



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

SAMUEL THIMOTEO SILVA SANTOS

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

Agosto de 2011

SAMUEL THIMÓTEO SILVA SANTOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório de Estágio Integrado apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Luis Reyes Rosales Montero

Campina Grande, Paraíba
12 de Agosto de 2011

Relatório aprovado em ____ de _____ de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luis Reyes Rosales Montero
Orientador

Professor Convidado para a banca

Campina Grande, Paraíba
16 de Agosto de 2011

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Relatório de Estágio Integrado apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento parcial às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Relatório aprovado em ____ de _____ de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luis Reyes Montero, Doutor
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Professor Convidado
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Campina Grande, Paraíba

Agosto de 2011

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Luis Reyes pelas contribuições dadas, dúvidas esclarecidas, conselhos e tudo mais. Ao professor Talvanes, Adail e Tchaikovsky pela compreensão, ajuda e apoio dado.

A todos os grandes e inesquecíveis amigos que fiz durante o curso de engenharia elétrica.

RESUMO

Este relatório visa mostrar o que foi feito na empresa Compor Engenharia localizada em Campina Grande-PB durante o período de estágio integrado que foi de janeiro de 2011 até agosto de 2011 abordando uma ampla área dentro da disciplina de instalações elétricas.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	A EMPRESA	10
1.2	ATIVIDADES REALIZADAS	11
1.3	FERRAMENTAS UTILIZADAS	11
1.4	CRONOGRAMA DE ESTÁGIO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1.5	METODOLOGIA UTILIZADA.....	11
1.6	DIRETRIZES GERAIS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO.....	12
1.7	DENTRO DE CADA PROJETO, A EMPRESA EMPENHA-SE EM SEGUIR AS SEGUINTE DIRETRIZES: ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1	PROJETO LUMNOTÉCNICO	13
2.2	DISTRIBUIÇÃO DAS TOMADAS DE USO GERAL (TUG's).....	24
2.3	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTES.....	25
2.4	PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS INDIRETOS.....	28
2.5	O CRITÉRIO DE QUEDA DE TENSÃO	30
2.6	CIRCUITO DE RESERVA.....	31
2.7	DIMENSIONAMENTO DO CONDUTOR NEUTRO.....	31
2.8	AGRUPAMENTO DE CIRCUITOS	33
2.9	CIRCUITO DE RESERVA.....	33
2.10	SISTEMA DE ATERRAMENTO E EQUIPOTENCIALIZAÇÃO.....	34
2.11	CONDUTOR DE PROTEÇÃO	36
2.12	USO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR)	36
2.13	ELETRODUTOS	37
3	DESENVOLVIMENTO	38
3.1	PLANTA ARQUITETÔNICA	38
3.2	O PROJETO LUMINOTÉCNICO	41
4	PROJETO ELÉTRICO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
4.1	DIMENSIONAMENTO DOS CONDUTORES	48
4.2	FATOR DE DEMANDA.....	53
4.3	CIRCUITO DE RESERVA.....	54
4.4	PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS INDIRETOS.....	54
4.5	USO DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO DIFERENCIAL RESIDUAL (DR)	55

4.6	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE.....	56
4.7	SELETIVIDADE	56
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Empresa

A Compor Engenharia e Automação foi fundada em 12 de junho de 2009 por um ex-aluno do curso de engenharia elétrica da UFCG, Fábio Alcântara, com a experiência conseguida na área de projetos de instalações da baixa tensão na empresa-júnior do mesmo curso, como exemplo podemos citar o LabMet e o IECOM. Localiza-se na Av. Aprígio Veloso, 785, Bairro Universitário (em frente a UFCG).

A empresa conta atualmente com cerca de 12 funcionários fixos e contrata profissionais especializados em outros ramos da engenharia como civil ou mecânica de acordo com a demanda dos projetos.

No que concerne a área de engenharia elétrica a empresa se ocupa quase exclusivamente com a área de projetos de baixa e media tensão:

- Subestações de Média Tensão Aérea, blindada e abrigada.
- Instalações Elétricas Industriais e Prediais
- Sistema de Distribuição de Rede de Energia;
- Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, S.P.D.A.;
- Projetos Luminotécnicos;
- Sistemas de Geração Diesel Para uso em Emergência (Stand-By);
- Projetos elétricos especiais para informática e data centers com contingência;
- Quadros de Comandos Centro de Distribuição/Controle e Banco de Capacitores.

No momento há um grande desejo dentro da empresa em partir para a área de automação industrial iniciando-se com projeto de automação de cerâmicas, mas a empresa esbarra na falta de profissionais capacitados no setor.

1.2 Atividades Realizadas

O estágio se deu no âmbito de projetos de baixa tensão:

Ampliação da Residência Universitária Bloco A - UFPB

Laboratório de Modelos do Curso de Design – UFPB

FACOM – Faculdade de Comunicação – UFBA

ICS – Instituto de Ciências da Saúde – UFBA

INSA (Somente o Luminotécnico)

1.3 Ferramentas Utilizadas

Faz-se extensivo uso do Autocad junto com um plug-in para o Autocad fornecida pela empresa Highlight denominado CaddProj Eletrica como ferramenta auxiliar capaz de reduzir o tempo gasto na realização de projeto de instalações elétricas de baixa tensão em até 80%. Dentre as vantagens do software podemos citar o lançamento automático da fiação e o cálculo de queda de tensão dos alimentadores. No projeto luminotécnico a ferramenta padrão de uso é o Dialux.

1.4 Metodologia Utilizada

Todo profissional é obrigado a lidar com prazos, visando ter uma estimativa de conclusão dos projetos no prazo estipulado, sempre antes cada projeto elabora-se uma planilha onde há o seqüenciamento de cada atividade realizada em função dos dias gastos na execução para um período de 8 horas diário.

A planilha é então compartilhada via Google Docs com o diretor de projetos e o responsável técnico tendo em vista o acompanhamento do desenrolar de cada atividade. Ao final do expediente a planilha deve ser sempre atualizada. Um exemplo da planilha com o cronograma de projeto se encontra em anexo.

1.5 Diretrizes Gerais para Instalações Elétricas de Baixa tensão

Dentro de cada projeto, a empresa procura seguir as seguintes diretrizes, baseadas na NBR 5410:

- Nos forros falsos as luminárias serão preferencialmente de sobrepor.
- Os quadros de distribuição serão instalados preferencialmente nos corredores, halls e demais ambientes de livre acesso, sempre que possível, exceto os de uso exclusivo de um dado recinto.
- Quando houver espaço entre forros falsos e lages, a distribuição das linhas se dará preferencialmente por este espaço.
- No caso acima as linhas principais correrão preferencialmente pelos corredores, halls e outros ambientes de livre acesso, e alimentarão as secundárias que adentrarão os recintos de forma independente sempre que possível.
- Nas edificações institucionais, sujeitas a modificações de layout, os quadros de distribuição serão de sobrepor, e nas paredes a instalação será aparente.
- Os condutores instalados em ambientes úmidos, pisos ao relento ou no solo, terão isolamento resistente a umidade.
- Nos circuitos monofásicos dar preferência aos DDR, quando a proteção diferencial for necessária.
- Nas áreas classificadas adotar instalações especiais homologadas para ambientes de atmosfera potencialmente explosivas – inflamável.
- Em ambientes onde haja manuseios de anestésicos, as tomadas deverão estar no mínimo a 1.50 m de altura.
- Nas circulações extensas usar pelo menos dois circuitos, intercalando suas luminárias.
- Nos quadros e nos pontos estratégicos da distribuição, anilhar obrigatoriamente os condutores, bem como identificar de forma indelével e duradoura os disjuntores.
- Os reatores para iluminação fluorescente deverão ser de alto fator (maior ou igual a 0.9) e baixo THD, salvo exigência em contrário do cliente.
- Os condutores vivos e de proteção (terra), deverão percorrer as mesmas linhas desde sua origem nos quadros e ao longo de todo o seu trajeto.
- Nos circuitos trifásicos com neutro, este último será suposto, como premissa, carregado com terceiro harmônico, isto é, com a corrente igual à corrente de fase aplicando-se fator de redução de 0.86; no caso de cargas reconhecidamente lineares, o neutro será tratado da forma tradicional.
- Nos circuitos terminais, limitar a queda de tensão em 2%.
- Os circuitos muito sub-carregados (conforme NBR 5410) não serão computados na apuração do fator de agrupamento.
- As linhas quando metálicas serão ligadas entre si e aterradas podendo ser usadas como condutores de proteção se Fabio permitir; todo circuito terminal terá seu condutor de proteção exclusivo salvo.
- A decisão de adotar ou não um quadro geral para cada pavimento, deverá ser tomada com base em critério específico calculado na comparação de custos entre uma e outra solução.
- Nas edificações servidas por subestação comum, os respectivos alimentadores dela derivados terão a configuração TN-C até o quadro geral (QG) de cada uma, o mesmo

se aplicando no caso de suprimento por rede secundária em BT, salvo recomendação em contrário; a partir de cada QG o sistema será TN-S. Nos sistemas TT a proteção contra choques elétricos ficará a cargo de dispositivos DR.

- Os quadros de distribuição, sempre que possível deverão ter barramentos trifásicos, barras de neutro isoladas e barra de terra independentes.
- As armaduras das edificações em concreto armado, serão sempre ligadas a barra de equipotencialização principal (BEP), sendo esta última de uso obrigatório.
- O SPDA de uma edificação, quando adotado, utilizará as armaduras do concreto como condutores de descida. As armaduras das fundações e vigas baldrame serão preferencialmente utilizadas como eletrodos de aterramento (malha de terra) que servirá também ao sistema de aterramento da instalação elétrica de baixa tensão (IEBT), conforme recomendam enfaticamente as NBR 5419 e NBR 5410; no caso de malhas de terra independentes, estas serão obrigatoriamente ligadas à BEP, salvo recomendação técnica em contrário.
- Faremos aqui a exposição de somente um dos projetos realizados, o ICS – Instituto de Ciências da Saúde, tendo em visto que o procedimento seguido é semelhante para os outros trabalhos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Projeto Lumnotécnico

A NBR 5410 - Instalações Elétricas em Baixa Tensão afirma que as cargas de iluminação devem ser determinadas com base na aplicação na NBR 5413 – Iluminação de Interiores, que nos fornece o nível de iluminamento adequado para cada ambiente.

A NBR 5410 afirma também que deve ser levado em consideração no cálculo da potência de cada lâmpada de descarga deve ser acrescido o fator de potência e as perdas dos equipamentos auxiliares

Para cada ambiente, a NBR 5413 recomenda um grupo de 3 valores de iluminamento e propõe o seguinte procedimento para se determinar qual o nível mais adequado:

Analisar cada característica da tabela 2 e analisar seu peso;

Somar algebricamente os três valores encontrados;

Usar a iluminância inferior do grupo quando o resultado da soma for -2 ou -3; a iluminância superior quando o resultado for +2 ou +3 e usar a iluminância média nos outros casos.

Tabela 2: Fatores que determinam a iluminância adequada [1].

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

O ambiente que se deseja iluminar é composto por suas paredes, teto e piso. Cada uma dessas superfícies recebe o nome de cavidades zonais. O método das cavidades zonais leva em consideração o índice de reflexão do fluxo luminoso entre as diferentes cavidades. Os valores das cavidades podem alterar substancialmente o nível do fluxo luminoso que chega ao plano de trabalho. O fluxo que cada superfície reflete no plano de trabalho também é função da distância da superfície ao plano de trabalho.

Os materiais e cores das superfícies refletem a luz diferentemente uns dos outros. É medido pelo coeficiente de reflexão que é a relação entre o fluxo incidente na superfície e o fluxo refletido.

A iluminância de um ambiente no plano de trabalho é definida como a razão de fluxo luminoso emitido pela luminária e a área:

$$E(\text{lux}) = \frac{\varphi(\text{lumens})}{A(\text{m}^2)} \quad (1)$$

Onde φ é o fluxo luminoso por luminária incidente sobre o plano de trabalho A.

Nem todo fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas chega ao plano de trabalho. Em (1) deve-se acrescentar os fatores de perda de luz (**FPL**) e o coeficiente de utilização que chamaremos de **u**. O que o método das cavidades zonais faz é levar em consideração essas perdas de luz no cálculo da iluminância do plano de trabalho.

Neste método são consideradas três cavidades:

Cavidade do teto;

Cavidade do recinto;

Cavidade do piso;

Essas cavidades são apresentadas na figura 1:

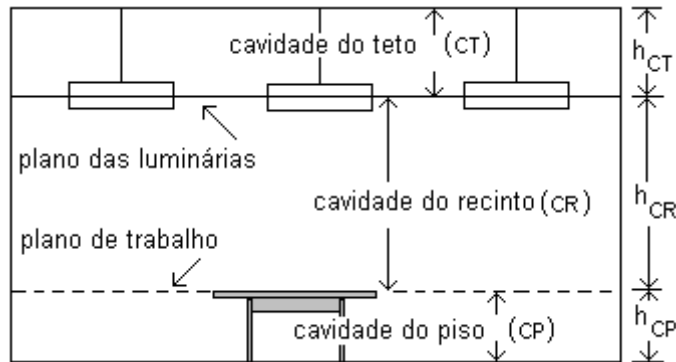


Figura 1 – Cavidades Zonais [5].

Defini-se também o índice do recinto que relaciona as dimensões da cavidade as do recinto como:

$$\text{índice do recinto} = \frac{2.5 \times \text{altura da cavidade} \times \text{perímetro da cavidade}}{\text{área da cavidade}} \quad (2)$$

O fator de utilização leva em consideração os seguintes aspectos:

O tipo de luminária

A refletância das superfícies do recinto- quanto maior o índice de reflexão das superfícies do teto, piso e parede maior percentagem de lumens que irá atingir o plano de trabalho.

- Altura de montagem das luminárias
- O Fator de Perda de Luz (FPL), como vimos na fórmula .. é um fator pelo qual é multiplicado o fluxo das luminárias e agrupa as diversas perdas que ocorrem durante o funcionamento. Essas perdas são computadas como perdas parciais e o produto dessas perdas fornece o FPL. As perdas parciais consideradas são as seguintes:
- Temperatura ambiente (TA) – o fluxo luminoso de algumas lâmpadas pode ser afetado pela temperatura ambiente.
- Tensão de serviço (VS) – para lâmpadas fluorescentes podemos dizer que uma variação de 2.5% no primário do reator representa cerca de 1% de variação no fluxo.
- Fator do reator (FT) – se o reator utilizado não for conforme o fabricante especificou, poderá haver diminuição no fluxo.
- Fator de depreciação da superfície da luminária (FSL) – Modificações das superfícies refletoras da luminária durante o tempo de uso diminui o fluxo refletido.

- Fator de depreciação devido a sujeira (FDS) – haverá redução do iluminamento devido ao acúmulo de sujeira do recinto
- Fator de depreciação dos lumens da lâmpada (FDL) – os dados do fabricante quanto ao número de lumens emitido por uma lâmpada referem-se ao valor inicial de fluxo, este fluxo vai decaindo ao longo da vida útil da lâmpada. Devem ser consultados os dados do fabricante para se saber a percentagem de queda de fluxo inicial.
- Fator de depreciação devido a sujeira na luminária (FDSL) – o acúmulo de sujeira na luminária tem como consequência a diminuição do fluxo.
- Fator de depreciação devido a sujeira (FDS) – o acúmulo de sujeira nas superfícies do ambiente leva a uma diminuição do índice de reflexão das mesmas.

Todos esses fatores devem então ser agrupados em (3):

$$FPL = VA \times VS \times FR \times FSL \times FDS \times FDL \times FDSL \quad (3)$$

O número de luminárias pode ser encontrado por (4):

$$N = \frac{E \times A(m^2)}{\varphi(lumens) \times u \times FPL} \quad (4)$$

O plano de trabalho adotado foi de 1,50 m para todos os corredores, Halls e escadas e no restante dos ambientes 0,90 m. Para o forro, geralmente em gesso utiliza-se um grau de reflexão de 78%. Nas paredes, geralmente brancas, utiliza um fator de reflexão de 60% e para um piso de concreto liso um fator de reflexão de 20%. Em alguns projetos, cujo piso definido pelo arquiteto era de vinílico, utiliza-se um nível de reflexão de 40%.

2.2 Ambiente Dialux.

O dialux é o software padrão utilizado em luminotécnica. Pode ser obtido gratuitamente no site <http://www.dial.de/DIAL/en/dialux/download/software.html>. A seguir serão apresentados os passos necessários para se elaborar um projeto no dialux.

Primeiro Passo:

Ao se abrir o dialux, na tela inicial seleciona-se Criar um Novo Ambiente e definir uma área de trabalho qualquer. Após isso deve clicar em Arquivo/Importar/Fichario DWG ou DXF.

Na figura 2 é apresentada o tela inicial do Dalux.

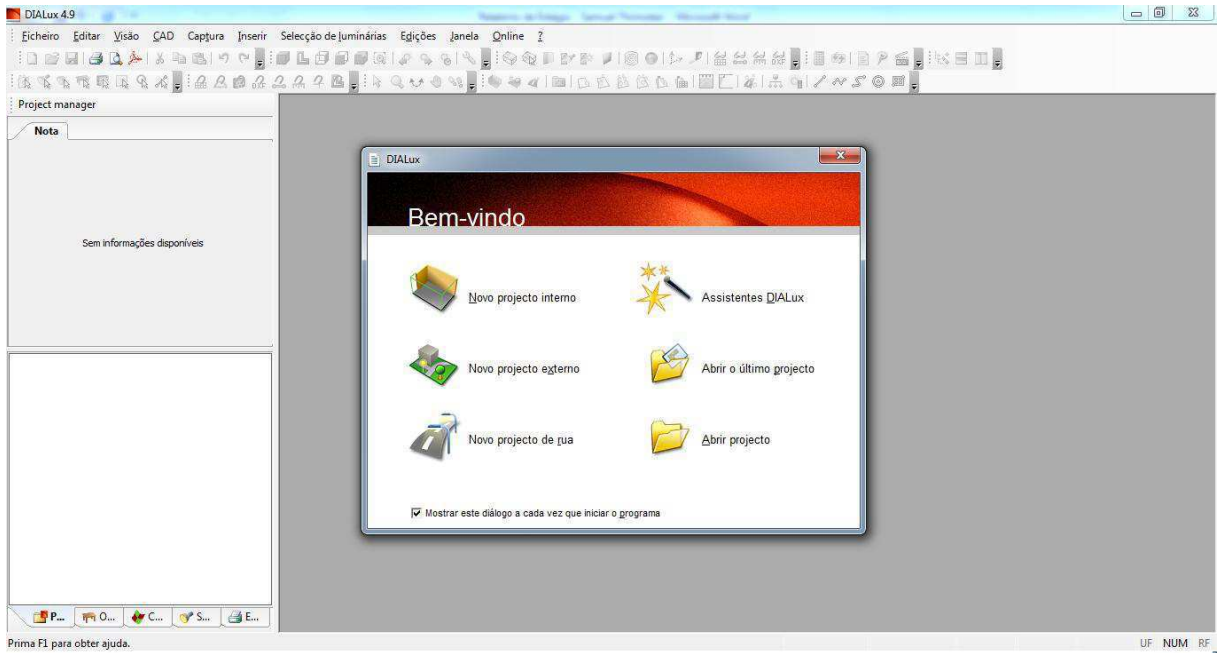


Figura 2 : Tela inicial do Dialux

A figura 3 mostra a planta baixa do 2º pavimento originalmente em arquivo .dwg que foi importada para o ambiente do dialux.

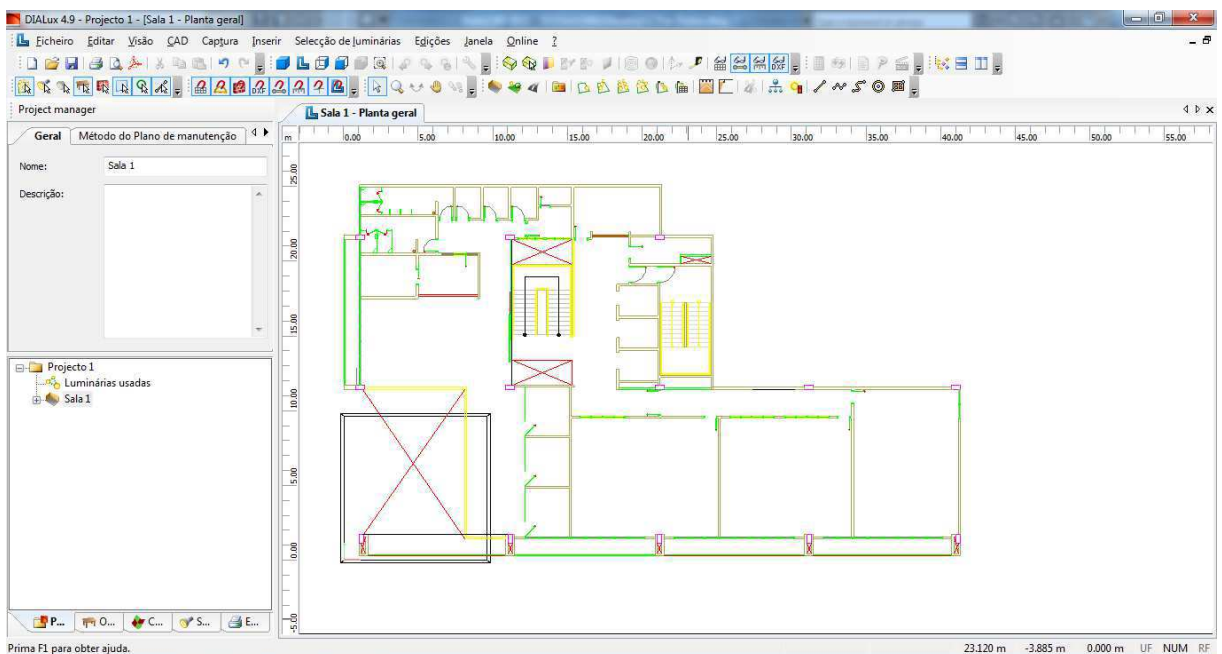


Figura 3 – Tela do Dialux

O segundo Passo:

Definir a área da cada ambiente com seu respectivo nome e definir o pé-direito do ambiente como se vê na figura 4.

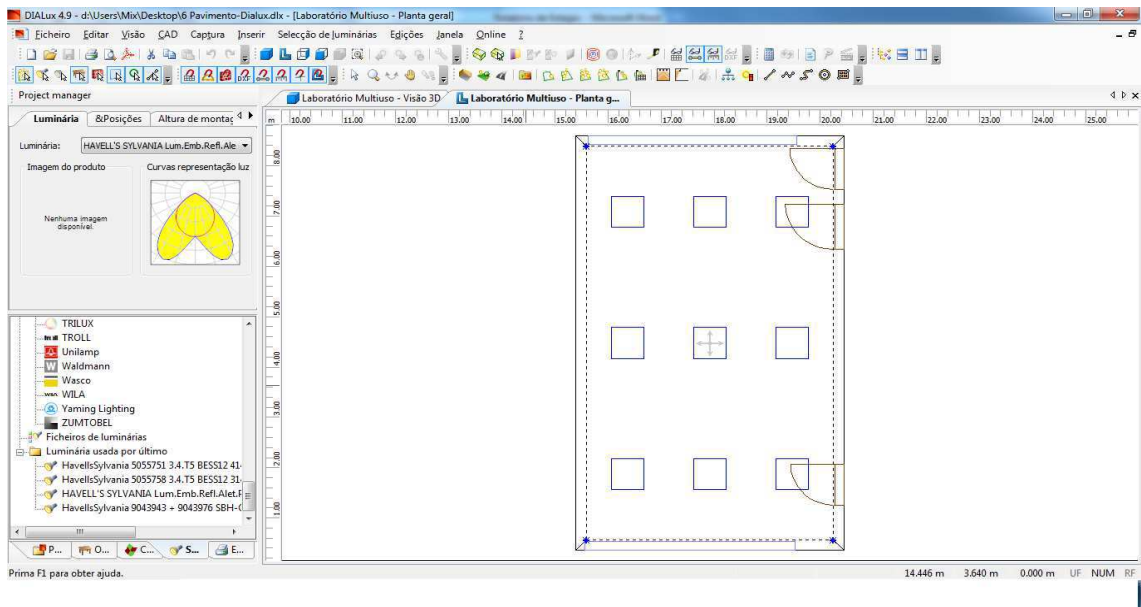


Figura 4 - Planta baixa com luminárias

Terceiro Passo:

No Project Manager do Dialux, na guia Objetos pode-se inserir os principais elementos de sala como vigas, rampas, escadas, objetos de decoração, portas, janelas e etc

Na guia Cores pode-se adicionar textura e cor aos objetos adicionados no item anterior. Nessa guia é possível ver o tipo de material que se constitui o objeto como um forro de gesso, um piso de vinílico ou concreto, o tipo de janela, e etc. Ganhando assim maior precisão no cálculo luminotécnico. A figura 5 ilustra o procedimento.

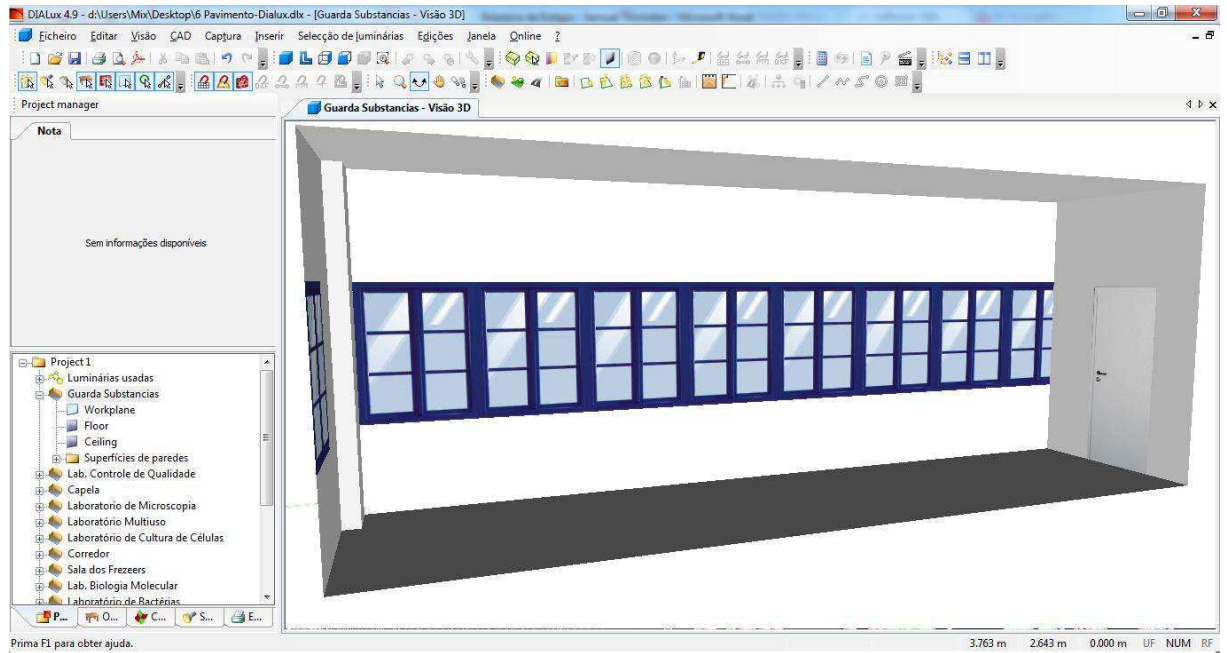


Figura 5 – Escolha de Objetos e Cores no Dialux

Quarto Passo:

Para obtenção do resultado final, deve-se escolher a luminária. Os fabricantes de lâmpadas disponibilizam um plug-in com informações sobre suas luminárias incluindo a curva fotométrica. A figura 6 mostra a escolha de uma luminária fabricada pela empresa Sylvania.

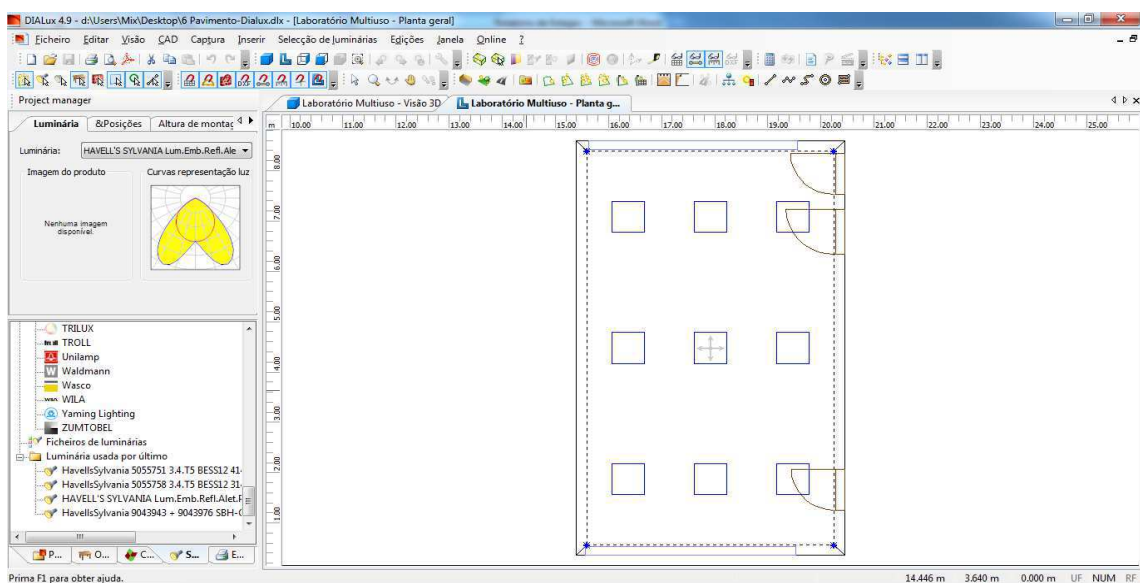


Figura 6 – Escolha de Luminária no Dialux

Quinto Passo:

O último passo é o cálculo luminotécnico de fato. Para isso deve-se ir em Edições/Iniciar cálculo e clicar OK. O cálculo é então processado e observa-se nos Gráficos de valores o nível médio de iluminamento. O iluminamento médio deve ser o mais próximo possível do que estabelece a norma para um ambiente específico. A uniformidade do iluminamento é outro fator a se considerar, que pode ser observado pelos valores máximos e mínimos de iluminamento. O fator de uniformidade, que representa o quociente entre os valores máximos e mínimos de iluminamento não deve ser inferior a 0,33 sendo que há um esforço no sentido de se conseguir um fator de uniformidade de 0,7. A figura 7 mostra os resultados obtidos para uma sala de aula do ICS

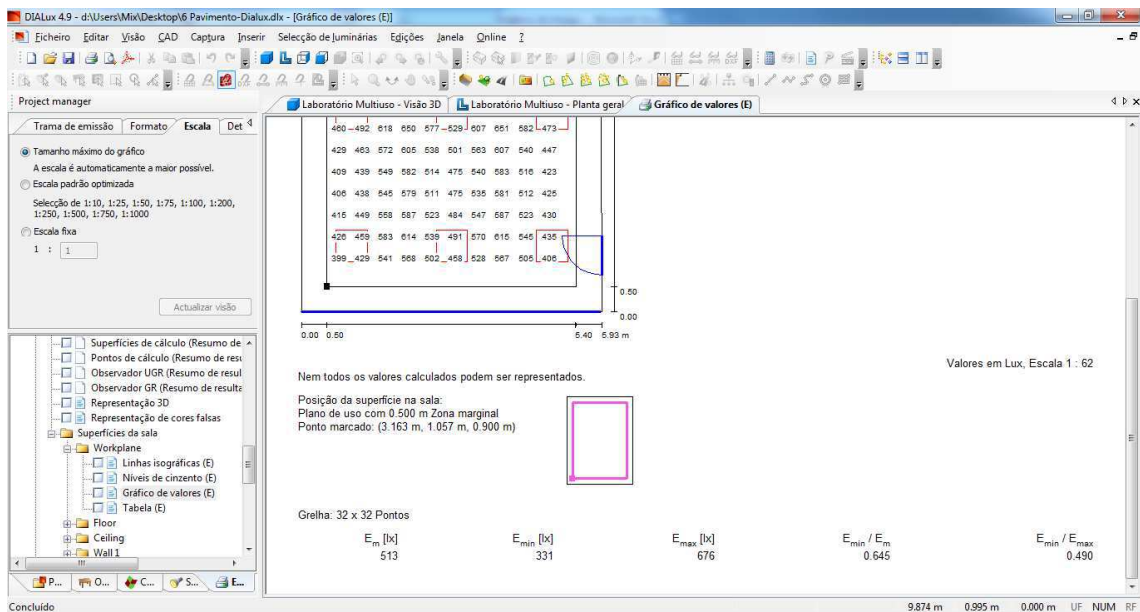


Fig. 7 – Resultados apresentados pelo Dialux

A figura 8 mostra o projeto do auditório do INSA – Instituto Nacional do Semi-Árido.

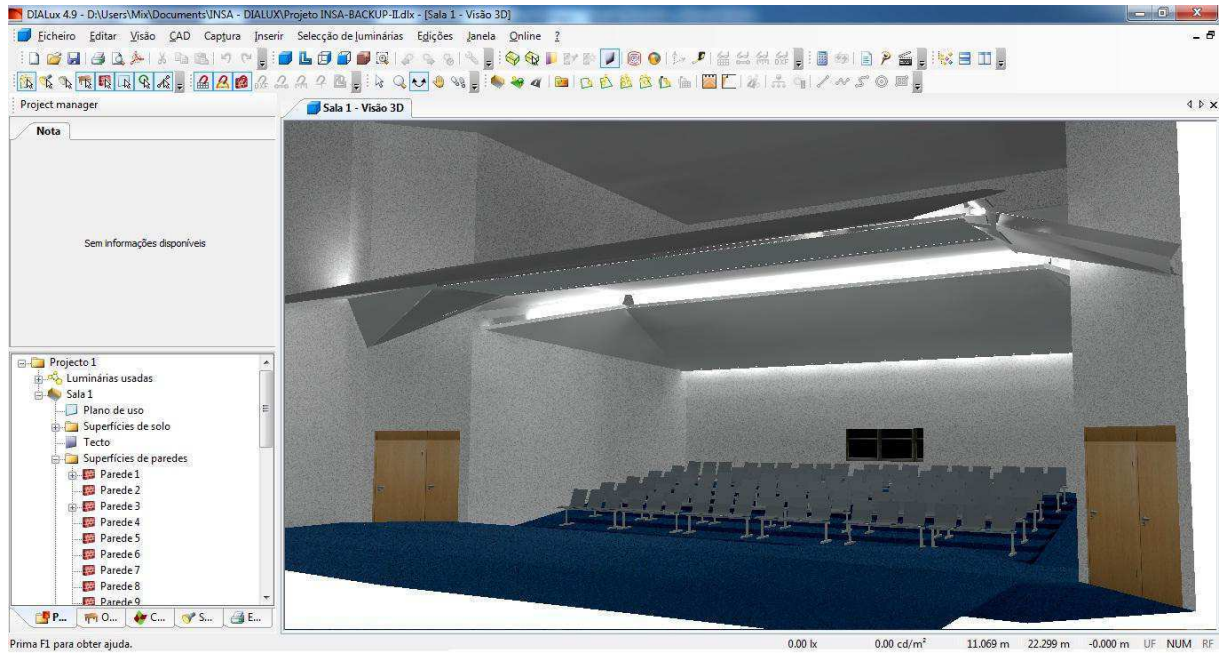


Figura 8 – Projeto Luminotécnico do Auditório do INSA

A figura 9 mostra o Foyer do INSA.

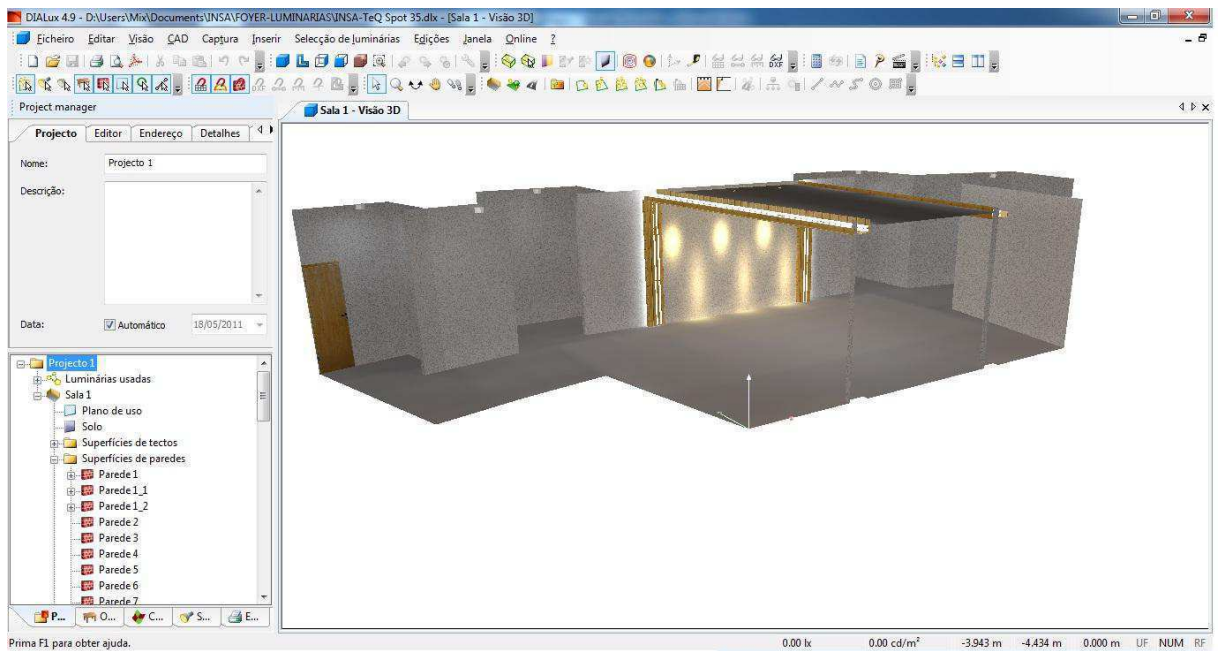


Figura 9 – INSA - Foyer

2.3 Dimensionamentos de Condutores:

Os critérios exigidos para as instalações elétricas são:

- Capacidade de corrente;
- Queda de Tensão;
- Proteção Contra Contatos Diretos;
- Proteção Contra Contatos indiretos;
- Coordenação;
- Seletividade.

O critério de capacidade de corrente de um condutor é a máxima corrente suportada pelo condutor sem perder suas qualidades de isolamento. A temperatura máxima para serviço contínuo para condutores de cobre com isolamento, mostrado na tabela 3.

Tabela 3: Temperaturas características dos condutores [2].

Tipo de isolamento	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm ²	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm ²	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

A capacidade de condução de um condutor de cobre ou de alumínio vai depender do seu método de instalação, da sua secção e do isolamento, se de PVC ou EPR ou XLPE. A NBR 5410 fornece a tabela de capacidade de condução dos condutores reproduzida aqui na tabela 4. Para condutores de PVC a 70 °C e temperatura externa de 30 °C.

Tabela 4: Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D [2].

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

Para o uso da tabela 5 deve-se ter de antemão o método de instalação dos condutores, que influência diretamente na dissipação de calor do condutor não afetando a sua isolação ou reduzindo a vida útil do condutor.

Na tabela 5 reproduzida da NBR 5410 é apresentado o método de instalação e o método de referencia para uso da tabela 4.

Tabela 5: Métodos de instalação (Trecho retirado de [2]).

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência ¹⁾
1	 Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A1
2	 Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante ²⁾	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2
11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C

2.4 Distribuição das Tomadas de Uso Geral (TUG's)

A NBR 5410 não faz referência a distribuição de tomadas para áreas industriais ou comerciais, pois isso tende a depender muito da atividade a que se destina o local. Sendo

assim a distribuição de potencia nos diversos ambientes depende muito do conhecimento da planta e da experiência do projetista de instalações elétricas. As recomendações seguidas foram de se ter duas tomadas de uso geral, 127 V e 220 V, a cada dois metros nos laboratórios, sendo o nível de tensão de cada tomada claramente identificado. Para os demais ambientes foi usado o seguinte critério:

Para locais com áreas menores que 40 m², a quantidade mínima de tomadas de uso geral deve ser calculada seguindo um dos critérios apresentados abaixo, sendo utilizado o critério que conduzir ao maior número de tomadas:

- Uma tomada para cada 3 m, ou fração de perímetro;
- Uma tomada para cada 4 m², ou fração de área;

Para locais com área maior do que 40 m² utiliza-se 10 tomadas para os primeiros 40 m² de área e uma tomada para cada 10 m² ou fração, de área restante. A potência atribuída às tomadas de uso geral foi de 100 VA.

2.5 Proteção Contra Sobrecorrentes

As sobrecorrentes diminuem bastante a vida útil dos cabos e fios elétricos, pois produzem tensões mecânicas pelo movimento dos condutores pelo resfriamento e aquecimento e a uma temperatura superior à temperatura máxima para serviço contínuo que para os fios e cabos é de 20 anos. A vida útil dos cabos é bem reduzida se os cabos sofrem sobrecarga constante quando a temperatura máxima de serviço contínuo é ultrapassada. Por exemplo, um condutor de PVC funcionando permanentemente a uma temperatura de 100 ° C sua vida útil é de 200 dias [3].

O principal dispositivo de proteção utilizado em instalações elétricas de baixa tensão é o disjuntor. Uma figura ilustrativa de um disjuntor é apresentada na figura 10.

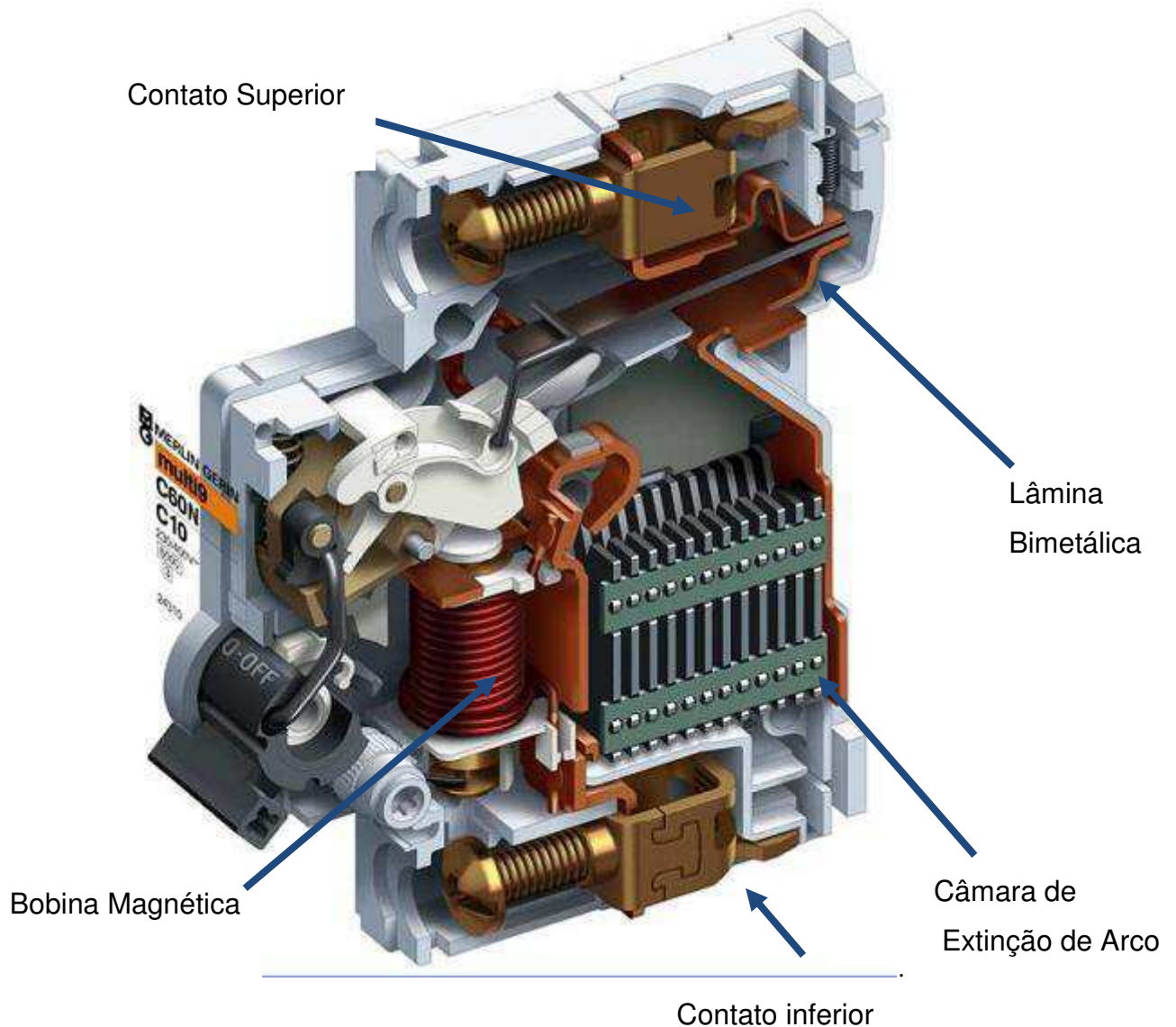


Figura 10 – Detalhe de um disjuntor de baixa tensão (retirado de [www.abracopel.org.br/ index.php?s=técnicas](http://www.abracopel.org.br/index.php?s=técnicas)).

A lâmina bimetálica do disjuntor atua para correntes de sobrecarga que passam pelo circuito. A Lâmina bimetálica é formada por dois metais com coeficientes de dilatação térmica diferentes, que deve dobrar-se de acordo com a corrente de sobrecarga do circuito e abrir o circuito evitando danos aos condutores. A bobina magnética atua para correntes de curto-circuito. Sua atuação deve ser quase instantânea devido a corrente de curto-circuito ser bastante elevada pode rapidamente levar o condutor a sua máxima temperatura de curto-circuito.

Esse conceito pode ser melhor visualizado na figura 8 que mostra a relação tempo \times corrente para um disjuntor Siemens 5SX1. Nela observamos que até 3 vezes a corrente

nominal do disjuntor atua a unidade térmica formada pela lâmina bimetálica acima disso atua a unidade magnética. Deve ser observado também que a corrente de curto-circuito não pode ser maior do que a sua corrente de ruptura dado no catálogo do fabricante como $I_{cn} = 5 \text{ kA}$.

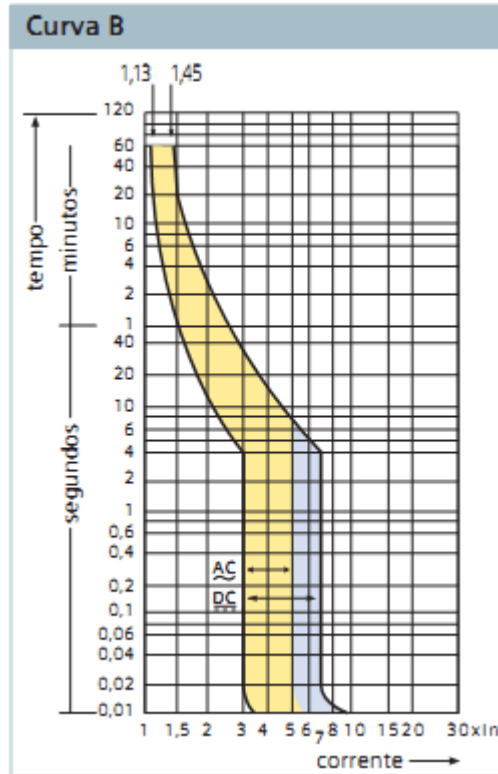


Figura 11 – Relação tempo × corrente do disjuntor Siemens 5SX1 (Catálogo 5SX1)

Se a corrente de sobrecarga for elevada, a temperatura de regime assume valores excessivamente elevados, que comprometem não só a durabilidade da isolamento dos condutores, como também sua integridade física. O dispositivo destinado a proteger os condutores vivos de um circuito contra correntes de sobrecarga ou contra qualquer falta capaz de produzir sobrecorrentes deve estar adequadamente coordenado com os condutores.

A NBR 5410 impõe duas condições:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (5)$$

$$I_2 \leq 1.45 I_Z \quad (6)$$

Onde:

I_N - Corrente nominal do dispositivo de proteção

I_B - corrente de projeto do circuito

I_Z - capacidade de condução de corrente do condutor

I_2 - corrente convencional de atuação do dispositivo

A condição 6 nos diz que o dispositivo deve atuar, dentro do tempo de atuação convencional, para sobrecorrentes não superiores a $1.45I_Z$. Para disjuntores tipo L destinados a proteção de circuitos de distribuição, circuitos de iluminação, de tomadas e de comando, o tempo de atuação convencional é de 1 hora e a corrente convencional de atuação é de $1.35I_N$ para disjuntores com capacidade nominal de corrente menor que 63 A [2].

A seletividade permite a continuidade de serviço em todos os circuitos exceto nos circuitos que não estão sob falta. A falha na seletividade de um circuito pode provocar a abertura simultânea de mais de um disjuntor a montante da falta, deixando todo um setor da instalação sem serviço de eletricidade.

Para se garantir seletividade sobre toda corrente de sobrecarga que pode surgir no circuito, deve-se escolher um disjuntor cuja corrente nominal do disjuntor a montante seja 2.5 maior do que a corrente nominal do condutor a jusante, para se garantir seletividade entre as correntes de curto-circuito é necessário que o disjuntor a montante possua um tempo de disparo relativamente maior comparado ao disjuntor a jusante [3].

2.6 Proteção Contra Contatos Indiretos

As características de dispositivo de proteção e as características do dispositivo de proteção e a impedância do circuito devem ser tais que, ocorrendo em qualquer ponto uma falta de impedância desprezível entre um condutor de fase e o condutor de proteção ou a uma massa, o seccionamento automático se efetue em um tempo no máximo igual ao especificado na tabela 25. Considera-se a prescrição atendida se a seguinte condição for satisfeita: [2]

$$Z_0 \times I_a = U_0 \quad (7)$$

Onde:

Z_0 é a impedância, em ohms, do percurso da corrente de falta, composto da fonte, do condutor vivo, até o ponto de ocorrência da falta, e do condutor de proteção, do ponto de ocorrência da falta até a fonte;

I_a é a corrente, em ampères, que assegura a atuação do dispositivo de proteção num tempo no máximo igual ao especificado na tabela 9 onde U_0 é a tensão nominal, em volts, entre fase e neutro, valor eficaz em corrente alternada.

Tabela 6: Tempos de seccionamento máximos no esquema TN [2].

U _o V	Tempo de seccionamento s	
	Situação 1	Situação 2
115, 120, 127	0,8	0,35
220	0,4	0,20
254	0,4	0,20
277	0,4	0,20
400	0,2	0,05

Geralmente não se conhece a impedância desde a fonte, durante o projeto de instalações elétricas de baixa tensão, inviabilizando o uso da equação 7.

O que pode ser feito para se garantir proteção contra contatos indiretos utilizando dispositivos de sobrecorrente é o uso da expressão 8 e 9 aplicáveis a circuitos de instalação TN-S, quando as seguintes condições forem satisfeitas:

- O condutor de proteção esteja contido na mesma linha elétrica dos condutores vivos;
- Exista um ponto de referencia no nível da origem do circuito.

O ponto de referencia pode ser conseguido pela ligação eqüipotencial do quadro de onde parte o circuito terminal a estrutura do prédio, desse modo, recomenda-se que o sistema de condutores de proteção possua aterramentos múltiplos para assegurar que as massas estejam sempre em potencial próximo ao potencial da terra [3].

$$U_b = cU_0 \frac{m}{1+m} \quad (8)$$

$$I_{max} = \frac{cU_0}{\rho l_a(1+m)} S_L \quad (9)$$

Onde:

U_b - é a tensão de contato

l_{max} - é o comprimento máximo do circuito terminal (m);

U_0 - é a tensão fase-neutro da instalação (V);

c - é um fator que leva em conta o percurso da corrente de falta a montante do circuito terminal, o valor de c utilizado na prática é 0.8;

S_L - é a seção nominal dos condutores vivos do circuito terminal (mm^2);

ρ - é a resistividade do material dos condutores do circuito terminal ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$); considera-se geralmente para o cobre o valor $0.0225 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, que corresponde a uma temperatura de cerca de 98°C .

I_a - é a corrente que garante a atuação do dispositivo à sobrecorrente em um tempo t , obtido da curva de segurança ou igual a 5 s, conforme o caso;

m - é a relação da seção dos condutores vivos para a do condutor de proteção do circuito.

2.7 O Critério de queda de tensão

A NBR 5410 estabelece que as quedas de tensão devam ser inferiores aos seguintes valores dados em porcentagem da tensão nominal:

- A queda de tensão máxima deve ser de 7% calculados a partir do transformador de MT/BT quando o transformador for de propriedade da unidade consumidora.
- Queda de tensão máxima de 5% a partir do ponto de entrega quando o fornecimento for em tensão secundária.
- 7% a partir dos terminais do gerador, quando uso de grupo gerador próprio.

Pois a unidade consumidora possui transformador próprio bem como grupo gerador, então a nossa queda de tensão máxima é de 7%.

O software Caddproj faz automaticamente o cálculo de queda de tensão, porém, o calculo é feito com parâmetros concentrados, onde toda a carga é concentrada no maior comprimento do circuito. Visando a economia de cobre, sempre em caso de dúvida utilizamos a fórmula 10 para o cálculo de queda de tensão de circuitos monofásicos: [4]

$$S_c = \frac{200 \times \rho \times \sum(L_c \times I_c)}{\Delta V_c \times V_{fn}} \quad (10)$$

Onde:

S_c - seção do conduto

ρ - resistividade do material condutor (cobre): $1/56 \text{ mm}^2/\text{m}$

L_c - comprimento do circuito, em m;

I_c - corrente total do circuito, em A;

ΔV_c - queda de tensão máxima admitida em projeto, em %;

V_{fn} - tensão entre fase e neutro, em V.

Para circuitos trifásicos usa-se a seguinte fórmula:

$$S_c = \frac{100 \times \sqrt{3} \times \rho \times \sum(L_c \times I_c)}{\Delta V_c \times V_{ff}} \quad (11)$$

Onde:

V_{ff} - tensão entre fases, em V.

2.8 Circuito de Reserva

A NBR 5410 afirma que deve ser previsto espaço no quadro para ampliação futura com base no número de circuitos que se encontram no quadro e que o número de circuitos de reserva deve ter como base a tabela 7.

Tabela 7: Número de circuitos de reserva por quadro [2].

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N >30	0,15 N

Os circuitos de reserva devem ser levados em consideração no cálculo dos alimentadores. Para cada circuito de reserva, foi atribuída uma potência de 1000 VA nas considerações de potencial total do quadro no cálculo dos alimentadores.

2.9 Dimensionamento do Condutor Neutro

No dimensionamento do condutor neutro, a NBR 5410 estabelece que em circuitos monofásicos o neutro deve ter a mesma seção do condutor fase. Nos circuitos trifásicos, o

condutor neutro pode ser reduzido de acordo com a tabela 8 se obedecer aos seguintes critérios:

- O circuito for presumivelmente equilibrado em condições normais.
- A corrente das fases não contiver uma taxa de terceiro harmônico e seus múltiplos superiores a 15%
- O condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes.

Tabela 8: Seção do condutor neutro [2].

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

Porém em prédios modernos, é consenso na empresa adotar a mesma seção para condutores fase e neutro devido a presença maciça de cargas não lineares. Somente é permitido o uso de neutro reduzido para circuitos específicos de cargas reconhecidamente lineares.

Também no caso de circuitos trifásicos a 4 condutores, são considerados dois circuitos monofásicos para contabilidade de fator de agrupamento.

2.10 Agrupamento de Circuitos

Os métodos de referencia das tabelas de capacidade de condução de condutores se referem a circuitos simples formados por dois condutores ou três condutores. Quando por um eletroduto passar mais de um circuito simples, deve-se usar um fator de correção de agrupamento de circuitos. Para o caso em questão a tabela 6 fornece o fator de correção para o método de instalação B. NBR 5410 afirma que o condutor que estiver com a capacidade de condução de 30% pode ser excluído da contagem do número de circuitos simples passando por um eletroduto.

Tabela 9: Fator de correção de corrente por agrupamento de circuitos. [2]

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				

2.11 Circuito de Reserva

A NBR 5410 afirma que deve ser previsto espaço no quadro para ampliação futura com base no número de circuitos que se encontram no quadro e que o número de circuitos de reserva deve ter como base a tabela 10.

Tabela 10: Número de circuitos de reserva por quadro [2]

Quantidade de circuitos efetivamente disponível N	Espaço mínimo destinado a reserva (em número de circuitos)
até 6	2
7 a 12	3
13 a 30	4
N >30	0,15 N

Os circuitos de reserva devem ser levados em consideração no cálculo dos alimentadores.

2.12 Sistema de Aterramento e Equipotencialização

O sistema de aterramento utilizado foi o TN-S, ou seja, o condutor de proteção e neutro é separado ao longo de toda a instalação desde o quadro de distribuição geral e ambos conectados ao barramento de equipotencialização principal localizado na subestação. O condutor de proteção deve ser um caminho de baixa impedância que permita o dispositivo de proteção contra sobrecorrente ser sensibilizado em tempo hábil não atingindo a energia máxima que a sua integral de joule é capaz de suportar.

A equipotencialização é a ligação de todas as massas condutoras que não fazem parte de instalação no mesmo potencial. Aterramento é a ligação de todas as massas condutoras que não fazem parte da instalação no potencial de terra. Os dois conceitos são sutilmente diferentes, por exemplo, num avião pode-se ter todas as massas no referencial da carcaça do avião, mas não no mesmo potencial da terra.

A equipotencialização via condutores de proteção deve ser única e geral, envolvendo todas as massas da instalação, e deve ser interligada com o ponto de proteção aterrado, geralmente o ponto neutro. A figura 9 mostra um esquema do sistema TN-S.

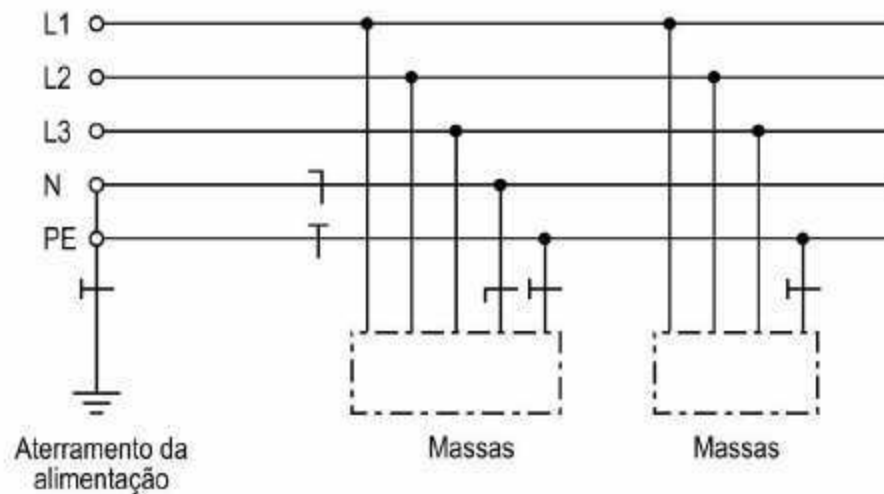


Fig. 9 – Sistema de aterramento adotado [2].

O barramento de equipotencialização principal (BEP) pode ser encarado como um prolongamento do aterramento principal, significando que qualquer ligação ao terminal de aterramento exigido pela norma não precisa ser necessariamente no terminal de aterramento principal propriamente dito, podendo ser ligado a um dos terminais do barramento de equipotencialização. A equipotencialização suplementar deve abranger todos os elementos condutivos simultaneamente acessíveis, sejam massas de equipamentos fixos, sejam elementos condutivos da edificação ou de suas utilidades, incluindo as armaduras do concreto armado. A essa equipotencialização devem ser conectados os condutores de proteção de todos os equipamentos, incluindo os condutores de proteção das tomadas de corrente [2].

Em cada edificação deve ser realizada uma equipotencialização principal, reunindo os seguintes elementos:

- as armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação;
- as tubulações metálicas de água, de gás combustível, de esgoto, de sistemas de ar-condicionado;
- gases industriais, de ar comprimido, de vapor etc., bem como os elementos estruturais metálicos a elas;
- os condutos metálicos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- as blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos das linhas de energia e de sinal que entram e/ou saem da edificação;
- os condutores de interligação provenientes de outros eletrodos de aterramento porventura existentes ou previstos no entorno da edificação;

- o(s) condutor(es) de proteção principal(is) da instalação elétrica (interna) da edificação.

2.13 Condutor de Proteção

Todo circuito deve dispor seu condutor de proteção em toda a sua extensão [1]. Para o projeto do ICS, por questões de segurança, foi pedido que cada circuito tivesse seu condutor de proteção individual apesar de a mesma norma permitir o uso compartilhado do condutor de proteção no mesmo eletro duto desde que tenha seção igual a maior seção do condutor fase dos circuitos por ela compartilhados.

Nos outros projetos o condutor de proteção era compartilhado com vários circuitos contidos em um mesmo eletroduto ou a eletrocalha poderia também servir como condutor de proteção. A seção do condutor de proteção, por norma, deve ser escolhida de modo a satisfazer a seguinte condição na tabela 11:

Tabela 11: Seção do condutor de proteção [2]

Seção Mínima dos Condutores Fase (mm ²)	Seção Mínima dos Condutores de Proteção (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$0.5 \times S$

2.14 Uso dos dispositivos de proteção Diferencial Residual (DR)

O uso do dispositivo DR de alta sensibilidade é obrigatório em todo território nacional de acordo com a lei 8078/90, art. 39 - VIII, art. 12, art. 14 nos seguintes casos:

Tomadas de corrente em cozinhas, áreas externas e locais com piso e/ou revestimentos não isolantes;

Tomadas de corrente que embora instalados em áreas internas, alimentem equipamentos usados em áreas externas;

Aparelhos de iluminação utilizados em áreas externas.

Em áreas que contenham banheira ou chuveiro elétrico.

Nesses casos o DR já proporciona a devida proteção contra contatos indiretos.

2.15 Eletrodutos

A máxima ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deve ser superior a:

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

É diretriz da empresa sempre utilizar eletrodutos de 3/4 de polegada nos projetos, em alguns casos excepcionais são utilizados eletrodutos maiores, com a preocupação de sempre passar um máximo de 4 condutores por eletroduto.

Os eletrodutos de PVC rígido roscáveis devem possuir em suas terminações buchas e arruelas, de modo a evitar as saliências e rebarbas que danifiquem os condutores que neles serão instalado. Tão logo sejam instalados, os eletrodutos devem ser tapados em suas extremidades com estopa e terem lançados suas guias condutoras de arame galvanizado nas bitolas adequadas. Antes de iniciar-se a enfição dos condutores, os eletrodutos devem ser limpos e verificadas a continuidade de suas seções, com passagem de uma bucha de estopa, de modo também a retirar-se a umidade e a poeira da obra.

Nas partes expostas, manter-se-á uma boa aparência, com toda a tubulação bem alinhada e apumada. Preferencialmente toda a tubulação deverá ser mantida retilínea, e ficar perfeitamente fixada de forma a permitir a enfição dos condutores sem o deslocamento da mesma. Deverão ser verificados o alinhamento e o prumo, bem como mantida a boa aparência da instalação como um todo.

Após a instalação dos eletrodutos, eles devem ser tampados, nas caixas, com papelão ou estopa. Antes da enfição, deve-se passar uma bucha de estopa através dos eletrodutos e dutos de alumínio, para se retirar à umidade e outra qualquer sujeira.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Planta Arquitetônica

O ICS é um anexo a ser construído na UFBA. Trata-se de um prédio de 7 andares sendo dois deles laboratórios de ensino e pesquisa e o restante funciona como um hospital-escola, com um pavimento dedicado à fonoaudiologia, outro para fisioterapia, dermatologia e assim por diante. Possui ainda subestação própria e gerador de emergência.

Com o recebimento das plantas pelo arquiteto responsável, o primeiro passo é a limpeza total da planta, deixando somente as informações indispensáveis para o projeto elétrico, tais como localização de paredes janelas, corredores, portas, elevadores e etc.

A figura 10 mostra o local onde o prédio será construído:



Figura 10 - Local de construção do ICS.

A seguir temos um exemplo da planta baixa do segundo pavimentos do ICS destinado a funcionar como salas de aula que tomaremos como exemplo. Os outros pavimentos se encontram em anexo e o procedimento é o mesmo utilizado para todos os pavimentos.

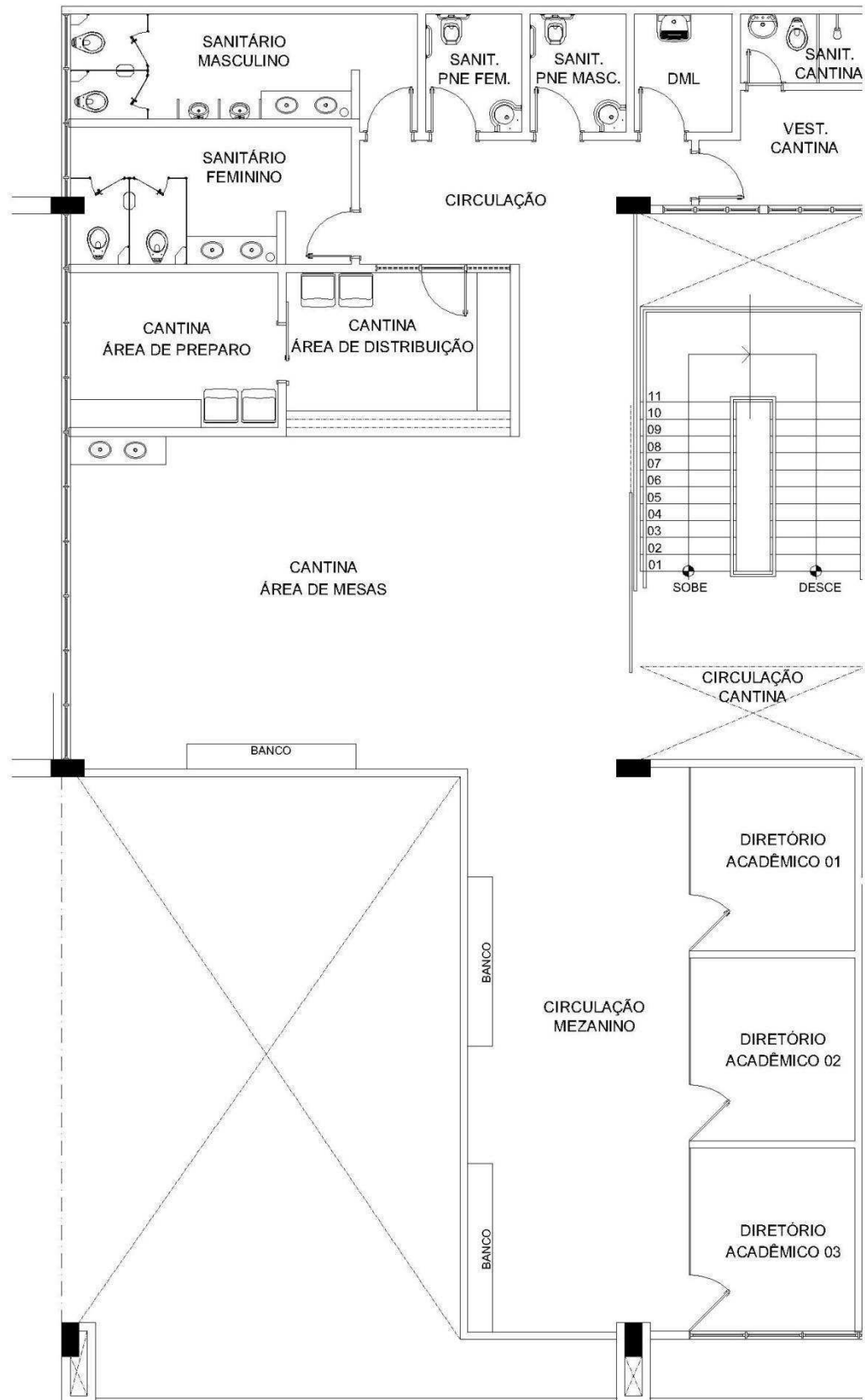


Figura 11 - Planta parcial do 2º pavimento do ICS – Cantina, Mezanino, DCE

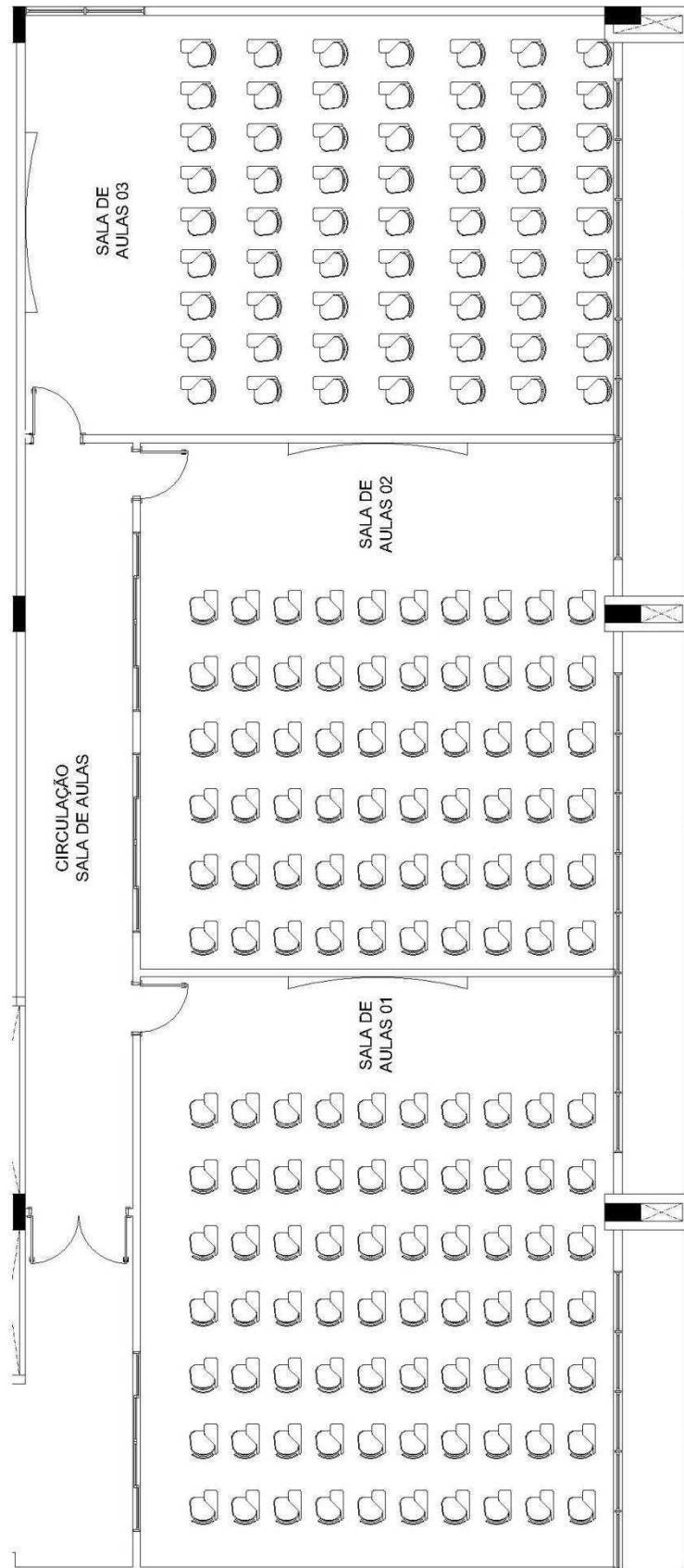


Figura 12 – Planta baixa parcial do 2º Pavimento – Salas de aula

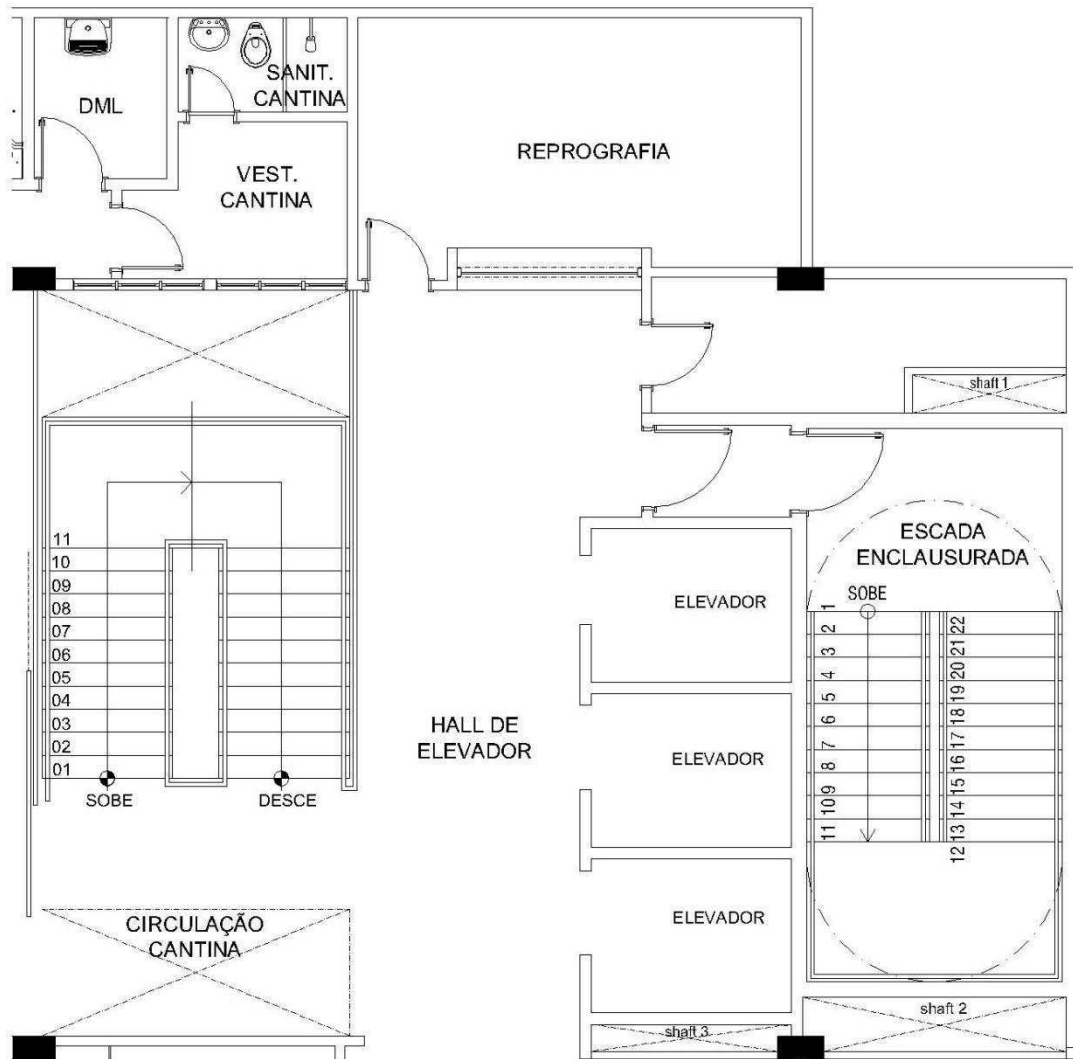


Figura 13 – Planta baixa parcial do 2º Pavimento – Hall de acesso, Reprografia.

3.2 O Projeto Luminotécnico

Seguindo o procedimento determinado pela NBR 5413, utilizou-se o valor médio de iluminância para cada ambiente.

Após uma pesquisa detalhada da NBR 5413 foram admitidos os seguintes valores:

Corredores e escadas e Halls de acesso: 150 lumens

Salas de Aula: 300 lumens

Consultórios: 300 lumens

Banheiros: 150 lumens

Laboratórios: 500 lumens

Museu: 200 lumens

O arquiteto da obra também indica o tipo de luminária a ser utilizada. As luminárias utilizadas nesse trabalho, figura 15, são fabricadas pela empresa Sylvania, quadradas (62x62), visando-se a harmonia com o forro.



Emissão luminosa 1:

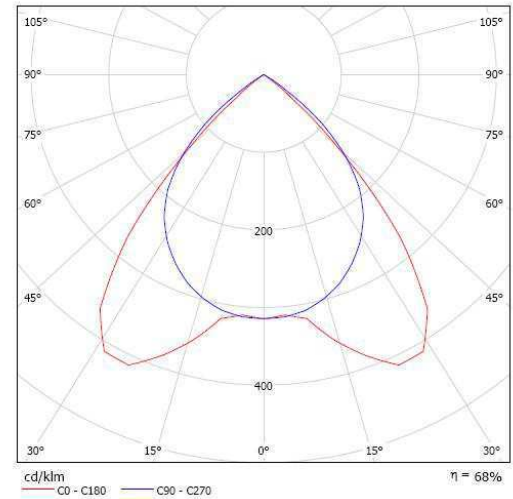


Figura 14 – Luminária utilizada no ICS

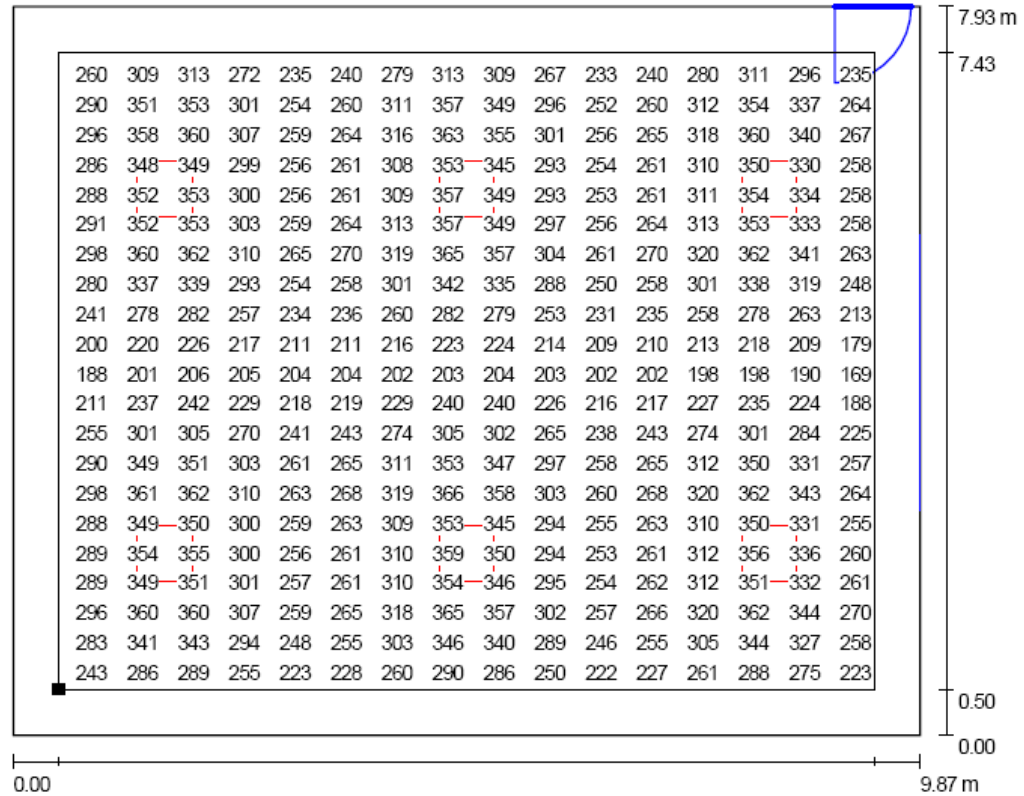
A figura 16 mostra o resultado apresentado pelo Dialux para o ambiente de sala de aula:

Projecto 1

particular
 Av. Rodrigues Alves 1440 bloco B
 Campina Grande-PB

Editor(a) Samuel
 Telefone 8396257257
 Fax
 e-Mail samuel.santos@ee.ufg.edu.br

Sala de Aulas 1 / Plano de uso / Gráfico de valores (E)



Valores em Lux, Escala 1 : 71

Nem todos os valores calculados podem ser representados.

Posição da superfície na sala:
 Plano de uso com 0.500 m Zona
 marginal
 Ponto marcado:
 (0.975 m, 1.114 m, 0.900 m)



Grelha: 64 x 64 Pontos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
284	161	371	0.567	0.434

Figura 15 – Resultado luminotécnico de sala de aula do ICS

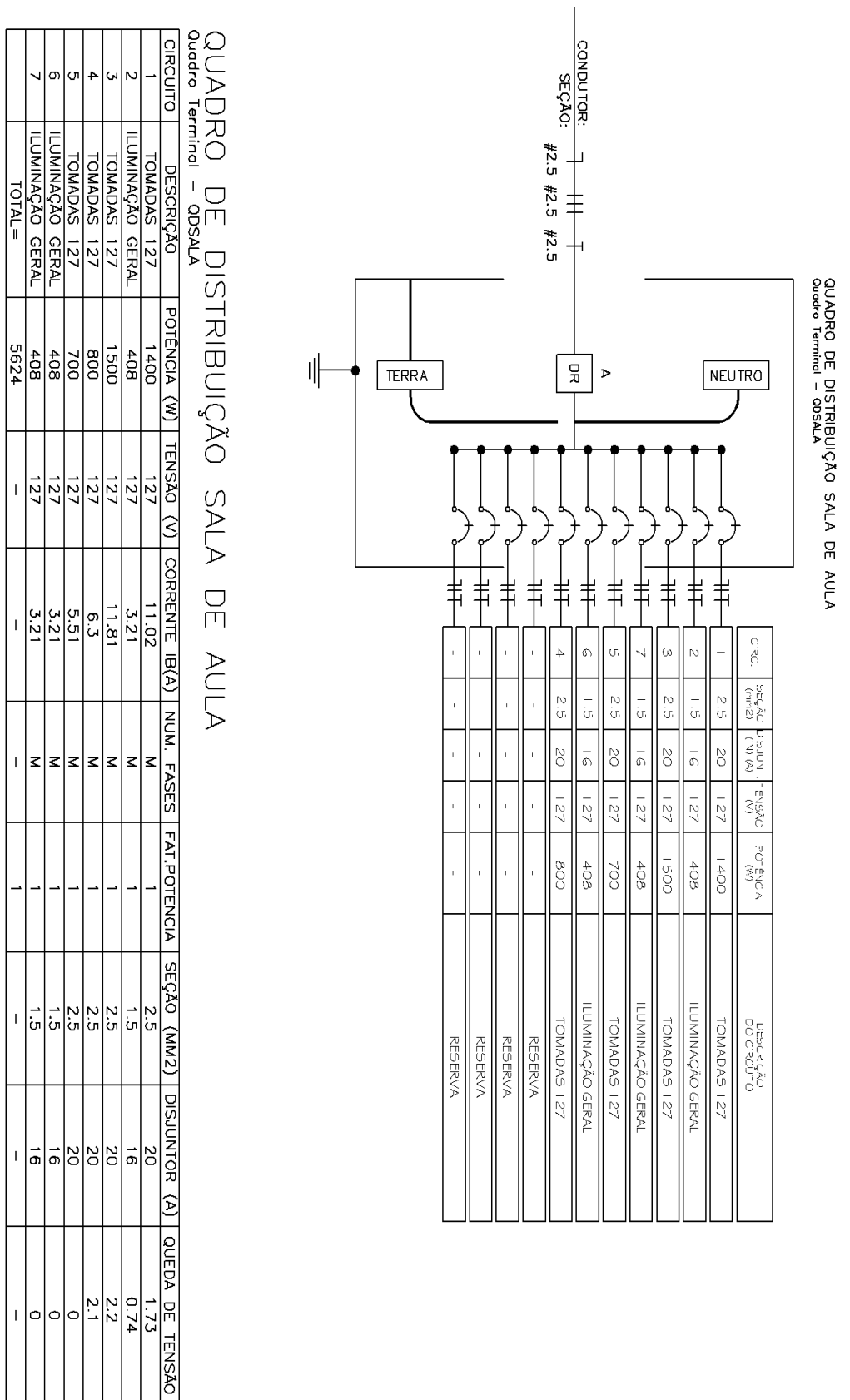
Podemos ver que a media de lux para o ambiente foi próximo de 300 lux, com uma média de 0.434, o que também é considerado satisfatório. O gráfico de valores os valores de lux pontuais do ambiente, tendo um plano de trabalho a 0.9 m.

4 ESPECIFICAÇÃO DE CONDUTORES E DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO

A NBR 5410 diz que todo projeto de instalações elétricas deve ser de tal forma que satisfaça os seguintes critérios:

- Capacidade de condução dos condutores;
- Queda de tensão
- Da coordenação entre condutores e dispositivos de proteção contra correntes de sobrecarga;
- Da proteção e coordenação dos condutores quanto a correntes de curto-circuito;
- Da proteção contra contatos indiretos.
- Seletividade entre os dispositivos de proteção a sobrecorrente, entre outros.

A figura 17 e 18 mostra o exemplo de dois quadros de cargas.



QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO SALA DE AULA

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	POTENCIA (W)	TENSÃO (V)	CORRENTE IB(A)	NUM. FASES	FAT.POTENCIA	SEÇÃO (MM2)	DISJUNTOR (A)	QUEDA DE TENSÃO
1	TOMADAS 127	1400	127	11.02	M	1	2.5	20	1.73
2	ILUMINAÇÃO GERAL	408	127	3.21	M	1	1.5	16	0.74
3	TOMADAS 127	1500	127	11.81	M	1	2.5	20	2.2
4	TOMADAS 127	800	127	6.3	M	1	2.5	20	2.1
5	TOMADAS 127	700	127	5.51	M	1	2.5	20	0
6	ILUMINAÇÃO GERAL	408	127	3.21	M	1	1.5	16	0
7	ILUMINAÇÃO GERAL	408	127	3.21	M	1	1.5	16	0
	TOTAL =	5624	-	-	-	1	-	-	-

Figura 16 – Quadro Unifilar de Distribuição das Salas de Aula

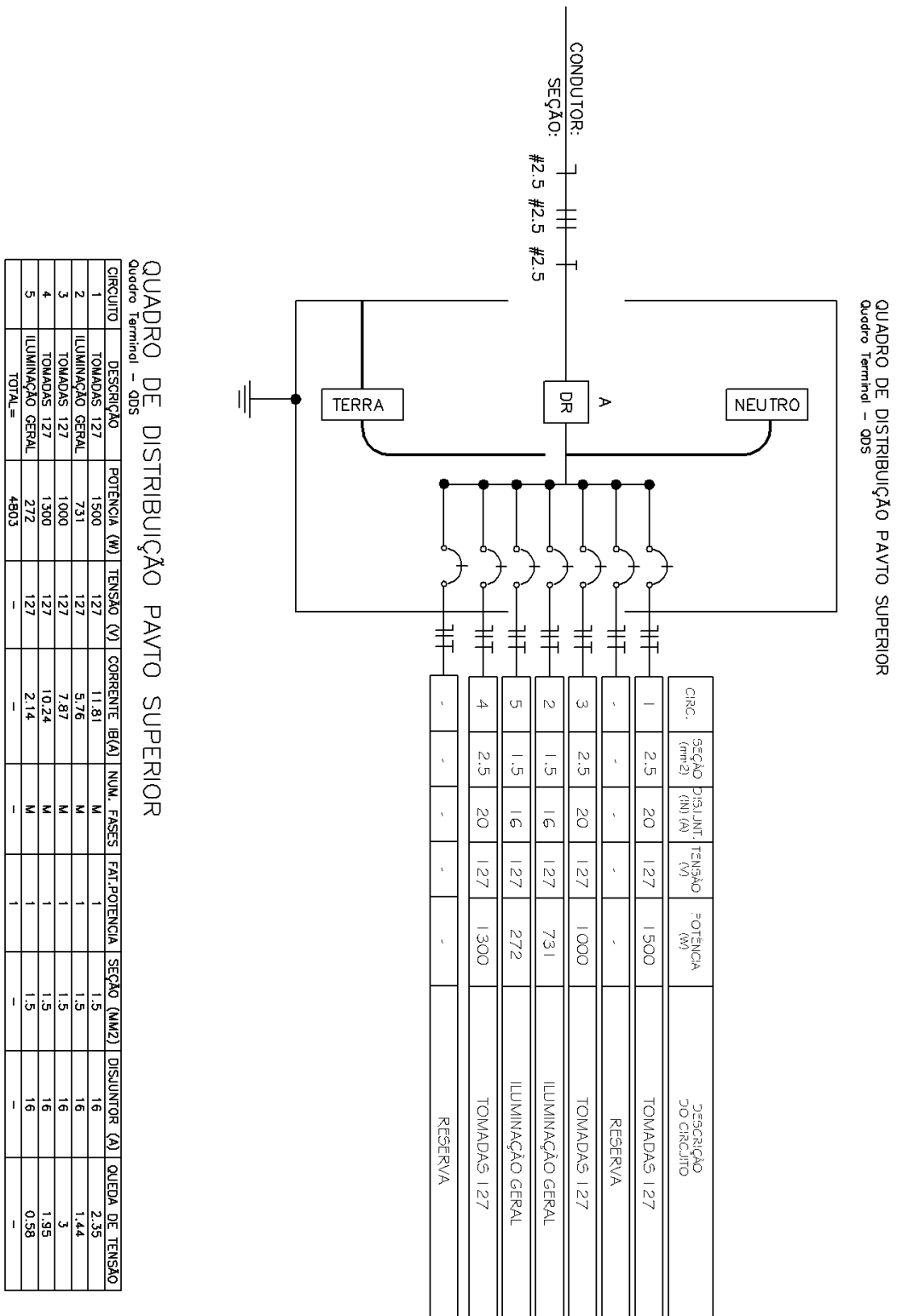


Figura 17– Diagrama unifilar QDS – Cantina, Banheiros, Diretório Acadêmico Tomadas de uso geral

Nas tomadas de uso geral utilizou-se o critério de incluir a cada 4 m² de área uma tomada de uso geral espaçadas da melhor forma possível pelo ambiente.

Na sala de aula 1, por exemplo, há uma área de 35.8 m², pelo critério adotado deve-se instalar 8 tomadas de uso geral. Foram instaladas 9 tomadas por causa da previsão de instalação de um computador por sala de aula. É critério da empresa usar o valor de 100 VA para cada ponto de tomada de uso geral, apesar da norma citar apenas que deve-se utilizar tomadas de uso geral de 100 VA para residências, hotéis, motéis e similares, não cita um ambiente específico como escola.

Na área de reprografia previa-se a instalação de máquinas copadoras de médio porte, devido ao espaço disponível. A norma NBR 5410 estabelece que deve ser atribuída a tomadas de uso específico, somente aparelhos que demandem 10 A ou mais, a maior potência do aparelho que poderá ser instalado no local. Dessa forma foram instalados dois pontos de 2000 W cada após uma pesquisa nos sites das representantes dessas copadoras.

Em banheiros, deve ser previsto pelo menos um ponto de tomada, próximo ao lavatório desde que distantes a um raio de 2.40 m de um ponto de ducha ou chuveiro, caso contrário deve-se usar sistema SELV, transformador de isolamento ou dispositivo DR de corrente nominal não-superior a 30 mA. Nos banheiros não há chuveiros então foi colocado uma tomada junto de cada lavatório.

Sobre a quantidade de tomadas a serem instaladas em locais como cozinhas e área de serviço, sala de preparação a norma diz que: em cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, cozinha-área de serviço, lavanderias e locais análogos, deve ser previsto no mínimo um ponto de tomada para cada 3,5 m, ou fração, de perímetro, sendo que acima da bancada da pia devem ser previstas no mínimo duas tomadas de corrente, no mesmo ponto ou em pontos distintos.

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

Sobre a quantidade de tomadas em cozinhas nota-se pela figura 12 que foi seguido o critério estabelecido pela norma, mas pelo layout fornecido foi necessário acrescentar mais uma tomada de 600 VA visto que se previa o uso de três freezers ou geladeira na sala de preparação.

Nas salas do Diretório Acadêmico, como se observa na figura 11, foi utilizado o mesmo procedimento para tomadas de uso geral e para cada sala foi atribuída uma tomada de computar, cuja potência nominal assumida foi de 450 VA.

Quadros de Distribuição

A UFBA adota o critério de cada pavimento deve ter um sub-quadro geral e que os aparelhos de ar-condicionado devem ser instalados em quadros separados das demais cargas.

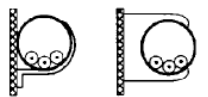
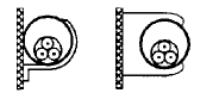
Para a localização dos quadros primeiramente divide-se o pavimento em áreas funcionais que no caso do 2º pavimento foram três, área de salas de aula, uma área de reprografia, escadas e halls de acesso e outra área para cantina e banheiros. A localização dos quadros é escolhida sempre em local de fácil acesso, sempre pelos corredores. Assim para cada bloco funcional do ambiente, temos três quadros, um de distribuição, um quadro essencial e outro de ar-condicionado. Foi exigência da UFBA também que cada laboratório tivesse seu quadro próprio e que o uso de eletrocalhas seria obrigatório. Assim decidimos que as eletrocalhas passariam pelos corredores e distribuiriam os circuitos para cada ambiente para facilitar a manutenção

4.1 Dimensionamento dos Condutores

Foi definido que toda instalação será aparente, com a justificativa que prédios públicos passam por várias alterações de *layout* com decorrer dos anos. Uma diretriz de projeto da empresa é sempre utilizar a seção mínima dos condutores para circuitos de iluminação e tomadas de uso geral, que são segundo a norma, 1,5 mm² e 2,5 mm², respectivamente.

A norma fornece uma tabela contendo os métodos de instalação dos condutores, após uma consulta a tabela, cujo trecho de interesse reproduzimos aqui na tabela 3 encontramos o método de instalação B1.

Tabela 12: métodos de Instalação aparente

3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1
4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2

Então outra tabela fornecida pela NBR 5410, o de capacidade de corrente dos condutores, reproduzida aqui na tabela 4 especifica que para o método de instalação B1, um condutor de 2,5 mm² conduza no máximo 24 A de corrente e um condutor com seção de 1,5 mm² conduza no máximo 17,5 A. Por meio dessa tabela referenciamos também a bitola dos fios de cargas especiais (TUE) de acordo com a corrente exigida por cada equipamento.

Tabela 13: Capacidade de condução de corrente dos condutores [2]

Seções nominiais 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

O ambiente de reprografia recebeu dois pontos de tomadas específicas para as copiadoras, sendo que a corrente prevista por cada uma foi de 15.74 A. Na tabela 13, pelo método de instalação B1, um condutor com seção 2,5 mm² satisfaz o critério de condução de corrente.

Assim para cada bloco funcional do ambiente, temos três quadros, um de distribuição, um quadro essencial e outro de ar-condicionado. Foi exigência da UFBA também que cada laboratório tivesse seu quadro próprio e que o uso de eletrocalhas seria obrigatório. Assim

decidimos que as eletrocalhas passariam pelos corredores e distribuiriam os circuitos para cada ambiente para facilitar a manutenção.

4.2 Ar-condicionado

A norma NBR 5410 diz que se deve utilizar um circuito para cada ar-condicionado ou mais de um ar-condicionado por circuito desde cada ar-condicionado possua disjuntor próprio. Foram utilizados circuitos individuais para cada ar-condicionado bem como disjuntores apropriados para cargas indutivas, visto que 90% da carga do ar-condicionado é absorvida pelo compressor. Os fabricantes de ar-condicionado recomendam utilizar disjuntores com capacidade nominal de 50% acima da corrente nominal do ar-condicionado.

4.3 Dimensionamento das Eletrocalhas

Para os fios de cobre isolados, a norma permite o uso de eletrocalha perfurada com tampa desmontável sem auxílio de ferramentas desde que o acesso a eletrocalha seja feito por pessoas advertidas e qualificadas. No caso em questão optou-se por eletrocalha perfurada pois esta se localizará entre a laje e o forro da instalação, dificultando o acesso de pessoas não qualificadas. A figura 19 mostra um exemplo de eletrocalha perfurada.



Figura 18 – Eletrocalha perfurada com tampa.

A seguir faremos o detalhamento técnico da eletrocalha.

É recomendado ocupar somente 35% do espaço da calha. A seção da eletrocalha é calculada por (12) [4].

$$S_{ec} = \frac{N_f \times \pi \times D_e^2}{4} \times \frac{1}{0.35} \quad (12)$$

Onde:

S_{ec} - é a seção da calha para 35% de ocupação dos fios;

N_f - é o número de fios que passam pela eletrocalha;

D_e - é o diâmetro externo do fio.

No corredor de acesso as salas de aula do exemplo da figura... o trecho da eletrocalha com maior número de condutores contém 9 circuitos totalizando 31 cabos de 4 mm² de seção e diâmetro externo 4.3 mm (Tabela 3.47 da referência [4]).

Utilizando a fórmula 12 encontramos:

$$S_{ec} = \frac{31 \times \pi \times 4.3^2}{4} \times \frac{1}{0.35} = 1286.11 \text{ mm}^2 \quad (13)$$

Com auxílio da tabela 14 encontramos $S_{ec} = 40 \times 50 \text{ mm}$.

Na eletrocalha que leva os cabos do shaft elétrico para o quadro geral do pavimento 2, figura 13, na legenda 15 observa-se que passam 23 cabos sendo 18 deles de seção 2.5 mm², 5 de seção 16 mm² e 5 de seção 50 mm².

Utilizando a tabela 3.46 da referencia [4] obtemos o diâmetro externo dos cabos:

Seção 2.5 mm²: 3,7 mm

Seção 16 mm²: 6,9 mm

Seção 50 mm²: 13,9 mm

Utilizando (12):

$$S_{ec} = \left(\frac{18 \times \pi \times 3,7^2}{4} + \frac{5 \times \pi \times 6,9^2}{4} + \frac{5 \times \pi \times 13,9^2}{4} \right) \times \frac{1}{0,35} \quad (14)$$

$$S_{ec} = 3254,86 \text{ mm}^2 \quad (15)$$

Utilizando a tabela 14 encontramos:

$$S_{ec} = 100 \times 40 \text{ mm} \quad (16)$$

Tabela 14 – Dimensionamento de eletrocalhas [4]

Largura	Altura	Comprimento
50	40	1000
100	40	1000
150	60	1000
150	60	2000
200	60	2000
300	75	2000
300	75	3000
400	75	3000
500	100	3000
600	100	3000

4.4 Queda de Tensão

Para esse projeto, a queda de tensão máxima permitida pela norma é de 7 % desde os terminais do secundário do transformador para edifícios com subestação própria. Desconsidera-se a queda de tensão entre o secundário do transformador e o quadro geral devido a cada fase ser constituída de cabos unipolares de seção de 300 mm² sendo 3 cabos por fase. Assim, entre o quadro geral de distribuição localizado na subestação foi admitido uma queda de tensão de 2%. Entre o sub-quadro geral de cada pavimento e o quadro terminal a queda de tensão máxima admissível foi de 3% e entre o quadro terminal e a carga no circuito final a queda de tensão máxima admissível foi de 2%, totalizando assim 7% de queda de tensão máxima admissível.

A corrente nominal do sub-quadro de distribuição é de $I_n = 101,16 A$. A seção dos condutores de fase e neutro considerando a fase com mais de 15 % de harmônicos, é 50 mm². O comprimento do circuito é de 25,3 m.

Utilizando (11) a queda de tensão deve ser:

$$\Delta V_c = \frac{100 \times \sqrt{3} \times 0,0179 \times 25,3 \times 101,16}{50 \times 220} \quad (17)$$

$$\Delta V_c = 0,7\%$$

A queda de tensão entre o sub-quadro geral e os quadros terminais são:

Para o QGS (quadro geral da área de cozinha, mezanino e banheiros):

A distância entre o QGS e o sub-quadro geral é de 18 m e a seção do alimentador é de 10 mm² para uma corrente de 37,35 A.

Utilizando (11), obtemos:

$$\Delta V_c = \frac{100 \times \sqrt{3} \times 0.0179 \times 18 \times 12.45}{2.5 \times 220} \quad (18)$$

$$\Delta V_c = 1.26 \%$$

Para o QDSALA (Quadro de distribuição das salas de aula):

A distância entre o QDSALA e o sub-quadro geral é de 8 m e a seção do alimentador é de 2,5 mm² para uma corrente de 44.27 A.

Utilizando (11), obtemos:

$$\Delta V_c = \frac{100 \times \sqrt{3} \times 0.0179 \times 17 \times 14.80}{2.5 \times 220} \quad (19)$$

$$\Delta V_c = 1.418 \%$$

Para o QDP (Quadro de Distribuição da sala de reprografia, hall de acesso e escadas):

A distância entre o QDP e o sub-quadro geral é de 17 m e a seção do alimentador é de 2.5 mm² para uma corrente de 12.13 A.

Utilizando a (11), obtemos:

$$\Delta V_c = \frac{100 \times \sqrt{3} \times 0.0179 \times 17 \times 12.13}{2.5 \times 220} \quad (20)$$

$$\Delta V_c = 1.163 \%$$

As quedas de tensão dos circuitos dos quadros terminais podem ser vistas nas figuras 17 e 18.

4.5 Fator de Demanda

É norma da empresa não utilizar fator de demanda nos circuitos terminais e também nos sub-alimentadores dos quadros, ou seja, o fator de demanda utilizado é unitário. Também não se utiliza fator de demanda nas cargas de ar-condicionado.

Nesse projeto em particular foi utilizado um fator de demanda de 0.6 para iluminação e tomadas para os alimentadores do quadro geral de cada pavimento. No cálculo da potência

demanda de cada quadro então utilizamos 60% da carga de tomadas e iluminação mais a carga total dos quadros de ar-condicionado.

4.6 Circuito de Reserva

Nota-se pelas figuras 17 e 18 que todos os quadros receberam circuitos de reserva. Para o cálculo dos alimentadores dos quadros foi levado em consideração os circuitos de reserva conforme exige a norma NBR 5410, porém a mesma norma não dá nenhuma indicação da potência estabelecida para cada circuito. Nesse caso foi arbitrado um valor de 1000 VA.

4.7 Proteção Contra Contatos Indiretos

Vamos apresentar o uso da equação 6 para o quadro mostrado anteriormente como exemplo de cálculo para a situação 1 (ambiente secos):

A tensão de contato é dada pela equação 8:

$$U_b = 0.8 \times 127 \times \frac{1}{2} = 50.8 V \quad (21)$$

Da tabela 9 vemos que o seccionamento deve ser de 0.8 s.

Da curva B do disjuntor Siemens 5SX1 116-6 de 16 A na sua curva B, obtemos a corrente de atuação:

$$I_a = 7.5 \times 16 = 120 A \quad (22)$$

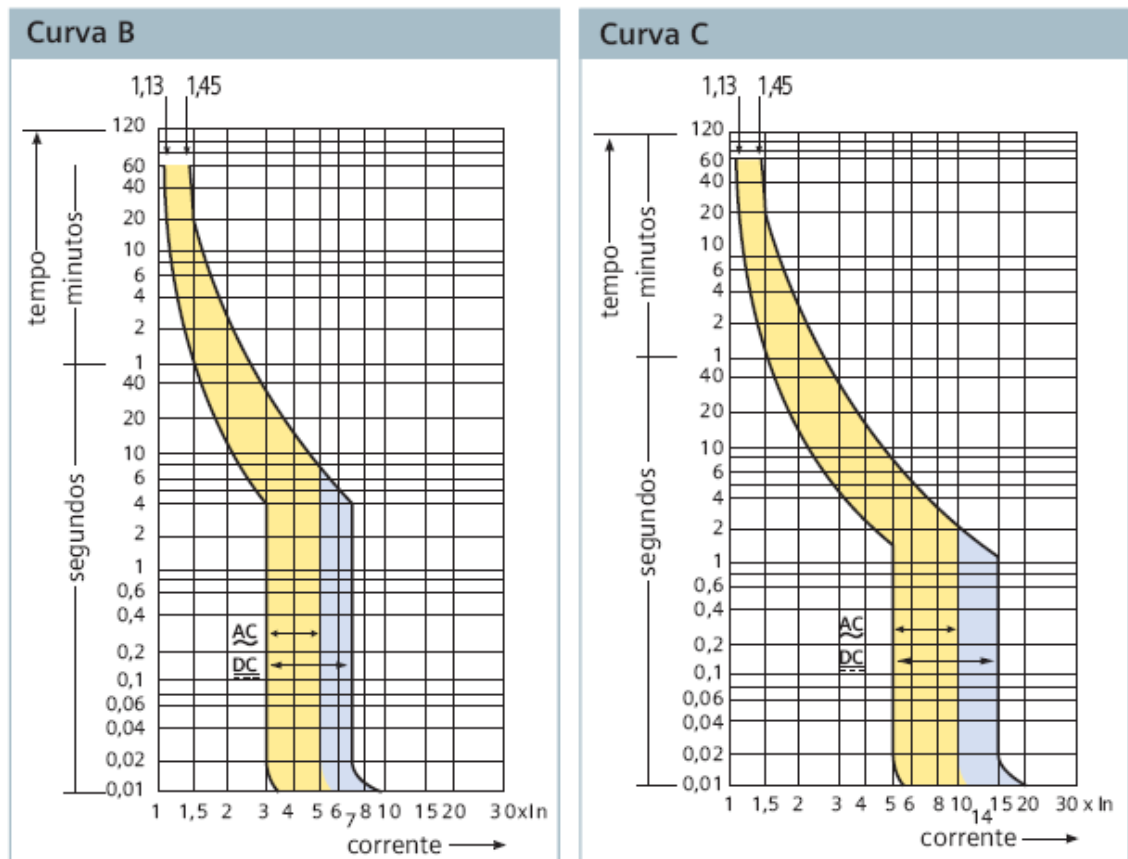


Figura 19 – Curva dos disjuntores Siemens 5SX1 [Catálogo 5SX1]

Usando (9):

$$l_{max} = \frac{0,8 \times 127}{0,0225 \times 120 \times 2} \times 2,5 = 46,8 \text{ m} \quad (23)$$

Se o comprimento do circuito for menor do que l_{max} , o dispositivo de sobrecorrente protege o circuito contra contatos indiretos, se o comprimento do circuito for maior do que l_{max} , então se deve:

- Aumentar a seção dos condutores e realizar uma nova verificação;
- Instalar um dispositivo DR;
- Estabelecer ligações equipotenciais suplementares.

4.8 Uso dos dispositivos de proteção Diferencial Residual (DR)

Nesses casos o DR já proporciona a devida proteção contra contatos indiretos.

Nesse projeto, em todas nas áreas de cantina, copas de apoio, área destinada a piscina, iluminação externa e banheiros foram utilizados dispositivos DR de alta sensibilidade e a proteção realizada por grupo de circuitos.

4.9 Proteção contra Sobrecorrente

Para as correntes de curto-circuito, a proteção dos condutores pede ser garantida olhando-se o gráfico em anexo reproduzido do catálogo da Prysmian no anexo I. Nela podemos perceber que um condutor de 2.5 mm² é capaz de suportar uma corrente de 400 A por 0.5 s (30 ciclos).

Quando comparado a curva do disjuntor da figura 9 vemos que a parte magnética do disjuntor atua bem antes de 0.5 s e a corrente de curto-circuito monofásico ser bem menor do que a corrente de ruptura para este tipo de disjuntor que é de 5 kA garantindo assim a proteção dos cabos contra curto-circuito.

4.10 Seletividade

Para se garantir seletividade sobre toda corrente de sobrecarga que pode surgir no circuito, deve-se escolher um disjuntor cuja corrente nominal do disjuntor a montante seja 2.5 maior do que a corrente nominal do condutor a jusante [3], para se garantir seletividade entre as correntes de curto-circuito é necessário que o disjuntor a montante possua um tempo de disparo relativamente maior comparado ao disjuntor a jusante.

No quadro que usamos como exemplo utilizou um disjuntor 5SX1 420-7 de 20 A da Siemens na sua curva C para que se tenha seletividade entre os disjuntores.

5 CONCLUSÃO

A única maneira de aprender alguma coisa é fazendo. A disciplina de estagio nos da essa oportunidade de realizar o que foi visto na teoria de sala de aula.

A disciplina de instalações elétricas é cheia de sutilezas, cobre um amplo espectro desde partida de motores em ambientes industriais até um projeto luminotécnico de uma residência. Mas para se conseguir um bom projeto é algo difícil de alcançar. Tomemos como exemplo a norma NBR 5410 de instalações elétricas que possui um volume de informação

bem maior do que, por exemplo, a norma de Média Tensão 14039. Um bom projeto não basta apenas ser bem apresentável, mas tem que ser econômico, seguro para as pessoas que irão estar em contato com os equipamentos ali instalados mas seguro também em um sentido de garantir alcançar a máxima vida útil dos seus componentes.

6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

[1] NBR 5413 – Iluminação de Interiores; Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 13 p.

[2] NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão; Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 217 p.

[3] A. A. M. Cotrim, Instalações Elétricas. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003. 496 p.

[4] J. M. Filho, Instalações Elétricas Industriais. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 914 p.

[5] Creder, H. Instalações Elétricas - 15º Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. 428 p.

[6] Siemens LTDA. Catálogo 5SX. 2010. 4 p.

Anexo I – Tabela de cronograma de Projeto Elétrico.

Cronograma de Execução - Projeto UFBA/CS		Dias de Execução - Período de 8 horas diárias																	
Descrição da Atividade	Seq	Dias da Semana														RESPONSÁVEL			
		seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb	dom				
Preparação de planta arquitetônica (Impressão do desenho)	236	X																SAM.EL.	
Definição de escala do projeto (1:50 ou 1:100) quando no CADD/PROU	237	X																SAM.EL.	
Definição do nível de iluminação de cada ambiente (NBR 5413 - Iluminação de interiores)	238	X																SAM.EL.	
Definição do tipo de luminárias e lâmpadas - CÁLCULOS DE FABRICANTES	239	X																SAM.EL.	
Definição do número de luminárias do ambiente - CADD/PROU	240	X																SAM.EL.	
Definição finalizada, soma de adiantamento (tempo, paralelo, intermediário, sensor) e inserir dimensionamentos em cada ambiente	241		X															SAM.EL.	
Ajustar escala de conexão aos pontos de iluminação	242		X															SAM.EL.	
Localizar quadros de carga de instalação - NBR 5410 (segurança, fundamentação, produção, manutenção e conservação de energia)	243		X															SAM.EL. + MARRCO	
Definir nível sobre especificação de potência dos equipamentos de iluminação (ex: condicionação, aquecimento, freezer, estufa, forno, chiller, divisor, motores trifásicos, motores monofásicos entre outros)	244		X															SAM.EL.	
Definir iluminação e inserir pontos elétricos (termos de uso geral - TUG, consider de uso específico - TUE, luminária de computador e pontos elétricos)	245		X															SAM.EL.	
Definir carga essencial e não essencial - UTILIZAÇÃO DE GRUPO GERADOR	246		X															SAM.EL. + MARRCO	
Distribuição de circuitos - NBR 5410 (segurança, fundamentação, produção, manutenção, conservação de energia e segurança em volume de carga - 02 NÍVEIS DE TENSÃO 127/220V ENI LABORATÓRIOS)	247			X														SAM.EL. + MARRCO	
Definir caminho dos eletrificadores, lâmpas, eletrificadores, parâmetros e etc	248				X													SAM.EL.	
Completar projeto - CADD/PROU	249					X												SAM.EL.	
Identificar eletrificadores subdimensionados e ajustar tempos	250						X											SAM.EL. + MARRCO	
Verificar níveis de tensão da energia 380/220 ou 220/127 - CADD/PROU	251							X										SAM.EL. + MARRCO	
Verificar níveis de tensão dos circuitos terminais - NBR 5410 (2% queda de tensão para circuitos terminais)	252								X									SAM.EL. + MARRCO	
Projetar demais alimentadores dos quadros de carga	253									X								SAM.EL.	
Organizar/abaixar níveis da primários (circuito e marca alimentadores dos quadros de carga) no projeto - diagrama unifilar	254										X							SAM.EL.	
Balancear carga e inserir diagramas trifásicos dos quadros	255											X						SAM.EL.	
Elaborar diagrama unifilar Verificar (Paralelo)	256												X					SAM.EL.	
Definir a saiaa final (A0, A1, A2, A3 E AA)	257													X				SAM.EL.	
Inserir legendas	258														X			SAM.EL.	
Inserir quadro de carga dos circuitos terminais e marca alimentadores	259															X		SAM.EL.	
Inserir dimensionações e/ou comentários pertinentes ao projeto	260																X	SAM.EL. + FABIO	
Gerar lista de materiais elétricos	261																	X	SAM.EL.
Elaborar memorial descritivo	262																	X	SAM.EL.
Projetar	263																	X	SAM.EL.
Execução	264																	X	SAM.EL.
REVISÃO E ENTREGA	265																	X	MARRCO + SAMUEL + FABIO + CÉSAR
Quantidade de dias previstos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				

1 DE ACORDO COM PLANEJADO
 2 REALIZADO ANTES DO PLANEJAME
 3 REALIZADO COM ATRASO
 4 ATIVIDADE NÃO REALIZADA NESTE

Anexo II – Gráfico da relação corrente de curto-circuito versus seção do condutor (retirado de www.prysmian.com.br/energy/downloads.html)

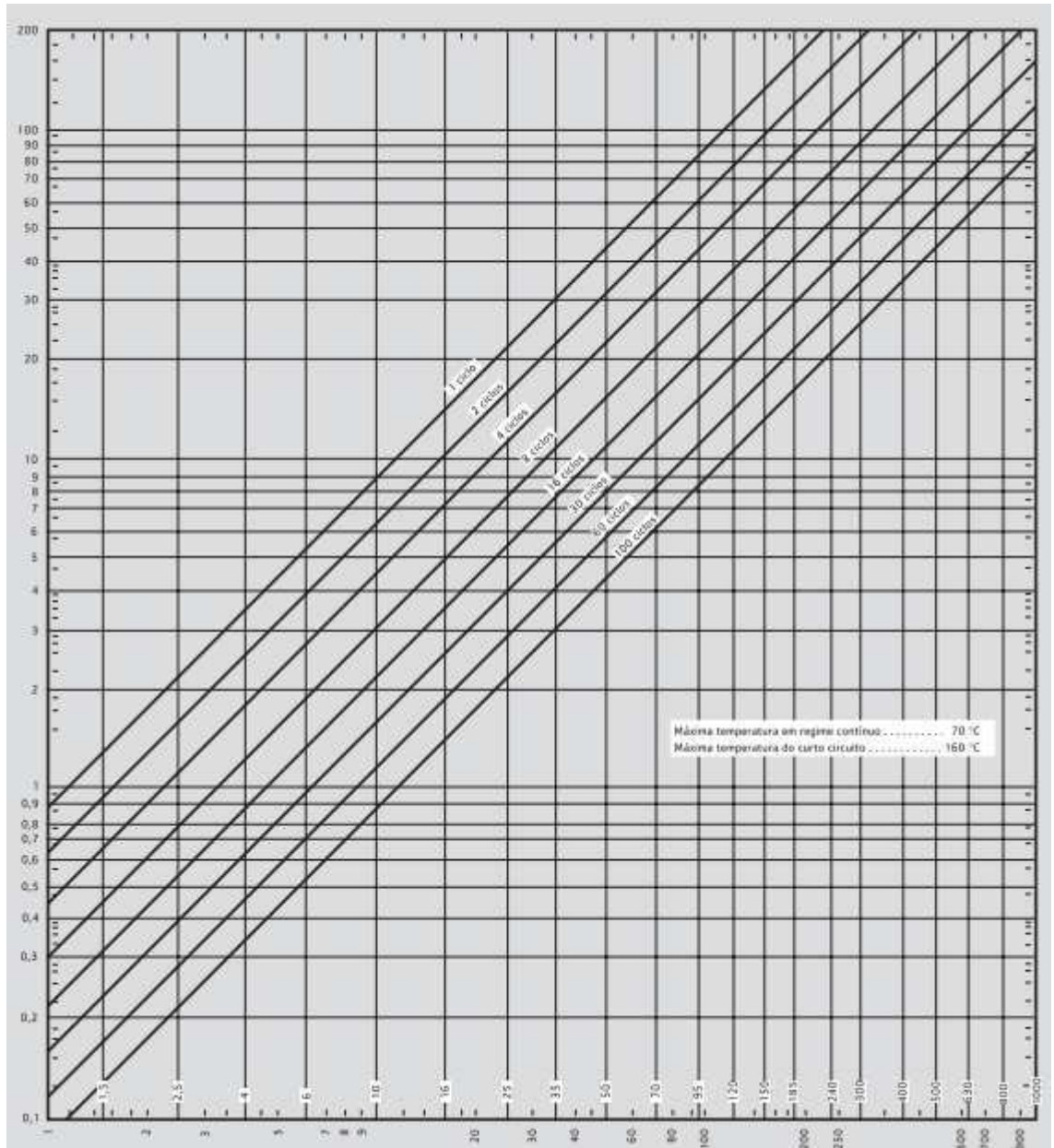


Figura 20 – Tempo de Corrente de Curto-Circuito suportável por condutor de PVC em função da seção do condutor.

Anexo III - Planta Elétrica do 2º Pavimento do ICS

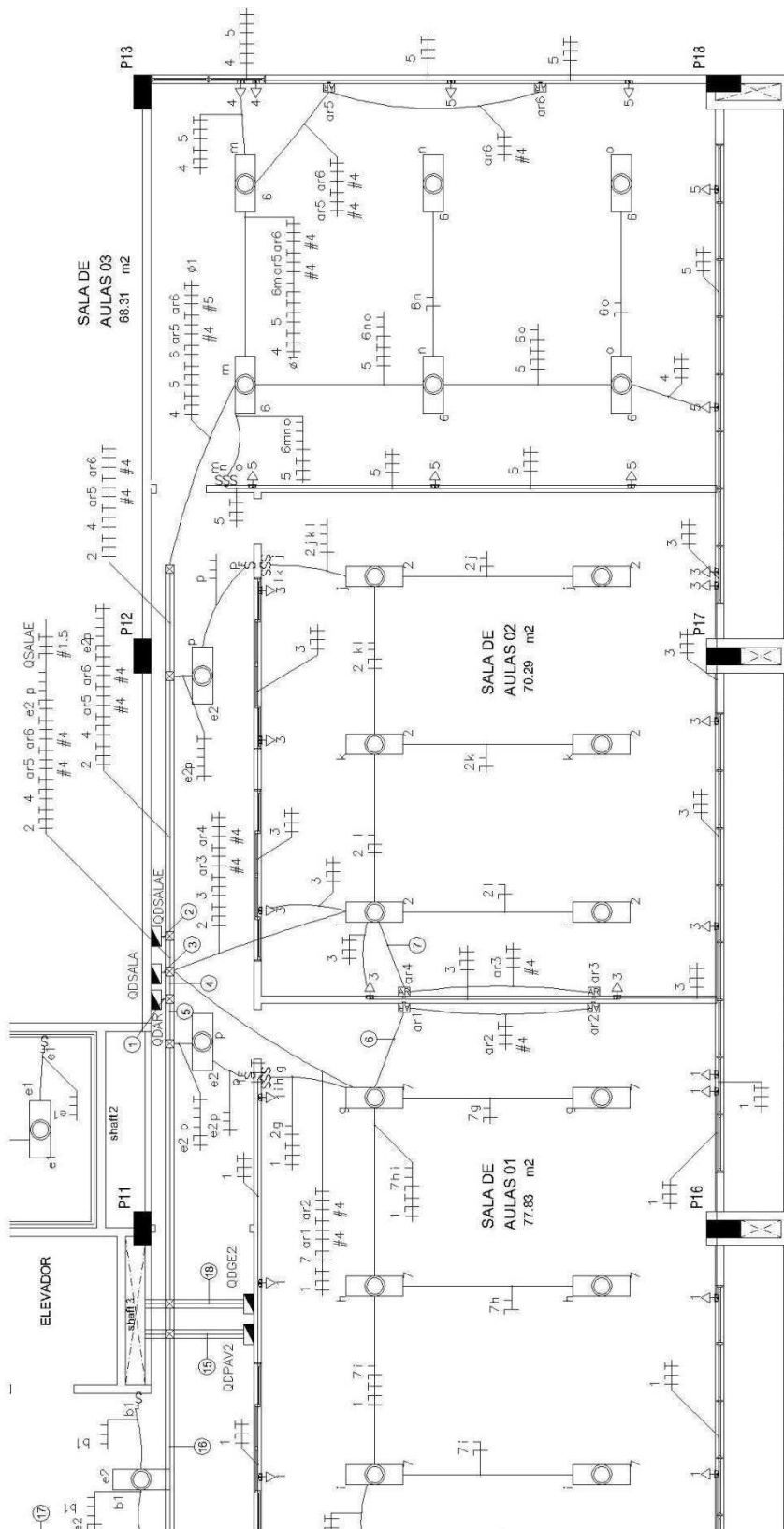


Figura 21 – Planta baixa projeto elétrico do 2º pavimento do ICS

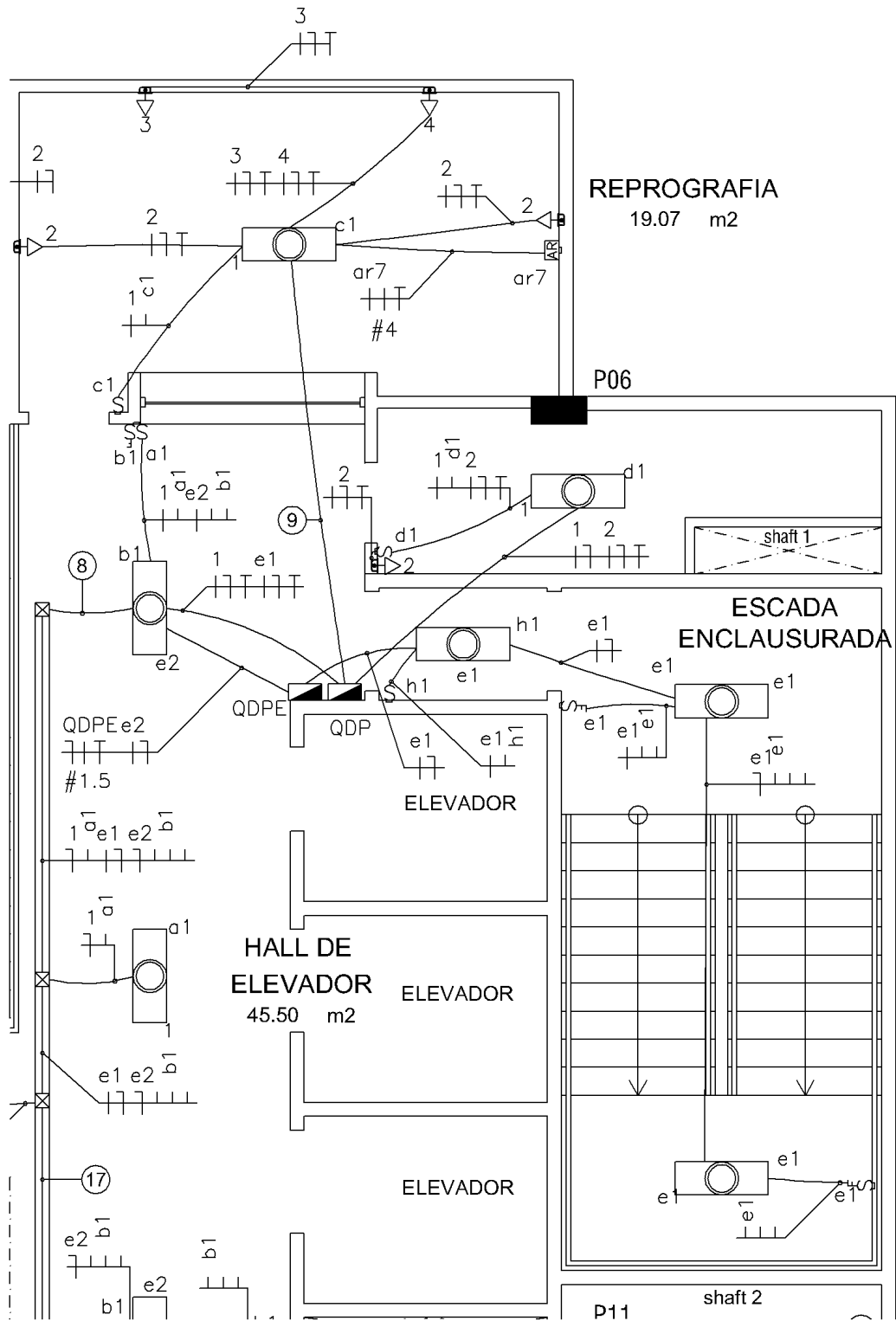


Figura 22 – Planta baixa projeto elétrico do 2º pavimento do ICS (Continuação).

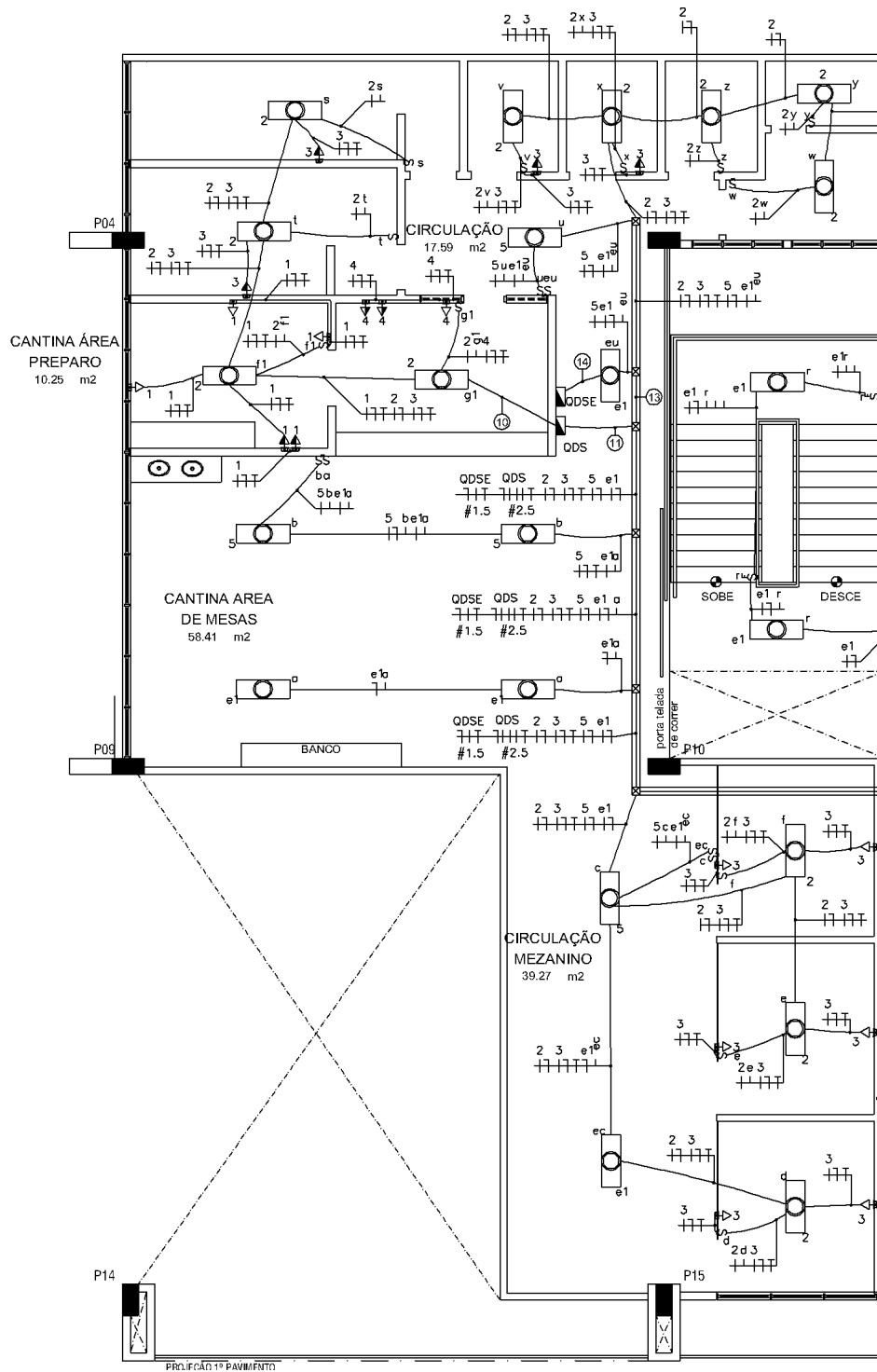


Figura 23 – Planta baixa projeto elétrico do 2º pavimento do ICS (Continuação)



Figura 24 – Legenda da planta referente ao segundo pavimento do ICS