



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

THIAGO DE LIMA FRANÇA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
HIDROTEC CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA**

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2013

THIAGO DE LIMA FRANÇA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
HIDROTEC CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA

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

Área de Concentração: Projeto de Instalações Elétricas.

Orientador:

Professor Washington Luiz Araújo Neves, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Julho de 2013

THIAGO DE LIMA FRANÇA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
HIDROTEC CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA

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

Área de Concentração: Projeto de Instalações Elétricas.

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Washington Luiz Araújo Neves, M. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha mãe, corajosa e exemplar que, foi a luz do meu caminho durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por proporcionar-me saúde e determinação para enfrentar as dificuldades acadêmicas, cumprindo mais uma etapa da vida.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe guerreira Rozilda pelo exemplo de vida a ser seguido e seu amor incondicional. Meus irmãos Jônatas e Israel, por sempre estarem presente. Aos meus avós exemplares pelo apoio e ensinamentos. A Fabíola pelo apoio e cuidado.

A minha namorada Aline Hubner por está ao meu lado incentivando, positivando, provendo carinho e amor.

Ao professor e orientador Tarso Vilela Ferreira pela ajuda e disposição na elaboração deste relatório.

Aos amigos da graduação pelas inúmeras noites de estudo e momentos de muitas risadas juntos. Aos amigos irmãos do cotidiano que sempre apoiaram e incentivaram está jornada.

Aos professores, funcionários e coordenador do Departamento de Engenharia Elétrica por contribuírem para minha formação.

RESUMO

Este relatório mostra como foi realizado o estágio integrado na empresa Hidrotec Construções e Serviços. Atividades como elaboração de um projeto de instalações elétricas em edifícios residenciais foram desenvolvidas. Neste relatório, foi organizado de maneira a seguir a ordem de execução real utilizada na empresa Hidrotec para um projeto elétrico, procurando explicar cada uma de suas etapas, e deixando sempre claro a importância da segurança no projeto, assim como as normas técnicas a serem seguidas para correta execução, utilizando como base a Norma Brasileira (NBR) - 5410.

Palavras-chave: Projeto Elétrico, Corrente Elétrica, NBR.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Diagrama de Elaboração de Projetos.	8
Figura 2. Detalhe da caixa de disjuntor SERVIÇO/CONDOMÍNIO.	18
Figura 3. Diagrama trifilar quadro de distribuição apartamentos tipo 01 e 02 (QDAP01,02).	19
Figura 4. Diagrama trifilar quadro de distribuição apartamentos tipo 03 e 04 (QDAP03,04).	20
Figura 5. Diagrama trifilar quadro de distribuição loja (QDLOJA).	20
Figura 6. Diagrama trifilar quadro geral do condomínio (QGC).	21
Figura 7. Unifilar geral da instalação.	22
Figura 8. ALIMENTAÇÃO DOS QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO DOS APARTAMENTOS.	23
Figura 9. Alimentação do QGC e QDLOJA.	24
Figura 10. Vista dos Medidores e do QGBT.	26
Figura 11. Detalhamento do QGBT.	27
Figura 23. Detalhe 01.	49
Figura 13. Detalhe 02.	49
Figura 14. Detalhe 03.	50
Figura 15. Detalhe 04.	50
Figura 16. Detalhe 05.	51
Figura 17. Detalhe 06.	51
Figura 18. Detalhe 07.	52
Figura 19. Detalhe 08.	52
Figura 20. Detalhe 09.	53
Figura 21. Detalhe 10.	53
Figura 22. Detalhe 11.	54
Figura 23. Detalhe 12.	54
Figura 24. Simbologia.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Carga instalada, dimensionamento e equilíbrio de fases do Quadro de Medição 01 (QM01). ...	12
Tabela 2. Carga instalada, dimensionamento e equilíbrio de fases do Quadro de Medição 02 (QM02). ...	13
Tabela 3. Carga instalada, dimensionamento e equilíbrio de fases do Quadro de Medição 03 (QM03). ...	14
Tabela 4. Carga instalada, dimensionamento e equilíbrio de fases da Entrada.	15
Tabela 5. Quadro de demanda dos apartamentos e da loja.	17
Tabela 6. Demanda final do serviço/condomínio.	17
Tabela 7. Demanda total da instalação.	17
Tabela 8. Fatores de ponderação.	30
Tabela 9. Cálculo da parcela de demanda de um apartamento em função da área útil.	42
Tabela 10. Diversificação em função da quantidade de apartamentos.	43
Tabela 11. determinação da potência (kVA) em função da quantidade de motores.	44
Tabela 12. Fatores de demanda - iluminação e tomadas de uso geral.	44
Tabela 13. Capacidade de condução [A] para condutores de cobre.	45
Tabela 14. Proteção contra sobrecorrente em unidades consumidoras integrante do grupo B.	46
Tabela 15. Proteção contra sobrecorrente/condutores e postes - tensão 127/220 Volts.	47
Tabela 16. Ranking de incidência de descargas por município do estado do ES.	56
Tabela 17. Tipo de ocupação da estrutura.	57
Tabela 18. Tipo de construção da estrutura.	57
Tabela 19. Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas.	57
Tabela 20. Localização da estrutura.	58
Tabela 21. Topografia da região.	58

Sumário

Agradecimentos	v
Resumo	vi
Lista de Ilustrações	vii
Lista de Tabelas	viii
1 Introdução	2
1.1 Empresa	2
1.2 Motivação	3
2 Fundamentação Teórica	4
2.1 Definições de Projetos	4
2.1.1 Projeto Elétrico	4
2.1.2 Projeto de Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas	4
2.1.3 Projeto de Instalações Telefônicas	5
3 O Estágio	7
3.1 Atividades Desenvolvidas	7
3.2 Estudo das Normas Regulamentadoras	7
3.3 Fases do Projeto	7
4 Estudo de Caso – Edifício San Martins	9
4.1 Engenharia Básica	9
4.1.1 Elaboração do Projeto Elétrico dos Apartamentos e do Condomínio	9
4.2 Cálculo de Carga e Divisão dos Circuitos da Instalação	10
4.2.1 Carga dos Apartamentos	10
4.2.2 Carga da Loja	11
4.2.3 Carga do Condomínio	11
4.2.4 Carga Total da Instalação	11
4.2.5 Dimensionamento da Instalação	11
4.3 Demanda e Dimensionamento da Instalação	12
4.3.1 Demanda dos Apartamentos e da Loja	16
4.3.2 Demanda do Condomínio	16
4.3.3 Demanda Total da Instalação	17
4.4 Barramento Geral e Medidores	18
4.4.1 Localização do Quadro Geral de Baixa Tensão e Medidores (QGBT)	18
4.4.2 Localização da Prumada Elétrica	19
4.5 Trifilares do Quadro de Distribuição	19
4.5.1 Proteção adicional contra choques elétricos	21
4.6 Unifilar Geral da Instalação	21
4.7 Planta Baixa da Alimentação das Unidades Consumidoras	23
4.7.1 Planta de Alimentadores dos quadros dos Apartamentos	23
4.7.2 Planta de Alimentadores do Quadro do Condomínio	23
4.7.3 Planta de Alimentadores do Quadro da Loja	24
4.8 Esquema Vertical da instalação elétrica	24
4.9 Planta de situação do edifício	25

4.10	Vista dos Medidores	25
4.11	Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT).....	27
5	Estudo de Caso - Edifício Cidal	28
5.1	Avaliação das Necessidades de SPDA Levando em Consideração o Anexo B, da NBR-5419	28
5.2	Implantação do Sistema Estrutural	31
5.2.1	Pilares Contínuos	31
5.2.2	Análise da Fundação.....	31
5.2.3	Descidas.....	32
5.2.4	Captação	32
5.2.5	Equalização de Potenciais do SPDA	33
5.2.6	Realização de Testes.....	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
7	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A: Tabelas da Norma Técnica da EDP Escelsa e do CODI.....	42
	ANEXO B – Plantas do Edifício San MartinsANEXO C - Detalhes do Sistema Estrutural do Edifício Cidal	48
	ANEXO C - Ranking de Incidência de Descargas por Município do Estado do ES	56
	ANEXO D - Fatores de Ponderação para Avaliação Geral do Risco e Classificação de Estruturas com Nível de Proteção. (NBR 5419, 2005).....	57
	ANEXO F – Plantas do Edifício Cidal	59

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo relatar, de forma sucinta, as experiências desenvolvidas durante o período de desenvolvimento da disciplina de Estágio Integrado do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. O estágio foi realizado na empresa HIDROTEC CONSTRUÇÕES E SERVIÇOS LTDA., localizada na R. Atílio Lourenço, número 105, loja 01, bairro Bonfim em Vitória, Espírito Santo, no período de 25 de fevereiro a 28 de junho de 2013.

A disciplina de Estágio Integrado 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 a formação do profissional. A empresa que concedeu o estágio elabora projetos elétricos prediais e industriais, além de consultorias. O estágio será apresentado sequencialmente, iniciando-se com um breve histórico da empresa, fundamentação teórica exigida antes do início dos trabalhos e o relato das atividades desenvolvidas. Em tempo, agradece-se ao supervisor de estágio, Eng Fernando Augusto Adnet, ao Técnico Eletricista Carlos e a todos os profissionais que colaboraram no desenvolvimento deste trabalho que, com sua experiência, contribuíram para o crescimento do estagiário nas relações do trabalho.

1.1 EMPRESA

Devidamente cadastrada no Centro de atividades técnicas do Corpo de Bombeiros Militar e Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Espírito Santo (CREA/ES) para a realização de serviços de prevenção e combate à incêndios. Fundada em 1989, tem como objetivo oferecer Produtos e serviços de acordo com as normas técnicas vigentes, visando preservar e garantir a segurança de edificações, estabelecimentos comerciais e principalmente a vida humana.

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

Os estudantes de graduação de Engenharia Elétrica atuam no ramo de elaboração de projetos elétricos, elaboração de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas, elaboração de projetos de redes estruturada e na elaboração de instalações telefônicas.

1.2 MOTIVAÇÃO

Para elaborar um projeto elétrico não é suficiente ter o título de Engenheiro Eletricista, mas sim ter experiência e confiança adquiridas com anos de trabalho e com a supervisão de alguém mais experiente. Não basta ter os conhecimentos técnicos adquiridos na graduação, são necessários também o conhecimento de normas regulamentadoras e ter a experiência para encontrar sempre a melhor solução possível.

Este relatório visa motivar o aluno de graduação que ainda não realizou estágio e a quem está iniciando sua carreira como Engenheiro Projetista.

Este fornecerá as principais informações que são necessárias para se concluir um projeto elétrico de baixa tensão, e mostrará um fluxograma com todos os passos a serem seguidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Discutiremos neste capítulo o desenvolvimento das bases teóricas necessárias para realização de projetos elétricos, sistemas de proteção contra descargas atmosféricas utilizando o sistema estrutural e projetos de instalações telefônicas.

2.1 DEFINIÇÕES DE PROJETOS

Em um projeto elétrico completo, contém informações gerais relacionadas à elétrica, incluindo instalações elétricas, projeto telefônico, projeto de cabeamento estruturado e o projeto do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA). Nesta empresa o sistema de SPDA utilizado prioritariamente foi o Sistema Estrutural.

Os projetos são apresentados em folhas A1 ou A0, e fornecido aos clientes em folhas diferentes com as plantas de cada pavimento, os cálculos necessários, os trifilares, o esquema vertical da construção, as vistas dos medidores e do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), e quando houver o projeto da subestação.

É importante seguir uma sequência padronizada de projetos, para que haja organização na execução do trabalho do projetista. Só inicia-se um passo, quando tiver terminado completamente o anterior.

2.1.1 PROJETO ELÉTRICO

A previsão escrita da instalação consiste um projeto de instalação elétrica, e neste projeto se encontrará detalhes como: localização dos pontos de utilização de energia elétrica, comandos, trajeto dos eletrodutos, definir posição de pontos de iluminação e tomadas, seção dos condutores, divisão dos circuitos, dispositivos de manobra, carga total instalada, carga de cada circuito e etc.

2.1.2 PROJETO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Trata-se de um sistema de proteção de bens e pessoas contra os efeitos danosos de descargas elétricas de origem atmosféricas – Raios.

No Brasil o projeto e execução desses sistemas é normatizado através da ABNT NBR 5419/2005 e é parte integrante do projeto de combate a incêndios sendo exigido pelos bombeiros para liberação de alvarás, além de fazer parte do prontuário elétrico exigido pela norma regulamentadora nº10 do Ministério do Trabalho e Emprego.

É um sistema composto de três subsistemas: Captores, Descidas e Malha de Aterramento, onde cada elemento deve ser dimensionado de forma a suportar as solicitações eletromecânicas de uma descarga direta.

Em sua versão mais recente, NBR 5419/2001 permite soluções que minimizaram os impactos estéticos desses sistemas sobre as fachadas dos prédios, reduzindo significativamente a resistência à aplicação dessa norma, trata-se do Sistema Estrutural.

2.1.3 PROJETO DE INSTALAÇÕES TELEFÔNICAS

Os projetos telefônicos são desenvolvidos a partir de um documento da TELEBRAS de um sistema de prática de número 2355110-600 com o objetivo de estabelecer critérios de elaboração de redes telefônicas em edifícios.

As sequências básicas de elaborações de projetos de redes telefônicas em edificações dividem-se em três partes:

- i. Cabos de entrada – interligam a rede externa aos distribuidores gerais;
- ii. Cabos primários ou cabos da prumada – iniciam-se no distribuidor geral e chegam até à última caixa de distribuição da prumada de um edifício;
- iii. Cabos secundários ou cabos de distribuição – conectam duas caixas de distribuição ou uma caixa de distribuição a uma caixa de saída.

Enfim, dimensionando essas três partes que compõe a rede interna, determinando a quantidade de blocos terminais internos promove-se o sistema de comunicação adequado em um projeto de rede telefônica.

- i. Para qualquer tipo de edifício o projeto de rede telefônica interna segue a seguinte sequência básica de atividade:
- ii. Projeto da Rede de Cabos Secundários;
- iii. Projeto da Rede de Cabos Primários;
- iv. Projeto dos Cabos de Entrada;

- v. Determinação da Quantidade de Blocos Terminais Necessários nas Caixas da
- vi. Rede Interna;
- vii. Determinação dos Comprimentos dos Cabos da Rede Interna;
- viii. Distribuição dos Cabos da Rede Interna;
- ix. Elaboração da Tabela de Materiais;
- x. Desenho do Projeto.

O desenho específico do projeto de rede telefônica deve conter, o esquema da rede em corte vertical, as capacidades, distribuições e comprimentos dos cabos, as quantidades de blocos terminais que devem ser instaladas em cada caixa, os detalhes da disposição dos blocos na caixa de distribuição geral, a tabela de materiais relativa ao projeto elaborado, além de outros elementos retirados do projeto de tubulação do edifício, como o esquema dessas tubulações, as dimensões e características das mesmas e outros detalhes que possam interessar ao executor da rede interna.

3 O ESTÁGIO

O objetivo do estágio é propiciar ao aluno a prática dos conhecimentos acadêmicos.

Neste capítulo descreveremos a experiência extra acadêmica durante o período de estágio essencial para a formação do profissional.

3.1 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O desenvolvimento das atividades consiste em tudo que está relacionado à elaboração dos projetos, acompanhamento em algumas obras, o estudo das normas da concessionária de energia elétrica EDP Escelsa e da Associação Brasileira de Norma Técnica (ABNT) relacionadas às instalações elétricas de baixa tensão NBR 5410.

3.2 ESTUDO DAS NORMAS REGULAMENTADORAS

Inicialmente, realizou-se estudo das normas brasileira para Instalações Elétricas de Baixa Tensão (NBR 5410) e posteriormente, a Norma Técnica da EDP Escelsa sobre Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária (NO.PN.03.24.0002), que estabelecem as condições de instalações elétricas e garantem o funcionamento adequado, segurança de pessoas, animais domésticos e a conservação dos bens.

3.3 FASES DO PROJETO

Nesta fase iniciou-se a execução do projeto elétrico e este deve seguir alguns passos importantes. Esses passos serão mostrados em um diagrama de fases do projeto, na Figura 1.

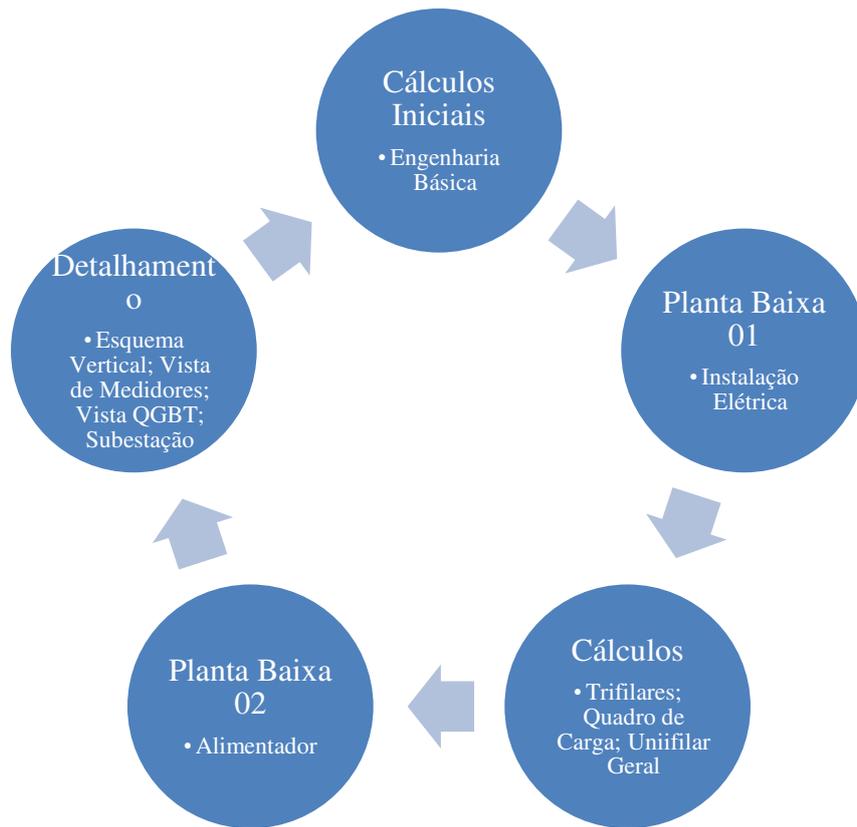


Figura 1. Diagrama de Elaboração de Projetos.

4 ESTUDO DE CASO – EDIFÍCIO SAN MARTINS

Foi elaborado o projeto elétrico do edifício San Martins, localizado Rua Jadílson Costa Almeida, lotes 86 e 87, bairro Santa Fé – Cariacica - ES, e que constam os seguintes pavimentos:

- Subsolo;
- Térreo;
- 2º pavimento;
- Tipo (8x);
 - Cada pavimento tipo dispõe de quatro apartamentos;
- Cobertura.

4.1 ENGENHARIA BÁSICA

O projeto básico deve estabelecer critérios gerais das instalações elétricas e possibilitar a elaboração de orçamento preliminar. Nesta fase deve-se definir também o tipo de alimentação e a localização da entrada de energia, assim como a disposição da previsão dos principais equipamentos e materiais a serem implantados.

Para calcular a carga total da instalação, necessita-se estudar cada unidade consumidora e somar suas cargas, individualmente. Isso deverá ser baseado no item 9.5 da NBR 5410, que contém prescrições específicas a locais utilizados como habitação, como diretrizes para a realização da previsão de carga e a divisão da instalação.

4.1.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO ELÉTRICO DOS APARTAMENTOS E DO CONDOMÍNIO

Para a elaboração do projeto elétrico dos apartamentos, pode-se seguir a seguinte sequência:

- i. Definir posições de pontos de luz e respectivos interruptores;
- ii. Definir posições de tomadas de energia;
- iii. Definir posição do quadro do apartamento;
- iv. Definir comandos de iluminação dos interruptores;

- v. Definir caminho dos eletrodutos e quais fios passará em cada eletroduto;
- vi. Colocar Simbologia;
- vii. Desenhar detalhes construtivos necessários;
- viii. Desenhar carimbo e margens.

Depois que os apartamentos já estiverem todos prontos, deve-se dar início ao projeto do condomínio. A sequência é a mesma da feita para os apartamentos:

- i. Definir posições de pontos de luz e respectivos interruptores;
- ii. Definir posições de pontos de luz de emergência;
- iii. Definir posições de tomadas de energia;
- iv. Definir posição do(s) quadro(s) do condomínio;
- v. Definir comandos de iluminação dos interruptores;
- vi. Definir caminho dos eletrodutos e quais fios irá percorrer em cada eletroduto;
- vii. Colocar Simbologia;
- viii. Desenhar detalhes construtivos necessários;
- ix. Desenhar carimbo e margens.

4.2 CÁLCULO DE CARGA E DIVISÃO DOS CIRCUITOS DA INSTALAÇÃO

4.2.1 CARGA DOS APARTAMENTOS

A primeira atividade foi analisar a carga de cada unidade residencial da edificação, fazendo a previsão da sua carga e o posicionamento do quadro de distribuição (QD) de cada apartamento do edifício San Martim. Então, foi previsto uma potencia de 60W para cada ponto de iluminação no teto. A potência das tomadas de uso geral (TUG's) dos quartos e da sala seriam 200W, na cozinha e no banheiro seriam 600W. Além destas tomadas, existem as seguintes tomadas de uso específico (TUE's):

- i. Tomada para máquina de lavar roupas – 800W;
- ii. Tomada para micro-ondas – 1500W;
- iii. Tomada para o ar condicionado, tipo janela – 1350W;

- iv. Tomada para o chuveiro elétrico – 5400W;

Finalizada a previsão da carga (ver tabela 4.1, 4.2 e 4.3), foram separados os circuitos do QD de cada apartamento, limitando a corrente de projeto do circuito comum (iluminação mais tomadas) para ser inferior a 16 A, baseado no item 9.5.3.3 da NBR 5410.

4.2.2 CARGA DA LOJA

A estimativa da carga da loja foi realizada de maneira simples, pois não havia layout. Foi prevista uma potência de 600W para cada tomada da loja, 1000W para o letreiro luminoso a ser instalado na fachada da loja e um ponto para instalação de ar condicionado tipo SPLIT de 36000BTU/h (3900W). Ver tabela 4.3.

4.2.3 CARGA DO CONDOMÍNIO

Após análise da arquitetura do condomínio, ver pavimento térreo no anexo D, foi estimada a carga do condomínio e foi feita a divisão dos circuitos.

O projeto de combate a incêndio (PSCIP), que inclui a posição das luminárias de emergência e da bomba de incêndio, foi entregue concluído para o setor de projeto elétrico. Coube ao projetista somente a distribuição de circuitos de alimentação das luminárias e da bomba de incêndio. A carga da bomba de incêndio não é computada no quadro de carga, pois quando estiver ligada, as demais estarão desligadas, Ver tabela 4.4.

4.2.4 CARGA TOTAL DA INSTALAÇÃO

A tabela 4.4 mostra a carga total da instalação, somando-se a carga total dos apartamentos, carga da loja e a carga do condomínio.

4.2.5 DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

O dimensionamento da proteção é baseado pela Tabela 14 no Anexo A e o dimensionamento dos cabos alimentadores é baseado na Tabela 13 também do Anexo A com cabos isolados com PVC 70°.

4.3 DEMANDA E DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

Deve-se aplicar a demanda nas cargas dessas unidades consumidoras, para encontrar a verdadeira carga (menor que a total da instalação) que será usada simultaneamente pelos consumidores.

Para o cálculo da demanda do edifício San Martim, utilizou-se as recomendações da Norma Técnica para Edificações Coletivas da concessionária ESELSA.

Tabela 1. Carga instalada, dimensionamento e equilíbrio de fases do Quadro de .Medição 01 (QM01).

CARGA INSTALADA, DIMENSIONAMENTOS E EQUILÍBRIO DE FASES															
ALIMEN.	LLIM. / TOM. (W)	AQUECIMENTO COND. AR (W)	MOTOR (W)	TOTAL (W)	DISJUNTOR (A)	CH. BLIND. (A)	FLUXVEL (A)	CONDUTOR FASE (mm ²)		NEUTRO (mm ²)	ATERRAM. (mm ²)	ELETRODUTO (POL.)	EQUILÍBRIO DE FASES		
								ANTES DA MEDIÇÃO DA MED.	DEPOIS DA MED.				FASE A	FASE B	FASE C
APTO 101	7.925	5.400	1.350	14.675	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.395	7.280	
APTO 102	7.925	5.400	1.350	14.675	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.280		7.395
APTO 103	7.265	5.400	1.350	14.015	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"		6.935	7.080
APTO 104	7.265	5.400	1.350	14.015	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	6.935	7.080	
APTO 201	7.925	5.400	1.350	14.675	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.280		7.395
APTO 202	7.925	5.400	1.350	14.675	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"		7.395	7.280
APTO 203	7.265	5.400	1.350	14.015	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	6.935	7.080	
APTO 204	7.265	5.400	1.350	14.015	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.080		6.935
APTO 301	7.925	5.400	1.350	14.675	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"		7.395	7.280
APTO 302	7.925	5.400	1.350	14.675	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.395	7.280	
APTO 303	7.265	5.400	1.350	14.015	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.080		6.935
APTO 304	7.265	5.400	1.350	14.015	2x63			2#16-1KV	2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"		6.935	7.080
C. INSTAL.	91.140	64.800	16.200	172.140									57.380	57.380	57.380
DEMANDA				42.330*	3x125			3#50-1KV		#50-1KV	#25,0	R3"			

QM01

Tabela 2. Carga instalada, dimensionamento e equilíbrio de fases do Quadro de Medição 02 (QM02).

ALIMEN.	ILUM./TOM. (W)	AQUECIMENTO (W)	COND. AR (W)	MOTOR (W)	TOTAL (W)	DISJUNTOR (A)	CH. BLIND. (A)	FUSIVEL (A)	CONDUTOR FASE (mm ²) ANTES DA MED. DEPOIS DA MED.	NEUTRO (mm ²)	ATERRAM. (mm ²)	ELETRUDOITO (PCL)	EQUILIBRIO DE FASES			
													FASE A	FASE B	FASE C	
APTO 401	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	7.395	7.280		
APTO 402	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	7.280		7.395	
APTO 403	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"		6.935	7.080	
APTO 404	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	6.935	7.080		
APTO 501	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	7.280		7.395	
APTO 502	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"		7.395	7.280	
APTO 503	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	6.935	7.080		
APTO 504	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	7.080		6.935	
APTO 601	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"		7.395	7.280	
APTO 602	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	7.395	7.280		
APTO 603	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"	7.080		6.935	
APTO 604	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV 2#16-1KV	#16-1KV #16-1KV	#0,0 #0,0	Ø1,1/4"		6.935	7.080	
C. INSTAL.	81.140	84.800	16.200		172.140									57.380	57.380	57.380
DEMANDA					42.330*	3x125			3#50-1KV	#50-1KV	#25,0	Ø3"				

QM02

Tabela 3. Carga instalada, dimensionamento e equilíbrio de fases do Quadro de Medição 03 (QM03).

ALIMEN.	ILUM./TOM. (W)	AQUECIMENTO (W)	COND. AR (W)	MOTOR (W)	TOTAL (W)	DISJUNTOR (A)	CH. BLIND. (A)	FUSIVEL (A)	CONDUTOR FASE (mm ²) ANTES DA MED. DEPOIS DA MED.	NEUTRO (mm ²)	ATERRAM. (mm ²)	ELETRODUTO (P.O.L.)	EQUILÍBRIO DE FASES		
													FASE A	FASE B	FASE C
APTO 701	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.280	7.395	
APTO 702	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"		7.395	7.280
APTO 703	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	6.935		7.080
APTO 704	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	6.935	7.080	
APTO 801	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	7.280		7.395
APTO 802	7.925	5.400	1.350		14.675	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"		7.395	7.280
APTO 803	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	6.935	7.080	
APTO 804	7.265	5.400	1.350		14.015	2x63			2#16-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"	6.935		7.080
LOJA	5.620		3.900		9.520	2x50			2#10-1KV	#16-1KV	#10,0	ø1,1/4"		4.570	4.950
C. INSTAL	66.360	43.200	14.700		124.260								42.300	40.915	41.065
DEMANDA					38.710*	3x125			3#50-1KV	#50-1KV	#25,0	ø3"			

QM03

4.3.1 DEMANDA DOS APARTAMENTOS E DA LOJA

Para calcular a demanda da edificação, aplica-se um critério desenvolvido pelo CODI (Comitê de Distribuição de Energia Elétrica) na Recomendação Técnica de Distribuição - RTD-027-CODI (Ver Tabela 9 e Tabela 10 do Anexo A).

A demanda dos apartamentos será calculada com base no total de sua área útil, e a demanda do condomínio nas cargas efetivamente instaladas.

O cálculo da demanda total do edifício constitui-se das seguintes etapas:

- i. Determinação da demanda dos apartamentos.
- ii. Determinação da demanda do condomínio.
- iii. Determinação da demanda total do edifício.

Não houve demanda para a o ambiente Loja que se localiza no pavimento térreo.

A demanda dos apartamentos deve ser determinada em função da área útil e da quantidade de apartamentos do edifício. Foi constatado que, na edificação San Martins a área útil dos apartamentos é equivalente a 54,87m² e a quantidade de apartamentos é 32, logo essas informações estarão presente na Tabela 9 e Tabela 10 do Anexo A, da Norma Técnica da Escelsa (NO.PN.03.24.0002). Determina-se a Demanda Parcial dos apartamentos multiplicando os dois valores encontrados nas Tabela 9 e Tabela 10 do Anexo A. O ideal para edifícios residenciais é que a demanda fique entre 25 a 30% da carga total instalada, logo, a critério do projetista utilizou-se um Fator de Utilização 3,0. Para a demanda da Loja utilizou-se o critério da Tabela 12 (Fator de Demanda 1,00) Norma Técnica da Escelsa. Por fim, a Demanda Final será 103,68 kVA (ver Tabela 6).

4.3.2 DEMANDA DO CONDOMÍNIO

A demanda do condomínio foi determinada considerando-se, individualmente, as seguintes cargas (ver Tabela 6):

- i. Iluminação;
 - a. Inferior a 10kW – aplica-se um percentual 100% à carga total instalada;
- ii. Tomadas;

- a. Deve ser aplicado o percentual de 20% à carga total instalada em kW.
- iii. Motor do elevador;
- a. Deve ser aplicada a Tabela 11 do Anexo A;
- iv. Bomba de Recalque;
- a. Deve ser aplicada a Tabela 11 do Anexo A.

Tabela 5. Quadro de demanda dos apartamentos e da loja.

ALIMENTADOR	UNIDADES CONSUMIDORAS	ÁREA MÉDIA (m ²)	DEM/m ² TABELA 1	Nº TOTAL DE UNIDADES	FATOR DE DIVERSIFICAÇÃO TABELA 2	DEMANDA PARCIAL (kVA)	FATOR DE UTILIZAÇÃO	DEMANDA FINAL (kVA)
QM01	APTOS 101 A 104 201 A 204 301 A 304	54,87	1,26	12	11,20	$1,26 \times 11,20 = 14,11$	3,0	42,33
QM02	APTOS 401 A 404 501 A 504 601 A 604	54,87	1,26	12	11,20	$1,26 \times 11,20 = 14,11$	3,0	42,33
QM03	APTOS 701 A 704 801 A 804	54,87	1,26	8	7,72	$1,26 \times 7,72 = 9,73$	3,0	39,54
	LOJA					$9,52 / 0,92 = 10,35$	1,0	
QM01+ QM02+ QM03	APTOS 101 A 104 201 A 204 301 A 304 401 A 404 501 A 504 601 A 504 701 A 704 801 A 804	54,87	1,26	32	24,89	$1,26 \times 24,69 = 31,11$	3,0	103,68
	LOJA					$9,52 / 0,92 = 10,35$	1,0	

Tabela 6. Demanda final do serviço/condomínio.

SERVIÇO/ CONDÔMÍNIO	ILUMINAÇÃO (kW)	TOMADAS (kW)	AQUECIM. (kW)	MOTORES			DEMANDA ILUMINAÇÃO (kVA)	DEMANDA TOMADAS (kVA)	DEMANDA AQUECIM. (kVA)	DEMANDA FINAL (kVA)
				POTÊNCIA (HP)	QUANTIDADE	DEMANDA (kVA)				
				7,5	1	8,85				
3	1	4,04								
-	-	-								

4.3.3 DEMANDA TOTAL DA INSTALAÇÃO

Soma-se a demanda dos apartamentos com a demanda do condomínio (ver Tabela 7). A bomba de incêndio (2 HP) não foi computada no cálculo da demanda, pois quando estiver ligada, as demais cargas estarão desligadas.

Tabela 7. Demanda total da instalação.

DEMANDA TOTAL APTOS+LOJA +COND. (QM01+QM02+QM03+QGC)	DEMANDA = $[(31,11 + 24,54) \times 2] + 10,35 = 121,65$ KVA
--	---

4.4 BARRAMENTO GERAL E MEDIDORES

O projeto arquitetônico deveria conter a melhor localização para: barramento geral e medidores. Entretanto, essa localização foi decidida pelo eng. Fernando Augusto Adnet.

4.4.1 LOCALIZAÇÃO DO QUADRO GERAL DE BAIXA TENSÃO E MEDIDORES (QGBT)

O posicionamento do QGBT e dos quadros de medição (QM's) ficou a critério do projetista, visto que não havia nenhuma sugestão no projeto arquitetônico.

Estudando o projeto arquitetônico foi definida a localização do QGBT e dos quadros de medições (QM's) na garagem do pavimento térreo. Analisando o Desenho 57 da Norma Técnica da Escelsa (NO.PN.03.24.0002), o corpo da caixa dos QM's deverá ser em policarbonato, com tampa em policarbonato transparente, disjuntor geral máximo 250 A, fixado através de base inclusa à caixa, fabricada em alumínio.

De acordo com a carga instalada do condomínio será usada a caixa para medidor polifásico padrão - P-980-009 até 41 kW, conforme Norma Técnica da Escelsa (NO.PN.03.24.0002). Como haverá bomba de incêndio no projeto a caixa de disjuntor do condomínio além do disjuntor geral do condomínio deverá ter uma derivação para o disjuntor da bomba de incêndio (ver Figura 2).

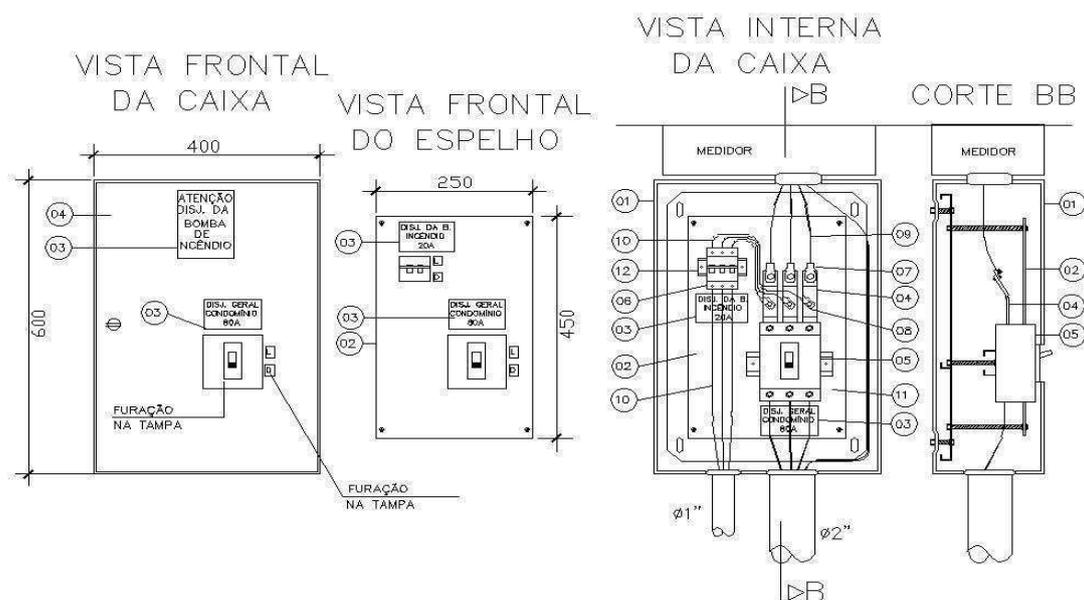


Figura 2. Detalhe da caixa de disjuntor SERVIÇO/CONDOMÍNIO.

O QGBT e os QMs foram confeccionados e suas vistas serão mostradas posteriormente.

4.4.2 LOCALIZAÇÃO DA PRUMADA ELÉTRICA

O projeto arquitetônico já definiu um espaço para a subida dos cabos alimentadores dos apartamentos e de cargas dos condomínios e não foi necessário solicitar uma mudança no projeto arquitetônico.

4.5 TRIFILARES DO QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

Depois de já ter preparado as plantas baixas, com os pontos de carga, os eletrodutos, os circuitos definidos, os fios já passados, e todos os quadros localizados, foi feito os trifilares dos quadros. Nos trifilares, mostrados na Figura 3, Figura 4, Figura 5 e Figura 6, foi dimensionada a proteção supletiva (contra “contatos indiretos”), pois a proteção básica é feita por isolamento das partes vivas. Por meio das características de cada circuito, aplica-se a Tabela 14 no Anexo A, dimensionando o dispositivo que irá fazer o seccionamento automático da alimentação.

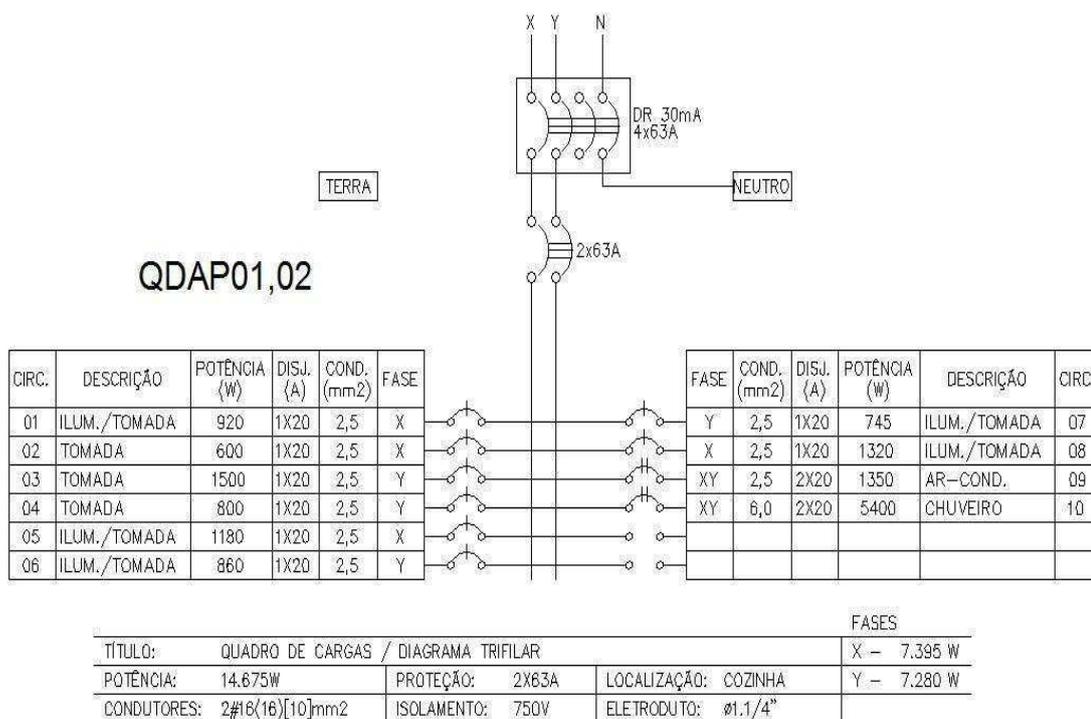


Figura 3. Diagrama trifilar quadro de distribuição apartamentos tipo 01 e 02 (QDAP01,02).

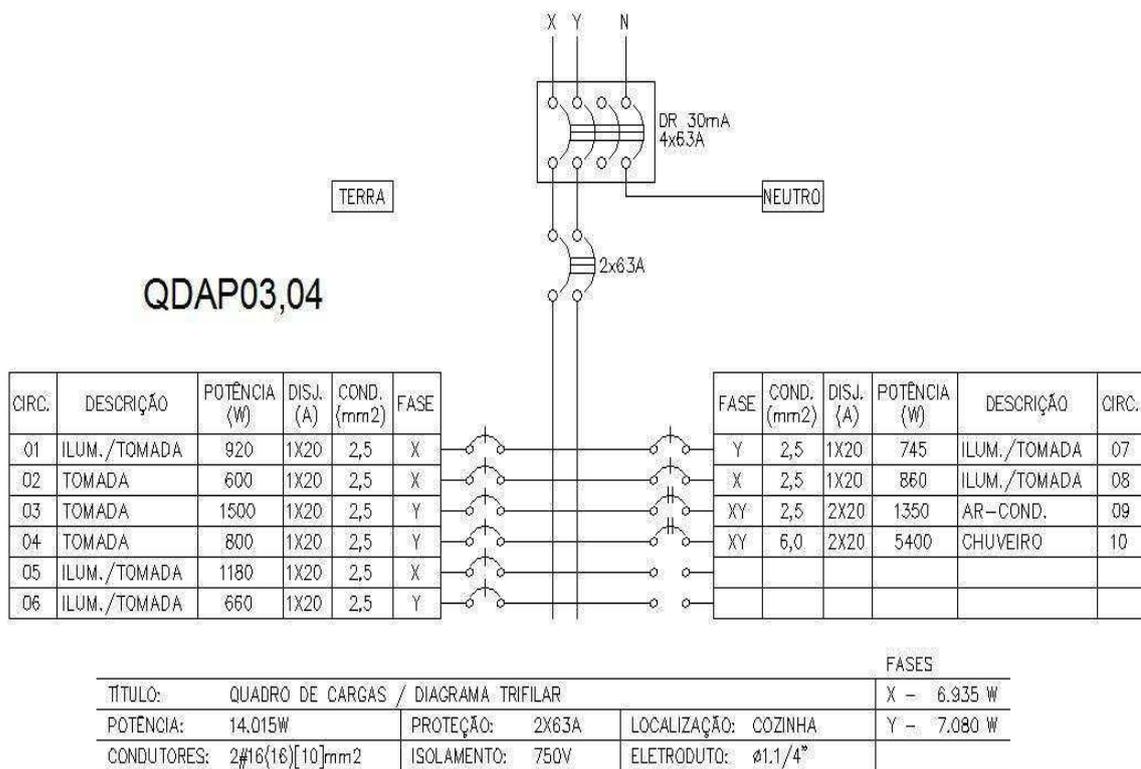


Figura 4. Diagrama trifilar quadro de distribuição apartamentos tipo 03 e 04 (QDAP03,04).

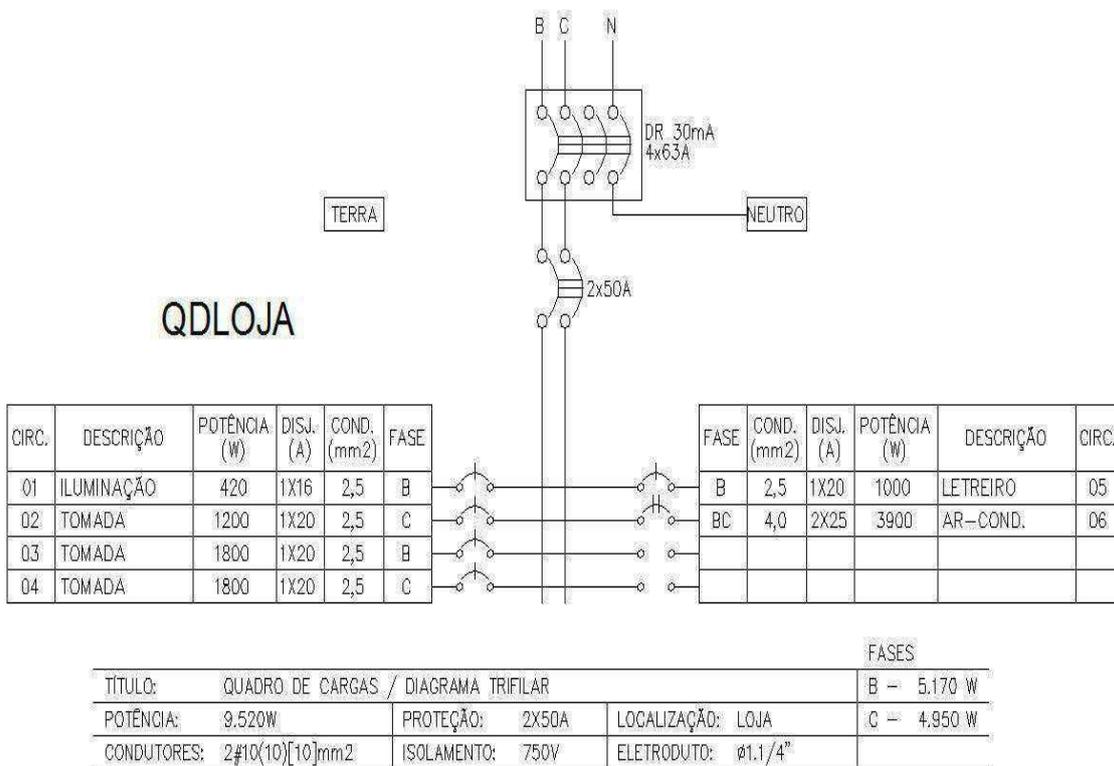


Figura 5. Diagrama trifilar quadro de distribuição loja (QDLOJA).

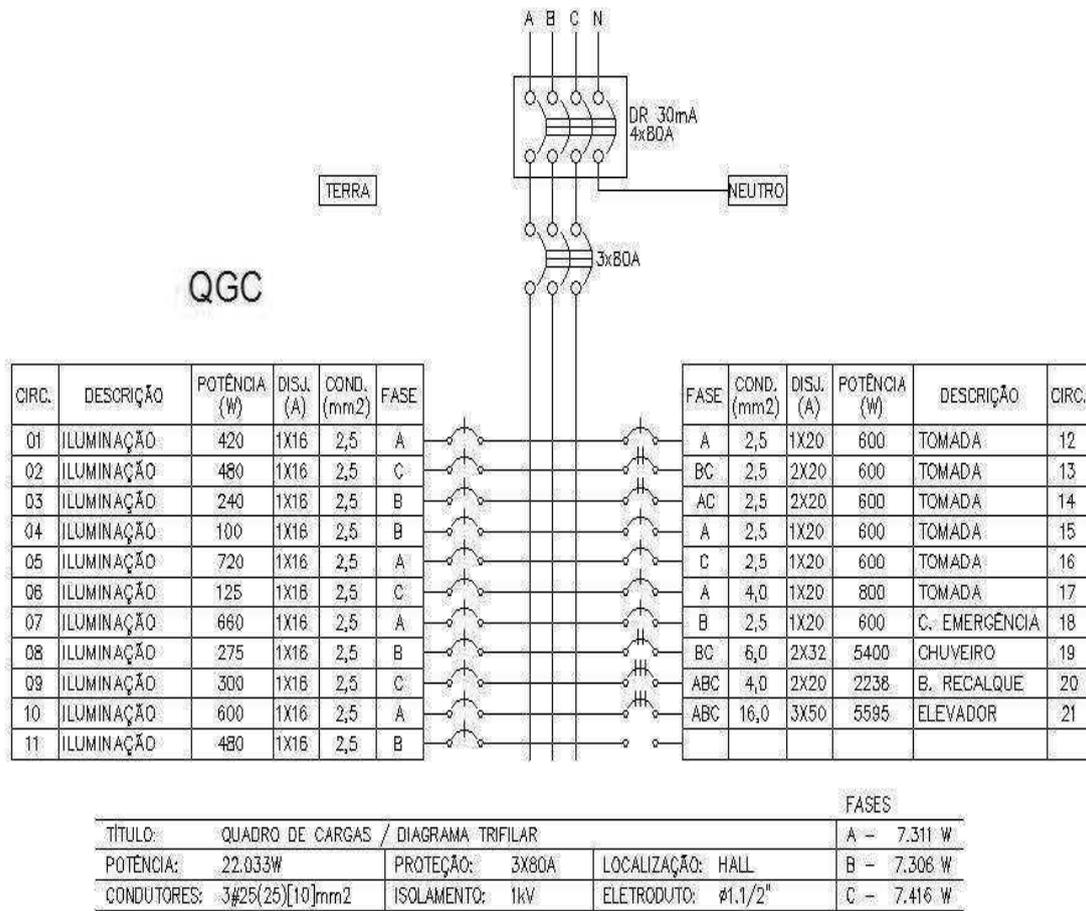


Figura 6. Diagrama trifilar quadro geral do condomínio (QGC).

4.5.1 PROTEÇÃO ADICIONAL CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS

O uso de dispositivos de proteção a corrente diferencial-residual com corrente diferencial-residual nominal $I_{\Delta n}$ igual ou inferior a 30 mA é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos. Neste projeto utilizou-se DRs de 30 mA.

4.6 UNIFILAR GERAL DA INSTALAÇÃO

O unifilar geral mostra as informações, desde a entrada de energia da ESCELSA, até os cabos chegando aos medidores das unidades consumidoras e os cabos de saídas desses medidores para os quadros nos apartamentos.

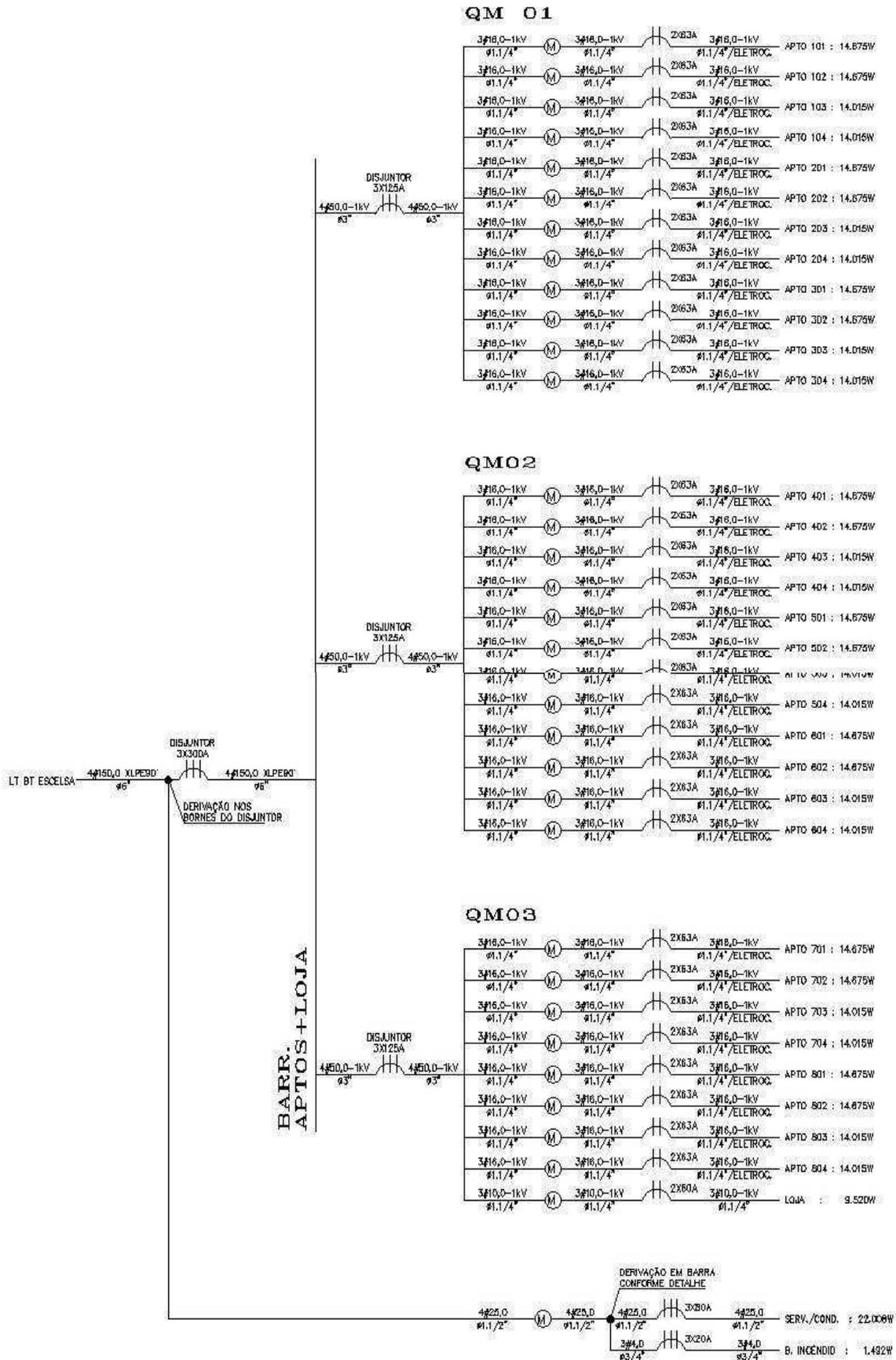


Figura 7. Unifilar geral da instalação.

4.7 PLANTA BAIXA DA ALIMENTAÇÃO DAS UNIDADES

CONSUMIDORAS

O alimentador geral sai de uma caixa de passagem no passeio, percorre pelo piso, e a partir do pavimento térreo ele passa a ser fixado na laje do teto do subsolo (ver detalhe sustentação de eletroduto na prancha 05/07 no Anexo B) até o QGBT. Do QGBT saem os alimentadores dos QM's e do medidor serviço/condomínio.

O alimentador geral foi dimensionado de acordo com a corrente calculada a partir da demanda total da edificação. Para a demanda total calculada foi encontrada uma corrente de aproximadamente 317,5 A, levando a escolha do condutor de cobre isolado com XLPE 90° com seção de 150 mm² (ver Tabela 13 do Anexo A).

4.7.1 PLANTA DE ALIMENTADORES DOS QUADROS DOS APARTAMENTOS

Para fazer a alimentação dos quadros dos apartamentos, desenha-se na planta do pavimento tipo o caminho que o eletroduto com os fios irá percorrer até chegar ao quadro de distribuição de cada apartamento. Os circuitos de alimentação saem dos QM's, percorre a prumada elétrica e alimentam os quadros de distribuição de cada apartamento (ver Figura 8).

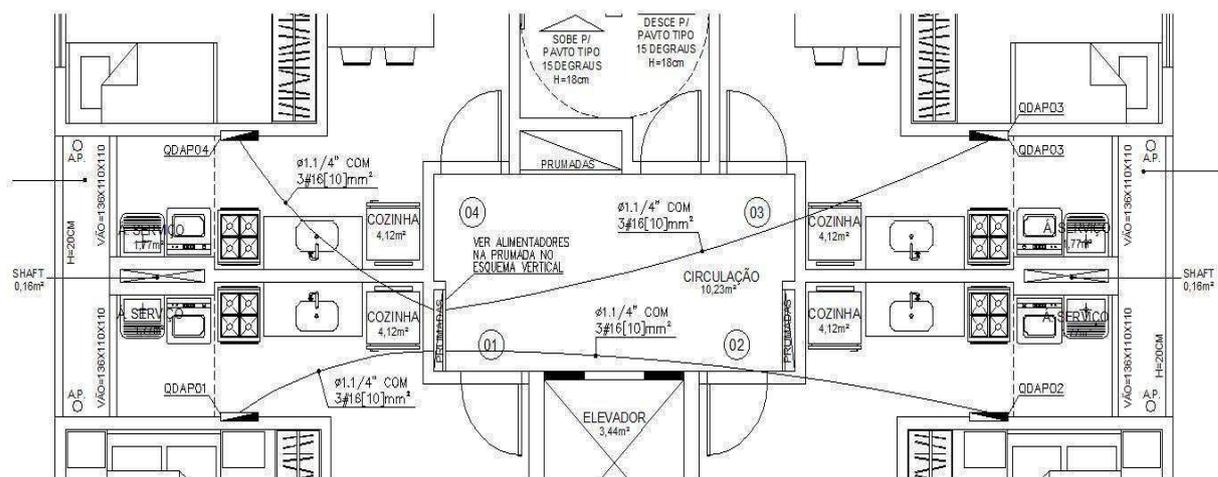


Figura 8. Alimentação dos quadro de distribuição dos apartamentos.

4.7.2 PLANTA DE ALIMENTADORES DO QUADRO DO CONDOMÍNIO

A representação de toda a instalação elétrica é feita pelo esquema vertical da edificação. O esquema vertical facilita para o projetista localizar todos os quadros dos apartamentos e do condomínio, localizar a posição dos QMs e QGBT.

4.9 PLANTA DE SITUAÇÃO DO EDIFÍCIO.

A planta de situação do edifício mostra a localização deste na cidade. A sua presença no projeto é requisitada pela ESCELSA.

4.10 VISTA DOS MEDIDORES

A vista dos medidores será frontal, com o quadro de medidores instalado na parede, o seu tamanho, a posição dos medidores dos apartamentos com a identificação de cada unidade consumidora (número do apartamento), a identificação dos eletrodutos que saem dos medidores, o eletroduto de alimentação de todo o barramento.

A caixa do barramento será em chapa metálica de aço galvanizado de 1,9 mm de espessura. Essa tampa deverá ter punhos para facilitar a sua retirada.

Na caixa encontram-se dispositivos de lacre e de segurança que garantem a inviolabilidade do barramento, garantindo também a proteção à vida.

A vista interna do barramento é demonstrada com detalhes da posição das barras de cobre, a chegada do cabo alimentador nessas barras e o detalhe de conexão desses cabos nas barras.

O número de medidores determina o tamanho das barras de cobre. Os furos de conexão dos cabos à barra de cobre deverão ter uma distância mínima de 10 cm entre si e entre os isoladores, e serão usados para cada dois medidores. Para cabos de alimentadores até 35 mm² a barra deverá ter furo de 1/4". Para cabos superiores a 35 mm² a barra deverá ter furo de 3/8". Para esta edificação, há três quadros de medidores, sendo dois com 12 medidores e um com 9 medidores, cujos cabos de alimentação são de 50 mm², portanto será preciso de uma barra com 6 furos de 3/8" cada. E como tem-se um cabo de 150 mm² de alimentação do QM, precisa-se de um furo de 3/8" nessa barra para a conexão desse cabo.

A vista interna do QM irá mostrar, na Figura 10, a disposição da barra de cobre e a localização das entradas dos cabos de alimentação.

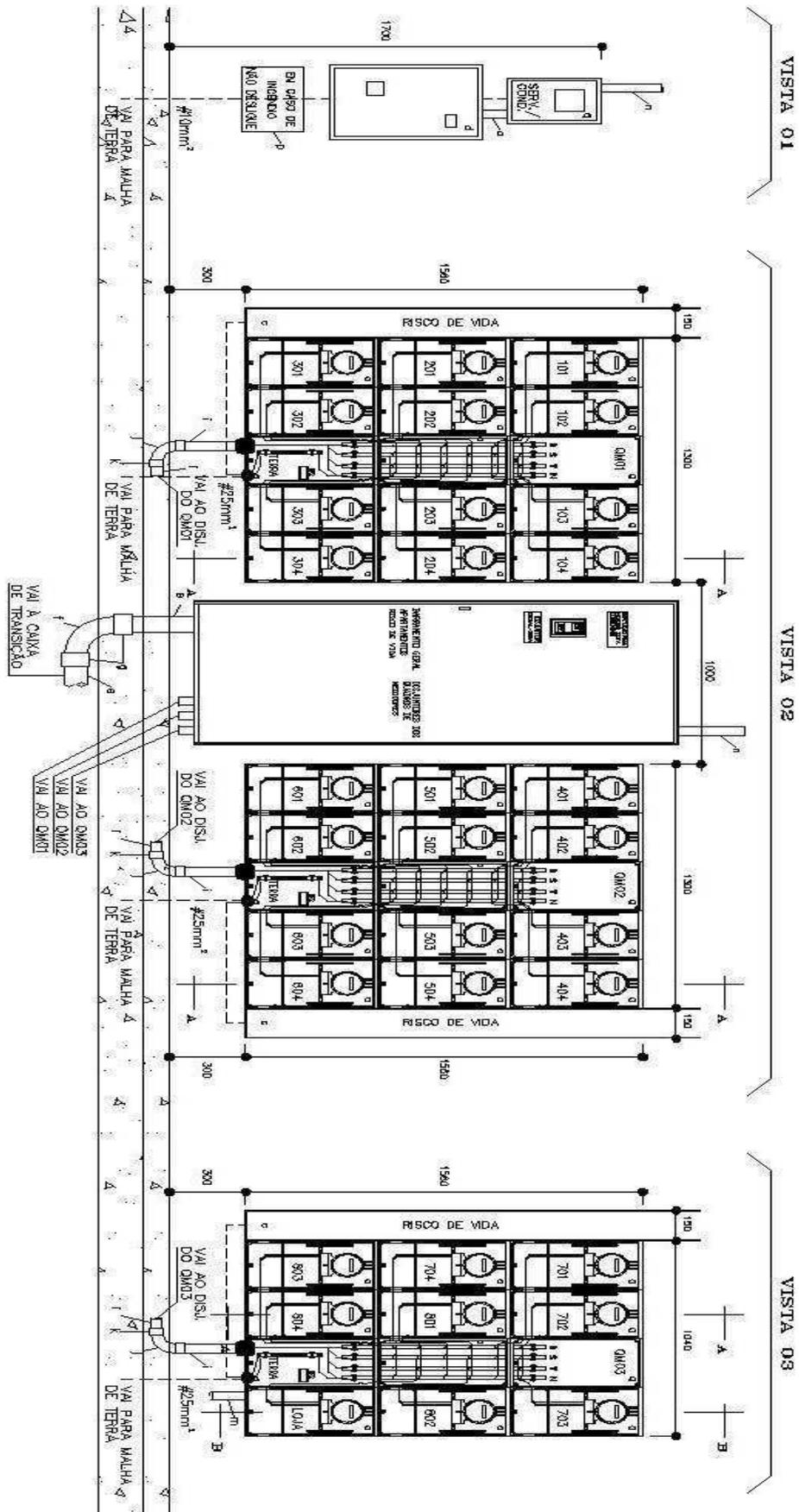


Figura 10. Vista dos Medidores e do QGBT.

5 ESTUDO DE CASO - EDIFÍCIO CIDAL

A implantação do sistema estrutural foi realizada baseando-se no projeto estrutural, arquitetônico e o projeto de SPDA, emitido pelo corpo de engenheiros responsáveis da empresa Hidrotec Construções e Serviços LTDA. O projeto de SPDA foi feito pelo aluno de graduação do curso de engenharia elétrica na UFCG, Thiago de Lima França e foi supervisionado pelo engenheiro eletricitista Fernando Augusto Adnet, CREA nº 001916/D, também membro desta empresa. As plantas do projeto de SPDA podem ser observadas no Anexo F.

O edifício Cidal localiza-se no seguinte endereço: rua fortaleza, lotes 08 e 09, bairro itapoã, Vila Velha-ES.

A edificação consiste dos seguintes pavimentos:

- i. Pavimento subsolo;
- ii. Pavimento térreo;
- iii. Pavimento garagem;
- iv. Pavimento pilotis;
- v. Pavimento tipo (x13);
- vi. Pavimento cobertura lazer coletivo;
- vii. Pavimento telhado/barrilete;
- viii. Pavimento cobertura caixa d'água.

5.1 AVALIAÇÃO DAS NECESSIDADES DE SPDA LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO O ANEXO B, DA NBR-5419

O ranking de incidência de descargas por município no Brasil no biênio de 2008, realizado pela Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas (BrasilDAT) em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas (INPE), levando em consideração o Anexo D, a edificação Cidal localizada no município de Vila Velha – ES tem uma densidade de descargas para a terra (N_g) igual a 0,6896 km²/ano.

Para esta edificação, a avaliação da necessidade de proteção é avaliada em seis etapas:

- i. Parâmetros da edificação: comprimento, largura e altura;
- ii. Avaliação do risco de exposição:

$$A_e = (C \times L) + (2 \times C \times A) + (2 \times L \times A) + (\pi \times A^2), \quad (1)$$

em que C é o comprimento [m], L é a largura [m] e A é a altura [m] da edificação.

- iii. Densidade de descargas para a terra:

$$N_g = 0,04 \times T_d^{1,25}, \quad (2)$$

onde, T_d é o índice ceráunico, e indica o número de dias do ano em que foi ouvida uma trovoadas na região. O índice T_d pode ser obtido a partir do mapa de curvas isoceráunicas, como mostra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Onde N_g densidade de descargas para a terra [raios por km²/ano].

- iv. Frequência média anual previsível de descargas:

$$N_d = N_g \times A_e \times 10^{-6} \quad (3)$$

onde N_d frequência média anual previsível de descargas [raios por ano].

- v. Fatores de Ponderação:

- A = Tipo de ocupação da estrutura;
- B = Tipo de construção da estrutura;
- C = Conteúdo da estrutura;
- D = Localização da estrutura;
- E = Topografia.

- vi. Avaliação geral de risco N_{dc} :

$$N_{dc} = A \times B \times C \times D \times E \times N_g \quad (4)$$

- $N_{dc} \geq 10^{-3}$ A estrutura requer proteção;
- $10^{-3} > N_{dc} > 10^{-5}$ A necessidade poderá ser discutida com o proprietário;
- $N_{dc} \leq 10^{-5}$ A estrutura não requer proteção.

Para esta edificação, a avaliação do risco de exposição, de acordo com os parâmetros da edificação e a equação (1), tem-se:

$$L = 20,44 \text{ m}$$

$$C = 15,20 \text{ m}$$

$$A = 49,00 \text{ m}$$

$$A_e = (15,20 \times 20,44) + (2 \times 15,20 \times 49) + (2 \times 20,44 \times 49) + (\pi \times 49^2) [m^2]$$

$$A_e = 11346,37 \text{ m}^2$$

A frequência média anual previsível de descargas atmosféricas sobre a estrutura, de acordo com a equação(3), será:

$$N_d = 0,6896 \times 11346,37 \times 10^{-6} [\text{raios por ano}]$$

$$N_d = 0,0078242016 [\text{raios por ano}]$$

Nesta seguinte fase, aplicaremos os fatores de ponderação indicados na Tabela 17, Tabela 18, Tabela 19, Tabela 20 e Tabela 21, estas tabelas podem ser observadas no Anexo E deste trabalho, para então, calcular-se a avaliação geral de risco (N_{dc}). A seguir, os fatores de ponderação estão indicados na Tabela 8

Tabela 8. Fatores de ponderação.

	Fator
Fator A	1,20
Fator B	0,40
Fator C	0,30
Fator D	0,40
Fator E	1,00

Os fatores de ponderação obtidos estão baseado na estrutura do edifício Cidal por ser um edifício de escritórios, localizado em uma grande área que contém outras estruturas da mesma altura. Conforme os resultados obtidos, descobre-se a necessidade de implantação de um SPDA. Esta avaliação é feita aplicando-se os fatores de ponderação, e é obtida pela Equação 4.

$$N_{dc} = A \times B \times C \times D \times E \times N_d$$

$$N_{dc} = 1,20 \times 0,40 \times 0,30 \times 0,40 \times 1,00 \times 0,0078242016$$

$$N_{dc} = 4.5067401216 \times 10^{-4}$$

como $10^{-3} > 4.5067401216 \times 10^{-4} > 10^{-5}$ a necessidade de proteção poderá ser discutida em comum acordo entre projetista e proprietário.

Entretanto, como a edificação é de concreto armado e sua fundação ainda não tinha sido iniciada, determinou-se que seria empregado o SPDA e o sistema seria estrutural.

5.2 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA ESTRUTURAL

Abaixo serão descritos os quatro passos para a execução do sistema estrutural: fundação, descida, captação e equalização de potenciais.

5.2.1 PILARES CONTÍNUOS

O projeto estrutural indica onde os pilares contínuos encontram-se. Se não existisse este projeto, testes de continuidade seriam realizados para identificar os pilares contínuos.

5.2.2 ANÁLISE DA FUNDAÇÃO

De acordo com o projeto estrutural a fundação desta edificação é menor que cinco metros, portanto, é denominada de fundação direta. Logo, a instalação das barras adicionais dentro das fundações foi instalada o mais profundo possível, acerca de 20 cm afastado do solo, sem atingi-lo, pois a acidez poderia corroer a barra mesmo sendo galvanizada a fogo após garantir a continuidade com três clips ou conectores galvanizados.

No nível do solo (viga baldrame) foram instaladas barras adicionais horizontalmente interligando todas as barras adicionais instaladas nos pilares verticalmente. Assim, evidenciou-se o aterramento em anel, prescrito na norma NBR5419/2001.

Obviamente como há cruzamentos de ferragens verticais dos pilares com ferragens horizontais das vigas lajes e blocos, a “RE BAR” é ligada por um ferro comum em forma de “L”, medindo 20cm por 20cm, interligando-as com arame PG7.

Podemos observar todas essas dinâmicas na Figura 15, Figura 16, Figura 18 e Figura 21 do Anexo C, assim como a planta baixa do pavimento subsolo no anexo F. As demais ferragens verticais foram interligadas em posições alternadas.

5.2.3 DESCIDAS

Desde a fundação até o ponto mais alto, as barras adicionais de aço liso galvanizada a fogo foram instaladas dentro de todos os pilares contínuos da edificação, desta forma identifica-se o sistema de descida. As barras estão fixadas na parte interna dos estribos do pilar, posicionando paralelamente às demais armaduras, somente nos pilares externos (de fachada) as barras estão instaladas na face mais externa do pilar, para que ao receber descargas laterais somente pilares externos sejam atingidos. Já nos pilares internos a instalação foi feita em qualquer face, porém sempre dentro dos estribos, sem invasão do cobrimento e nunca ocupando centro (núcleo) do pilar.

As ferragens verticais dos pilares quando cruzadas com as armaduras horizontais das vigas lajes e blocos, podendo observar este cruzamento na Figura 19 no anexo C, foram amarradas com os ferros da própria construção e interligadas por ferro comum em forma de L com 20cm X 20cm, tais amarrações foram repetidas sucessivamente em todas as lajes com todos os pilares contínuos pertencentes a edificação.

Na última laje (planta baixa pavimento cobertura lazer coletivo), os pilares que param foram interligados por barras adicionais com os pilares que continuaram para os níveis superiores. A conexão foi feita na horizontal, por cliques localizados dentro da laje, vigas e todas as emendas das barras.

5.2.4 CAPTAÇÃO

Esta etapa foi feita basicamente a interligação das “RE-BARs” nos últimos níveis da edificação, ou seja, a captação foi interligada horizontalmente com as barras adicionais que afloraram destes níveis. Para esta edificação foi adotado o método de captação por cima.

No pavimento telhado e caixa d'água, a captação instalada foi por cima, logo as barras foram instaladas por cima do parapeito e interligadas com cabo de cobre nu bitola 35mm², na horizontal, atentar para Figura 12 e Figura 14 do anexo C. Com a gaiola de Faraday pronta foi realizada a amarração na “RE-BARS” e no terminal aéreo em alvenaria, estando as “RE-BARS” conectadas as ferragens do pilar. A escada de marinho que dá acesso a caixa d'água também foi aterrada, assim como, as tapas deste pavimento.

Para proteger uma estrutura específica, utilizou-se o captor Franklin no pavimento da caixa d'água, de modo que a mesma ficou dentro do cone de proteção projetado pela ponta do Pára-Raios.

5.2.5 EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS DO SPDA

As massas metálicas foram executadas no nível do solo e a cada 20m de altura, sendo conectadas na caixa de equalização do sistema, conforme a norma regulamentadora.

Após realizada a equalização conforme o parágrafo acima, a caixa de equalização foi instalada num pilar o mais equidistante possível do DG (quadro da concessionária telefônica) e do QDG (quadro da concessionária de energia elétrica) interligando a caixa a qualquer armadura do pilar. Teve-se o cuidado de remover as quinas de cobertura de concreto para que encontrasse as armaduras e consequentemente as ferragens de intermediação.

5.2.6 REALIZAÇÃO DE TESTES

O corpo de bombeiro exige um teste de continuidade previsto em norma, para saber se o pilar está contínuo e não “quebrado”. O teste de continuidade elétrica é realizado entre os pontos extremos das barras interligadas, utilizando um instrumento de medição chamado Microohmímetro. O valor da resistência de contato elétrico foi menor ou igual a 1 ohm, estando assim de acordo com a norma regulamentadora.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estágio integrado curricular, por se tratar de uma experiência profissional, proporcionou o desenvolvimento do conhecimento a partir do convívio com profissionais experientes e a vivência das relações com outros profissionais e clientes.

Num aspecto mais abrangente, foi possível constatar a vasta contribuição que o engenheiro eletricitista desenvolve no campo de projetos elétricos, suas dificuldades, e sua importância na perfeita execução destes serviços uma vez que dele depende a responsabilidade e a qualidade dos serviços executados.

Advertindo que o profissional pode ser responsabilizado pela ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) que entrega junto ao CREA, civil e criminalmente por sinistros causados no exercício de suas atividades como, por exemplo, contratual ou incêndios provocados por sobrecarga ou erro na especificação e dimensionamento de componentes, ou ainda, por faltas éticas que contrarie a conduta moral na execução da atividade profissional.

Finalmente, minha recomendação é que pequenas ou grandes empresas deste segmento sigam o exemplo da empresa Hidrotec Construções e Serviços Ltda., gerando oportunidades de estágio, emprego e renda aos novos talentos que estão concluindo ou já concluíram o curso superior, ressaltando, a consciência da aplicabilidade das normas técnicas como um todo não só por uma questão ética mas, por respeito ao consumidor final (cliente).

7 REFERÊNCIAS

ALVES, Normando V. B. **Instalações Elétricas** 2. Ed. São Paulo: Sertec, 1999.

ALVES, Normando V. B. **Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas** Belo Horizonte, 1999. (Apostila).

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. **NBR 5419/2001**. Proteção de Estruturas contra Descargas Atmosféricas.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 14. Ed. Rio de Janeiro. LTC, 2000.

FILHO, J. M. **Instalações Elétricas Industriais**. 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

KINDERMANN, G. **Descargas Atmosféricas** 6. Ed. Porto Alegre: Sagra, 1995.

LEITE, D.M. & LEITE, C.M. **Proteção Contra Descargas Atmosféricas**. Oficina de Mydia Ed. Ltda. São Paulo, 1997.

IEEE-STD-80. **Guide for Safety in Alternating Current substation Grounding**, 1976.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. Guide for Safety in Substation Grounding, IEEE STD 80, 1976.

TECHNE N°. 34 - **Artigo sobre proteção de estruturas contra descargas atmosféricas**, de acordo com a norma NBR5419/93. (autor: Eng. Normando Alves), Ed. PINI, Minas Gerais, 1999.?’

NORMA TÉCNICA NO.PN.03.24.0002, 2011. **Fornecimento de Energia Elétrica em Tensões Secundária Edificações Coletivas**. EDP Escelsa - Concessionária de Energia do Espírito Santo –Espírito Santo Centrais Elétricas S.A. NO.PN.03.24.0002

ANEXO A – TABELAS DA NORMA TÉCNICA DA EDP ESCELSA E DO CODI

Tabela 9. Cálculo da parcela de demanda de um apartamento em função da área útil.

Área (m ²)	kVA														
		51	1.16	101	2.17	151	3.12	201	4.03	251	4.81	301	5.76	351	6.83
		52	1.20	102	2.19	152	3.13	202	4.04	252	4.83	302	5.80	352	6.85
		53	1.22	103	2.21	153	3.15	203	4.05	253	4.85	303	5.81	353	6.86
		54	1.24	104	2.23	154	3.17	204	4.09	254	4.86	304	5.83	354	6.88
		55	1.26	105	2.25	155	3.19	205	4.10	255	4.88	305	5.85	355	6.70
		56	1.28	106	2.27	156	3.21	206	4.12	256	5.00	306	5.86	356	6.72
		57	1.30	107	2.29	157	3.23	207	4.13	257	5.02	307	5.88	357	6.73
		58	1.32	108	2.31	158	3.25	208	4.15	258	5.03	308	5.90	358	6.75
		59	1.34	109	2.33	159	3.28	209	4.17	259	5.05	309	5.92	359	6.77
		60	1.36	110	2.35	160	3.29	210	4.19	260	5.07	310	5.93	360	6.78
		61	1.38	111	2.37	161	3.30	211	4.20	261	5.08	311	5.95	361	6.80
		62	1.40	112	2.39	162	3.32	212	4.22	262	5.10	312	5.97	362	6.82
		63	1.43	113	2.40	163	3.34	213	4.24	263	5.12	313	5.98	363	6.83
		64	1.45	114	2.42	164	3.38	214	4.28	264	5.14	314	6.00	364	6.85
		65	1.47	115	2.44	165	3.37	215	4.28	265	5.10	315	6.02	365	6.87
		66	1.49	116	2.46	166	3.39	216	4.29	266	5.17	316	6.04	366	6.88
		67	1.51	117	2.48	167	3.41	217	4.31	267	5.19	317	6.05	367	6.90
		68	1.53	118	2.60	168	3.43	218	4.33	268	5.21	318	6.07	368	6.92
	1.00	69	1.55	119	2.52	169	3.45	219	4.35	269	5.23	319	6.09	369	6.93
20	1.00	70	1.57	120	2.54	170	3.47	220	4.30	270	5.24	320	6.10	370	6.95
21	1.00	71	1.59	121	2.56	171	3.48	221	4.38	271	5.25	321	6.12	371	6.97
22	1.00	72	1.61	122	2.67	172	3.60	222	4.40	272	5.28	322	6.14	372	6.98
23	1.00	73	1.63	123	2.66	173	3.62	223	4.42	273	5.28	323	6.16	373	7.00
24	1.00	74	1.65	124	2.61	174	3.54	224	4.44	274	5.31	324	6.17	374	7.02
25	1.00	75	1.67	125	2.63	175	3.56	225	4.45	275	5.33	325	6.19	375	7.03
26	1.00	76	1.69	126	2.65	176	3.57	226	4.47	276	5.35	326	6.21	376	7.05
27	1.00	77	1.71	127	2.67	177	3.59	227	4.49	277	5.38	327	6.22	377	7.07
28	1.00	78	1.73	128	2.68	178	3.61	228	4.51	278	5.35	328	6.24	378	7.08
29	1.00	79	1.75	129	2.71	179	3.63	229	4.52	279	5.40	329	6.26	379	7.10
30	1.00	80	1.76	130	2.73	180	3.65	230	4.54	280	5.42	330	6.27	380	7.12
31	1.00	81	1.78	131	2.74	181	3.67	231	4.58	281	5.43	331	6.29	381	7.14
32	1.00	82	1.80	132	2.76	182	3.69	232	4.59	282	5.45	332	6.31	382	7.15
33	1.00	83	1.82	133	2.78	183	3.70	233	4.59	283	5.47	333	6.33	383	7.17
34	1.00	84	1.84	134	2.80	184	3.72	234	4.01	284	5.49	334	6.34	384	7.19
35	1.00	85	1.86	135	2.82	185	3.74	235	4.53	285	5.50	335	6.36	385	7.20
36	1.00	86	1.88	136	2.84	186	3.78	236	4.85	286	5.52	336	6.38	386	7.22
37	1.00	87	1.90	137	2.88	187	3.77	237	4.87	287	5.54	337	6.39	387	7.24
38	1.00	88	1.92	138	2.86	188	3.79	238	4.88	288	5.55	338	6.41	388	7.25
39	1.00	89	1.94	139	2.89	189	3.81	239	4.70	289	5.57	339	6.43	389	7.27
40	1.00	90	1.96	140	2.91	190	3.83	240	4.72	290	5.60	340	6.44	390	7.29
41	1.00	91	1.98	141	2.93	191	3.85	241	4.74	291	5.61	341	6.46	391	7.30
42	1.00	92	2.00	142	2.95	192	3.88	242	4.75	292	5.62	342	6.48	392	7.32
43	1.01	93	2.02	143	2.97	193	3.88	243	4.77	293	5.64	343	6.50	393	7.34
44	1.03	94	2.04	144	2.99	194	3.90	244	4.79	294	5.65	344	6.51	394	7.35
45	1.05	95	2.06	145	3.01	195	3.92	245	4.91	295	5.68	345	6.53	395	7.37
46	1.08	96	2.08	146	3.02	196	3.94	246	4.92	296	5.69	346	6.55	396	7.38
47	1.10	97	2.10	147	3.04	197	3.95	247	4.94	297	5.71	347	6.56	397	7.40
48	1.12	98	2.12	148	3.06	198	3.97	248	4.80	298	5.57	348	6.58	398	7.42
49	1.14	99	2.14	149	3.08	199	3.99	249	4.98	299	5.74	349	6.60	399	7.44
50	1.18	100	2.16	150	3.10	200	4.01	250	4.99	300	5.76	350	6.61	400	7.45

Fonte: CODI

Tabela 10. Diversificação em função da quantidade de apartamentos.

Nº Aptos	F. Div										
1	1,00	51	35,90	101	53,59	151	74,74	201	80,88	251	82,73
2	1,90	52	36,40	102	53,84	152	74,88	202	80,94	252	82,74
3	2,82	53	37,02	103	54,09	153	75,04	203	80,98	253	82,75
4	3,88	54	37,58	104	54,34	154	75,18	204	81,04	254	82,76
5	4,84	55	38,14	105	54,59	155	75,34	205	81,08	255	82,77
6	5,80	56	38,70	106	54,84	156	75,48	206	81,14	256	82,78
7	6,76	57	39,28	107	55,09	157	75,64	207	81,18	257	82,79
8	7,72	58	39,82	108	55,34	158	75,79	208	81,24	258	82,80
9	8,88	59	40,38	109	55,59	159	75,94	209	81,29	259	82,81
10	9,84	60	40,94	110	55,84	160	76,09	210	81,34	260	82,82
11	10,42	61	41,50	111	56,09	161	76,24	211	81,39	261	82,83
12	11,20	62	42,08	112	56,34	162	76,39	212	81,44	262	82,84
13	11,93	63	42,62	113	56,60	163	76,54	213	81,49	263	82,85
14	12,78	64	43,18	114	56,84	164	76,69	214	81,54	264	82,86
15	13,64	65	43,74	115	57,09	165	76,84	215	81,59	265	82,87
16	14,32	66	44,30	116	57,34	166	76,99	216	81,64	266	82,88
17	15,10	67	44,98	117	57,60	167	77,14	217	81,69	267	82,89
18	15,98	68	45,42	118	57,84	168	77,29	218	81,74	268	82,90
19	16,88	69	45,98	119	58,09	169	77,44	219	81,79	269	82,91
20	17,44	70	46,54	120	58,34	170	77,60	220	81,94	270	82,92
21	18,04	71	47,10	121	58,59	171	77,74	221	81,98	271	82,93
22	18,65	72	47,68	122	58,84	172	77,89	222	81,94	272	82,94
23	19,25	73	48,22	123	59,09	173	78,04	223	81,99	273	82,95
24	19,80	74	48,78	124	59,34	174	78,19	224	82,04	274	82,96
25	20,40	75	49,34	125	59,59	175	78,34	225	82,08	275	82,97
26	21,00	76	49,90	126	59,79	176	78,44	226	82,12	276	82,98
27	21,67	77	50,49	127	59,99	177	78,54	227	82,15	277	82,99
28	22,27	78	51,02	128	60,19	178	78,64	228	82,17	278	82,99
29	22,88	79	51,58	129	60,39	179	78,74	229	82,18	279	82,99
30	23,48	80	52,14	130	60,59	180	78,84	230	82,22	280	82,99
31	24,08	81	52,70	131	60,79	181	78,94	231	82,24	281	82,99
32	24,69	82	53,28	132	60,99	182	79,04	232	82,27	282	82,99
33	25,29	83	53,82	133	61,19	183	79,14	233	82,29	283	82,99
34	25,90	84	54,38	134	61,39	184	79,24	234	82,32	284	82,99
35	26,50	85	54,94	135	61,60	185	79,34	235	82,34	285	82,99
36	27,10	86	55,50	136	61,79	186	79,44	236	82,37	286	82,99
37	27,71	87	56,08	137	61,99	187	79,54	237	82,39	287	82,99
38	28,31	88	56,62	138	62,19	188	79,64	238	82,42	288	82,99
39	28,92	89	57,18	139	62,39	189	79,74	239	82,44	289	82,99
40	29,52	90	57,74	140	62,59	190	79,84	240	82,47	290	82,99
41	30,12	91	58,30	141	62,79	191	79,94	241	82,49	291	82,99
42	30,73	92	58,98	142	62,99	192	80,04	242	82,52	292	82,99
43	31,33	93	59,42	143	63,19	193	80,14	243	82,54	293	82,99
44	31,84	94	59,99	144	63,39	194	80,24	244	82,57	294	82,99
45	32,54	95	60,54	145	63,59	195	80,34	245	82,59	295	82,99
46	33,10	96	61,10	146	63,79	196	80,44	246	82,62	296	82,99
47	33,65	97	61,68	147	63,99	197	80,54	247	82,64	297	82,99
48	34,22	98	62,22	148	64,19	198	80,64	248	82,67	298	82,99
49	34,78	99	62,78	149	64,39	199	80,74	249	82,69	299	82,99
50	35,34	100	63,34	150	64,59	200	80,84	250	82,72	300	82,99

Fonte: CODI

Tabela 11. determinação da potência (kVA) em função da quantidade de motores.

Potência do Motor (CV)	QT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	FD	1	1,5	1,9	2,3	2,7	3	3,3	3,6	3,9	4,2
1/3		0.65	0.98	1.24	1.50	1.76	1.95	2.15	2.34	2.53	2.73
1/2		0.87	1.31	1.65	2.00	2.35	2.61	2.87	3.13	3.39	3.65
3/4		1.26	1.89	2.39	2.90	3.40	3.78	4.16	4.54	4.91	5.29
1		1.52	2.28	2.89	3.50	4.10	4.56	5.02	5.47	5.93	6.38
1 1/2		2.17	3.26	4.12	4.99	5.86	6.51	7.16	7.81	8.46	9.11
2		2.7	4.05	5.13	6.21	7.29	8.10	8.91	9.72	10.53	11.34
3		4.04	6.06	7.68	9.29	10.91	12.12	13.33	14.54	15.76	16.97
4		5.03	7.55	9.56	11.57	13.58	15.09	16.60	18.11	19.62	21.13
5		6.02	9.03	11.44	13.85	16.25	18.86	19.87	21.67	23.48	25.28
7 1/2		8.65	12.98	16.44	19.90	23.36	25.95	28.55	31.14	33.74	36.33

Tabela 12. Fatores de demanda - iluminação e tomadas de uso geral.

Descrição	Fator de Demanda
Auditórios, salões para exposições e semelhantes	1,00
Bancos, lojas e semelhantes	1,00
Barbearias, salões de beleza e semelhantes	1,00
Clubes e semelhantes	1,00
Escolas e semelhantes	1,00 para os primeiros 12 [kW] 0,50 para o que exceder a 12 [kW]
Escritório (edifícios)	1,00 para os primeiros 20 [kW] 0,70 para o que exceder a 20 [kW]
Garagens comerciais e semelhantes	1,00
Hospitais e semelhantes	0,40 para os primeiros 50 [kW] 0,20 para o que exceder a 50 [kW]
Hotéis e semelhantes	0,50 para os primeiros 20 [kW] 0,40 para o que exceder a 20 [kW]
Igrejas e semelhantes	1,00
Indústrias	1,00
Restaurantes e semelhantes	1,00

Tabela 13. Capacidade de condução [A] para condutores de cobre.

Seção Nominal (mm ²)	PVC / 70°C		XLPE / 90°C e EPR / 90°C	
	2 Condutores Carregados FN	3 Condutores Carregados FFN/FFRN	2 Condutores Carregados FN	3 Condutores Carregados FFN/FFFN
10	57	50	75	66
16	76	68	100	88
25	101	89	133	117
35	125	110	164	144
50	151	134	198	175
70	192	171	253	222
95	232	207	306	269
120	269	239	354	312
150	309	275	407	358
185	353	314	464	408
240	415	370	546	481

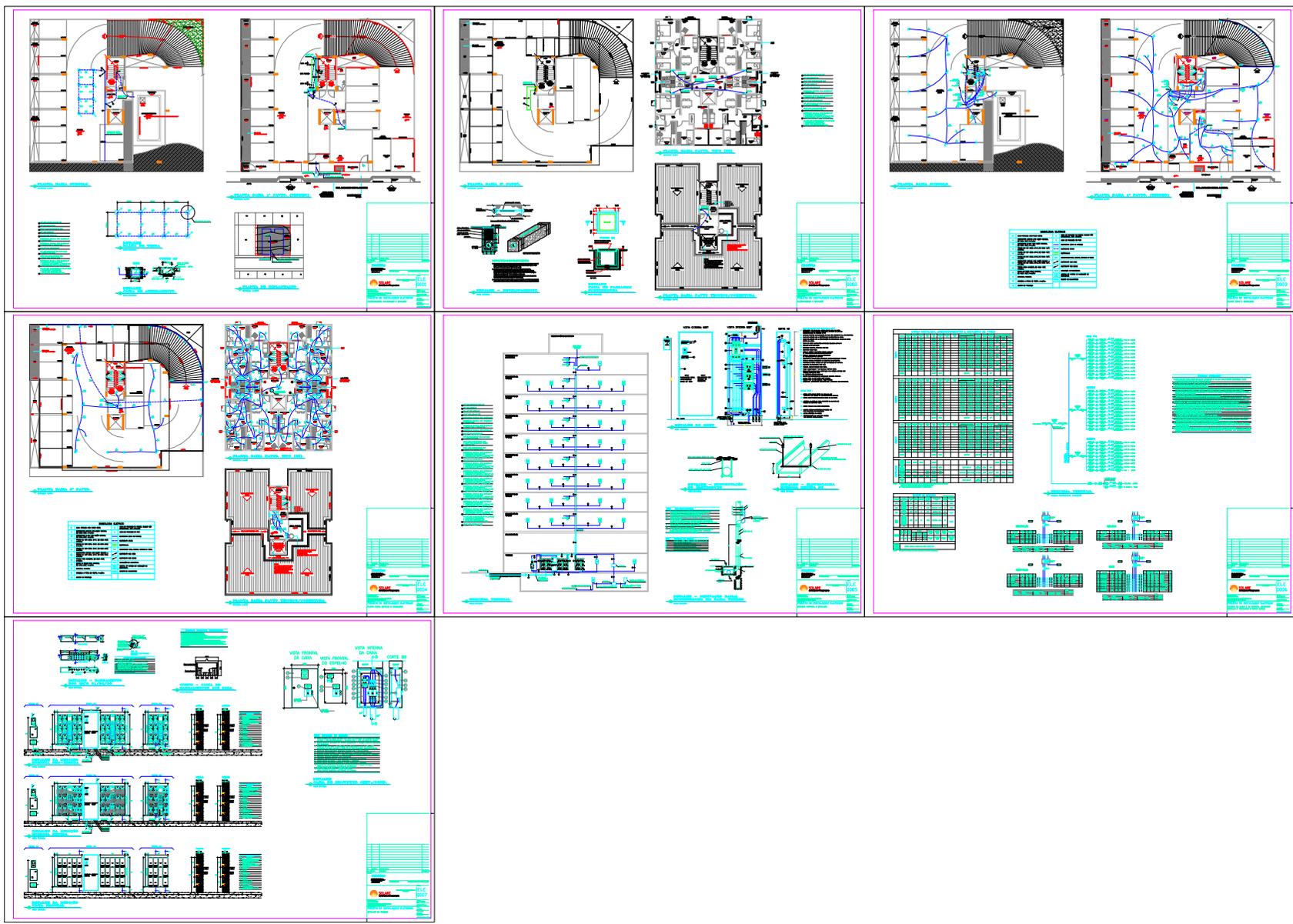
Tabela 14. Proteção contra sobrecorrente em unidades consumidoras integrante do grupo B.

Potência Instalada [W]	Disjuntor de Proteção [A]					
	Ligação Monofásica		Ligação Bifásica		Ligação Trifásica	
	127[V]	220 [V]	220 [V]	380 [V]	220 [V]	380 [V]
0,1 a 2337	20	20	20	20	20	20
2337,01 a 2921	25	20	20	20	20	20
2921,01 a 3505	30	20	20	20	20	20
3505,01 a 3738	32	20	20	20	20	20
3738,01 a 4673	40	25	20	20	20	20
4673,01 a 5842	50	32	25	20	20	20
5842,01 a 7360	63	40	30	20	20	20
7360,01 a 9000	80	50	40	20	25	20
9000,01 a 11684	N.A	N.A	50	32	32	20
11684,01 a 15000	N.A	N.A	63	40	40	25
15000,01 a 17520	N.A	N.A	N.A	N.A	50	
17520,01 a 22000	N.A	N.A	N.A	N.A	63	32
22000,01 a 28000	N.A	N.A	N.A	N.A	80	50
28000,01 a 35000	N.A	N.A	N.A	N.A	100	63
35000,01 a 43800	N.A	N.A	N.A	N.A	125	80
43800,01 a 52580	N.A	N.A	N.A	N.A	150	
52580,01 a 61347	N.A	N.A	N.A	N.A	175	100
61347,01 a 75000	N.A	N.A	N.A	N.A	200	125

TABELA 15. PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE/CONDUTORES E POSTES - TENSÃO 127/220 VOLTS.

Demanda Calculada [kVA]	Ramal de Entrada Cobre (PVC 70°)		Ramal de Ligação Quadruplex Alumínio (XLIPE 90 °C)	Eletroduto de Entrada (PVC)	Condutor Terra (cu_nu)	Postes/Coluna					
	(mm²)	Proteção Geral Entrada principal				Resistência Nominal		Circular		DT	
						daN	mm	mm	Topo	Base	Topo
	mm²		mm²	mm²	daN	mm	mm	mm	mm		
Até 25	25	Disjuntor Tripolar de 80 A	25	40	10	100	130	280	100 x 120	175 x 240	
25,001 a 35,00	35	Disjuntor Tripolar de 100 A	35	40	10	100	130	280	100 x 120	175 x 240	
35,001 a 43,00	50	Disjuntor Tripolar de 125 A	50	60	16	200	150	300	100 x 120	175 x 240	
43,001 a 52,00	70	Disjuntor Tripolar de 150 A	70	85	25	200	150	300	100 x 120	175 x 240	
52,001 a 70,00	95	Disjuntor Tripolar de 200 A ou Fusível NH 125 A / Chave de 250 A	120	85	25	300	160	310	110 x 140	260 x 350	
70,001 a 75,00	120	Disjuntor Tripolar de 225 A ou Fusível NH 160 A / Chave de 250 A	120	85	25	300	160	310	110 x 140	260 x 350	
75,001 a 78,00	120	Disjuntor Tripolar de 225 A ou Fusível NH 160 A / Chave de 250 A	120	P R O J E T A D O	P R O J E T A D O	300	160	310	110 x 140	260 x 350	
78,001 a 87,00	150	Disjuntor Tripolar de 250 A ou Fusível NH 200 A / Chave de 400 A	2 x 70			300	Coluna Projetada				
87,001 a 105,00	185	Disjuntor Tripolar de 300 A ou Fusível NH 224 A / Chave de 400 A	2 x 95	P R O J E T A D O	P R O J E T A D O	300	Coluna Projetada				
105,001 a 122,00	240	Disjuntor Tripolar de 350 A ou Fusível NH 250 A / Chave de 400 A	2 x 120			300	Coluna Projetada				
122,001 a 140,00	2x150	Disjuntor Tripolar de 400 A ou Fusível NH 315 A / Chave de 600 A	2 x 150			300	Coluna Projetada				
140,001 a 175,00	2x185	Disjuntor Tripolar de 500 A ou Fusível NH 355 A / Chave de 600 A	2 x 240 ou 3 x 150			600	Coluna Projetada				
175,001 a 210,00	2x240	Disjuntor Tripolar de 600 A ou Fusível NH 400 / Chave de 800 A	3 x 185			600	Coluna Projetada				
210,001 a 245,00	2x300 (nota 2)	Disjuntor Tripolar de 700 A ou Fusível NH 500 A / Chave de 800 A	3 x 240			600	Coluna Projetada				
245,001 a 300,00	3x300 ou 2x400 (nota 2)	Disjuntor Trifásico de 800 A	4 x 185			600	Coluna Projetada				

ANEXO B – PLANTAS DO EDIFÍCIO SAN MARTINS



ANEXO C - DETALHES DO SISTEMA ESTRUTURAL DO EDIFÍCIO CICAL

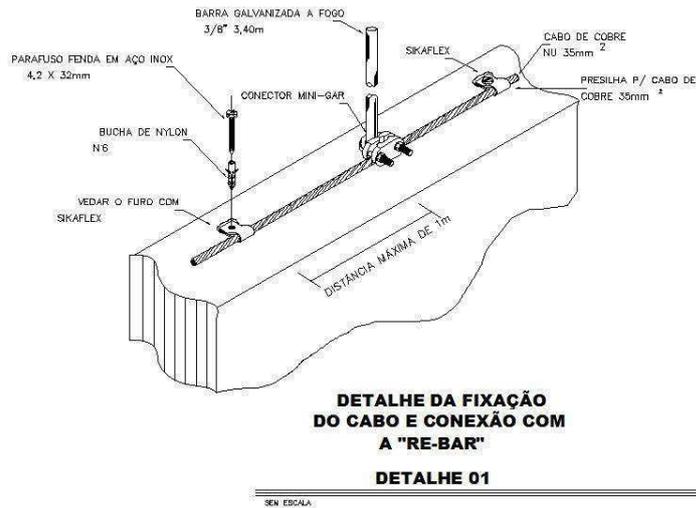


Figura 12. Detalhe 01.

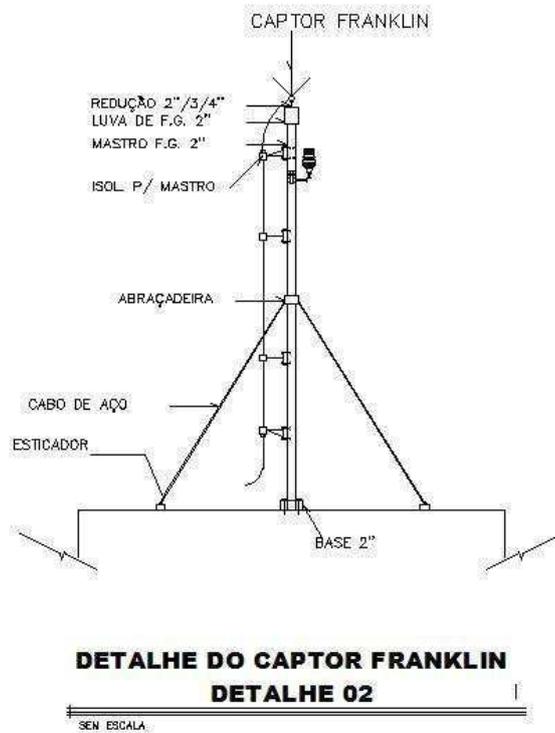
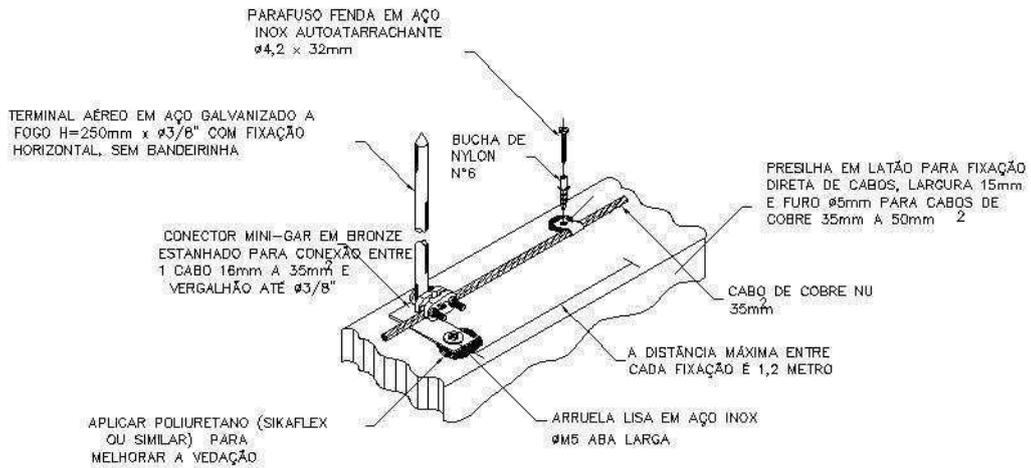


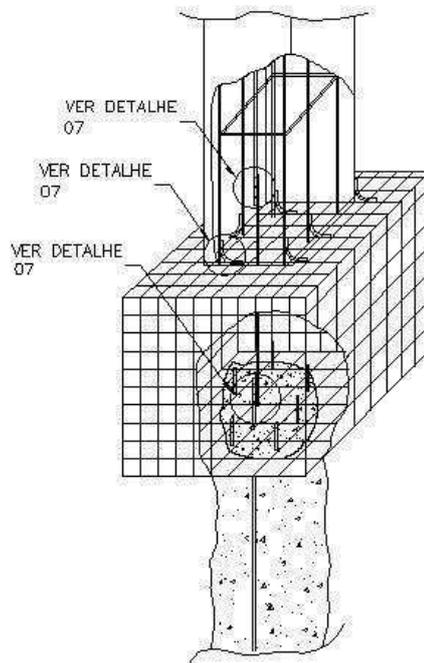
Figura 13. Detalhe 02.



DETALHE DE FIXAÇÃO DO CABO E TERMINAL AÉREO EM ALVENARIA DETALHE 03

SEM ESCALA

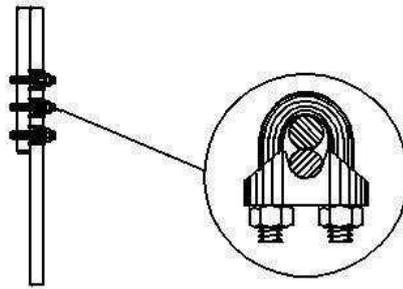
Figura 14. Detalhe 03.



CONEXÃO DA RE-BAR A FERRAGEM DA SAPATA DOS PILARES DETALHE 4

SEM ESCALA

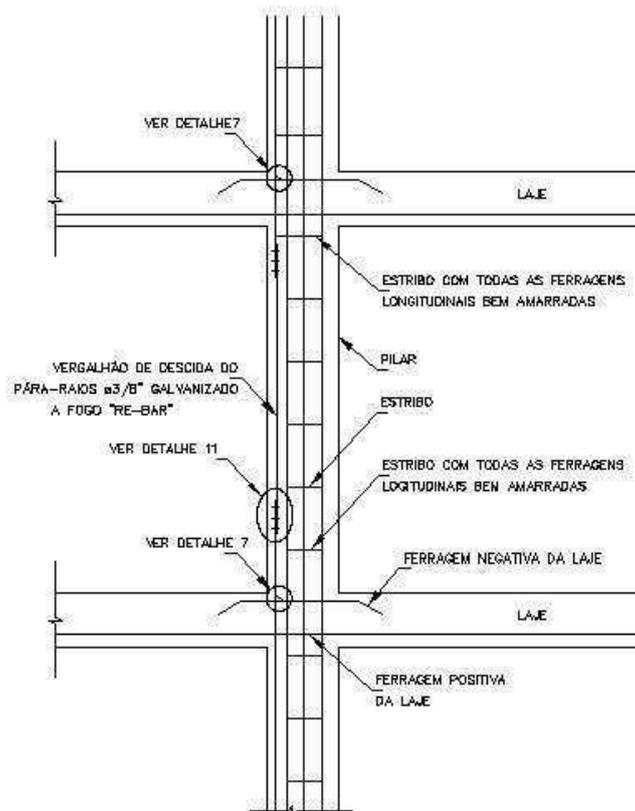
Figura 15. Detalhe 04.



DETALHE DA CONEXÃO ENTRE BARRAS DETALHE 5

SEM ESCALA

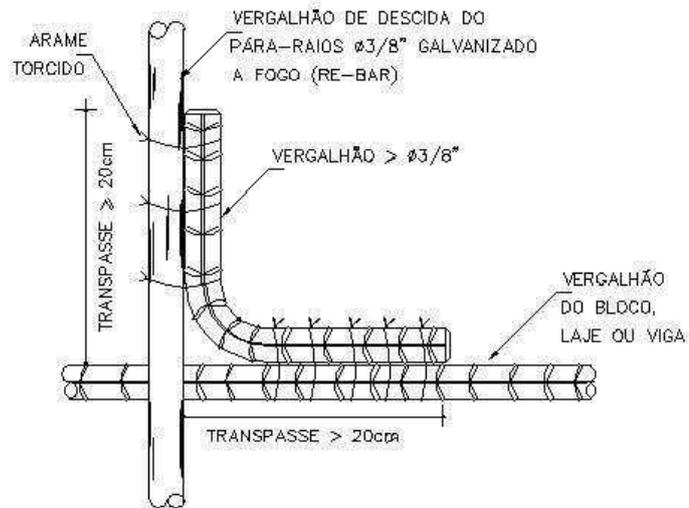
Figura 16. Detalhe 05.



PÉ DIREITO GENÉRICO E AMARRAÇÕES DETALHE 6

SEM ESCALA

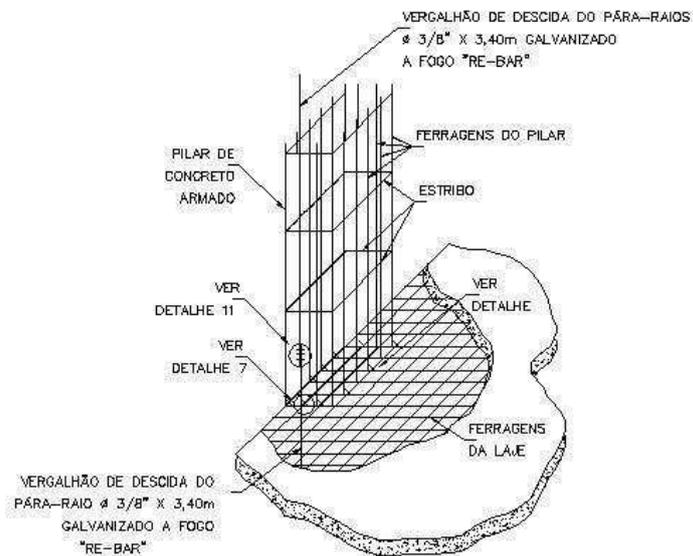
Figura 17. Detalhe 06.



**DETALHE DE AMARRAÇÃO DO
VERGALHÃO DO PÁRA-RAIOS
COM OS VERGALHÕES HORIZONTAIS
DETALHE 07**

SEM ESCALA

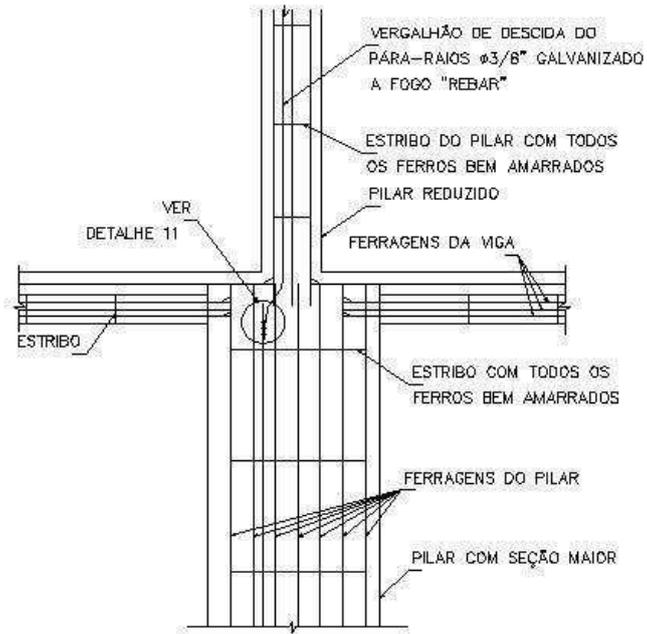
Figura 18. Detalhe 07.



**ENCONTRO DAS FERRAGENS DAS LAJES
COM AS FERRAGENS DOS PILARES
DETALHE 08**

SEM ESCALA

Figura 19. Detalhe 08.



**PILARES COM REDUÇÃO DA SEÇÃO
E ENCONTRO COM LAJES**

DETALHE 09

SEM ESCALA

Figura 20. Detalhe 09.

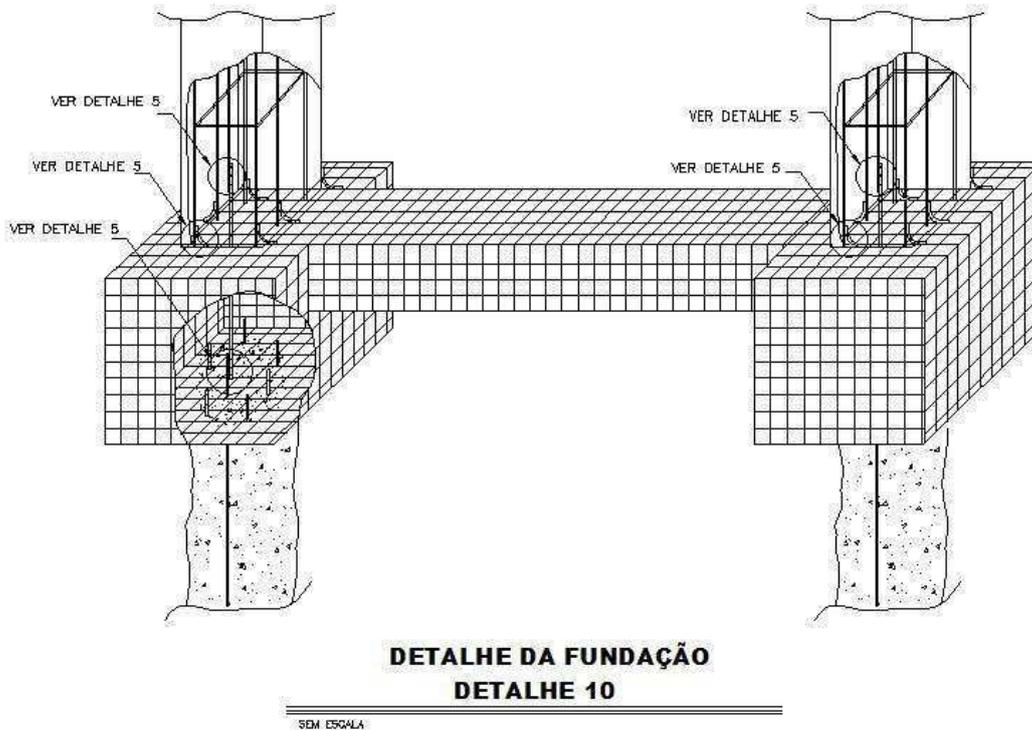


Figura 21. Detalhe 10.

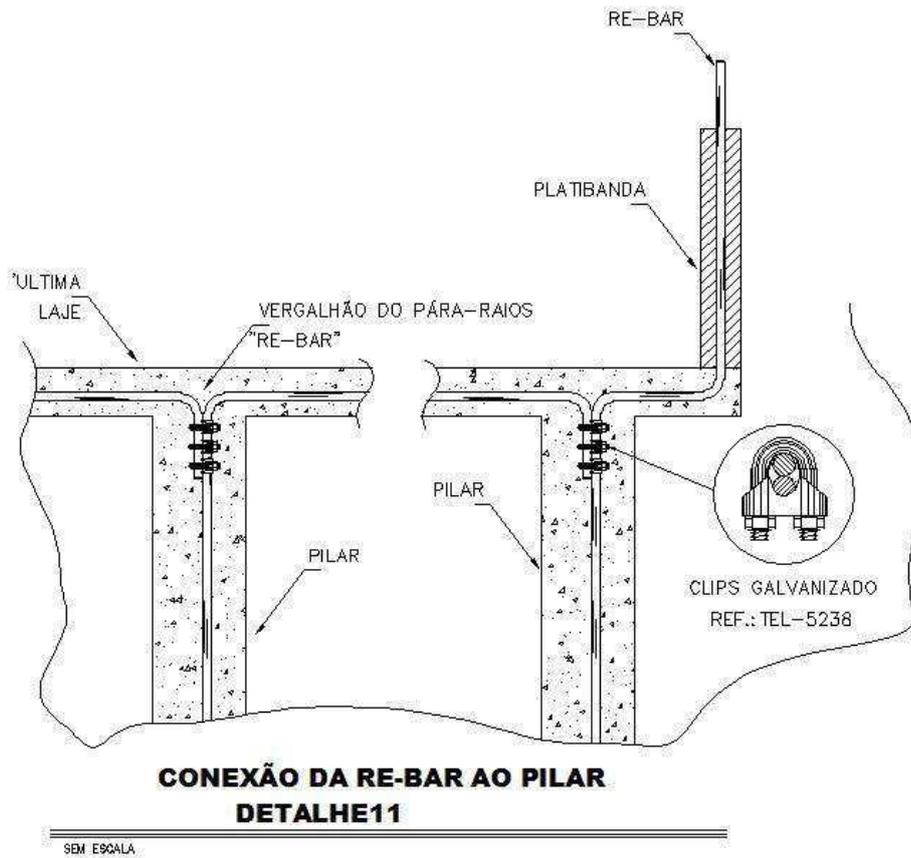
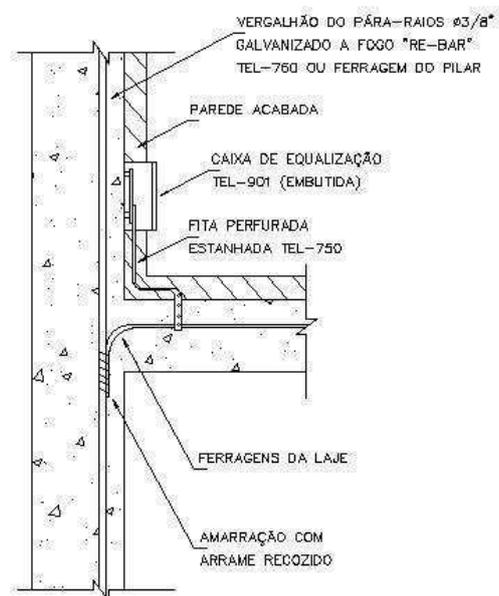


Figura 22. Detalhe 11.

DETALHE DE INTERLIGAÇÃO
DA CAIXA DE EQUALIZAÇÃO

DETALHE 12

SEM ESCALA

Figura 23. Detalhe 12.

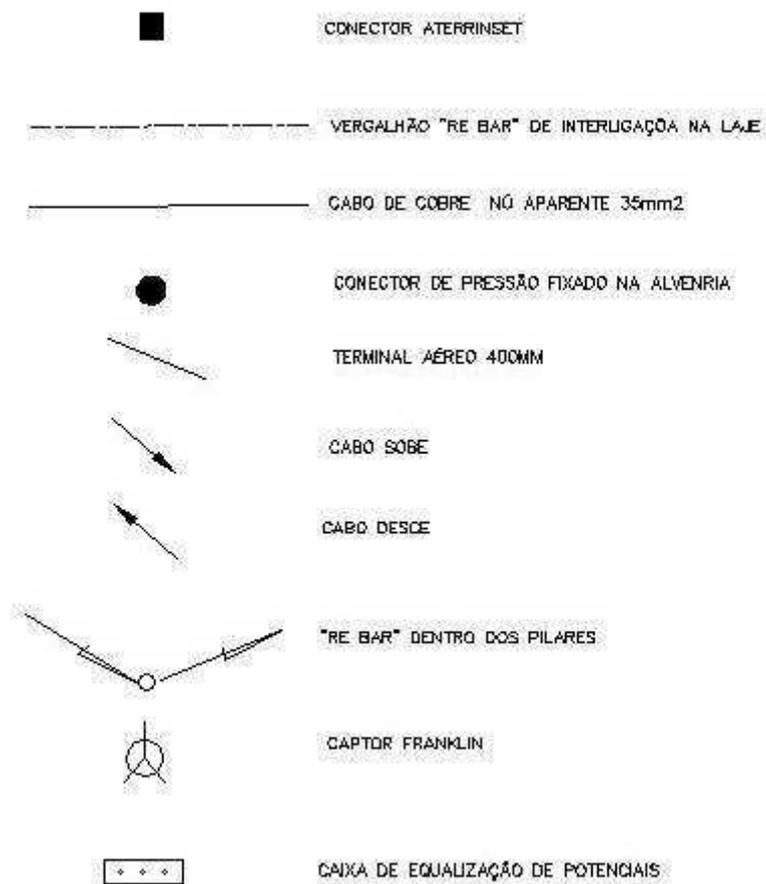


Figura 24. Simbologia.

ANEXO D - RANKING DE INCIDÊNCIA DE DESCARGAS POR MUNICÍPIO DO ESTADO DO ES

Tabela 16. Ranking de incidência de descargas por município do estado do ES.

Municípios (Estado ES)	Área	Biênio 2005-2006			Biênio 2007-2008			Variação
		Ranking		Densidade raios/km ² .ano	Ranking		Densidade raios/km ² .ano	
		Geral	Estado		Geral	Estado		
Bom Jesus do Norte	89	2748	6	1,0474	1987	1	1,9194	83,3%
Guarapari	592	3077	59	0,3850	2292	2	1,6747	335,0%
Jerônimo Monteiro	162	2899	15	0,7729	2303	3	1,6658	115,5%
Vila Valério	464	2914	17	0,7379	2395	4	1,6013	117,0%
Rio Bananal	645	3016	38	0,4968	2402	5	1,5946	221,0%
João Neiva	273	3073	58	0,3934	2410	6	1,5881	303,7%
Apiacá	194	2703	3	1,1434	2516	7	1,5044	31,6%
Iconha	203	3002	36	0,5388	2611	8	1,4170	163,0%
Mimoso do Sul	867	2706	4	1,1377	2637	9	1,3812	21,4%
Aracruz	1.436	3090	65	0,3519	2651	10	1,3621	287,1%
Guaçuí	468	2600	1	1,3625	2661	11	1,3540	-0,6%
Pedro Canário	434	3097	70	0,3441	2696	12	1,3086	280,4%
São José do Calçado	273	2671	2	1,2220	2728	13	1,2608	3,2%
Vila Pavão	433	3041	46	0,4514	2756	14	1,2222	170,8%
→ Vila Velha	209	3044	47	0,4501	3020	63	0,6896	53,2%
Venda Nova do Imigrante	188	3038	45	0,4613	3024	64	0,6831	48,1%
Mucurici	538	3139	78	0,2182	3035	65	0,6697	206,9%
Rio Novo do Sul	204	3123	76	0,2618	3037	66	0,6633	153,4%
Jaguaré	656	3113	73	0,2905	3038	67	0,6612	127,6%
Águia Branca	450	3114	74	0,2876	3063	68	0,6015	109,1%
Santa Maria de Jetibá	736	3063	54	0,4070	3068	69	0,5942	46,0%
Alto Rio Novo	228	3059	52	0,4186	3075	70	0,5660	35,2%
Ecoporanga	2.283	3094	68	0,3466	3080	71	0,5548	60,1%
Água Doce do Norte	484	3096	69	0,3443	3090	72	0,5386	56,4%
Pancas	824	3067	56	0,3998	3093	73	0,5372	34,4%
Irupi	184	2972	29	0,6217	3105	74	0,5062	-18,6%

ANEXO E - FATORES DE PONDERAÇÃO PARA AVALIAÇÃO GERAL DO RISCO E CLASSIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS COM NÍVEL DE PROTEÇÃO. (NBR 5419, 2005)

Tabela 17. Tipo de ocupação da estrutura.

Tipo de ocupação	Fator A
Casas e outras estruturas de porte equivalente	0,3
Casas e outras estruturas de porte equivalente com antena externa	0,7
Fábricas, oficinas e laboratórios	1,0
Edifícios de escritórios, hotéis e apartamentos, e outros edifícios residenciais não incluídos abaixo	1,2
Locais de afluência de público (por exemplo: igrejas, pavilhões, teatros, museus, exposições, loja de departamento, correios, estações e aeroportos, estádios de esportes)	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, estruturas de múltiplas atividades	1,7

Tabela 18. Tipo de construção da estrutura.

Tipo de construção	Fator B
Estrutura de aço revestida, com cobertura não-metálica ¹⁾	0,2
Estrutura de concreto armado, com cobertura não-metálica	0,4
Estrutura de aço revestida, ou de concreto simples, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	0,8
Estrutura de madeira, alvenaria ou concreto simples, com cobertura metálica	1,7
Qualquer estrutura com teto de palha	2,0
¹⁾ Estruturas de metal aparente que sejam contínuas até o nível do solo estão excluídas desta tabela, porque requerem apenas um subsistema de aterramento	

Tabela 19. Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas.

Conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos	Fator C
Residências comuns, edifícios de escritórios, fábricas e oficinas que não contenham objetos de valor ou particularmente suscetíveis a danos	0,3
Estruturas industriais e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis a danos ⁽¹⁾	0,8
Subestações de energia elétrica, usinas de gás, centrais telefônicas, estações de rádio	1,0
Indústrias estratégicas, monumentos antigos e prédios históricos, museus, galerias de arte e outras estruturas com objetos de valor especial	1,3
Escola, hospitais, creches e outras instalações, locais de afluência de público	1,7
¹⁾ Instalação de alto valor ou materiais vulneráveis a incêndio e às suas consequências.	

Tabela 20. Localização da estrutura.

Localização	Fator D
Estrutura localizada em uma grande área contendo estruturas ou árvores da mesma altura ou mais altas (por exemplo: em grandes cidades ou em florestas)	0,4
Estrutura localizada em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar	1,0
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2,0

Tabela 21. Topografia da região.

Topografia	Fator E
Planície	0,3
Elevações moderadas, colinas	1,0
Montanhas entre 300 m e 900 m	1,3
Montanhas acima de 900 m	1,7

ANEXO F – PLANTAS DO EDIFÍCIO CIDAL

PENAS	
WHITE	-----0.1
CYAN	-----0.3
MAGENTA	-----0.6
BLUE	-----0.4
120	-----0.2
GREEN	-----.3
YELLOW	-----0.2
RED	-----0.2
ESCALA 1/7.5	

