integral de Joule de cabos e componentes, tais como disjuntores e fusíveis, é calculada normalmente através de ensaios de curto-circuito.

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

1. $I_{INT} \geq I_{CS}$
2. $T_{DD} \leq T_L$

nas quais, I_{INT} : capacidade de interrupção do dispositivo de proteção, T_{DD} : tempo de disparo do dispositivo para o valor de I_{CS} , T_L : tempo limite de atuação do dispositivo.

O valor de T_L é determinado a partir da integral de Joule. Como a energia que o dispositivo deve deixar passar deve ser inferior à integral de Joule necessária para aquecer o condutor desde a temperatura máxima para o serviço contínuo até a temperatura limite de curto-circuito,

$$\int_0^{T_L} i(t)^2 dt \leq K^2 \cdot S^2 \quad (3.21)$$

em que, $K^2 \cdot S^2$: integral de Joule para aquecimento do condutor, K , constante que depende da isolação do condutor, dada na Tabela 3.15; S : seção do condutor.

Considerando a corrente de curto-circuito em regime, a expressão (3.21) pode ser reescrita como na expressão (3.22). De onde, terminamos o valor de T_L .

$$I_{cs}^2 \cdot T_L^2 \leq K^2 \cdot S^2 \quad (3.22)$$

$$T_L \leq \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{cs}^2} \quad (3.23)$$

Tabela 3.15: Constante Relacionada ao Material do Condutor e da Isolação

Isolação	Material	
	Cobre	Alumínio
	K	
PVC	115	74
EPR ou XLPE	135	87

3.5.2. PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO

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

As principais causas de sobretensões são:

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

Antes de falar com mais detalhes das sobretensões, definem-se os esquemas de aterramento. O esquema de são classificados segundo um código de letras na forma XYZ, onde:

X: identifica a situação da alimentação em relação à terra:

T: sistema diretamente aterrado;

I: sistema isolado ou aterrado por impedância.

Y: identifica a situação das massas da instalação com relação à terra:

T: massa diretamente aterrada;

I: massa isolada ou aterrada por impedância.

Z: disposição dos condutores neutro e de proteção:

S: condutores neutro e de proteção distintos;

C: neutro e proteção combinados em um único condutor (PEN).

As sobretensões podem ser classificadas como temporárias e transitórias, de acordo com a duração. São exemplos de temporárias a perda do condutor neutro em esquemas TN e TT, em circuitos trifásicos com neutro, bifásicos com neutro e monofásico a três condutores, e falta à terra envolvendo qualquer dos condutores de fase em um esquema IT. As sobretensões de origem atmosféricas são exemplos de sobretensões temporárias.

As sobretensões originadas por falha de isolamento são raras, no caso de instalações prediais, posto que a NBR 5410 recomenda a utilização de condutos distintos para circuitos de baixa tensão e circuitos de média tensão. Em caso de faltas na parte de média tensão de uma instalação predial, por exemplo, falta fase-terra no primário de transformadores, as proteções instaladas na parte de média tensão do consumidor e/ou concessionária deverão atuar, não trazendo maiores consequências em termo de sobretensões transitórias para a instalação do consumidor.

O dispositivo utilizado para esse fim é o dispositivo de proteção contra surtos (DPS). A seleção do DPS é feita seguindo os seguintes critérios: a) nível de proteção; b) máxima tensão de operação contínua; c) sobretensões temporárias; d) corrente nominal de descarga; e) suportabilidade à corrente de curto-circuito; e f) coordenação dos DPS. As sobretensões provocadas por descargas atmosféricas são as mais importantes, principalmente pelos riscos que podem causar e pela dificuldade do controle sobre a sua ocorrência.

Algumas prescrições da NBR 5410 quanto a instalação e localização dos DPS são:

- Nos casos em que for necessário o uso do DPS e nos casos em que esse uso for especificado, a disposição dos DPS deve respeitar os seguintes critérios:
 - Quando o objetivo for a proteção contra sobretensões atmosféricas transmitidas pela linha externa de alimentação, bem como a proteção contra sobretensões de manobra, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada; ou
 - Quando o objetivo for a proteção contra sobre tensões atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, os DPS devem ser instalados no ponto de entrada da linha na edificação.

- Quando os DPS forem instalados junto ao ponto de entrada da linha elétrica na edificação ou no quadro de distribuição principal, o mais próximo possível do ponto de entrada, eles serão dispostos no mínimo como mostrado na Figura 3.4.

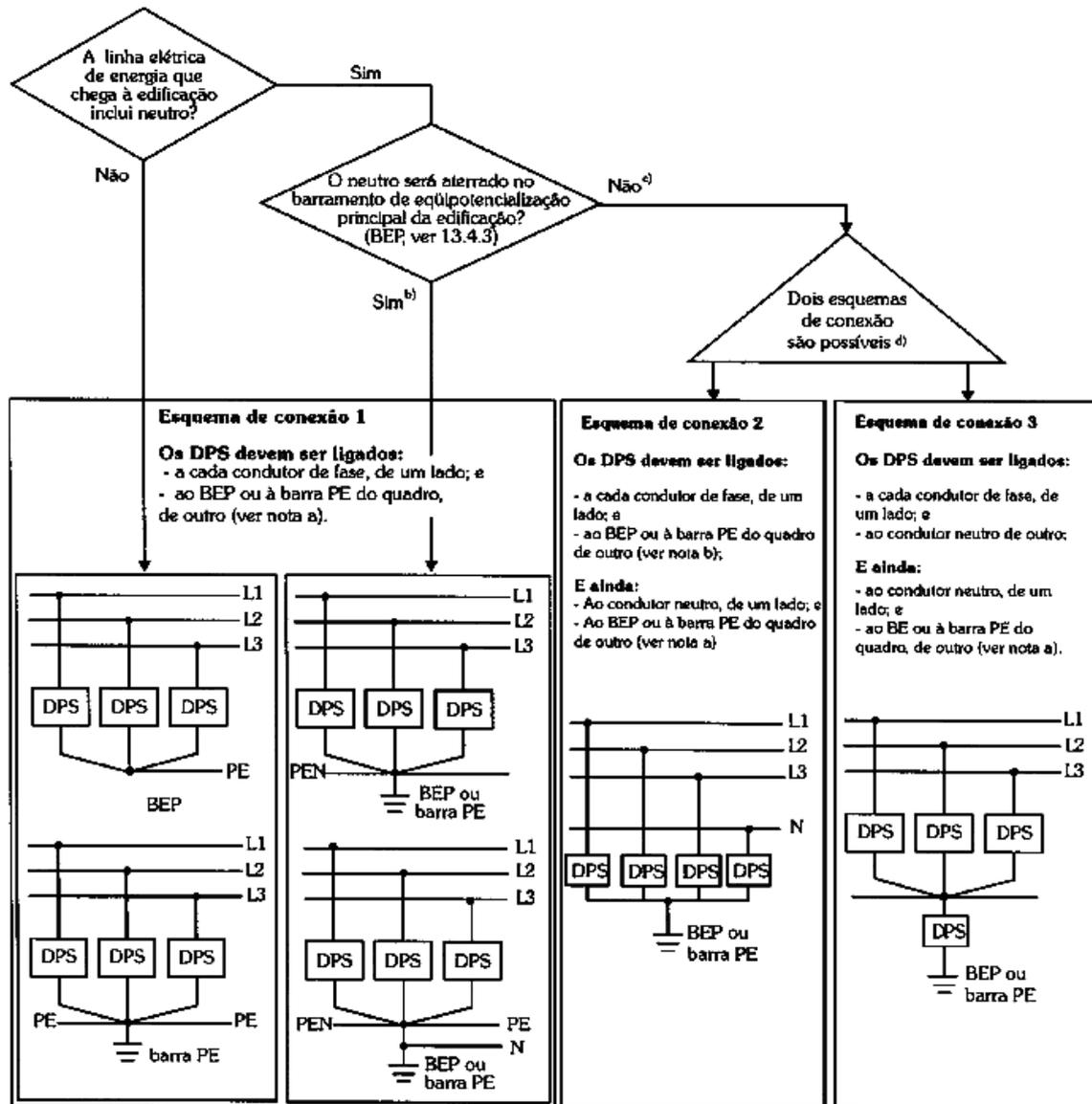


Figura 3.4: Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no QDP da edificação (NBR 5410/2004)

3.5.3. PROTEÇÃO CONTRA CHOQUE ELÉTRICO

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

As medidas de prevenção contra choque são classificadas em ativas e passivas. Nas ativas, ocorrerá o seccionamento automático da alimentação, visando impedir que uma tensão de contato se mantenha por um tempo que possa resultar em risco de efeito

fisiológico perigoso para as pessoas ou animais. Enquanto, nas passivas, visa-se limitar o valor da corrente elétrica que possa atravessar o corpo humano, através de um eficiente aterramento das massas, bem como impedir, através da isolação das partes vivas, de colocação de barreiras, de obstáculos e de distanciamento, o contato com as partes energizadas.

A proteção contra contatos diretos, segundo a NBR 5410, deve ser feita por isolação, 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.

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 isolação) ou por isolação equivalente, por ligações equipotenciais não aterradas e por separação elétrica.

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.

Um dispositivo DR é constituído, essencialmente, pelos seguintes elementos: contatos fixos e contatos móveis, transformador diferencial e disparador diferencial.

Os contatos têm a função de permitir a abertura e o fechamento do circuito e são dimensionados de acordo com a corrente nominal do dispositivo. Quando se trata de um disjuntor termomagnético diferencial, os contatos são dimensionados para poder interromper correntes de curto-circuito até o limite dado pela capacidade de interrupção de corrente nominal do dispositivo.

O transformador é constituído por um núcleo laminado, de um material com alta permeabilidade, com tantas bobinas primárias quantos forem os pólos do dispositivo e uma bobina secundária destinada a detectar a corrente diferencial-residual. As bobinas primárias são iguais e enroladas de modo que, em condições normais, seja praticamente nulo o fluxo resultante no núcleo. A bobina secundária tem por função detectar um eventual fluxo resultante. O sinal na saída da bobina secundária é enviado a um relé polarizado que aciona o mecanismo de disparo para abertura dos contatos principais.

O disparador diferencial é um relé polarizado constituído por um ímã permanente, uma bobina ligada à bobina secundária do transformador e uma peça móvel fixada de um lado por uma mola e ligada mecanicamente aos contatos do dispositivo. Na condição de repouso, a peça móvel permanece na posição fechada, encostada no núcleo e tracionando a mola.

O princípio básico de funcionamento dos dispositivos DR leva em conta que a soma das correntes que circulam nos condutores de fase e de neutro é nula, gerando

conseqüentemente um campo magnético nulo e induzindo no secundário do TC do dispositivo uma corrente também nula.

Se a instalação elétrica é submetida a uma corrente de falta, a relação de nulidade das correntes deixa de existir e surgirá um campo magnético residual que induzirá no secundário do transformador de corrente do dispositivo uma corrente elétrica que sensibilizará o mecanismo de disparo do dispositivo DR. Na Figura 3.5, é apresentado um esquema simplificado dos mecanismos auxiliares de um DR.

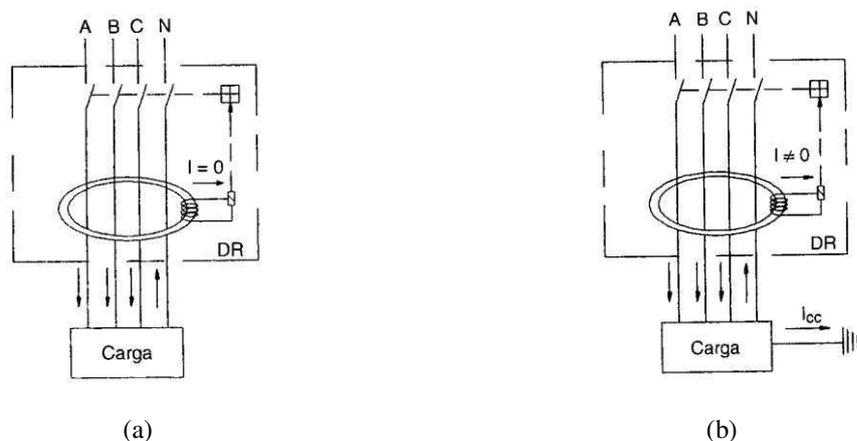


Figura 3.5: Dispositivo DR instalado num circuito trifásico (Adaptado: Mamede, 2002)

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

Algumas recomendações sobre o uso dos DR são apresentadas a seguir:

- Os disjuntores termomagnéticos diferenciais-residuais serão dimensionados atendendo simultaneamente às prescrições de proteção contra sobrecorrentes e as prescrições de proteção contra choques elétricos.
- Quando o DR não for associado a um dispositivo de proteção contra sobrecorrentes, a proteção contra sobrecorrentes deve ser assegurada por dispositivo específico, conforme a norma NBR 5410, e o DR deverá suportar as solicitações térmicas e mecânicas provocadas por correntes de falta a jusante de seu local de instalação;
- Podem ser instalados DR's na proteção geral da instalação e/ou nas proteções individuais de circuitos terminais;
- Devem ser utilizados para proteção das partes metálicas conectadas à terra que se tornem vivas;
- Dependendo dos níveis de corrente de fuga do sistema, à instalação, devem-se tomar cuidados especiais na sensibilidade dos DR's, pois principalmente se instalados na proteção geral poderão causar seccionamentos intempestivos da alimentação de toda a instalação;
- Quando tivermos DR's na proteção geral e nos circuitos terminais, deverá ser feita uma coordenação buscando a seletividade de atuação. O dispositivo de maior sensibilidade de atuação deverá ser instalado no circuito terminal e o de maior sensibilidade no circuito de distribuição, obedecidos aos limites fixados em norma;

- Em instalações residenciais em locais molhados, em particular banheiros e piscinas, as tomadas de corrente devem ser instaladas obedecendo a distâncias mínimas e devem ser feitas ligações de equipotencialidade conforme a NBR 5410. Nos circuitos terminais dessas áreas, é recomendável a utilização de DR's de alta sensibilidade;
- Em nenhum caso, o condutor neutro deve ser interligado a terra a jusante de um DR.

4. O ESTÁGIO

Nessa seção são descritas as atividades realizadas no período de estágio. Toda a base teórica descrita anteriormente será explicitada nos processos práticos de elaboração dos projetos elétricos feitos.

4.1. INTRODUÇÃO

Os objetivos do estágio são colocar em prática todos os conhecimentos adquiridos pelo aluno durante a graduação e proporcionar experiência ao futuro profissional.

4.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades desenvolvidas podem ser divididas em duas partes: a primeira está relacionada à familiarização com o material e normas utilizados, e a segunda com a elaboração de alguns projetos.

4.2.1. CONHECIMENTO DOS MATERIAIS E NORMAS APLICADOS

Primeiramente, para familiarização com os materiais, métodos, simbologia e fabricantes utilizados na elaboração dos projetos, foi realizado um estudo de vários catálogos de fabricantes e de normas da concessionária de energia elétrica, além das normas da NBR 5410 e NBR 5413 ABNT.

Tais catálogos foram de suma importância, tendo em vista que as especificações dos equipamentos não são estudadas nas disciplinas do curso.

Os catálogos estudados foram:

- SIEMENS: Disjuntores SENTRON VL;
- SIEMENS: Contatores;
- OSRAM: Luminotécnica;
- PHILIPS: Lâmpadas e Luminárias;
- BTICINO: Interruptores, tomadas e porteiros eletrônicos;
- SCHERÉDER: Iluminação pública, urbana e projetores;
- ITAIM: Iluminação.
- MOPA: Canais para fios e cabos.

Os estudos dos catálogos também foram úteis para tomar ciência de vários equipamentos antes desconhecidos, para elucidar dúvidas da instalação de alguns deles, além de serem necessários os dados técnicos de alguns equipamentos, tais como cabos, luminárias, lâmpadas, disjuntores e condutos, para dimensionamento das instalações e da proteção delas.

A importância do estudo das normas da concessionária de energia elétrica está no fato de todos os projetos terem de ser encaminhados para aprovação por parte da concessionária para que se possa haver a ligação dos mesmos à rede de distribuição. Para que haja a aprovação dos projetos, eles devem seguir os padrões estabelecidos pela concessionária, padrões esses explicitados em suas normas. A padronização da concessionária estabelece tanto aspectos da parte técnica do projeto quanto da forma de apresentação do projeto escrito para análise.

As normas analisadas estão listadas a seguir:

- NDU 001: Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária – edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras;
- NDU 002: Fornecimento de energia elétrica em tensão primária;
- NDU 003: Fornecimento de energia elétrica a agrupamentos ou edificações de uso coletivo acima de 3 unidades consumidoras;
- NDU 004: Instalações básicas para construção de redes de distribuição urbana;
- NDU 006: Critérios básicos para elaboração de projetos de redes aéreas de distribuição urbana;
- NDU 018: Critérios básicos de projetos e construções de redes subterrâneas em condomínios.

Após análise das normas da concessionária, pôde-se notar que suas prescrições são embasadas nas normas da ABNT, além de outras que visam obediência dos projetos as características da sua rede de distribuição. Todas essas prescrições têm por objetivo minimizar os gastos, tempo com manutenção e conexão do novo projeto à rede.

4.2.2. PROJETOS ELABORADOS

Finalizado o estudo inicial dos catálogos e das normas, foi chegada a hora de elaborar alguns projetos. A primeira atividade realizada foi a elaboração de um quadro de carga. O quadro de carga é referente à instalação dos aparelhos de ar condicionado da Igreja Presbiteriana. Tal quadro de carga encontra-se a seguir no Quadro 4.1.

Como os aparelhos de ar condicionados são cargas especiais, cada um deles deve pertencer a um circuito exclusivo. O dimensionamento dos condutores e da proteção e a escolha da tensão de alimentação de cada circuito é função da carga ligada a cada um deles. A partir da soma das potências dos circuitos, define-se a tensão de alimentação da instalação.

QUADRO DE CARGA														
Quadro	Circuito	Ar-Condicionado (BTU s)						Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Condutor mm ²	Tensão (V)	Observação	
		7000	9000	12000	22000	36000	60000							
QFAr-01	1						1	5.700	15	9,48	2,5	380	Templo	
	2						1	5.700	15	9,48	2,5	380	Templo	
	3						1	5.700	15	9,48	2,5	380	Templo	
	4						1	5.700	15	9,48	2,5	380	Templo	
	5						1	5.700	15	9,48	2,5	380	Templo	
	6						1	5.700	15	9,48	2,5	380	Templo	
	7	1						900	10	4,45	2,5	220	Cabine Pastoral I	
	8	1						900	10	4,45	2,5	220	Cabine Pastoral II	
	9			1				1.200	10	5,93	2,5	220	Secretaria Pastoral	
	10	1						900	10	4,45	2,5	220	FALP	
	11				1			2.400	15	11,86	2,5	220	Sala do Conselho	
	12						1	5.700	15	9,48	2,5	380	Sala Anexo	
	Soma		3	0	1	1	0	7	46.200	70	70,69	25,0	380	Demanda: 41.580

Quadro 4.1: Quadro de Carga Igreja Presbiteriana

Nos circuitos 7, 8, 9 e 10, pode-se escolher condutores de bitola menor, mas por questões econômicas, padronizamos os condutores da instalação.

A norma NDU 001 da Energisa estabelece as condições de fornecimento de energia. Para instalação com carga instalada de até 75 kW, a fornecimento será em tensão secundária. A tensão de alimentação será de 220 V para instalações com demanda/potência de até 15,4 kW e sistema monofásico. Acima dessa demanda, a tensão de alimentação será 380 V, sendo o sistema bifásico para demanda/potência até 22 kW e trifásico para demanda/potência acima desse valor.

Pela análise do quadro de carga, a tensão de alimentação será de 380 V utilizando sistema trifásico. Como a carga instalada exige alimentação trifásica, o dimensionamento da alimentação do quadro deve ser feito a partir da demanda. Utilizando a NDU 001, da Energisa, encontramos o valor de 0,90 para o fator de demanda. Ainda na NDU 001, é dado o dimensionamento dos condutores e da proteção. O resultado do dimensionamento está na Quadro 4.1.

Dado o estágio inicial de elaboração de projetos, os primeiros projetos realizados eram simples e todo o *layout* da instalação já era de conhecimento prévio. A localização de todos os pontos de utilização já estava definida, bem como todo o projeto luminotécnico elaborado e os pontos de luz localizados e dimensionados. Eram necessários a divisão dos circuitos, a localização das caixas de passagem, o caminhamento dos dutos, o dimensionamento dos condutores e a elaboração do quadro de carga e do diagrama unifilar.

Os dois primeiros projetos realizados foram da instalação elétrica da Clínica Médica Dr. Eugênio H. Barbosa e do PAC-Prata da UNICRED Campina Grande. Os memoriais descritivos dos projetos encaminhados para aprovação junto à concessionária estão nos anexos 7.2 e 7.3, respectivamente.

Já mais familiarizado à metodologia de elaboração de projetos utilizada pela empresa, outros projetos maiores foram encaminhados para realização. Os projetos realizados são residenciais e prediais. Para elaboração de tais projetos, apenas o projeto luminotécnico foi realizado previamente.

O projeto elétrico de uma residência projetada pelo arquiteto Gleryston Cavalcanti situada a rua Saturnino de Brito, bairro Itararé, foi elaborado. A residência é composta por três pavimentos: térreo, superior e sótão. Para este projeto foram utilizados dois quadros de carga, um situado no térreo e o outro no pavimento superior, nomeados QDL-01 e QDL-02, respectivamente. Os quadros de carga estão no Quadro 4.2.

A divisão dos circuitos foi feita de acordo com as recomendações da NBR 5410 e de forma a se ter maior facilidade de manutenção, inspeção e execução das instalações. O QDL-01 alimenta quatorze circuitos terminais, sendo quatro circuitos para iluminação, cinco circuitos para tomadas de uso geral e cinco circuitos para tomadas de uso específico, dois condicionadores de ar, dois chuveiros elétricos e motor do portão. Há também o alimentador do QDL-2.

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

Para o QDL-02, a divisão dos circuitos resultou em quinze circuitos terminais, sendo dois para iluminação, um para iluminação do pavimento superior e um para o sótão, quatro circuitos para tomadas de uso geral e nove circuitos para tomadas de uso específico, quatro condicionadores de ar e cinco chuveiros elétricos.

O dimensionamento dos condutores foi realizado pelo critério da máxima condução de corrente e da seção mínima exigida pela NBR 5410, já que as distâncias dos pontos de utilização aos quadros de distribuição são pequenas e as quedas de tensões serão irrelevantes.

Pela previsão da carga instalada, o fornecimento de energia elétrica deverá ser trifásico e, assim, o dimensionamento da alimentação será feito com base na demanda. Todos os cálculos estão no memorial descritivo encontrado no anexo 7.4. Foi, também, projetada a entrada para medição.

Quadro	Circuito	Quadro de carga										Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm²	Observação	
		Iluminação (W)		Tomadas (W)			Motor (W)	Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)								
		20	2x20	2x32	100	300		4500	7.000		9.000							
QDL-1	1		16										640	15	2,91	220	1,5	Iluminação Garagem/Terrço
	2		9										360	15	1,64	220	1,5	Iluminação Lateral
	3		9										360	15	1,64	220	1,5	Iluminação Quintal
	4		21										840	15	3,82	220	1,5	Iluminação Interna
	5				15								1500	20	6,82	220	2,5	Tomada Jantar/Estar
	6				8	2							1400	20	6,36	220	2,5	Tomada Churrasqueira
	7				7	2							1300	20	5,91	220	2,5	Tomada Cozinha
	8				3	2							900	20	4,09	220	2,5	Tomada Suíte
	9					5	1						800	20	3,64	220	2,5	Tomada Serviço
	10									1			900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado Suíte
	11									1			900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado Escritório
	12									1			4500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro Suíte
	13									1			4500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro Empregada
	14										1		750	20	3,41	220	2,5	Motor Portão
QDL-2												32180	40	49,24	380	10,0	QDL2: Demanda: 24,24 kVA	
SOMA	0	55	0	38	7	8	1	2	0			51.830	50	79,30	380	10,0	Demanda: 26,27 kVA	

(a)

Quadro	Circuito	Quadro de carga										Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm²	Observação
		Iluminação (W)		Tomadas (W)			Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)								
		20	2x20	2x32	100	300	4500	7.000		9.000							
QDL-2	1		27									1.080	15	4,91	220	1,5	Iluminação Superior
	2		10									400	20	1,82	220	2,5	Iluminação Sótão
	3				16	2						2.200	20	10,00	220	2,5	Tomadas Suíte/Suíte Casal
	4				8	2						1.400	20	6,36	220	2,5	Tomadas Estar Íntimo/Hall
	5				16	3						2.500	20	11,36	220	6,0	Tomadas Suítes
	6						1					4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro Suíte Casal
	7						1					4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro Suíte
	8						1					4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro Suíte
	9						1					4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro Suíte
	10							1				900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado Casal
	11							1				900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado Suíte
	12							1				900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado Suíte
	13							1				900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado Suíte
	14				15	2						2.100	20	9,55	220	2,5	Tomadas Sótão
	15							1				900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado Sótão
SOMA	0	37	0	55	9	4	5	0			32.180	40	49,24	380	10,0		

(b)

Quadro 4.2: Quadros de Carga da Residência.

O memorial descritivo do projeto de um residencial da Construtora Âncora é apresentado no anexo 7.5. O projeto consiste no caminhamento e dimensionamento dos dutos e cabos, divisão dos circuitos, previsão da carga e diagrama unifilar de cada apartamento, localização dos sensores de presença para iluminação da garagem, iluminação externa, circuitos de serviço e entrada de alimentação do edifício. O edifício é composto por nove pavimentos, subsolo, térreo e sete pavimentos tipo, totalizando 31 apartamentos.

Os sete pavimentos tipo são compostos por quatro apartamentos de dois tipos, sendo necessário fazer o projeto de cada um dos tipos. Já o térreo possui três apartamentos distintos e devemos projetar cada um deles. Com isso, foram elaborados cinco quadros de carga para os apartamentos. Para as instalações comuns do condomínio, foram elaborados três quadros de carga: um para iluminação das escadas, chamado de QDC-2, um para as instalações externas do térreo, que será localizado na guarita para que toda a iluminação externa seja controlada por um funcionário (QDC-1), e um quadro para alimentação do QDC-1, QDC-2, elevador, bomba d'água e motor da piscina, denominado QGC. Todos esses quadros são mostrados no Quadro 4.3.

Nas instalações dos apartamentos, a divisão dos circuitos resultou em dez circuitos terminais, sendo um circuito para iluminação, quatro para tomadas de uso geral e cinco para tomadas de uso específico, condicionadores de ar e chuveiros elétricos. No apartamento três do térreo, exceção, foram utilizados dois circuitos para iluminação, quadro para tomadas de uso geral e cinco para tomadas de uso específico, totalizando onze circuitos terminais.

Para alimentação dos quadros a partir do quadro geral de medição, deve-se utilizar a carga instalada em cada quadro. Cada apartamento terá sua medição individual e haverá também a medição do condomínio. Assim, serão necessários 32 medidores. Nas pranchas anexas ao memorial descritivo, é mostrada a disposição dos medidores.

Para o dimensionamento da alimentação do condomínio, deve-se utilizar a demanda das cargas comuns do prédio e a demanda conjunta de cada um dos apartamentos. Todos os cálculos estão no memorial descritivo.

Quadro	Circuito	Iluminação (W)				Tomadas (W)				Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm ²	Observação	
		20		2x20		100		300		4500	7.000							9.000
		20	2x20	2x32	100	300	4500	7.000	9.000									
QDL - Tipo 1	1		12									480	15	2,18	220	1,5	Iluminação	
	2				5	2						1.100	20	5,00	220	2,5	Tomadas	
	3				5	2						1.100	20	5,00	220	2,5	Tomadas	
	4				3	1						600	20	2,73	220	2,5	Tomadas	
	5				7	2						1.300	20	5,91	220	2,5	Tomadas	
	6								1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	7								1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	8									1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	9									1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	10									1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
SOMA	0	12	0	20	7	2	3	0			16.280	40	24,91	380	6,0			

(a)

Quadro	Circuito	Iluminação (W)				Tomadas (W)				Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm ²	Observação	
		20		2x20		100		300		4500	7.000							9.000
		20	2x20	2x32	100	300	4500	7.000	9.000									
QDL - Tipo 2	1		14									480	15	2,55	220	1,5	Iluminação	
	2				5	2						1.100	20	5,00	220	2,5	Tomadas	
	3				5	2						1.100	20	5,00	220	2,5	Tomadas	
	4				4	1						600	20	3,18	220	2,5	Tomadas	
	5				7	2						1.300	20	5,91	220	2,5	Tomadas	
	6								1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	7								1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	8									1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	9									1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	10									1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
SOMA	0	14	0	21	7	2	3	0			16.460	40	25,18	380	6,0			

(b)

Quadro de carga

Quadro	Circuito	Iluminação (W)				Tomadas (W)			Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm ²	Observação
		20	2x20	2x32	100	300	4500	7.000	9.000							
QDL – Térreo 1	1		17							680	15	3,09	220	1,5	Iluminação	
	2				6	1				900	20	4,09	220	2,5	Tomadas	
	3				6	1				900	20	4,09	220	2,5	Tomadas	
	4				3	1				600	20	2,73	220	2,5	Tomadas	
	5				5	1				800	20	3,64	220	2,5	Tomadas	
	6						1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	7						1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	8								1	900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	9								1	900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	10								1	900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
SOMA	0	17	0	20	4	2	3	0	15.580	40	22,84	380	6,0			

(c)

Quadro de carga

Quadro	Circuito	Iluminação (W)				Tomadas (W)			Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm ²	Observação
		20	2x20	2x32	100	300	4500	7.000	9.000							
QDL - Térreo 2	1	6	21							960	15	4,36	220	1,5	Iluminação	
	2				6	1				900	20	4,09	220	2,5	Tomadas	
	3				6	1				900	20	4,09	220	2,5	Tomadas	
	4				3	1				600	20	2,73	220	2,5	Tomadas	
	5				5	1				800	20	3,64	220	2,5	Tomadas	
	6						1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	7						1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	8								1	900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	9								1	900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	10								1	900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
SOMA	6	21	0	20	4	2	3	0	15.860	40	25,18	380	6,0			

(d)

Quadro	Circuito	Iluminação (W)			Tomadas (W)			Motor (W) 1 CV	Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm²	Observação
		20	2x20	2x32	100	300	4500		7.000	9.000						
		Quadro de carga														
QDL - Térreo 3	1		17							680	15	3,09	220	1,5	Iluminação	
	2		12							480	15	2,18	220	1,5	Iluminação	
	3				5	2				1100	20	5,00	220	2,5	Tomadas	
	4				5	2				1100	20	5,00	220	2,5	Tomadas	
	5				3	1				600	20	2,73	220	2,5	Tomadas	
	6				7	2				1300	20	5,91	220	2,5	Tomadas	
	7						1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	8						1			4.500	30	20,45	220	6,0	Chuveiro	
	9							1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	10							1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
	11							1		900	20	4,09	220	2,5	Ar Condicionado	
SOMA	0	29	0	20	7	2	3	0	16.960	40	25,95	380	6,0			

(e)

Quadro	Circuito	Iluminação (W)			Tomadas (W)			Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm²	Observação
		20	2x20	2x32	100	300	4500	7.000	9.000						
		Quadro de carga													
QGC	1				Alimentação QDC-1				8.120	50	36,91	220	10,0	QDC-1	
	2				Alimentação QDC-2				2.400	50	10,91	220	10,0	QDC-2	
	3				Elevador				11.449	60	17,52	380	10,0	Elevador 10 CV	
	4				Bomba				2.598	20	11,81	220	2,5	Bomba d'água 3 CV	
	5				Piscina				920	20	4,18	220	2,5	Motor 1 CV	
SOMA								25.487	50	38,99	380	10,0			

(f)

Quadro	Circuito	Iluminação (W)						Tomadas (W)			Motor (W)	Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm²	Observação
		20		2x20		250	100	300	4500	7.000		9.000							
		20	2x20	250	100	300	4500	7.000	9.000										
QDL - Térreo 3	1		3										120	15	0,55	220	1,5	Iluminação Externa	
	2		4										160	15	0,73	220	1,5	Iluminação Externa	
	3		2										80	15	0,36	220	1,5	Iluminação Externa	
	4		10										400	15	1,82	220	1,5	Iluminação Externa	
	5		14										560	15	2,55	220	1,5	Iluminação Interna	
	6			8									2.000	20	9,09	220	2,5	Iluminação Quadra	
	7				7	3							1.600	20	7,27	220	2,5	Tomadas Salão de Festa	
	8				6	3							1.500	20	6,82	220	2,5	Tomadas Copa	
	9				5	1							800	20	3,64	220	2,5	Tomadas Brinquedoteca	
	10					1							900	20	4,09	220	2,5	Tomadas Guarita	
	11									1			170	20	3,41	220	2,5	Motor Portão	
SOMA	0	33	8	18	10	0	0	0	1	0		8.870	50	40,32	220	10,0			

(g)

Quadro	Circuito	Iluminação (W)						Tomadas (W)			Ar-Condicionado (BTUs)		Carga (W)	Proteção (A)	Corrente (A)	Tensão (V)	Condutor mm²	Observação
		20		2x32		100	300	4500	7.000	9.000								
		20	2x32	100	300	4500	7.000	9.000										
QGC	1	18										720	15	3,27	220	1,5	Iluminação Garagem	
	2	15									600	15	2,73	220	1,5	Iluminação Garagem		
	3	15									600	15	2,73	220	1,5	Iluminação Hall até 4		
	4	12									480	15	2,18	220	1,5	Iluminação 5 ao 8		
SOMA	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	2.400	30	10,91	220	6,0			

(h)

Quadro 4.3: Quadros de Carga do Residencial da Construtora Âncora

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final das atividades do estágio, foi possível evidenciar a importância de todas as disciplinas cursadas ao longo da graduação. O estágio foi uma oportunidade de pôr em prática todos os conhecimentos adquiridos no curso, de incrementar os conhecimentos técnicos decorrente do convívio com profissionais com grande experiência, de vivenciar as relações profissionais dentro de uma empresa e, principalmente, uma oportunidade de ganhar segurança e comprovar a competência técnica adquirida na universidade.

Dessa forma, nota-se a importância do estágio na formação do profissional, tanto no aspecto técnico como nas relações interpessoais. A área de atuação do estágio é uma das áreas mais comuns na engenharia elétrica e, infelizmente, a formação acadêmica é falha nesse ponto, pois não há uma boa base teórica em nosso curso. Ficou claro também que, na área de projetos elétricos, além dos conhecimentos técnicos, a experiência e o conhecimento dos produtos disponíveis no mercado e de suas características são de extrema necessidade para elaboração dos projetos, forçando o profissional a estar sempre atualizado.

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

6. BIBLIOGRAFIA

CAVALIN, G.; CERVELIN, S., Instalações Elétricas Prediais, 14ª Ed., São Paulo: Érica, 2006.

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

LIMA FILHO, D.L., Projetos de Instalações Elétricas Prediais, 6ª Ed., São Paulo: Érica, 2001.

LIPPSTADT, M. B., Critérios normativos para projeto e instalação de cabos elétricos. ELETRICIDADE MODERNA, São Paulo, ano 38, n. 434, p. 34-41, maio 2010.

MAMEDE FILHO, J., Instalações Elétricas Industriais, 6ª Ed., Rio de Janeiro: LTC, 2002.

NBR 5410:2004 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão

NBR 5413:1992 – Iluminância de Interiores.

NDU-001: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária – Edificações Individuais ou Agrupadas Até 3 Unidades Consumidoras (Sistema Cataguazes-Leopodina).

NDU-002: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária (Sistema Cataguazes-Leopodina).

NDU-003: Fornecimento de Energia Elétrica a Agrupamentos ou Edificações de Uso Coletivo Acima de 3 Unidades Consumidoras (Sistema Cataguazes-Leopodina).

NDU-004: Instalações Básicas para Construção de Redes de Distribuição Urbana (Sistema Cataguazes-Leopodina).

NDU-006: Critérios Básicos para Elaboração de Projetos de Redes Aéreas de Distribuição Urbana (Sistema Cataguazes-Leopodina).

NDU-018: Critérios Básicos de Projetos e Construções de Redes Subterrâneas em Condomínios (Sistema Cataguazes-Leopodina).

7. ANEXOS

7.1. TABELAS DE CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

TABELA 7.1: Capacidade de condução de corrente, em A, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D (NBR 5410)

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

TABELA 7.2: Capacidade de condução de corrente, em A, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D (NBR 5410)

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura no condutor: 90°C
Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596
800	885	792	805	721	1 158	1020	952	837	1 311	1 074	811	679
1 000	1014	908	923	826	1332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767
Alumínio												
16	64	58	60	55	79	71	72	64	84	76	73	61
25	84	76	78	71	105	93	94	84	101	90	93	78
35	103	94	96	87	130	116	115	103	126	112	112	94
50	125	113	115	104	157	140	138	124	154	136	132	112
70	158	142	145	131	200	179	175	156	198	174	163	138
95	191	171	175	157	242	217	210	188	241	211	193	164
120	220	197	201	180	281	251	242	216	280	245	220	186
150	253	226	230	206	323	289	277	248	324	283	249	210
185	288	256	262	233	368	330	314	281	371	323	279	236
240	338	300	307	273	433	389	368	329	439	382	322	272
300	387	344	352	313	499	447	421	377	508	440	364	308
400	462	409	421	372	597	536	500	448	612	529	426	361
500	530	468	483	426	687	617	573	513	707	610	482	408
630	611	538	556	490	794	714	658	590	821	707	547	464
800	708	622	644	566	922	830	760	682	958	824	624	529
1 000	812	712	739	648	1061	955	870	780	1108	950	706	598

TABELA 7.3: Capacidade de condução de corrente, em A, para os métodos de referência E, F, G (NBR 5410)

Condutores: cobre e alumínio
 Isolação: PVC
 Temperatura no condutor: 70°C
 Temperatura ambiente de referência: 30°C

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares			Cabos unipolares ¹⁾			
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos	Espaçados	
					Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
300	593	497	629	561	587	709	659
400	715	597	754	656	689	852	795
500	826	689	868	749	789	982	920
630	958	798	1005	855	905	1138	1070
800	1118	930	1169	971	1119	1325	1251
1 000	1 292	1 073	1 346	1 079	1 296	1 528	1 448
Alumínio							
16	73	61	73	62	65	84	73
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447
300	439	381	497	434	455	557	519
400	528	458	600	526	552	671	629
500	608	528	694	610	640	775	730
630	705	613	808	711	740	895	840
800	822	714	944	832	875	1050	1000
1 000	948	823	1 092	965	1 015	1 213	1 161

¹⁾ Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

TABELA 7.4: Capacidade de condução de corrente, em A, para os métodos de referência E, F, G (NBR 5410)

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: EPR ou XLPE

Temperatura no condutor: 90°C

Temperatura ambiente de referência: 30°C

Seções nominais dos condutores mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares ¹⁾				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
	Método E	Método E	Método F	Método F	Justapostos	Espaçados	
					Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	892	745	940	823	868	1 085	1 008
500	1 030	859	1 083	946	998	1 253	1 169
630	1 196	995	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362
800	1 396	1 159	1 460	1 252	1 328	1 696	1 595
1 000	1 613	1 336	1 683	1 420	1 511	1 958	1 849
Alumínio							
16	91	77	90	76	79	103	90
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	654	566	740	663	694	856	792
500	756	652	856	770	806	991	921
630	879	755	996	899	942	1 154	1 077
800	1 026	879	1 164	1 056	1 106	1 351	1 266
1 000	1 186	1 012	1 347	1 226	1 285	1 565	1 472

¹⁾ Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Proj: 004/10

INTERESSADO: CLÍNICA Dr. EUGÊNIO H. BARBOSA

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: *Projeto das instalações elétricas para atender Clínica Médica Dr. Eugênio H. Barbosa.*

FINALIDADE:

O presente projeto tem a finalidade de atender as instalações elétricas da Clínica Médica Dr. Eugênio H. Barbosa situada na Rua Duque de Caxias, 23 – salas 03 e 04 – Prata - Campina Grande – PB.

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 de Energia
- Circuitos de Iluminação e Tomadas
- Quadro de Cargas
- Diagrama Unifilar

1.1 Entrada de Energia

A alimentação de energia será direto do quadro de medição existente

1.2 Circuitos e Quadros

Do quadro de medição será alimentado um quadro de distribuição, de onde serão derivados os circuitos de alimentação de iluminação, tomadas e ar condicionado.

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.

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 planejados 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:

Terra	Verde
Neutro	Azul Claro
Fase Iluminação	Preto
Fase Tomadas	Vermelho
Retorno	Amarelo

2.3.5 Não poderão ser empregados condutores com bitolas inferiores a $1,5\text{mm}^2$ para retorno dos interruptores e $2,5\text{mm}^2$ distribuição de circuitos, equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento.

2.4 Eletrodutos

2.4.1 Não será permitida a instalação de eletrodutos com bitola nominal inferior à $\frac{1}{2}$ ".

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

2.4.3 Todas as curvas de bitola de 1", ou maiores, deverão ser executadas com peças especiais e as curvas correspondentes às bitolas poderão ser executadas no próprio local de trabalho e deverão apresentar um raio de curvatura correspondente à 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.

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 $4,0\text{mm}^2$, será fio de cobre com tempera mole, isolamento termoplástico executado de cloreto de polivinila do tipo cabinho Pirastic de fabricação PIRELLI ou FICAP.

Os condutores de bitola superior a $4,0\text{mm}^2$ serão formados por fios de cobre mole (compacto), do tipo pirastic flex de fabricação PIRELLI 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:

O centro de distribuição será do tipo confeccionado em quadro metálico 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" instaladas na parede para os interruptores e tomadas e PVC 4"x4" e 20x20cm, instaladas sob o teto para distribuição dos circuitos, de fabricação TIGRE ou similar

3.1.7 Disjuntores:

Os disjuntores para proteção dos circuitos de iluminação e tomadas serão do tipo "DIN", e na proteção do quadro geral, será instalado um disjuntor diferencial "DR", de fabricação Siemens, Pial ou similar.

3.1.8 Luminárias:

Serão escolhidas pelo arquiteto e pelo proprietário.

3.1.9 Lâmpadas:

As lâmpadas serão de fabricação OSRAM ou PHILIPS.

3.1.10 Reatores:

Os reatores para lâmpadas fluorescentes serão do tipo eletrônico de alto fator de potência ($FP_{\text{mínimo}} = 0,95$), PHILIPS, OSRAM ou ILUMATIC.

3.1.11 Aterramento:

Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra.

4. CALCULO DA DEMANDA

Demanda Total Prevista = D1+D2, onde:

D1 = Demanda Total da Iluminação e Tomadas

D2 = Demanda Total do Ar-condicionado

Iluminação e Tomadas de uso Geral

- Lâmpadas fluorescentes = 1.000W (FP = 0,92)
- Tomadas = 6.100W (FP=0,92)
= (1.000 + 6.100)/0,92
= 7.100/0,92 = 7,17 kVA ; FD = 0,86

Pela tab. 02 da NDU 001 $7,17 \times 0,86 = 6,16$ kVA

→ **D₁ = 6,16 kVA**

Ar-Condicionado

- Ar-Condicionado = 08 unidades = 15.400W (FP = 0,85; FD = 1,0)
= $15.400/0,92 = 16,73$

→ **D₂ = 16,73 kVA**

$D_T = D_1 + D_2$

$D_T = 6,16 + 16,73 = 22,89$ kVA

- **DEMANDA TOTAL PREVISTA** =====→ **22,89 kVA**

Categoria T1; tabela 14 NDU 001

Cabo Escolhido = **10mm²**

Disjuntor Escolhido = **40 A**

5. NORMAS:

As instalações elétricas da Baixa Tensão obedecerão a NBR 5410 Instalações elétricas e NBR 5413 Iluminância de Interiores, ambas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e Padrão e Normas da ENERGISA.

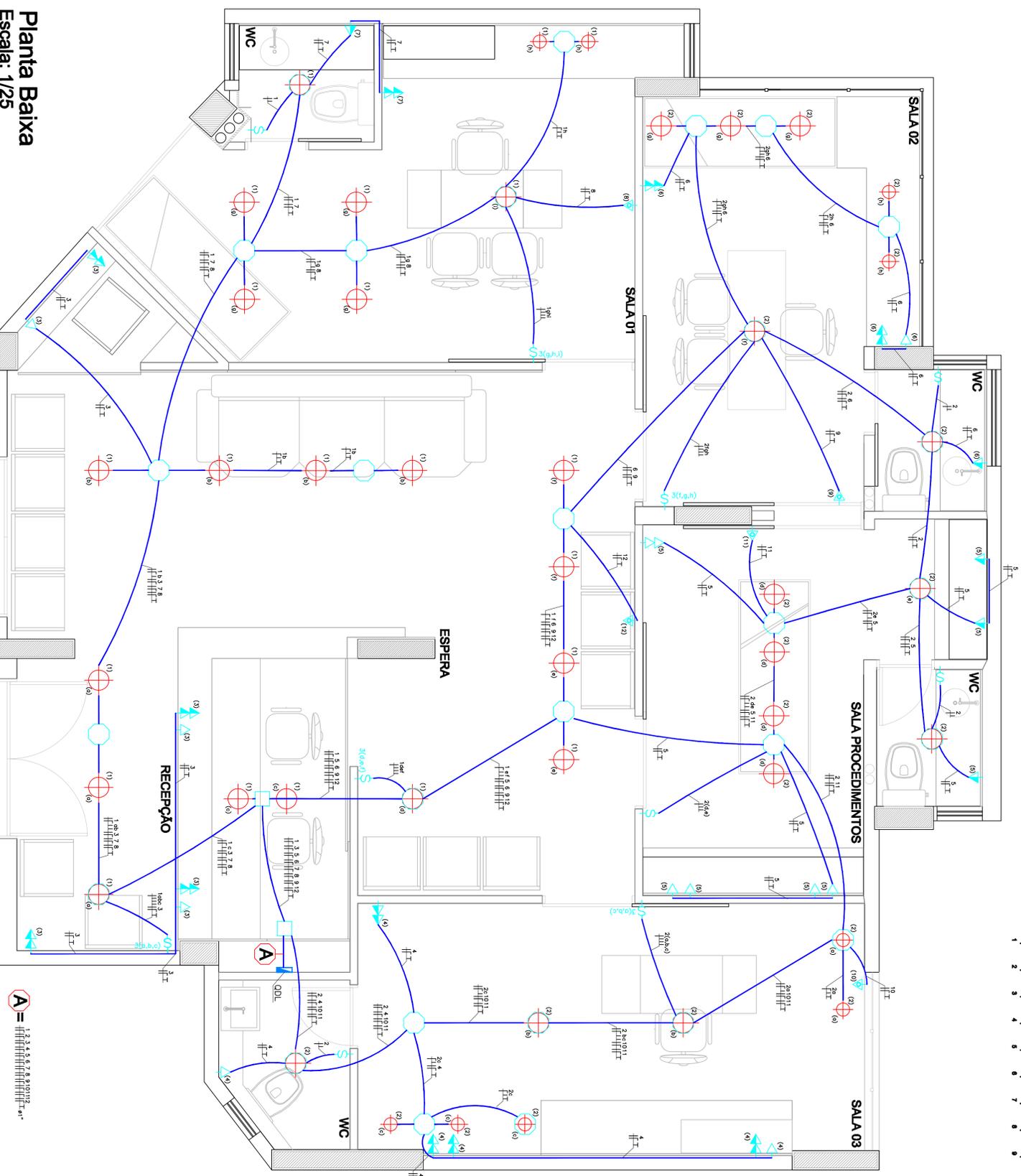
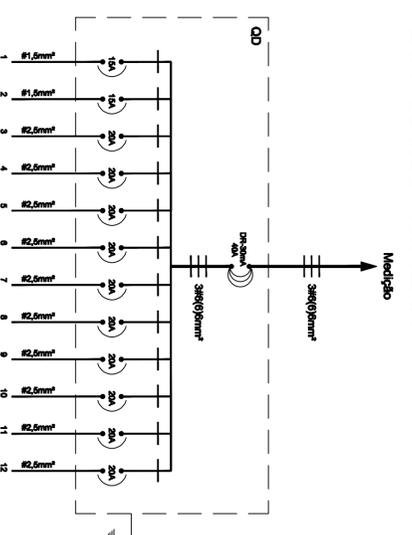
6. ANEXOS :

- 1 - Planta Baixa das Instalações;
- 2 - Quadro de Carga e Diagrama Unifilar;

QUADRO DE CARGAS:

QUADRO	ORÇAMENTO Nº	ELABORAÇÃO (M)	TOTALIDADE (M)	AR CONDICIONADO (M)	CANAL PROTEÇÃO (M)	CONDUTOR (M)	TUBULO OBSERVAÇÃO
		(M)	(M)	(M)	(M)	(M)	(M)
1	20	22	100	300	8000	34.000	60.000
2		21					
3							
4			08	02			800
5			08	02			1.400
6			08	02			1.400
7			04	01			1.000
8			02	01			800
9			01	01			1.100
10			01	01			1.100
11			01	01			1.100
12			01	01			2.400
TOTAL	0	43	0	28	08	0	14.000

DIAGRAMA UNIFILAR



SIMBOLÓGIA

- |—|— INDICAÇÃO DE FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA
- |—|— TUBULAÇÃO SOB O TETO OU EMBAIXADA NA PAREDE
- TUBULAÇÃO EMBAIXADA NO PISO
- CAIXA DE PVC EXTENSIVADA INSTALADA SOB O TETO
- ▷ CAIXA 30 x 30 mm, INST. NO TETO
- ▷ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 0,20m DO PISO
- ▷ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 1,10m DO PISO
- ▷ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 1,20m DO PISO
- ▷ TOMADA PARA AR CONDICIONADO INST. NA PAREDE
- ⊘ INTERRUPTOR DE 1ª SEÇÃO, INST. A 1,10m DO PISO
- ⊘ CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO
- ⊘ ELETRODUTOS NÃO COTADOS 3x4"

CÓDIGO DE CORES

- TERRA — VERDE
- NEUTRO — AZUL CLARO
- FASE LILUM. — PRETO
- FASE TOM. — VERMELHO
- RETORNO — AMARELO

Planta Baixa
Escala: 1/25

ANADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA
PROJETO ELÉTRICO
CLÍNICA DR. EUGENIO H. BARBOSA
 Rua, Duque de Caxias, 25 - Sala 03 a 04 - Faria - Comarca Grande - PB
 Autor: RICARDO AMADEU A. COSTA
 Projeto: 01/01
 Cliente: CLÍNICA DR. EUGENIO H. BARBOSA
 Data: 12/25
 Escala: 1/25
 Descrição: PLANTA BAIXA QUADRO DE CARGA DIAGRAMA UNIFILAR
 Revisão: 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Proj: 020/10

INTERESSADO: UNICRED CAMPINA GRANDE LTDA

Localidade: Campina Grande - PB

Título do projeto: Projeto das Instalações Elétricas da Reforma do PAC-Prata pertencente à UNICRED, na cidade de Campina Grande-PB.

1. CONDIÇÕES GERAIS:

O projeto das instalações elétricas foi elaborado de acordo com as especificações aplicáveis da ABNT, através da NBR 5410 e NBR 5413.

Foram projetadas as seguintes instalações:

- Circuitos e Quadros;
- Sistema de Iluminação Interna e Tomadas.

1.1 Circuitos e Quadros

1.1.1 Circuitos de Alimentação do Quadro Geral

A alimentação do quadro geral será derivada do quadro geral de medição do edifício São Paulo.

1.2 Sistema de Iluminação Interna

O sistema de iluminação interna foi projetado considerando o projeto luminotécnico apresentado pela Arquiteta e todas as normas estabelecidas na ABNT através da NBR-5413, que define os níveis de iluminação necessária para cada atividade de trabalho. Na distribuição das tomadas, foi considerado o tipo e as variações de utilização conforme o tipo do ambiente. Todos os materiais aplicados no projeto de iluminação interna estão especificados na planta e na especificação de materiais.

As luminárias serão definidas pela arquiteta.

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

Somente deverão ser instalados materiais e equipamentos que satisfaçam aos padrões de fabricação e aos métodos de ensaio exigidos pela ABNT.

A execução dos serviços deverá atender a legislação quanto à proteção do trabalho em instalações elétricas.

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 do QDL, será instalado um disjuntor tipo “DR”.

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

2.2 Condutores

2.2.1 Deverão ser instalados de forma a suportarem apenas esforços compatíveis as suas resistências mecânicas.

2.2.2 As emendas serão executadas em caixas de passagem com perfeito contato. A isolação das emendas deverá ser feita com fita isolante de boa qualidade.

2.2.3 A fim de serem facilitadas às interligações dos vários circuitos de iluminação, deverão ser utilizados condutores coloridos, conforme código de cores a seguir.

Terra	Verde
Neutro	Azul Claro
Fase Iluminação	Preto
Fase Tomada	Vermelho
Retorno	Amarelo

2.3 Caixas

2.3.1 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.

2.3.2 Deverão, obrigatoriamente, ser colocadas caixas nos pontos de entrada, saída e emendas dos condutores e nas divisões das tubulações.

2.3.3 O espaçamento e a disposição entre as caixas deverão ser planejadas de forma a facilitar os serviços de manutenção do sistema.

2.3.4 Deverão ser removidos os “discos” somente nos pontos de conexões das caixas com os eletrodutos.

2.3.5 Será mantido e aproveitado o sistema de canaletas na parede, para distribuição dos circuitos

2.4 Eletrodutos

2.4.1 Serão utilizados eletrodutos de bitola mínima de 3/4” conforme projeto.

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 A tubulação sob a laje e embutida será em eletroduto de PVC tipo bolsa.

2.4.4 As ligações entre eletrodutos e caixas metálicas deverão ser feitas com buchas e arruelas.

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. ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS

3.1 ILUMINAÇÃO

3.1.1 Eletrodutos:

Os eletrodutos serão em PVC tipo bolsa quando embutidos na alvenaria ou instalados sob a laje, de fabricação Tigre, Fortilit ou Nogueira, e bitola em conformidade com os dimensionados na planta do projeto elétrico.

3.1.2 Condutores:

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

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

3.1.3 Fita Isolante:

Nas emendas, deverá ser utilizada isolação por fita isolante em camadas a proporcionar isolamento para 1.000 V, através de fita SCOTCH 33 fabricação 3M. E quando em caixa de passagem no piso da área externa, deverá ser colocada uma camada de fita auto-fusão, da 3M.

3.1.4 Centro de Distribuição:

O centro de distribuição será confeccionado em quadro metálico para embutir, composto de caixa, chapa base espelho e portas, construída em chapa de aço, pintura eletrostática em epóxi cinza, de fabricação CEMAR, PIAL ou SIEMENS

3.1.5 Disjuntores:

Os disjuntores para proteção dos circuitos de iluminação, tomadas e demais circuitos serão do tipo “DIN”, de fabricação Eletromar, Schneider ou Siemens.

Na proteção geral será utilizado um disjuntor tipo “DR”

3.1.6 Interruptores e Tomadas:

Os interruptores e tomadas serão da linha PIAL PLUS, ou Alumbra, e todas as tomadas monofásicas serão do tipo universal 2P+T, sendo diferenciada das de computador pelo formato dos pinos.

3.1.7 Luminárias:

Será mantido o padrão UNICRED

3.1.8 Lâmpadas:

Será mantido o padrão UNICRED

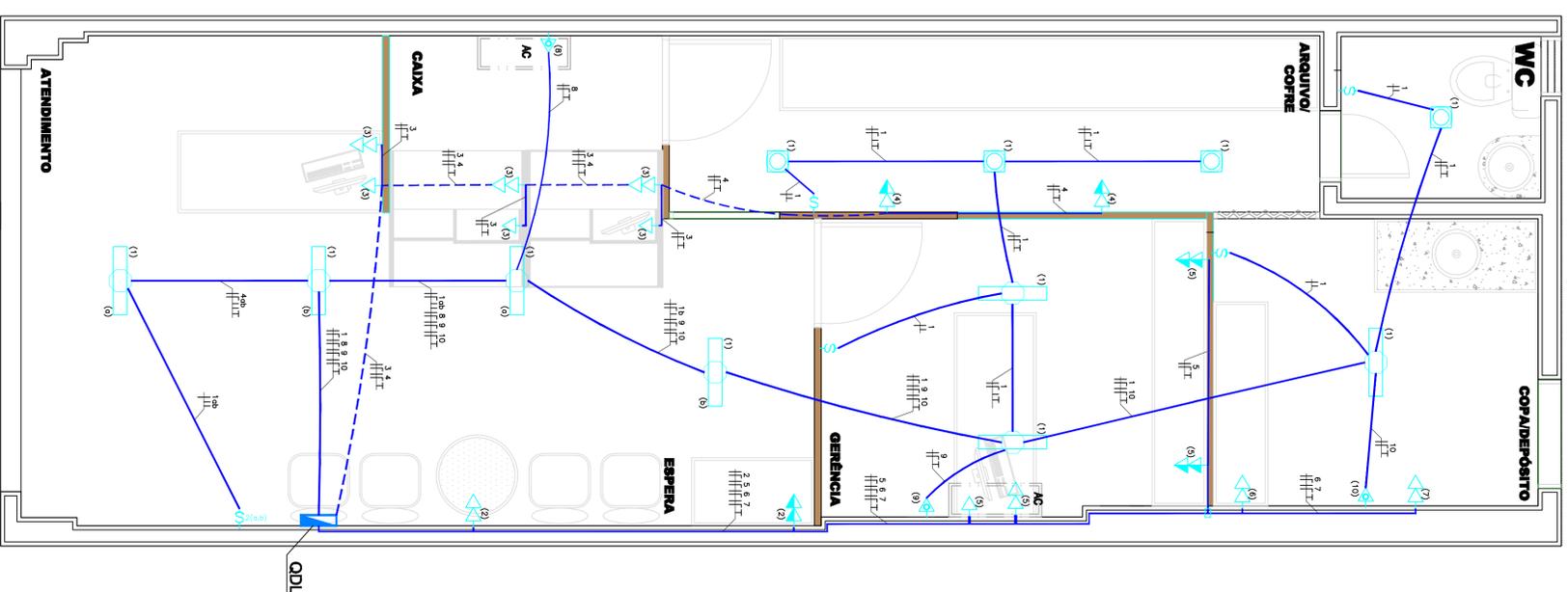
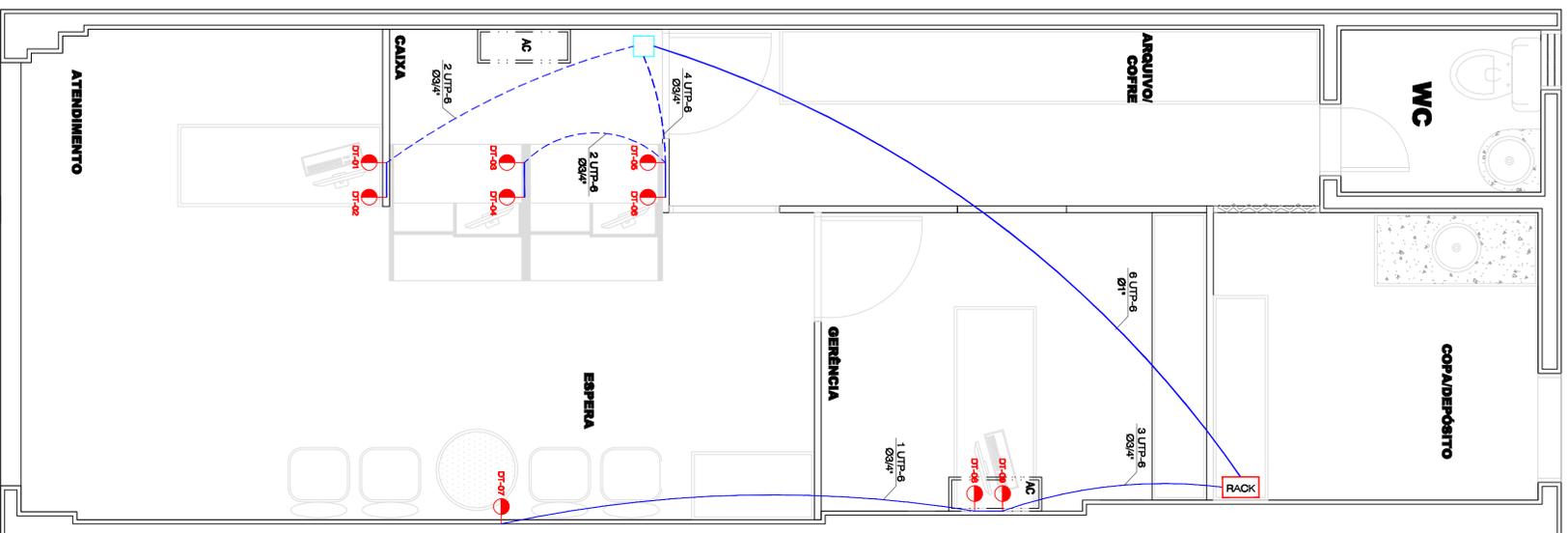
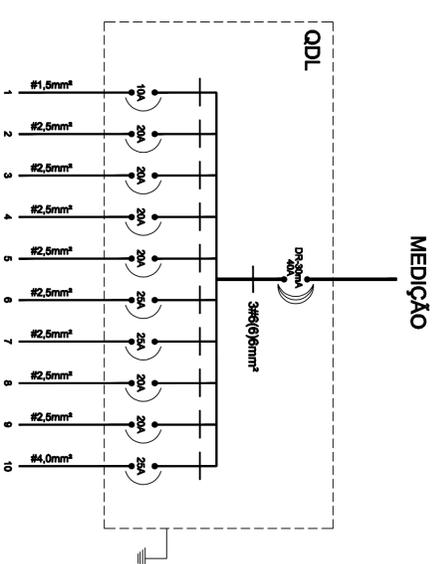
3.2 Aterramento:

Todas as partes metálicas não energizadas serão interligadas com o sistema de aterramento existente.

4. NORMAS

As instalações elétricas da Baixa Tensão obedecerão as Norma NBR-5410 e NBR-5413 ambas da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

QUADRO	CIRCUITO Nº	LUMINAÇÃO (w)	TOMADA (w)	A-CORR. (BTU)	CARGA	PROTEÇÃO	CONDUTOR	TENSÃO	OBSERVAÇÃO
		(w)	(w)	(W)	(A)	(A)	mm²	(V)	
	01	232	100	9.000	24,000	10	1,5	220	LUMINAÇÃO
	02					20	2,5	220	TOMADA
	03					20	2,5	220	TOMADA
	04					20	2,5	220	TOMADA
	05					20	2,5	220	TOMADA
	06					25	2,5	220	TOMADA
	07					25	2,5	220	TOMADA
	08					20	2,5	220	ARCONDICIONADO
	09					20	2,5	220	ARCONDICIONADO
	10					25	4,0	220	ARCONDICIONADO
	TOTAL	232	24	9.108	40	6,0	380		



SIMBOLÓGIA:

- |—|—|— INDICAÇÃO DE FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA
- TUBULAÇÃO EMBUTIDA NO TETO OU NA PAREDE
- TUBULAÇÃO EMBUTIDA NO PISO
- CAIXA DE PVC SEXTAVADA INSTALADA NO TETO
- CAIXA DE PVC SEXTAVADA INSTALADA NO TETO
- LUMINÁRIA FLUORESCENTE 2x32 w
- LUMINÁRIA CIRCULAR 2x20 w
- ▷ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 0,30m DO PISO ACABADO
- ▷ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 0,90m DO PISO
- ▷ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 2,10m DO PISO
- ▷ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 2,10m DO PISO
- ▷ TOMADA PARA AR CONDICIONADO, A 2,10m DO PISO
- ⚡ INTERRUPTOR DE "H" SEÇÕES, INST. A 1,10m DO PISO
- ⚡ INTERRUPTOR THREE-WAY
- RACK
- DT-OK - NUMERAÇÃO DO PONTO DE LÓGICA
- PONTO PARA REDE DE LÓGICA
- CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO DE CORES

- TERRA — VERDE
- NEUTRO — AZUL CLARO
- FASE LUM. — PRETO
- FASE TOM. — VERMELHO
- RETORNO — AMARELO

PROJETO ELÉTRICO/TUB. LÓGICA

		PROJETO ELÉTRICO/TUB. LÓGICA	
UNIFED PAC Prata		UNIFED PAC Prata	
RUA JOSÉ DE ALENCAR - PRATA - CAMPINA GRANDE - PB		RUA JOSÉ DE ALENCAR - PRATA - CAMPINA GRANDE - PB	
PROJETO	RICARDO AMADEU A. COSTA	ESCALA	1/25
DESENHO	FERNANDO SANTOS	DATA	ABRIL/2010
REVISÃO		PROJETO	PLANTA BAIXA
REVISÃO		QUADRO DE CARGA	DIAGRAMA UNIFILAR

Planta Baixa - Lógica

Escala 1/25

Planta Baixa - Elétrico

Escala 1/25

7.4. MEMORIAL DESCRITIVO DE UMA RESIDÊNCIA

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Proj: 019/10

INTERESSADO: JOSÉ EDSON ARAÚJO

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: *Projeto das instalações elétricas para atender a uma residência situada na Av. Eng. Saturnino de Brito Filho, s/n – Sandra Cavalcante – Campina Grande - 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.

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 baixa tensão, de onde serão derivados os circuitos de alimentação dos quadros de distribuição dos pavimentos.

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. Conforme projeto luminotécnico fornecido pelo arquiteto. Todos os materiais aplicados no projeto de iluminação interna estão especificados na planta e na especificação de materiais.

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:

Terra	Verde
Neutro	Azul Claro
Fase Iluminação	Preto
Fase Tomada	Vermelho
Retorno	Amarelo

2.3.5 Não poderão ser empregados condutores com bitolas inferiores à 1,5mm² para retorno dos interruptores e 2,5mm² distribuição de circuitos, equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e 4,0mm² para alimentação dos 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 à 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 4,0mm² serão fios de cobre com têmpera mole, isolamento termoplástico executado de cloreto de polivinila do tipo cabinho Pirastic, de fabricação PIRELLI ou FICAP.

Os condutores de bitola superior a $4,0\text{mm}^2$ serão formados por fios de cobre mole (compacto), do tipo pirastic flex de fabricação PIRELLI 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 Condicionadores de Ar

- ***Iluminação e tomadas em geral***

Total de Iluminação e Tomadas = 18.380 W

= $18.380/0,92 = 19.978$ VA

$$= 19,97 \text{ kVA}; \text{ FD} = 0,24 \text{ (tab. 02 – NDU 001)}$$

$$= 19,97 \times 0,24 = 4,79 \text{ kVA}$$

- **Chuveiros / Aquecedores**

$$\text{Chuveiros (06 unidades)} = 27.000 \text{ W}$$

$$\text{FP} = 1,00; \text{ FD} = 0,59 \text{ (tab. 03 – NDU 001)}$$

$$= 27,0 \times 0,59 = 15,93 \text{ kVA}$$

- **Ar Condicionado**

$$\text{Ar condicionado (06 unidade)} = 6.300 \text{ W}$$

$$\text{FP} = 0,85$$

$$6.300/0,85 = 7,41 \text{ kVA}$$

$$\text{FD} = 0,72 \text{ (tab. 07 – NDU 001)}$$

$$= 7,41 \times 0,72 = 5,33 \text{ kVA}$$

$$\text{Demanda total} = 4,79 + 15,93 + 5,33 = \boxed{26,05 \text{ kVA}}$$

Categoria T2; tabela 14 NDU 001

Cabo Escolhido = **10mm²**

Disjuntor Escolhido = **50 A**

Eletroduto escolhido = **Aço Galv. 31mm**

Aterramento = cobre nu 10mm²

5. NORMAS:

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

6. ANEXOS:

1 - Planta Baixa das Instalações

2 - Quadro de Carga e Diagrama Unifilar

MEMORIAL TÉCNICO DESCRITIVO

Proj: xx/10

INTERESSADO: Construtora ÂNCORA

Localidade: Campina Grande - PB

Título do Projeto: *Projeto elétrico de um condomínio residencial composto por 01(um) bloco com 09 (nove) pavimentos – 01(um) subsolo, 01 (um) térreo e 07 (sete) tipo - Totalizando 31 apartamentos.*

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;
- Circuitos e Quadros;
- Sistema de iluminação interna;
- Sistema de iluminação externa.

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.

A medição será feita em baixa tensão, localizada no pavimento subsolo do condomínio.

1.2 Circuitos e Quadros

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

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

1.3 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.

1.4 Sistema de Iluminação Externa:

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

2. MÉTODOS EXECUTIVOS:

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

2.1 Proteção:

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

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

2.1.2 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:

Terra

Verde

Neutro

Azul Claro

Fase Iluminação	Preto
Fase Tomada	Vermelho
Retorno	Amarelo

2.3.5 Não poderão ser empregados condutores com bitolas inferiores à 1,5mm² para retorno dos interruptores e 2,5mm² distribuição de circuitos, equipamentos trifásicos ou aparelhos monofásicos de aquecimento e 4,0mm² para alimentação dos 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 à dez vezes o diâmetro nominal do eletroduto.

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

2.5 Componentes

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

3. ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS:

3.1 Instalações Prediais:

3.1.1 Eletrodutos:

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

3.1.2 Condutores:

Os condutores até a bitola 4,0mm² serão fios de cobre com têmpera mole, isolamento termoplástico executado de cloreto de polivinila do tipo cabinho Pirastic, de fabricação PIRELLI, FICAP ou CORDEIRO.

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

3.1.6 Disjuntores:

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

3.1.7 Luminárias e Projetores:

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

3.2 Medição:

A medição será feita individualmente na baixa tensão obedecendo às nomenclaturas, normas e recomendações da ENERGISA. Serão utilizados 02 (dois) conjuntos de medição, cada um com para 16 (dezesesseis) medidores trifásicos, um com 16 (dezesesseis) apartamentos e o outro com 15 (quinze) apartamentos e o condomínio.

O quadro será construído em chapa de aço, mínimo de 18 USG, pintado em epóxi, conforme item 12.1 da NDU-003, da ENERGISA.

3.3 Aterramento:

Será instalada uma malha de terra próxima aos conjuntos de medição, sendo interligados em si e à caixa de equalização do SPDA.

Todas as partes metálicas não energizadas serão ligadas ao sistema geral de terra em cabo de cobre nu n^o 35mm² e haste de terra cooperweld de 5/8" x 2,40m, os quais fornecerão uma resistência inferior a 10 ohms.

Na malha da entrada de energia será utilizado cabo de cobre nu de 35 mm² para interligação das hastes, e cabo de cobre isolado EPR 35 mm² para interligação com o quadro.

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

Para aterramento do QG-Entrada e dos Quadros de Medição, serão instaladas 08(oito) hastes de terra cooperweld 5/8"x2,40m(254 microns).

3.4 Ligação dos Quadros de Medição:

Será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 16 mm² - 01 condutor por fase e um para o neutro, para o Quadro-01 e cabo de cobre isolado EPR 25 mm² -01 condutor por fase e um para o neutro, para o Quadro-02

3.5 Ligação do Quadro Geral da Entrada de Energia:

Será feita por intermédio de cabo de cobre isolado EPR 50 mm² - 01 condutor por fase - e EPR 35 mm² para o neutro.

4. CALCULO DA DEMANDA

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

D1 = Demanda exclusiva dos apartamentos tipo em kVA

D2 = Demanda do condomínio

Demanda dos Apartamentos (D1)

- 31 (trinta e um) apartamentos tipo com área útil de 80 m²

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

$$D1 = (24,08 \times 1,76) = \underline{\underline{42,38 \text{ kVA}}}$$

Demanda do Condomínio (D2)

- Iluminação e tomadas em geral
Iluminação fluorescente = 5.720 W (FP = 0,92)

$$\text{Tomadas} = 4.800 \text{ W}$$

$$(5.720 + 4.800)/0,92 = 10.520/0,92 = 11.434 \text{ VA}$$

$$= \boxed{11.434 \text{ VA}}$$

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

$$= 11,43 \times 0,86 = \boxed{9,83 \text{ kVA}}$$

- **Motores**

- **Monofásicos**

- 2 x 1,0 CV

- $2 \times 1,19 = \boxed{2,38 \text{ kVA}}$

- 1 x 3,0CV

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

- **Trifásicos**

- 1 x 10,0 CV

- $1 \times 10,04 = \boxed{10,04 \text{ kVA}}$

$$D2 = 9,83 + 2,38 + 3,19 + 10,04 = \underline{\underline{25,44 \text{ kVA}}}$$

- **DEMANDA TOTAL PREVISTA = $D_T = D1 + D2 = 42,38 + 25,44 = 67,82 \text{ kVA}$**

- **→ $D_T = \boxed{67,82 \text{ kVA}}$**

- **DEMANDA TOTAL PREVISTA =====→ $\boxed{67,82 \text{ kVA}}$**

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

Disjuntor geral escolhido = 125 A

Eletroduto escolhido= Aço Galv. 80mm

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

Aterramento em cabo de cobre nu 25mm² e 50mm²

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

Dimensionamento do Quadro de Medição-01.

- **Demanda dos apartamentos**

- 16 (dezesseis) apartamentos tipo com área útil de 80 m²

- $D1 = (f \times a)$

- $D1 = (14,32 \times 1,76) = \underline{\underline{25,20 \text{ kVA}}}$

Cabo escolhido = EPR 16 mm² para as fases, neutro e terra

Disjuntor geral escolhido = 70 A

Eletroduto escolhido = PVC 40mm

Dimensionamento do Quadro de Medição-02.

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

D1 = Demanda exclusiva dos apartamentos tipo em kVA

D2 = Demanda do condomínio

- **Demanda dos apartamentos**

15 (dezesesseis) apartamentos tipo com área útil de 80 m²

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

$$D1 = (13,54 \times 1,76) = \underline{\underline{23,83 \text{ kVA}}}$$

- **Demanda do condomínio**

$$D2 = \underline{\underline{25,44 \text{ kVA}}}$$

- **Demanda total**

$$D_T = 23,83 \text{ kVA} + 25,44 \text{ kVA} = \underline{\underline{49,27 \text{ kVA}}}$$

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

Disjuntor geral escolhido = 100 A

Eletroduto escolhido = 50mm PVC

Demanda Individual do Apartamento Tipo

- **Iluminação e tomadas em geral**

Lâmpadas Fluorescente = 1.160 W (FP = 0,92)

Tomadas = 4.100 W

$$(1.160 + 4.100)/0,92 = 5.717 \text{ VA}; \text{ FD} = 0,45 \text{ (tab. 02 – NDU 001)}$$

$$= 5,71 \times 0,45 = \underline{\underline{2,57 \text{ kVA}}}$$

- **Chuveiros / Aquecedores**

Chuveiros (02 unidades) = 9.000W

$$\text{FP} = 1,00; \text{ FD} = 0,75 \text{ (tab. 03 – NDU 001)}$$

$$= 9.000 \times 0,75 = \underline{\underline{6,75 \text{ kVA}}}$$

- **Ar Condicionado**

Ar-condicionado (03 unidades) = 2.700W

$$\text{FP} = 0,85; \text{ FD} = 0,82 \text{ (tab. 07 – NDU 001)}$$

$$= 2.700/0,85 = 3,18 \text{ kVA}$$

$$= 3,18 \times 0,82 = \mathbf{2,60 \text{ kVA}}$$

$$\mathbf{\text{Demanda do apartamento Tipo} = 2,57 + 6,75 + 2,60 = \boxed{11,92 \text{ kVA}}}$$

Categoria T1

Cabo escolhido = 6 mm²

Disjuntor escolhido = 40 A

Eletroduto escolhido = PVC 32mm

5. NORMAS:

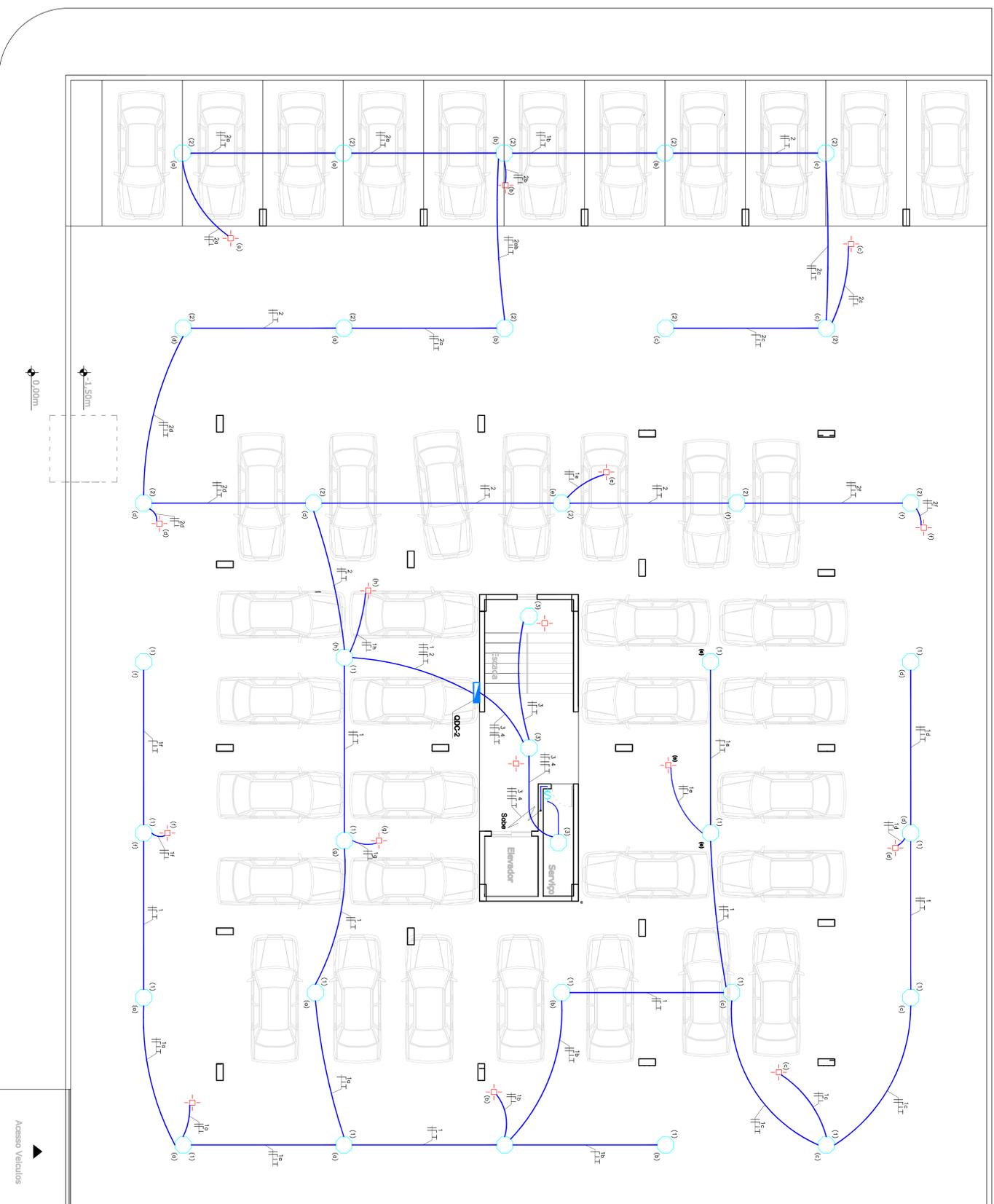
As instalações elétricas da Baixa Tensão obedecerão a NBR 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT e NDU 001 da ENERGISA.

6. ANEXOS:

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

QUADRO DE CARGAS:

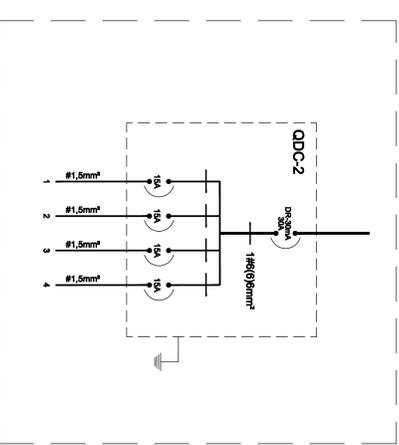
QUADRO	CIRCUITO Nº	LUMINAÇÃO (w)	TOMADA (w)	AR CONDICIONADO (BTU)	CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR (mm²)	TERMO (mm²)	OBSERVAÇÃO				
QDC-02	01	18	60	300	4.500	7.000	9.000	12.000					
	02	15	15		720	15	1,5	1,5	LUMINAÇÃO GARAGEM				
	03	15	15		600	15	1,5	1,5	LUMINAÇÃO GARAGEM				
	04	12	15		480	15	1,5	1,5	LUM. HALL SUB-SOLO e 5 LUMINAÇÃO HALL 4 e 3				
TOTAL	0	14	0	0	0	0	0	0	2.400	30	60	220	



PLANTA BAIXA - Sub Solo

ESCALA 1/75

DIAGRAMA UNIFILAR



SIMBOLOGIA:

- |—|— INDICAÇÃO DE FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA
- TUBULAÇÃO SOB O TETO OU EMBUTIDA NA PAREDE
- TUBULAÇÃO EMBUTIDA NO PISO
- CAIXA DE PVC SEXTAVADA INSTALADA NO TETO
- ▽ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE A 0,30m DO PISO ACABADO
- ▽ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE A 0,80m DO PISO
- ▽ TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE A 2,10m DO PISO
- SENSOR DE PRESENÇA INSTALADO NO TETO
- ARANDELA INSTALADA A 2,0m DO PISO
- INTERRUPTOR DE "n" SEÇÕES, INST. A 1,10m DO PISO
- INTERRUPTOR THREE-WAY
- CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO DE CORES

- TERRA — VERDE
- NEUTRO — AZUL CLARO
- FASE L1 (L1) — PRETO
- FASE TOM. — VERMELHO
- RETORNO — AMARELO

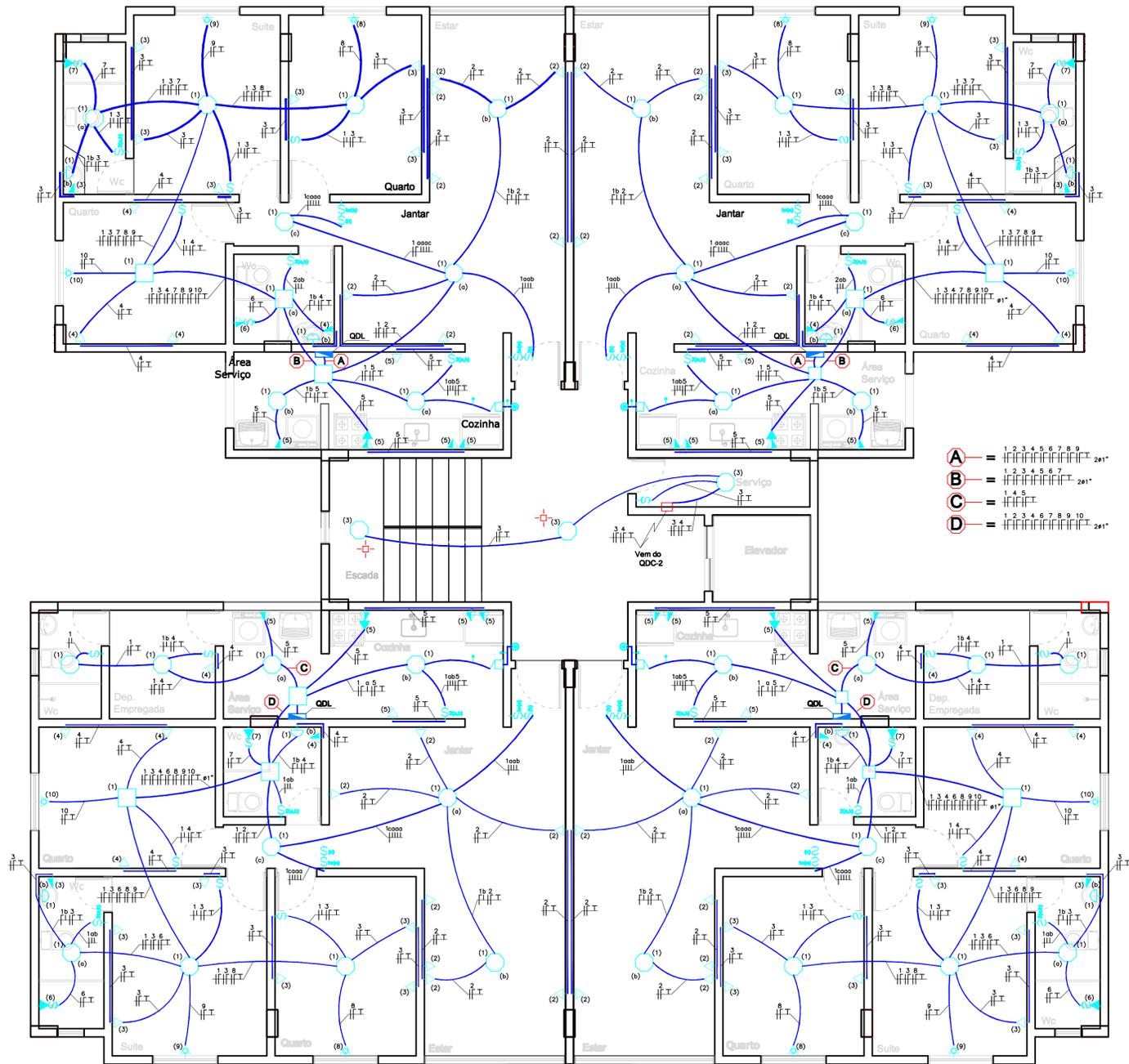
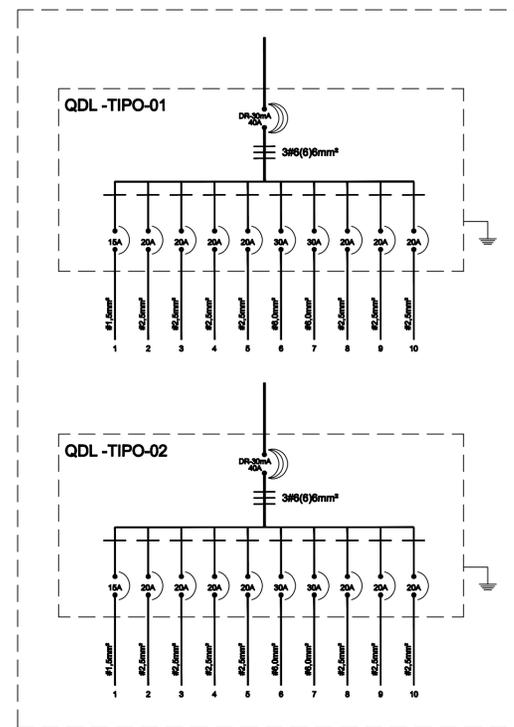
AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA	Rua: RUA BASTILHO ARAÚJO, CANTO E. CAMERNA GRANDE - PB	Avenida:	PROJETO ELÉTRICO
	Local:	Projeto:	Construtora Ancora - Edifício Multifamiliar
Produto:	Data:	Escala:	Assessor:
01/03	JUN/2010	1:75	RICARDO AMADEU A. COSTA
Diagrama Unifilar	Diagrama Unifilar	Quadro de Carga	Quadro de Carga

QUADRO DE CARGAS:

QUADRO	CIRCUITO Nº	ILUMINAÇÃO (w)			TOMADAS (w)			AR CONDICIONADO (BTU)			CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm²	TENSÃO	OBSERVAÇÃO
		20	40	60	100	300	4.500	7.000	9.000	12.000					
QDL - TIPO-01	01		12							480	16	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	02				06	02				1.100	20	2,5	220	TOMADAS	
	03				06	02				1.100	20	2,5	220	TOMADAS	
	04				03	01				600	20	2,5	220	TOMADAS	
	05				07	02				1.300	20	2,5	220	TOMADAS	
	06						01			4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO	
	07						01			4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO	
	08						01			900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
	09						01			900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
	10						01			900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
TOTAL	0	12	0	20	07	02	03	0	16.280	40	6,0	380			

QUADRO	CIRCUITO Nº	ILUMINAÇÃO (w)			TOMADAS (w)			AR CONDICIONADO (BTU)			CARGA (W)	PROTEÇÃO (A)	CONDUTOR mm²	TENSÃO	OBSERVAÇÃO
		20	40	60	100	300	4.500	7.000	9.000	12.000					
QDL - TIPO-02	01		14							580	16	1,5	220	ILUMINAÇÃO	
	02				06	02				1.100	20	2,5	220	TOMADAS	
	03				06	02				1.100	20	2,5	220	TOMADAS	
	04				04	01				700	20	2,5	220	TOMADAS	
	05				07	02				1.300	20	2,5	220	TOMADAS	
	06						01			4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO	
	07						01			4.500	30	6,0	220	CHUVEIRO	
	08						01			900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
	09						01			900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
	10						01			900	20	2,5	220	AR-CONDICIONADO	
TOTAL	0	14	0	21	07	02	03	0	16.480	40	6,0	380			

DIAGRAMA UNIFILAR



- A** = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 2x1"
- B** = 1 2 3 4 5 6 7 2x1"
- C** = 1 2 2x1"
- D** = 1 2 3 4 6 7 8 9 10 2x1"

SIMBOLOGIA:

- INDICAÇÃO DE FASE, NEUTRO, RETORNO E TERRA
- TUBULAÇÃO SOB O TETO OU EMBUTIDA NA PAREDE
- TUBULAÇÃO EMBUTIDA NO PISO
- CAIXA DE PVC SEXTAVADA INSTALADA NO TETO
- TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 0,30m DO PISO ACABADO
- TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 0,90m DO PISO
- TOMADA 2P+T INST. NA PAREDE, A 2,10m DO PISO
- TOMADA 2P+T, + INTERRUPTOR BIPOLAR PICHUVEIRO INST. NA PAREDE.
- SENSOR DE PRESENÇA INSTALADO NO TETO
- PONTO DE FORÇA
- ARANDELA INSTALADA A 2,0m DO PISO
- INTERRUPTOR DE "n" SEÇÕES, INST. A 1,10m DO PISO
- INTERRUPTOR THREE-WAY
- CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO DE CORES

- TERRA — VERDE
- NEUTRO — AZUL CLARO
- FASE ILUM. — PRETO
- FASE TOM. — VERMELHO
- RETORNO — AMARELO

PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO

ESCALA 1/50

AMADEU PROJETOS E CONSTRUÇÕES LTDA		ABRUTO : PROJETO ELÉTRICO	
PRINCIPA: 03/03		PROPRIETÁRIO: Construtora Ancora - Edifício Multifamiliar	
DESENHO: Fernando Santos		LOCAL: RUA BASÍLIO ARAÚJO-CATOLÉ - CAMPINA GRANDE - PB	
DATA: JUN2010		ESCALA: 1:50	
DESENHADOR: RICARDO AMADEU A. COSTA		DESENHADOR: PLANTA BAIXA - TIPO	
PROJETO: RICA... (small text)		QUADRO DE CARGA	
		DIAGRAMA UNIFILAR	
REV. - 01:	REV. - 02:	REV. - 03:	REV. - 04:
REV. - 02:	REV. - 04:	REV. - 05:	REV. - 06: